



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño sísmico - estructural de un crematorio en la
ciudad de Trujillo, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Salas Huamán, Keiko Paola (ORCID:0000-0001-7300-9426)

Vargas Ríos, Jorge Janmarco (ORCID:0000-0002-1184-3420)

ASESOR:

Mg. Cerna Rondón, Luis Aníbal (ORCID:0000-0001-7643-7848)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Trujillo - Perú

2020

Dedicatoria

En primer lugar, dedico esta tesis a Dios por haberme permitido llegar hasta aquí y poder cumplir uno de mis sueños; a mi mamá Lucy Huaman, porque además de ser mi madre, es mi mejor amiga y compañera de vida; a mi padre Alejandrino Salas, por el apoyo económico brindado en el transcurso de la carrera y los valores que me inculco desde pequeña, a mi hermano Jordy Salas, por apoyarme y ser un ejemplo para mí e inculcarme que mientras más complicado sea el camino en la colina más grande es la satisfacción de llegar a la cima, a mi hermanito Carlo salas por ser mi inspiración.

Keiko P. Salas Huaman

La presente tesis en primer lugar la dedico a Dios quien supo guiarme por un buen camino, dándome la fuerza y aptitudes para poder lograr mis objetivos. A mi madre María Ríos, quien me brindó su apoyo incondicional con grandes muestras de cariño, comprensión y paciencia en cada momento de mi vida. A mi padre Jorge Vargas, quien siempre estuvo dispuesto a apoyarme en los diferentes retos a los que me he afrontado y sobre todo en los momentos más difíciles. A mi familia en general, por siempre haberme transmitido muestras de afecto, buenos deseos y momentos de mucha felicidad y gratitud.

Jorge J. Vargas Ríos

Agradecimiento

En primera instancia agradezco a nuestros asesores, el Ing. Josualdo Villar y el Ing. Luis Rondón, por brindarnos los conocimientos académicos y sobre todo la mejor disposición para orientarnos en el desarrollo de la presente tesis.

A nuestros docentes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por compartir sus conocimientos y gracias a ello poder utilizarlos en la presente tesis, y con ello llegar a convertirnos en Ingenieros civiles con una ética profesional y contribuyendo al desarrollo del país, así mismo llegando a ser el orgullo de nuestras familias.

A mis amigos y mi familia por brindarme su apoyo incondicional, en especial a Crisologo y jenson que siempre estuvieron ahí, cuando nos sentía que ya no podíamos dar más, su aliento y su motivación fueron clave para continuar el camino que nos habíamos propuesto.

Keiko Paola salas Huaman.

En primer lugar, agradezco a los asesores el Ing. Josualdo Villar Quiroz, el Ing. Luis Cerna Rondo por aarnos impartido los conocimientos necesarios para poder culminar la presente tesis; y demás docentes que contribuyeron en mi formación académica en el trascurso de la carrera profesional.

A mis padres María Ríos Pizan y Jorge Vargas Alvares por el incalculable apoyo emocional, afectuoso y económico que me han brindado a lo largo de mi vida, ya que sin ello no hubiese podido afrontar este gran reto. A mis familiares y amigos por todo el apoyo incondicional que me han brindado en todo momento, con sus consejos, muestras de aprecio y experiencias vividas.

Jorge Janmarco Vargas Ríos

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	ix
Resumen	xxi
Abstract	xxii
I. Introducción	1
1.1 Realidad problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	7
1.3 Justificación.....	7
1.4 Hipótesis.....	8
1.5 Objetivos	8
Objetivo general:	8
Objetivo específico:.....	8
II. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Antecedentes	9
2.2 BASES TEÓRICAS	15
2.2.1 Crematorios.....	15
2.2.1.1. Cremación	15
2.2.1.2 Hornos de Cremación.....	15
2.2.2. Arquitectura.....	15
2.2.3 Estructuras	16
2.2.3.1 Diseño estructural	16
2.2.3.2 Criterios de estructuración.....	17
2.2.3.2.1 Resistencia de diseño	17
2.2.4 Análisis estructural	18
2.2.5 Tipos de estructuras.....	18
2.2.5.1 Estructuras reticulares.....	18
2.2.5.2 Estructuras macizas	19
2.2.5.3 Estructuras superficiales	19
2.2.6 Sistemas estructurales	20
2.2.6.1 Pórticos	20
2.2.6.2 Muros Estructurales.....	20
2.2.6.3 Sistemas combinados o dual.....	21
2.2.7 Idealización y estabilidad de la estructura	21

2.2.8. Cargas estructurales	22
2.2.8.1 Carga muerta (CM).....	22
2.2.8.2 Carga viva (CV).....	22
2.2.9 Elementos estructurales	22
2.2.9.1 Columnas	23
2.2.9.2 Vigas	23
2.2.9.3 Muros	24
2.2.9.4 Losas.....	24
2.2.9.5 Comportamiento de los elementos estructurales ante altas temperaturas	25
2.2.9.6 Deformación del concreto.....	26
2.2.10 Mecánica de Suelos	26
2.2.10.1 Suelo	26
2.2.11 Cimentaciones.....	28
2.2.11.1 Cimentaciones Poco Profundas	28
2.2.11.2 Asentamientos de la estructura	29
2.2.11.3 Asentamientos totales	29
2.2.11.4 Asentamientos diferenciales.....	29
2.2.12. Análisis sísmico	30
2.2.12.1 Evaluación de amenaza sísmica	30
2.2.12.1.1 Diseño sismo resistente	31
2.2.12.1.2 Efectos de sitio	31
2.2.13. Peso de la edificación.....	31
2.2.14 Análisis estático.....	32
2.2.15. Matriz de rigidez	32
2.2.16 Análisis dinámico.....	32
2.2.16.1 Modos de vibración	33
2.2.16.2 Análisis modal por matrices.....	33
2.2.17 Comportamiento dinámico en edificaciones singulares.....	33
2.2.18 Modelamiento computarizado tridimensional	34
2.2.18.1 Formas y frecuencias del análisis tridimensional	35
2.2.18.2 Software	35
2.2.18.2.1 ETABS.....	35
2.2.19 Construcciones ecológicas.....	36
2.2.19.1 Materiales.....	37

2.2.19.2 Consideraciones técnicas de materiales	37
III. METODOLOGIA.....	38
3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación	38
3.1.2 Tipo de investigación.....	38
3.1.2.1 Por el propósito	38
3.1.2.2 Por el diseño	38
3.1.2.3 Por el nivel.....	38
3.1.3 Diseño de la investigación.....	39
3.2 Operacionalización de variables.....	39
3.2.1 Variable:	39
Diseño Sísmico-estructural:.....	39
3.2.2 Matriz de clasificación de variable	40
3.3 Población, muestra y muestreo	40
3.3.1. Población: Todo el distrito de La Esperanza de la provincia de Trujillo, 2020.	40
3.3.2. Muestra	40
3.3.2.1 Técnica de muestreo:.....	40
3.3.2.2 Tamaño de muestra:	40
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .	41
3.4.1. Técnica.....	41
3.4.2 Instrumento de recolección de datos.....	41
Fuente: Elaboración propia.	42
3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos.....	42
3.4.4 Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.	43
3.5 Procedimientos:.....	44
3.5.1. Topografía	45
3.5.2. Estudio de mecánica de suelos.....	46
3.5.3. Arquitectura	54
3.5.4. Análisis sísmico.....	61
3.5.5. Diseño estructural	84
3.6. Método de análisis de datos.....	90
3.6.1 Técnicas de análisis de datos	90
3.6.1.1 Estadística descriptiva.....	90
3.7. Aspectos éticos	91
3.8 Desarrollo del proyecto de investigación	91

IV. RESULTADOS	208
4.1 Levantamiento planimétrico del terreno	208
4.2 Estudio de mecánica de suelos.....	209
4.3 Diseño arquitectónico	210
4.4. Análisis sísmico.....	213
4.4.1 Rigidez	213
Estructura 1	213
4.5. Diseño estructural	219
4.5.1. Dimensión de los elementos estructurales.....	219
4.5.2. Área del acero	219
V. DISCUSIÓN.....	224
VI. CONCLUSIONES.....	231
VII. RECOMENDACIONES	232
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	233
ANEXOS	244
Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)	245
Anexo 2: Declaratoria de autenticidad (asesor).....	245
Anexo 3.....	247
Anexo 3.1: Matriz de operacionalización de variables.....	247
Anexo 3.2: Indicadores de variables	248
Tabla 84: Indicadores de variables.....	248
Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos.....	253
Anexo 4.1: Ficha datos de levantamiento topográfico.....	253
Anexo 4.2: Guía de observación para estudio de mecánica de suelos	254
Anexo 4.3: Ficha de resumen de diseño arquitectónico.....	254
Anexo 4.4:	255
Anexo 4.4.1: Ficha datos de levantamiento topográfico.....	256
Anexo 4.4.2: Guia de observacion de estudios de mecanica de suelos.....	256
Anexo 4.4.3: Ficha de datos diseño arquitectónico	257
Anexo 5:	259
Anexo 5.1: Plano de ubicación	259
Anexo5.2: Renderizados en Revit.....	261
Anexo 5.3: Plano de losas en dos direcciones	263
Anexo 5.4: Plano de cimentación.....	264

Anexo 6: Validez y confiabilidad de los instrumentos.....	265
Anexo 6.1: Validez	265
Anexo 6.1.1: Validación de la ficha resumen para el levantamiento topográfico.	265
Anexo 6.1.2: Validación de la ficha resumen para el estudio de mecánica de suelos.....	266
Anexo 6.1.3: Validación de la guía de observación para el diseño arquitectónico y análisis estructural.....	266
Anexo 6.2: Confiabilidad	268
Anexo 6.2.1: Certificado de calibración de equipo topográfico (Estación total)	268
Anexo 6.2.2: Certificado de laboratorio del estudio de mecánica de suelos (EMS)	269
Anexo 7: Análisis de similitud con el programa Turnitin.	304
Anexo 8: Análisis de similitud con el programa Turnitin.	305
Anexo 09:	306
Anexo 9.1:	306
Anexo 9.2: Normas técnicas peruanas.....	309

Índice de tablas

Tabla 1: Etapas y aspectos importantes de un proyecto de construcción.....	16
Tabla 2: Factores de reducción según el tipo de sollicitación.	18
Tabla 3: Clasificación de los suelos.	27
Tabla 4: Identificación de las variables.....	40
Tabla 5: Instrumentos y validaciones.	42
Tabla 6: Importancia relativa de la estructura para cada tipo de estructura para la exploración de suelos.....	47
Tabla 7: Número de puntos de investigación de acuerdo a la importancia y tipo de estructura.	47
Tabla 8: Métodos de ensayos aplicables en el estudio de mecánica de suelos de acuerdo a las ASTM.....	48
Tabla 9: Tipos y formas de obtención de las muestras.	50
Tabla 10: Ensayos de laboratorio para determinar el perfil estratigráfico del suelo.	50
Tabla 11: Simbología de suelos por clasificación SUCS.....	52
Tabla 12: Área de circulación por persona.....	55
Tabla 13: Espesores mínimos para lasas bidireccionales apoyadas en vigas. .	86
Tabla 14: Tipos de acero con sus respectivos diámetros, áreas y cuantillas. .	106
Tabla 15: Peso de la carga muerta con elementos que el software ETABS requiere.	111
Tabla 16: Parámetros sísmicos para la estructura.	117
Tabla 17: Combinaciones de carga para la Estructura 1.....	120
Tabla 18: Tipos de acero con sus respectivos diámetros, áreas y cuantillas. .	128
Tabla 19: Peso de la carga muerta con elementos que el software ETABS requiere.	134
Tabla 20: Parámetros sísmicos para la estructura.	140
Tabla 21: Combinaciones de carga para la Estructura 2.....	144
Tabla 22: Momentos de diseño para las losas	149
Tabla 23: Momentos de diseño para las losas.	150
Tabla 24: Fuerzas cortantes y Momentos de diseño para las vigas.....	151
Tabla 25: Franjas centrales	152
Tabla 26: Franja de la columna.....	153
Tabla 27: Momentos amplificados de diseño de las losas.	154
Tabla 28: Momentos actuantes en las vigas de borde	155

Tabla 29: Acero de refuerzo en la franja central.....	156
Tabla 30: Franja de la columna	157
Tabla 31: Dimensionamiento de la viga estructura 1	158
Tabla 32:	159
Tabla 33: Área de acero para cada una de las combinaciones.....	166
Tabla 34: Varillas comerciales con sus respectiva área y diámetro.	166
Tabla 35: Cantidad y tipo de varilla a utilizar.	166
Tabla 36: Datos de sección de columna y acero (Estructura 1).	167
Tabla 37: Calculo del espaciamiento entre estribos (Estructura 1).	167
Tabla 38: Áreas de acero según cada combinación de carga.....	168
Tabla 39: Tipos de varillas de acero con sus respectivas áreas y diámetros....	169
Tabla 40: Cantidad y tipo de varilla a utilizar.	169
Tabla 41: Datos de sección de columna y acero (Estructura 2).	169
Tabla 42: Calculo del espaciamiento entre estribos (Estructura 2).	170
Tabla 43: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.	171
Tabla 44: Metrado de carga muerta.	171
Tabla 45: Metrado de carga viva.	171
Tabla 46: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.	177
Tabla 47: Metrado de carga muerta.	177
Tabla 48: Metrado de carga viva.	177
Tabla 49: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.	183
Tabla 50: Metrado de carga muerta.	183
Tabla 51: Metrado de carga viva.	183
Tabla 52: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.	189
Tabla 53: Metrado de carga muerta.	189
Tabla 54: Metrado de carga viva.	189
Tabla 55: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.	195
Tabla 56: Metrado de carga muerta.	195
Tabla 57: Metrado de carga viva.	195
Tabla 58: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.	202
Tabla 59: Metrado de carga muerta.	202
Tabla 60: Metrado de carga viva.	202
Tabla 61: Perfil estratigráfico de acuerdo a los parámetros Físicos, Mecánicos y Químicos del suelo.....	209
Tabla 62: Capacidad portante y los asentamientos elásticos totales para un	

ángulo de fricción de 27° y un $D_f = 0.8$ m.....	209
Tabla 63: Cuadro de resumen de la distribución de los ambientes de acuerdo a la ley N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA.....	210
Tabla 64: Rigidez de la Estructura 1 en la dirección “X”.....	213
Tabla 65: Rigidez de la Estructura 1 en la dirección “Y”.....	213
Tabla 66: Rigidez de la Estructura 2 en la dirección “X”.....	213
Tabla 67: Rigidez de la Estructura 2 en la dirección “Y”.....	213
Tabla 68: Periodos de la Estructura 1.....	213
Tabla 69: Periodos de la Estructura 2.....	214
Tabla 70: Desplazamiento de la Estructura 1 en la dirección “X”.....	214
Tabla 71: Desplazamiento de la Estructura 1 en la dirección “Y”.....	214
Tabla 72: Desplazamiento de la Estructura 2 en la dirección “X”.....	215
Tabla 73: Desplazamiento de la Estructura 2 en la dirección “Y”.....	216
Tabla 74: Derivas de la Estructura 1 para la dirección “X”.....	216
Tabla 75: Derivas para la Estructura 1 en la dirección “Y”.....	217
Tabla 76: Derivas para la Estructura 2 en la dirección “X”.....	218
Tabla 77: Derivas para la Estructura 2 en la dirección “Y”.....	218
Tabla 78: Dimensión de los elementos estructurales.....	219
Tabla 79: Refuerzos distribuidos de las losas bidireccionales para cada uno de las franjas de la estructura 1 en ambas direcciones.....	219
Tabla 80: Refuerzos distribuidos de las losas bidireccionales para cada uno de las franjas de la estructura 2 en ambas direcciones.....	221
Tabla 81: Acero longitudinal y refuerzos de la viga.....	222
Tabla 82: Acero longitudinal y refuerzo transversal en columnas.....	223
Tabla 83: Matriz operacionalización de variables.....	247
Tabla 84: Indicadores de variables.....	248

Índice de figuras

Figura 1: Estructuras retículas sometidos a esfuerzos de tensión, compresión, flexo-tensión.....	19
Figura 2: Estructuras macizas.....	19

Figura 3: Estructuras superficiales.	20
Figura 4: Sistema estructural a porticado resistente a momentos.....	20
Figura 5: Sistemas de muros estructurales de muro de carga.	21
Figura 6: Estructura dual con muro pantalla.....	21
Figura 7: Plano de detalles de losa aligerada.....	25
Figura 8: Esquema de una capa de interfaz en la estructura del suelo. Sistema de interacción.	27
Figura 9: Asentamiento uniforme y diferencial.	30
Figura 10: a) Modelación del edificio y nodos de vibración de la planta a las 24 frecuencias b)4HZ c)10 HZ d)14 HZ e)20 HZ.....	34
Figura 11: Ejemplo de edificio irregular de ocho pisos.	35
Figura 12: Modelamiento estructural en ETABS, SAP2000 Y MIDAS.....	36
Figura 13: Diseño de investigación.	39
Figura 14: Falla general por corte	53
Figura 15: Falla local de corte.	53
Figura 16: Falla de corte por punzonamiento.....	54
Figura 17: Interfaz de las cintas de opciones en Revit.....	56
Figura 18: Creación de proyecto.	57
Figura 19: Vinculación de topografía de CAD.	58
Figura 20: vinculación de topografía de CAD.....	58
Figura 21: Topografía importada.	58
Figura 22: Creación de topografía.....	59
Figura 23: Topografía y plataforma creada.	59
Figura 24: Creación y personalización de rejillas.	60
Figura 25: Modelado de la estructura.....	60
Figura 26: Estructuración del 1° piso.....	61
Figura 27: Estructuración segundo piso	61
Figura 28: Elevación 1.....	62
Figura 29. Elevación 2.....	62
Figura 30: Ventana principal de software ETABS.	63
Figura 31: Opción New Model.....	63
Figura 32: Ventana Model Initialization	64
Figura 33: Selección del sistema de unidades.	64
Figura 34: Definición del número de ejes (Dirección X y Y), número y altura de pisos.....	65

Figura 35: Edición de la distancia y posición de los ejes.....	66
Figura 36: Se edita la altura de los niveles de la edificación.	66
Figura 37: Vista en planta y 3D de la grilla.....	67
Figura 38: Opción para cambiar las unidades.....	67
Figura 39: Se cambia las unidades de consistencia.....	68
Figura 40: Se editan la unidades de medida.....	68
Figura 41: Ventana para crear nuevos materiales.....	68
Figura 42: Ventana para configurar las propiedades del Nuevo material.....	69
Figura 43: Ventana para editar en valor de las propiedades de los materiales creados.	69
Figura 44: Venta para crean las secciones de los elementos.	69
Figura 45: Formas de sección que se pueden elegir para los elementos.	70
Figura 46: Ventana para definir las dimensiones de la sección del elemento. ..	70
Figura 47: Ventana para definir las características de refuerzo de las columnas.	71
Figura 48: Ventana que muerta algunas características del refuerzo en las vigas.	71
Figura 49: Ventana para crear losas.	72
Figura 50: Ventana para definir el tipo de losa y material que la constituirá.	72
Figura 51: Ventana para determinar si las configuraciones son para un o tods los niveles de la edificación.	72
Figura 52: Secuencia para empezar a dibujar las columnas.....	73
Figura 53: Ventana para seleccionar la sección de columna que sea desea dibujar.	73
Figura 54: Ventanas para dibujar las columnas.	74
Figura 55: Ventana con las columnas graficadas en sus respectivos nodos. ...	74
Figura 56: Secuencia para empezar a dibujar las vigas.....	75
Figura 57: Ventana para definir la viga que se desea graficar.	75
Figura 58: Vista en planta y 3D de los elementos dibujados (Vigas y columnas).	75
Figura 59: Secuencia para obtener la ventana con la opción de dibujo dela losa.	76
Figura 60: Ventana para definir el tipo de losa a graficar.	76
Figura 61: Visualización de las sosas dibujadas.	76
Figura 62: Secuencia para definir el tipo de apoyo de la estructura.....	77
Figura 63: Ventana para elegir el tipo de apoyo de la estructura.	77
Figura 64: Secuencia para crear los diafragmas rígidos.	78

Figura 65: Ventana para crear los diafragmas rígidos.....	78
Figura 66: Ventana que muestra como el programa concentra las cargas.	78
Figura 67: Venta para crear cargas.....	79
Figura 68: Ventana para definir las características del análisis estático.	79
Figura 69: Ventana con las cargas creadas.	80
Figura 70: Secuencia para asignar las cargas a la estructura.....	80
Figura 71: Venta en para definir en tipo y valor de la carga.	80
Figura 72: Ventana para definir el porcentaje de participación de las cargas. ..	81
Figura 73: Secuencia para configurar los espectros.	82
Figura 74: Ventana que muestra el espectro creado.....	82
Figura 75: Secuencia para asignar el contante dinámico.....	83
Figura 76: Ventana que presenta todas las cargas que se configurado.....	83
Figura 77: Ventana para configurar el cortante dinámico.....	83
Figura 78: Secuencia para crear las combinaciones de carga.....	84
Figura 79: Ventana en donde se crean las combinaciones de carga.....	84
Figura 80: Tabla en Excel.	91
Figura 81: Grafico de barras.....	91
Figura 82: Calicatas.	92
Figura 83: Registro de información básica de nuestro proyecto.....	93
Figura 84: Geo referencia del lugar de estudio.	94
Figura 85: Insertado y vinculación del CAD a REVIT del levantamiento planimétrico.....	94
Figura 86: Creación de la superficie topográfica en Revit a partir del levantamiento planimétrico.....	94
Figura 87: Topográfica creada en Revit en 3D.....	95
Figura 88: Creación de la plataforma en Revit.	95
Figura 89: Plataforma creada en Revit.....	96
Figura 90: Creación de rejillas.....	96
Figura 91: En las grillas creadas dibujamos nuestros muros de acuerdo a nuestras divisiones.....	97
Figura 92: Creación de la superficie y colocación de mobiliario, procedimiento repetitivo para los techos.....	97
Figura 93: Estructura con pisos, mobiliarios y muros.	98
Figura 94: Estructura terminada, para el renderizado (en nuestro caso quitamos la topografía por ser una topografía plana y no influye en nuestro diseño).....	98
Figura 95: Se selecciona el sistema de unidades (MKS.)	98

Figura 96: Base de datos bajo la cual se calculará las secciones de acero (AISC14).....	99
Figura 97: Código bajo en el cual estará basado el diseño del acero (AISC 360-10).....	99
Figura 98: Código bajo la cual estará basado en diseño del concreto (ACI 318-14).....	99
Figura 99: Configuración previa del número de ejes que tiene la estructura en las direcciones X y Y. (Ver figura 97).....	100
Figura 100: Distribución de columnas con sus respectivos ejes graficados en el software AutoCAD.....	100
Figura 101: Se determina la distancia de los ejes que conforman la cuadrícula sobre la cual se graficará la estructura. (Ver figura 97).....	100
Figura 102: Se determina el número de niveles y altura de entre piso que tendrá la edificación (1 nivel de 4 metros de altura).	101
Figura 103: Se define la altura de los pisos (4m).	101
Figura 104: Se definen las unidades con las cuales serán ingresados los valores del módulo de elasticidad y la resistencia del concreto.	101
Figura 105: Se define las secciones de acero comerciales en el Perú.	102
Figura 106: Se crea un nuevo material (El concreto).	102
Figura 107: Se define el nombre del material (Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), en peso del concreto en toneladas (2.4 tn/m^3), el módulo de elasticidad ($15\ 000 \cdot 210$) y módulo de rigidez a la fuerza cortante (0.2).	102
Figura 108: Se corrige el valor de la resistencia a la compresión del concreto de 210.92 kg/cm^2 a solo 210 kg/cm^2	103
Figura 109: Se crea el segundo material (El acero).	103
Figura 110: Se indica que el acero será para refuerzo en los elementos estructurales.	104
Figura 111: Se define el grado del acero (Grado 60)	104
Figura 112: Se define el nombre del material (Acero $f'c=4200 \text{ kg/cm}^2$).	104
Figura 113: Se corrige la resistencia última de tracción del acero ($4\ 200 \text{ kg/cm}^2$).	105
Figura 114: Se crea las secciones de los elementos estructurales (Columnas y vigas).....	105
Figura 115: Se ingresa el nombre de la sección, la resistencia del concreto ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) y sus dimensiones (Columna de $45 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$).	105
Figura 116: Se ingresa datos aproximados de las barras de refuerzo.	106
Figura 117: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección X-X, la resistencia del concreto ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) y su sección transversal (Viga x-x $45 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$).	107
Figura 118: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección Y-Y, la	

resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm ²) y su sección transversal (Viga y-y 45cm x 30cm).....	107
Figura 119: Sección de vigas y columnas creadas, las cuales constituirán la estructura.	107
Figura 120: En base al plano de distribución de las columnas (Ver figura 97) se insertan las columnas.....	108
Figura 121: En base al plano de distribución de las vigas (Ver figura 97) se insertan las vigas en el sentido X-X.	108
Figura 122: En base al plano de distribución (Figura 97) se insertan las vigas en el sentido Y-Y.	108
Figura 123: Vista en planta de columnas y vigas graficadas en el software ETABS.	109
Figura 124: Se crea la losa aligerada en dos direcciones.	109
Figura 125: Se define el nombre del elemento (Losa aligerada 2D H=0.18 m), el espesor total de 0.18 m, espesor de la losa de 0.05 m, ancho de las viguetas (0.10 m) y distancia entre ejes de las viguetas de 0.4 m.....	109
Figura 126: Se grafica la losa aligerada según el plano de distribución planteado.	110
Figura 127: Grafico de columnas, vigas y losa.....	110
Figura 128: Se indica que la estructura será empotrada.....	110
Figura 129: Se crea los patrones de carga (CM, Live 1, Live 2, Sx Estático y Sy Estático).	111
Figura 130: Se ingresa del valor de la carga muerta en toneladas (0.29 tn/m ²) calculada previamente. (Ver tabla 14).....	112
Figura 131: Se ingresa el valor de la carga en base a la Norma E.020 Cargas (0.5 tn/m ²).	112
Figura 132: Selección la losa completa y para aplicar las cargas muerta y viva enteramente definidas.....	112
Figura 133: Se ingresa el primer valor para alternar las cargas (Live 1 - 0.5 tn/m ²).	113
Figura 134: Se selección los paños de la losa alternadamente para aplicarle la carga Live 1.....	113
Figura 135: Se ingresa el segundo valor para la alternancia de cargas (Live 2 – 0.5 kg/cm ²).....	113
Figura 136: En los paños en los cuales no se aplicó la carga Live 1 se le coloca la carga Live 2.	114
Figura 137: Se seleccionan las vigas y columnas en donde a través del valor 1 se indica que los pórticos estarán trabajando a un 100%.	114
Figura 138: Se crean el diafragma rígido, que está en función al número de piso (D1).	114

Figura 139: Se selecciona toda la losa para después asignarle el diafragma anteriormente creado.	115
Figura 140: Se define a la losa como un diafragma rígido.	115
Figura 141: Se define el número de modos de vibración.	115
Figura 142: Se indica el número de modos de vibración (3 modos de vibración).	116
Figura 143: Se crean los espectros de sismo.....	116
Figura 144: Se selecciona la norma técnica bajo la cual estarán basados los datos de los espectros de sismo (Perú NTE E.030 2014).....	116
Figura 145: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “X” en base a lo calculado previamente. (Ver tabla 15)	117
Figura 146: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “Y” en base a lo calculado previamente. (Ver tabla 15)	118
Figura 147: En el sismo estático en “X” se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” (0.2011). (Ver tabla 15).....	118
Figura 148: En el sismo estático en “Y” se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” (0.2011). (Ver tabla 15).....	118
Figura 149: Se crea los espectros de sismo dinámico para los sentidos “X” y “Y”.	119
Figura 150: Configuración del peso de la estructura.	119
Figura 151: Se crea las 19 combinaciones de carga más la envolvente. (Ver tabla 16)	120
Figura 152: Vista en planta de la estructura graficada en el software ETABS.	121
Figura 153: Vista 3D de la estructura graficada en el software ETABS.	121
Figura 154: Render de la estructura graficada en el software ETABS.	121
Figura 155: Se selecciona el sistema de unidades (MKS).	122
Figura 156: Base de datos bajo la cual se calculará las secciones de acero (AISC14).....	122
Figura 157: Código bajo en el cual estará basado el diseño del acero (AISC 360-10).	122
Figura 158: Código bajo la cual estará basado en diseño del concreto (ACI 318-14).	123
Figura 159: Configuración previa del número de ejes que tiene la estructura en las direcciones X y Y. (Ver figura 158)	123
Figura 160: Distribución de columnas con sus respectivos ejes graficados en el software AutoCAD.	123
Figura 161: Se determina la distancia de los ejes que conforman la cuadrícula sobre la cual se graficará la estructura. (Ver figura 158).....	124
Figura 162: Se determina el número de niveles y altura de entre piso que tendrá	

la edificación (1 nivel de 4 metros de altura).....	124
Figura 163: Se define la altura de los pisos con los cuales contara la edificación (4 m).....	124
Figura 164: Se definen las unidades con las cuales serán ingresados los valores del módulo de elasticidad y la resistencia del concreto que se utilizara.	125
Figura 165: Se define las secciones de acero comerciales en el Perú.	125
Figura 166: Se crea un nuevo material (El concreto).	125
Figura 167: Se define las características del concreto.	126
Figura 168: Se crea el segundo material (El acero).	126
Figura 169: Se corrige la resistencia ultima de tracción del acero (4 200 kg/cm ²).	127
Figura 170: Se crea las secciones de los elementos estructurales (Columnas y vigas).....	127
Figura 171: Se ingresa el nombre de la sección, la resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm ²) y sus dimensiones (Columna de 45 cm x 35 cm).	127
Figura 172: Valores aproximados de las barras de refuerzo y estribos.....	128
Figura 173: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección X-X, la resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm ²) y su sección transversal (Viga x-x 45cm x 30cm).....	129
Figura 174: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección Y-Y, la resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm ²) y su sección transversal (Viga y-y 45cm x 30cm).....	129
Figura 175: Sección de vigas y columnas creadas, las cuales constituirán la estructura.	130
Figura 176: En base al plano de distribución se insertan las columnas. (Ver figura 157)	130
Figura 177: En base al plano de distribución se insertan las vigas en el sentido X-X. (Ver figura 157)	130
Figura 178: En base al plano de distribución se insertan las vigas en el sentido Y-Y. (Figura 157)	131
Figura 179: Vista en planta de columnas y vigas graficadas en el software ETABS.	131
Figura 180: Se crea la losa aligerada en dos direcciones.	131
Figura 181: Características de la losa 2D.	132
Figura 182: Se grafica la losa aligerada según el plano de distribución planteado.	132
Figura 183: Grafico de columnas, vigas y losa.....	133
Figura 184: Se indica que la estructura será empotrada.....	133
Figura 185: Se crea los patrones de carga (CM, Live 1, Live 2, Sx Estático y Sy	

Estático).....	133
Figura 186: Se ingresa del valor de la carga muerta en toneladas (0.29 tn/m ²) calculada previamente. (Ver tabla 18).....	135
Figura 187: Se ingresa el valor de la carga en base a la Norma E.020 Cargas (0.5 tn/m ²).	135
Figura 188: Se selecciona la losa completa y se le aplica las cargas muerta y viva enteramente definidas.....	135
Figura 189: Se ingresa el primer valor para alternar las cargas (Live 1 - 0.5 tn/m ²).	136
Figura 190: Se selección los paños de la losa alternadamente para aplicarle la carga Live 1.....	136
Figura 191: Se ingresa el segundo valor para la alternancia de cargas (Live 2 – 0.5 kg/cm ²).....	136
Figura 192: En los paños en los cuales no se aplicó la carga Live 1 se le coloca la carga Live 2.	137
Figura 193: Se seleccionan las vigas y columnas en donde a través del valor 1 se indica que los pórticos estarán trabajando a un 100%.	137
Figura 194: Se crean el diafragma rígido, que está en función al número de pisos (D1).	137
Figura 195: Se selecciona toda la losa para después asignarle el diafragma anteriormente creado.	138
Figura 196: Se define a la losa como un diafragma rígido.	138
Figura 197: Se define el número de modos de vibración	138
Figura 198: Se indica el número de modos de vibración con los cuales contara la estructura, en este caso al solo tener un nivel serán 3 modos de vibración. ..	139
Figura 199: Se crean los espectros de sismo.....	139
Figura 200: Se selecciona la norma técnica bajo la cual estarán basados los datos de los espectros de sismo (Perú NTE E.030 2014).....	139
Figura 201: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “X” en base a lo calculado previamente (Ver tabla 19).	141
Figura 202: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “Y” en base a lo calculado previamente. (Ver tabla 19)	141
Figura 203: En el sismo en “X” se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” (0.2011). (Ver tabla 19)	142
Figura 204: Se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” 0.2011. (Ver tabla 19)	142
Figura 205: Se crea espectro de sismo dinámico para los sentidos “X” y “Y”.	143
Figura 206: Se determina el peso de la estructura.....	143
Figura 207: Se crean las 19 combinaciones de carga más la envolvente. (Ver tabla 20)	145

Figura 208: Vista en planta de la estructura graficada en el software ETABS.	145
Figura 209: Vista 3D de la estructura graficada en el software ETABS.	146
Figura 210: Render de la estructura graficada en el software ETABS.	146
Figura 211: Detalle de distribución de acero en la sección de la columna (Estructura 1).....	166
Figura 212: Detalle de distribución de acero en la sección de la columna (Estructura 1).....	169
Figura 213: Momento por carga muerta en la columna central.	172
Figura 214: Momentos por viva en la columna central.	172
Figura 215: Detalle de zapata central (Estructura 1).	173
Figura 216: Detalle de sección de la zapatas central (Estructura 1)	176
Figura 217: Detalle de planta de la zapata central (Estructura 1).....	176
Figura 218: Momento por carga muerta en la columna esquinada.	177
Figura 219: Momentos por viva en la columna equinada.	178
Figura 220: Detalle de zapata esquinada (Estructura 1).	178
Figura 221: Detalle de sección de zapata esquinada (Estructura 1).	182
Figura 222: Detalle de planta de la zapata esquinada (Estructura 1).....	183
Figura 223: Momento por carga muerta (CM) en la columna excéntrica.....	184
Figura 224: Momentos por viva (CV) en la columna excéntrica.	184
Figura 225: Detalle de zapata excéntrica (Estructura 1).	185
Figura 226: Detalle de sección de zapata excéntrica (Estructura 1).	188
Figura 227: Detalle de planta de zapata excéntrica (Estructura 1).....	188
Figura 228: Momento por carga muerta en la columna central	190
Figura 229: Momentos por viva en la columna central.	190
Figura 230: Detalle de zapata central (Estructura 2).	191
Figura 231: Detalle de sección de zapata central (Estructura 2).	194
Figura 232: Detalle de planta de zapata central (Estructura 2).	195
Figura 233: Momento por carga muerta (CM) en la columna esquinada.	196
Figura 234: Momentos por viva (CV) en la columna esquinada.	196
Figura 235: Detalle de zapata esquinada (Estructura 2).	197
Figura 236: Detalle de sección de zapata esquinada (Estructura 2).	201
Figura 237: Detalle de planta de zapata esquinada (Estructura 2).....	201
Figura 238: Momento por carga muerta (CM) en la columna esquinada.	202
Figura 239: Momentos por viva (CV) en la columna esquinada.	203
Figura 240: Detalle de zapata excéntrica (Estructura 2).	203

Figura 241: Detalle de sección de zapata excéntrica (Estructura 2).	207
Figura 242: Detalle de planta de zapata excéntrica (Estructura 2).....	207
Figura 243: Plano planimétrico	208
Figura 244: Variación del contenido de humedad (%) para cada muestra extraída de la urbanización los 4 suyos aplicando los ensayos NTP 339.127.	209
Figura 245: Plano de distribución.	211
Figura 246: Plano de cortes y elevaciones.....	212

Resumen

La presente investigación se realizó en la ciudad de Trujillo, lugar en donde se determinó el diseño sísmico-estructural de un crematorio. Para el desarrollo de investigación se utilizó un diseño no experimental, transversal, el muestreo fue no probabilístico por juicio de expertos, la recolección de datos se realizó con la técnica del análisis documental y la observación, los instrumentos que se utilizaron fueron la ficha de sumen y la guía de observación, para analizar los datos se utilizó la estadística descriptiva. El problema es la gran demanda actual que existe en cuanto a servicios funerarios en la ciudad de Trujillo y se cuenta con cementerios en su máxima capacidad y pocos crematorios con la estructura y equipamiento necesario para brindar dichos servicios. Como resultados se obtuvieron dos estructuras con la distribución óptima y a partir de un análisis en el software ETABS se pudo determinar que la estructura tenía una buena rigidez, con derivas máximas para la Estructura 1 en los sentidos "X" de 0.002 y en "Y" de 0.004, y para la Estructura 2 sus derivas fueron de 0.003 para el sentido "X" y de 0.003 para "Y", con dicha comprobación se procedió a hacer los respectivos planos.

Palabras clave:

Estructura, análisis, estático, dinámico, diseño.

Abstract

This research was carried out in the city of Trujillo, where the seismic-structural design of a crematorium was determined. For the development of the investigation, a non-experimental, transversal design was used, the sampling was not probabilistic by experts' judgment, the data collection was carried out with the technique of documental analysis and observation, the instruments that were used were the summation card and the observation guide, to analyze the data the descriptive statistics were used. The problem is the great current demand for funeral services in the city of Trujillo and there are cemeteries in their maximum capacity and few crematories with the structure and equipment necessary to provide these services. As a result, two structures were obtained with the optimal distribution and from an analysis in the ETABS software it could be determined that the structure had a good rigidity, with maximum drifts for Structure 1 in the "X" sense of 0.002 and in "Y" of 0.004, and for Structure 2 its drifts were of 0.003 for the "X" sense and of 0.003 for "Y", with this verification the respective plans were made.

Keywords:

Structure, analysis, static, dynamic, design

I. Introducción

1.1 Realidad problemática.

Actualmente la industria de la construcción ocupa un lugar importante dentro de la economía a nivel mundial, ya que está se encuentra supeditada a la inversión de los recursos públicos que son destinados por los gobiernos y al sector privado, los cuales se ven reflejados en la construcción de infraestructura que a su vez genera empleos y hace más dinámica la cadena productiva, así como también promueve el crecimiento empresarial y la incorporación de nuevas tendencias tecnológicas a través de modelos digitales como el BIM, el cual ayuda tener mejor control en los procesos constructivos (Pedimos asociación no subcontratación, 2020).

Por otro lado, cabe recalcar que a medida que han avanzado los años en el campo de la construcción ha habido un aumento significativo en la construcción de crematorios, en el año 2019 alcanzó un 4% en su tasa de crecimiento en comparación con la década de los años 60 , puesto a que en muchos países del mundo como Japón, suiza la demanda de la cremación a alcanzado un 85-100% ,superando de esta manera al entierro tradicional, es por ello que se viene implementando y fomentando la construcción sostenible de crematorios como medida de contención a la falta de espacios y la disminución de la huella ambiental (NFDA National funeral directors Asociación, 2019)

Un claro ejemplo de implementación tecnológica y ecológica dentro de la construcción de crematorios, ocurre en los Estados Unidos, específicamente en la conocida ciudad de los Ángeles se están utilizando mucho lo que es la eco cremación, que consiste en construir crematorios con holográficos reciclados que permiten crear nuevos esquemas de diseño formada por arcos oblicuos coreografiados que son proyectados mediante hologramas reciclados que rodean a la cámara de cremación, la cual consta de un generador de gas por biomasa y a su vez se alimenta de energía solar por lo que emite menos contaminantes que un combustible convencional (Krasojević, 2019).

Mientras que en España la situación es otra, puesto a que, ante el incremento de los servicios de cremación de cadáveres, se han venido adaptando y utilizado

viviendas de uso residencial como locales de cremación, debido a los problemas de espacio para la construcción de cementerios y a la falta de regularización de normas urbanística, lo cual ha generado molestar a las viviendas aledañas ya que el nivel de prevención y control es menor al que se precisa (Defensoría del pueblo Andaluz, 2011). Y este año debido al incremento de su tasa de mortalidad se han optado por utilizar los crematorios portátiles como medida de contención.

Un caso similar ocurre en Chile, en la que se ha dispuesto a construir un crematorio en los interiores del cementerio inglés de la comuna de cachimbo como medida de solución ante la saturación y colapso de los campos santos ya que muchos de estos han superado su capacidad máxima en un 80%, debido a la falta de espacios en los cementerios que les impide seguir creciendo según los planos reguladores de la ciudad, es por eso que se dispuso 200 millones de soles para la construcción del edificio de 30m² en dos niveles que en su interior contará con una sala de cremación con dos hornos a gas de doble combustión (Alday, 2013).

En cuanto a nuestro país, contamos con pocos crematorios ya que a nivel nacional solo disponemos de 14, los cuales son insuficientes y precisamente en este año se ha dispuesto la construcción de un crematorio ecológico en Juliaca , en un plazo de 40 días, este proyecto fue financiado por la Beneficencia Pública con un monto de 997 900 soles para su construcción, en un terreno de 350 metros cuadrados, que serán distribuidos en infraestructura y edificación de una capilla, así como también para la construcción de un horno crematorio (La República, 2020).

Si de estructuras hablamos en la ciudad de Trujillo se construyó un crematorio ecológico en el camposanto el remanso para descongestionar los cementerios que se encuentran saturados, la cual presenta una estructura a porticada, en cuanto a su estructura posee sistemas de aislamiento térmico, tiene muros inclinados que se integran perfectamente con las vigas que conforman marcos de hormigón en la que se puede apreciar una ligera inclinación vertical.

Cave recalcar que todas estas construcciones estarán supeditadas bajo la Ley N° 26298 (Cementerios y servicios funerarios,1994); establece que parte de estas obras básicamente serán controladas por la entidad competente dispuesta

por el Estado quien, a través del gobierno regional y municipalidades tanto provinciales como distritales son quienes están obligados a controlar su funcionamiento y conceder los permisos de construcción por autorización directa de la autoridad de salud según los requerimientos de la norma técnico-sanitario, en la que brindan facultades de ejecución de la obra a la personas jurídicas, que pueden ser nacionales o extranjeras.

Otra entidad pública encargada de controlar la “construcción, habilitación, conservación y administración de albergues, centros de acogida, asilos, cementerios, locales funerarios”, es la sociedad de beneficencia pública quien a su vez es supervisada, evaluada por la “Unidad Gerencial de Desarrollo y Riesgo del INABIF”. (Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social, 2011)

Dentro del marco de la investigación tenemos a Hlaváčová (2018), realizó un análisis comparativo del edificio crematorio, el cual posee un diseño arquitectónico avanzado propias de su época, en cuanto a lo estructural, esta se rige bajo un sustento técnico y organizativo que lo convirtieron en un referente para posteriores construcciones.

Otro aporte importante en cuanto a la evaluación del desempeño sísmico en edificios, tenemos Yong, Kang, Keun y Klemencic (2020), en su investigación más reciente encontró los que los nodos de torsión en una estructura subterránea de un edificio de edificio de 49 pisos de planta irregular al ser sometidas a un análisis no lineal, la transferencia de sus nodos se amplifican por los movimientos del suelo quienes emiten altas frecuencias capaces de originar daños localizados en la estructura por acoplamiento de las vigas que afecta principalmente en la parte superior y al sótano puesto a que hay una interacción directa entre el suelo y la estructura.

Mientras que Sotiriadis, Klimis, Margaris y Sextos (2020), empleo expresiones analíticas para determinar la interacción del suelo y la estructura de un edificio con sótano, en el que se evaluó su capacidad y los posibles acoplamientos que se registran al ser sometidas a movimientos del terreno y a la cimentación que está en contacto directo, la cual se intensifica tanto en su intensidad y la frecuencia que se determina bajo fundamentos de transferencia de la frecuencia entre la base y el suelo en movimiento cuyo periodo aumenta en 15% .

En cuanto al impacto de estas edificaciones, tenemos a Ortega (2018), quien realizó un estudio integral concerniente al grado de aceptación que estas tienen en la sociedad, en la cual encontró que existe un grave problema de planificación y hacinamiento, en función a eso diseño un crematorio con un área de 2057.30 m² en la que se daba solución a las diferencias y carencias respecto a los servicios funerarios.

Otra contribución importante es de Achawangkul, Maruyama, Chaichana y Hirota (2014), encontró que al utilizar el gas productor de biomasa en un incinerador de doble cámara durante el proceso de cremación está emite menor cantidad de productos contaminantes, ya que, estos durante la combustión primaria tienden a eliminar las partículas de polvo, el cual son completamente eliminados al pasar por la cámara de combustión secundaria.

A través de la presente investigación se puede ver que parte de estas estructuras construidas se rigen en normas técnicas con el propósito de garantizar la seguridad y estabilidad de estas edificaciones, consideraciones que son esenciales para el diseño y construcción, e incluso lo más novedoso es que se están utilizando son los sistemas de aislamientos térmicos e hidráulicos y los materiales que se emplean son de alto rendimiento, los cuales pueden ser aplicados en el proyecto que se está proponiendo y no solo eso sino que también se podría utilizar como combustible la biomasa o biogás que es actualmente muy usado durante su proceso de cremación en diversos países ya que esta emite menor cantidad de gases contaminantes a la atmósfera.

Para este tipo de proyectos contamos con empresas dedicadas a este rubro como: La empresa INMOBILIARIA MARIA ISABEL S.A.C identificada con RUC: 20396900719, la cual se dedica a la venta de concesiones de derecho de sepultura y es promotora del “Camposanto ecológico y crematorio El Remanso”, en donde brindan servicios de cremación, sepelio y servicios exequiales.

La empresa Agesil S.A con Ruc:216518550019 está encargada desde el año 2017 de la “explotación privada de un crematorio en el departamento de Paysandú de la república de Uruguay” la misma que participó en la instalación de los hornos crematorios del cementerio parque.

Varias de estas construcciones realizadas por las empresas mencionadas anteriormente han tenido un gran impacto en la construcción, mientras que en nuestra ciudad la realidad es diferente puesto a que no hay muchos crematorios solo existen tres en la ciudad de Trujillo y parte de estas edificaciones no cuenta con una infraestructura moderna que sea eco- amigable que contribuya a reducir los niveles de contaminación generados por los residuos sólidos y a su vez esté capacitada para albergar a más de 12 cremaciones diarias.

De los tres crematorios solo funcionan 2, esto se debe a la falta de cumplimiento de protocolos sanitarios y a la arquitectura está constituida por estructuras que son antiguas como el caso del cementerio Miraflores, sus ambientes son pequeños porque no han llevado a cabo un planeamiento si no que se han ampliado o acoplado de acuerdo a las necesidades, no cuentan con ningún estudio que los respalde que son esenciales para su diseño estructural y análisis de su vulnerabilidad sísmica, muchos de estos presentan sistemas de construcción básicos, lo cual son vulnerables ante un evento sísmico.

Por otro lado, sus hornos crematorios emanan gases contaminantes ya que muchos de estos no tienen un sistema de ventilación y de filtración que pasen por una cámara donde se inhiban o depuren los gases potencialmente contaminantes, a su vez empleen combustibles alternos como el biogás o biomasa que son menos contaminantes y beneficioso para el manejo de residuos puesto a que muchos utilizan el gas industrial entre otros.

En cuanto al aumento masivo de la tasa de mortalidad por la propagación de la pandemia covid-19, por negligencia de la población, ha ocasionado que aumenten los contagios, esto ha desencadenado el colapso de las morgues de la ciudad cuya capacidad de almacenamiento es de dos personas el resto de cadáveres son trasladados a Acope en cierto grado de descomposición, de esta manera pone al descubierto la deficiencia del control sanitario.

Otro aspecto que hay que tener en cuenta es que Trujillo no cuenta con grandes hectáreas de terreno disponibles para la construcción de nuevos cementerios y gran parte de estos cementerios están llegando a su capacidad máxima; ya que la ciudad se encuentra sobrepoblada con una tasa de crecimiento poblacional en aumento, por ende, la población invade a los exteriores de la ciudad por tal motivo

los terrenos son pequeños y por su tipo de suelo no se pueden construir edificios enormes ya que su capacidad portante es menor que los suelos que hay en Lima.

Ante estos aspectos mencionados es que se busca diseñar un crematorio sostenible que sea viable y que a su vez tenga un impacto positivo al medio ambiente, en el que se respete los protocolos sanitarios y ambientales de tal manera que no se vean afectados las viviendas aledañas y a su vez dicha estructura tenga un buen desempeño sísmico que garantice el cumplimiento de las condiciones que la norma técnica peruana establece, de tal manera que se cree una estructura sólida y compacta, que sea capaz de soportar fuerzas sísmicas para garantizar de esta manera la seguridad, estabilidad de nuestra estructura.

De no llevarse a cabo este proyecto, las morgues, cementerios y crematorios de la ciudad colapsan puesto a que no están debidamente acondicionados como para realizar de 50 a más entierros diarios, ya que cada día aumenta la tasa de mortalidad producto de la pandemia y esto traería graves consecuencias que atenten con la salud como la aparición de moscos que desencadenaría otras enfermedades.

Otra de las razones por la que se debería construir es porque optimizaría los espacios que se han habilitado para la construcción de nuevos cementerios, los cuales podrían ser destinados para otras actividades, ya que Trujillo no cuenta con grandes hectáreas de terrenos disponibles.

También sería que beneficioso para el medio ambiente ya que un crematorio según estudios realizados su emisión de dióxido de carbono emite 5 veces menos que un el entierro en nichos, cabe recalcar que una cremación es mucho más barata que una inhumanación en tierra o sepultura ya que a largo plazo esta sería un gasto adicional por concepto de alquiler o mantener el féretro en el nicho.

Así como también se evitaría que se creen ante la necesidad crematorios clandestinos como es el caso que sucedió en la ciudad de Lima, lo cual es alarmante porque pone en riesgo la salud pública de los vecinos y de la comunidad en general, puesto a que estas están infringiendo las normas y no tienen ningún control sanitario que podría volverse en una bomba de tiempo.

1.2 Planteamiento del problema

¿Cuál es el diseño sísmico-estructural de un crematorio en la ciudad de Trujillo, 2020?

1.3 Justificación

El proyecto de investigación busca satisfacer la gran demanda actual que se tiene en cuanto a servicios de cremación de cuerpos y debido a que se cuenta con pocas estructuras que pueden brindar dichos servicios, éstas han colapsado y otras edificaciones de este tipo no cuentan con ambientes y equipamiento necesarios. Por otro lado, se busca disminuir el impacto ambiental que según el “Plan Nacional de Acción Ambiental 2011-2021”, el Perú genera un 0,4% de gases de efecto invernadero (GEI) en el mundo, por ende, esta investigación plantea una nueva estructura de un crematorio como nueva alternativa para descongestionar los cementerios y los pobladores de la ciudad de Trujillo puedan tener un mejor servicio y comodidad.

Esta investigación busca aportar conocimientos a la información de diseño sísmico-estructural con la que ya se cuenta y a la vez proponer estructuras resistentes utilizando procedimientos y criterios técnicos que serán contrastados con las normas peruanas pertinentes con fines de garantizar que los parámetros de diseño y seguridad en la construcción sean los adecuados, con la finalidad de que los resultados puedan plasmarse como una propuesta de diseño sísmico-estructural y a su vez esta pueda ser incorporada en las futuras edificaciones que se vayan a realizar.

Se desarrolla el diseño como propuesta para su posterior construcción de un crematorio, la cual tendrá las dimensiones estructurales y ambientes necesario basados en el “Reglamento Nacional de edificaciones (RNE)” y Ley N° 26298 orientada diseño y construcción de crematorios. Específicamente se utilizará la “Norma E.020 Cargas” (2018), en la que indica las cargas que se deben utilizar para edificaciones específicas clasificadas según el tipo de uso que se les va a dar. En el análisis sísmico se utilizará la “NTE E.030 Diseño Sismo resistente” (2018), mediante el método modal-espectral para posteriormente comparar estos resultados como los que se obtiene al efectuar el análisis estático. A través del

método de diseño por cargas basado en la norma E.060, se calcularán las dimensiones de los elementos que componen la estructura y finalmente realizar el modelamiento arquitectónico y sísmico resistente mediante programas especializados, plasmando todos estos resultados en sus respectivos planos.

La presente investigación contribuirá al desarrollo de nuevos conocimientos en cuanto a diseño de edificaciones de cremación, en el que se identificara las dimensiones de los elementos para un diseño sísmico-estructural adecuado, cumpliendo con todos los parámetros de seguridad y diseño establecidos en sus respectivas normas que serán representadas mediante la modelación, simulación virtual a través del programa ETABS y REVIT.

1.4 Hipótesis

En el diseño sísmico-estructural del crematorio se obtendrá una arquitectura óptima, que cuente con una buena rigidez estructural, siendo las derivas menores a 0.007 de acuerdo a la Norma E.030 "Diseño Sismo-resistente", en la ciudad de Trujillo 2020.

1.5 Objetivos

Objetivo general:

Realizar el diseño sísmico-estructural de un crematorio en la ciudad de Trujillo, 2020.

Objetivo específico:

- ✓ Obtener el levantamiento planimétrico.
- ✓ Realizar el estudio de mecánica de suelos.
- ✓ Realizar el diseño arquitectónico de un crematorio aplicando los parámetros de la norma A.010, A.090 y la Ley de cementerios y servicios funerarios N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA en el programa REVIT.
- ✓ Efectuar el análisis sísmico de la estructura aplicando los parámetros de la norma E.030 en el ETABS.
- ✓ Realizar el diseño estructural para la construcción de un crematorio en la ciudad de Trujillo aplicando los parámetros de la norma E.020 y E.060

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

“Crematorium with funeral atrium”

(*Hoskova ,2019*) diseño un edificio crematorio con atrio funerario, en el cual utilizo un sistema constructivo de muros estructurales monolíticos diseñado con sistema de aislamiento térmico de contacto y bloques de arcilla de alto rendimiento vertical según los requerimientos de la SPB individuales y a la norma ČSN 730802, ČSN 730835 y ČSN 730831, así mismo dentro de su estructura cuenta con aislamientos hidráulicos compuestos por cintas de asfalto, ubicado en la ciudad de Karvina; dentro de su metodología para el análisis y diseño de su estructura lo dividió en bloque debido a la irregularidad de su estructura la cual se compone de 3 niveles organizado de la siguiente manera: parte ceremonial (salas de embalsamamiento, capillas, vestuarios), parte operativa (sala de cremación, servicios higiénicos, almacenes y floristería, cámara frigoríficas), parte administrativa (5 oficinas), accesos (tiene 3 salas de ingreso), edificada bajo un terreno que tiene un suelo GM, con nivel de agua subterránea baja, es por eso que emplea un sistema de aislamiento hidráulico con cintas de asfalto, para su cimentación empleo cimientos corridos, en cuanto al techo es un artesonado de hormigón monolítico armado de tal manera que todos los elementos estructurales se oculten sobre los marcos de acero, puesto que para este tipo de estructuras el refuerzo debe incorporarse en ambas direcciones ya que estas son sometidas a deflexiones y fuerzas de corte, de tal manera la estructura queda segura, manteniendo la estética y funcionalidad .

El aporte que podemos identificar es que nos proporciona criterios técnicos que se deben tener en consideración en cuanto a la estructuración y distribución de un edificio de cremación principalmente para aquellas que presentan irregularidades y son más vulnerables ante un evento sísmico, así mismo también emplea técnicas de impermeabilización que son aplicables para terrenos con nivel de capa freática moderada.

"Construcción de un crematorio en la República Checa en el siglo XX: Análisis contextual y estudio de un caso"

(Bixquert, 2018) Estudio de la tipología de los crematorios en general, su avance e interacción entre sus componentes. Su metodología fue detectar que tan complejo era el proceso de cremación en República Checa, para luego identificar los 27 crematorio que existen el país, de los cuales se elegido como objeto arquitectónico de estudio el crematorio de Pardubice; Seguidamente se procedió a hacer una búsqueda bibliográfica y visitar dicho crematorio con la finalidad de tomar datos, medidas y fotografías. Se determinó la evolución en cuanto a crematorios de la República Checa y mediante dilemas pragmáticos que comprenden la ilustración de los componentes de un crematorio, y además proporcionar una idea de posible evolución que podrían tener los crematorios de España.

La cremación en cuanto a nuevas tecnologías a evolucionado hacia procesos más eficientes, lo que llevado a que muchos crematorios hayan tenido que rediseñarse con la finalidad de implementar hornos. Existen casos en que se han construido nuevos ambientes lejanos a la zona donde se realizan las ceremonias, situación que no permite poder observar la incineración.

El aporte que podemos obtener de esta investigación, es como los crematorios a medida que las nuevas tecnologías y procesos avanzan deben ir implementando y además da una idea clara de los nuevos diseños que deben incorporarse en las estructuras de los crematorios aún por construirse, datos que ayudarán realizar un diseño arquitectónico innovador y futurista en esta investigación.

"Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización Soliliz-Trujillo".

(Cruz y Diéguez, 2015) Determinar el diseño y posterior análisis de una estructura multifamiliar constituida de concreto armado utilizando la norma actualizada de diseño sismorresistente, ubicada en la urbanización Soliz-Trujillo. En cuanto a su metodología se realizó el análisis estructural en ambas direcciones de la edificación, en la que se consideró muros estructurales con la finalidad de cumplir

los parámetros establecidos en la “NTE E.030 Diseño sismorresistente” (2014). Para el techo se diseñó losa aligerada que trabaja en una dirección, pero en las zonas próximas a las escaleras se implementó una losa maciza, en cuanto a la cimentación se consideraron sistemas de zapatas combinadas y aisladas. Para poder determinar el comportamiento de la estructura ante las cargas producidas por un sismo, esta fue modelada y analizada en el software ETABS, en lo cual se estudiaron las cargas por gravedad que previamente se calcularon con el Mitrado correspondiente. Como resultado de dicho procedimiento se determinaron las medidas de la sección transversal de las columnas que están comprendidas entre 25 cm a 70 cm, de las cuales las columnas con funciones principales tienen como sección mínima 0.25 x 0.35 m, con lo que garantiza una buena rigidez de la estructura, por otro lado los resultados que se obtuvieron al efectuar el análisis sísmico dinámico es que en la dirección X-X la estructura se desplazó 59.3 mm y en la dirección Y-Y 57.7 mm, obteniendo como deriva máxima para las dos direcciones 0.0054 cm, resultado que está por debajo del límite que se estipula en la NTE E.030 que de 0.007cm. Para lograr un diseño sismorresistente adecuando un criterio bastante utilizado en colocar muros de corte en todas las direcciones (X, Y), los cuales le dan una notable rigidez lateral a la edificación y basados en los resultados que se obtuvieron se puede decir que las placas han resistido el 80% de la cortante sísmica con lo cual ha disminuido los desplazamientos.

El aporte que podemos identificar en la presente investigación es la del cómo y qué criterios se debe tener para realizar el pre dimensionamiento de los elementos que constituirán la estructura y a su vez las consideraciones que se deben tener en cuanto al diseño sismo resistente de una edificación. Además de eso podemos identificar lo beneficioso que es utilizar un programa especializado en el modelamiento de estructuras como es el ETABS.

“Diseño estructural de la institución educativa primaria de la I.E N° 821130 en el caserío de Cochapampa, distrito de San Juan, provincia de Cajamarca-Cajamarca”.

(Ramírez, 2013). Realizar el diseño de la arquitectura y estructura de la “I.E Primaria N° 821130 ubicada en caserío de Cochapampa, provincia de

Cajamarca”. Su metodología fue colocar los bloques de las estructuras alrededor de un espacio en el centro que está constituido por el patio de formación, para lo cual dichos bloques están compuestos de dos niveles de aulas que se ubican en sentido de contraviento, con la finalidad de proteger lo que la estructura constituye de los fuertes vientos presentes en la zona, las estructuras de uno y dos pisos encuentran unidos en forma de “L” que les permite tener un acceso vertical que consta de una escalera de concreto armado, por otro lado en el diseño estructural se realizó el Pre-dimensionamiento estándar, para después crear un diseño tridimensional del bloque “A” y posteriormente efectuar un análisis de cargas por gravedad y sísmicas un software especializado como es el SAP 2000. En base a los resultados obtenidos se pudo determinar que las deformaciones fueron para la dirección perpendicular y paralelas a las fachadas de las estructuras respectivas, cumpliendo con las especificaciones expuestas en la NTE E.030 (2018), para lo cual el desplazamiento máximo obtenido fue de 0.02 cm en el sentido “X” y de 0.0026 cm en el sentido “Y”, datos que indican que se obtuvo una estructura con una buena rigidez. Según análisis y diseño estructural realizado, la estructura tendrá un buen desempeño, para lo cual la edificación deberá realizarse acorde con lo especificado en la presente investigación que está basada en la norma y además con la finalidad de obtener los resultados correctos en el programa SAP 2000 se efectuó un análisis minucioso de forma manual, con la finalidad de identificar posibles errores en el pre dimensionamiento de las columnas.

El aporte que podemos obtener de la presente investigación es de cómo realizar una arquitectura acorde con ciertos elementos ambientales y además nos da una guía para realizar el pre dimensionamiento de los elementos que conforman una estructura mediante el método común y posteriormente efectuar el modelamiento de la estructura en un software diseñado para tal fin, lo que servirá para verificar si el comportamiento de la estructura está dentro de lo señalado en la norma.

“Propuesta para el cálculo estructural sismorresistente de una edificación auxiliar de tres pisos en el núcleo “Armando Mendoza” en la F.L.U.C.V”.

(López, 2015), Realizo el cálculo estructural, de tal manera que la edificación auxiliar sea resistente a los sismos, ubicada en el “Núcleo Armando Mendoza de

la F.L.U.C.V (Cagua-Edo-Aragua)". La metodología que se utilizó en la investigación consta de efectuar los cálculos de la estructura con parámetros sísmo resistentes para una estructura de tres pisos, haciendo uso del software especializado ETABS, acorde con las normativas "venezolanas Covenin 1756" y "Fondonorma 1753" en sus versiones más actualizadas. Además, mediante programas CAD se desarrollaron planos de detalle del diseño de la edificación propuesta.

Como resultado se obtuvo la distribución de los ambientes y medidas de las secciones de los elementos estructurales para los tres niveles planteados, además a partir de la utilización de programa ETABS se pudo realizar el modelamiento estructural 3D y determinar el comportamiento estructural ante la acción de las cargas. Al finalizar el análisis que se le realiza a la estructura en los aspectos de comportamiento sísmico, diseño, cálculo y detalles estructurales, se verificó que el diseño final está acorde con los parámetros de seguridad y diseño que especifican las normas del país. El estudio realizado a través del programa ETABS se hizo de manera más sencilla al colocar las columnas de sección igual desde el primer al tercer piso y otros elementos estructurales que actuaban en igual conformación y comportamiento. Por lo cual, se puede afirmar que el programa ETABS es muy completo y eficiente para diseño y análisis de una estructura, ofreciendo gráficas y funciones muy completas.

El aporte de la investigación en cuestión es cómo desarrollar el diseño de una edificación y esta sea resistente ante las acciones de los sismos, para que cuando estos pasen la estructura siga en pie y además nos aclara cuán importante en la utilización de un programa especializado en el cálculo estructural, ya que nos brinda la facilidad y nos da la seguridad para realizar un cálculo correcto.

"Rediseño estructural de una edificación familiar de dos niveles en la Urbanización San Miguel, Huaraz 2018"

(Espinosa, 2018) Desarrollar el diseño de la estructura que cuenta con dos niveles en base a la norma E.030 situada en la "Urbanización San Miguel". La metodología consistió inicialmente en la observación, para después efectuar la prueba de esclerometría a las columnas y vigas, con la finalidad de poder conocer

la resistencia a la compresión (f_c) de dichos elementos. Después se extrajo las pruebas para realizar el respectivo análisis de mecánica de suelos y también se realizó el levantamiento topográfico del lugar determinado para la construcción, para poder empezar a efectuar el análisis sísmico de la estructura en base a la norma E.030 (2018). Posteriormente para desarrollar el modelamiento de la estructura y los elementos que la constituyen, se procedió a utilizar los programas especializados ETABS v17 Y SAFE v16. Como resultado determinó las dimensiones de los elementos que constituyen la estructura en donde las columnas tienen una sección de 0.25 x 0.25 m, integradas por 6 varillas, así mismo las vigas cuentan con dimensiones de 0.25 x 0.40 m, la losa cuenta con espesor de 0.20 m y por otro lado estaban las dimensiones de los muros, los cuales en el primer nivel tienen un ancho de 0.15 conformado de ladrillos artesanales y 0.13 m para el segundo nivel constituido por ladrillo pandereta de 6 huecos. Posteriormente se desarrolló el modelamiento de la edificación para evaluar el diseño y comportamiento. Mediante el análisis visual que se realizó se pudo determinar que la estructura en análisis contaba con sistema aperturado y albañilería. Los muros de la edificación están contruidos de ladrillos contruidos de arcilla cocida y ladrillos de tipo pandereta, así mismo la losa contaba con un espesor de 0.20 m, además se pudieron identificar que el acero ubicado de forma longitudinal tenía un diámetro de media pulgada. Por otro lado, se diseñó las dimensiones de los elementos de la estructura utilizando de los programas ETABS Y SAFE, siendo este último el programa en donde se observó el buen desempeño que tenía la estructura ante un evento sísmico.

El aporte que podemos identificar en dicha investigación es la de como empezar a realizar el diseño de la estructura de una vivienda, partiendo de la topografía y el estudio de suelos para luego pasar a determinar las medidas de las secciones de los elementos y seguidamente realizar el modelamiento de la estructura en software para poder determinar el comportamiento de la edificación ante la acción de un probable sismo.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Crematorios

2.2.1.1. Cremación

La cremación es un método alternativo que consiste en la destrucción del cadáver, el cual son ingresados a un horno crematorio en donde los restos humanos son sometidos a grandes temperaturas que oscilan entre 760 a 1150 °C, hasta alcanzar su reducción, en esta práctica cualquiera puede ser incinerado a excepción de los que hayan muerto por radiación o algún producto radiactivo (Lugones, Ramírez y Ríos, 2015, pp.120 -126).

La ley establece que los servicios de cremación deben contar por lo menos con una población 400,000 habitantes, en caso de existir establecimiento que presten servicios funerarios la instalación de los hornos será facultativa. La cual es vital que cumpla con los requerimientos técnico-sanitarias autorizados por la autoridad de la Sanitaria (“Capítulo IV de los crematorios”, s.f, párr. 1).

2.2.1.2 Hornos de Cremación

Los hornos de cremación están compuestos de sistemas automatizados que sirven para controlar y monitorear los procesos en las que se produce la cremación. Los crematorios están compuestos por dos cámaras de combustión, dentro de ellas están las primarias que alcanza una temperatura de 300°C, que posee un quemador donde se promueve la combustión, y las secundarias tienden a calentarse a 500°C, así como también esta se alimenta de con el aire secundario que circula en esa cámara, la cual finaliza la combustión en un tiempo de residencia de 1-2 s, para posterior recoger las cenizas enfriadas a temperatura ambiente, según lo postulado por Gonzales (2018).

2.2.2. Arquitectura

La arquitectura es la disciplina que permite generar propuestas de diseño en donde se plasman ideas para la creación y distribución correcta de los espacios, los cuales deben estar sujetos dentro del marco legal, en la que deben cumplir ciertas características, en cuanto a los ambientes deben estar distribuidos de la siguiente manera: una oficina de atención, sala de velación, capilla y servicios

higiénicos. Para ello es necesario que este dentro de un cementerio, de no ser el caso su área mínima es de 10,000 m², así como también su horno crematorio debe alcanzar una temperatura entre 900 y 1000°C, además dentro de sus instalaciones en el interior debe contener cámaras frigoríficas con una capacidad mayor o igual a 4 cadáveres entre los 2 a 12 °C

". ("Capítulo IV de los crematorios", s.f, párr. 2)

2.2.3 Estructuras

Una estructura se define como el conjunto de elementos resistentes unidos entre sí, que tienen la capacidad de resistir los efectos de cargas que a su vez producen acciones internas que son transmitidas a los apoyos manteniendo su forma general de la infraestructura; es por eso que durante un proyecto de construcción se consideran aspectos importantes que se dividen en etapas: "planificación, análisis, diseño y construcción". (Estrada ,2016, "capitulo1: generalidades", s.f, párr. 4)

ETAPAS	ASPECTOS IMPORTANTES
PLANIFICACIÓN	Funcionalidad Seguridad Estética Economía Sostenibilidad
ANÁLISIS	Cargas Idealización Materiales
DISEÑO	Acciones Internas Códigos de Construcción
CONSTRUCCIÓN	Planos Planeación De Actividades

Tabla 1: Etapas y aspectos importantes de un proyecto de construcción.

Fuente: Estrada, 2016.

2.2.3.1 Diseño estructural

El diseño estructural es el proceso general del proyecto en el que se define las

características de la construcción la cual se rige bajo principios y fundamentos teóricos que son aplicados mediante métodos analíticos para evaluar el comportamiento de la estructura al ser sometida a fuerzas laterales producidas por sismos o viento, sin que esta colapse, permanezca estable y sea capaz de soportar su propio peso; dentro del diseño se considera básicamente la estructuración, así como también el análisis y por último el dimensionamiento (Meli, 2014, pp.15-21).

En el análisis determina la respuesta de la estructura al ser sometidas a fuerzas externas y el efecto que tienen las cargas durante su vida útil, para ello se emplean modelos teóricos factibles y sistemas de marcos planos para la idealización de la estructura, así como también de sus elementos que lo componen y el efecto que tendrá ante las fuerzas internas, deformaciones y grado de aproximación de producirse un sismo, los cuales se determinan mediante los métodos de análisis que por lo general son de comportamiento elástico no lineal (Meli ,2014, pp. 22-24).

2.2.3.2 Criterios de estructuración

Toda estructura debe tener simetría en cuanto a la distribución de la masa y rigideces para que sus esfuerzos sean menores al ser sometidos a las fuerzas de torsión y su comportamiento sea más predecible ante las sollicitaciones sísmicas, así como también es necesario que al momento de distribuir los elementos estructurales que aportan rigidez lateral tengan una simplicidad, homogeneidad y continuidad, así de esa manera evitar tener irregularidades (Ramírez ,2019, p.5).

2.2.3.2.1 Resistencia de diseño

Para la resistencia de diseño se considera un factor de reducción de acuerdo a la variabilidad de resistencia presente en los elementos de la estructura los cuales dependen del tipo de sollicitación al que es sometida, por ende, se establece que la resistencia nominal debe ser igual al de diseño y la requerida se amplifica de acuerdo a las cargas que reciba la estructura (Ramírez ,2019, p.3).

SOLICITACION	FACTOR ϕ
Flexión y/o cargas axiales en tracción	0.9
Flexo compresión	0.7
Cortante	0.85

Tabla 2: Factores de reducción según el tipo de solicitación.

Fuente: Ramírez, 2019.

2.2.4 Análisis estructural

El análisis estructural se conoce como la “determinación de esfuerzos, deformaciones, acciones internas y desplazamientos” producidos en la estructura, “por medio de las teorías de la mecánica de sólidos y la resistencia de materiales” (Estrada ,2016, “capitulo1: generalidades”, s.f, párr. 6). Es decir, mediante el análisis permite determinar las características de su comportamiento y capacidad de respuesta de una edificación sometido a cargas, la cual actúa de diferentes tipos que están condicionados por el método de cálculos con el fin de diseñar una estructura que sea capaz de absorber y disipar la energía producida por un sismo de manera que no genere efectos particulares desfavorables (Canchaya, Vargas ,2017, pp.20-21).

2.2.5 Tipos de estructuras

2.2.5.1 Estructuras reticulares

Existen diferentes tipos de estructuras entre ellas están las estructuras reticulares: son estructuras modernas que trabajan a compresión o también a tensión ya sea en armaduras o cerchas, las cuales son diseñadas para que su trabajo sea exclusivamente a compresión o a flexo-compresión como el caso de los arcos, mientras que las estructuras de cable son sometidas a esfuerzos de tensión, en cuanto a los pórticos o marcos actúan sobre ellas todas las fuerzas internas (Estrada ,2016, “tipos de estructuras”, s.f, párr. 2).

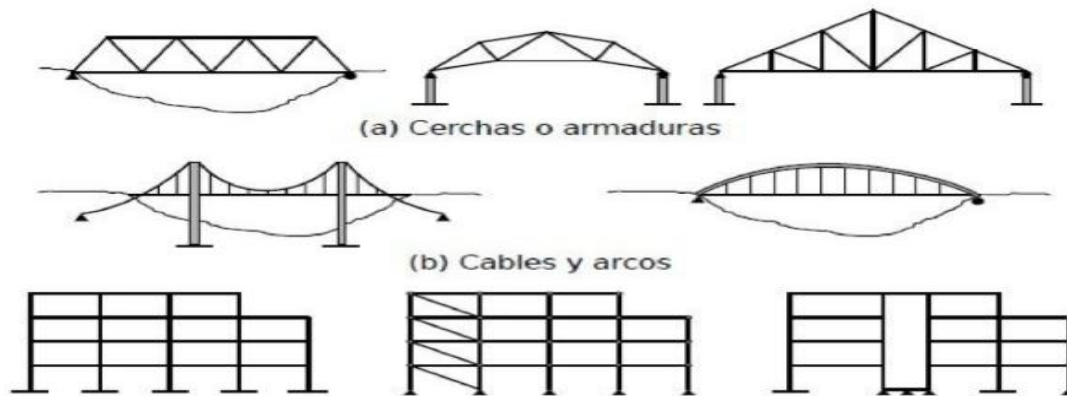


Figura 1: Estructuras retículas sometidos a esfuerzos de tensión, compresión, flexo-tensión.

2.2.5.2 Estructuras macizas

Son estructuras muy rígidas que cuenta con un sistema estable de alta cantidad de masa que trabajan bajo los efectos de compresión y corte, así como también en algunos casos puede estar sometida a flexión, alcanzado un grado de deformación sea menor a una estructura convencional (Estrada ,2016, “tipos de estructuras”, s.f, párr. 3).

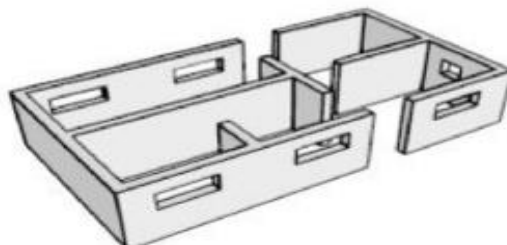


Figura 2: Estructuras macizas.

2.2.5.3 Estructuras superficiales

Estructuras superficiales son elementos planos muy delgados que tienen forma de membrana o placa que depende del material de construcción empleado, las cuales trabajan a tensión y en corte principalmente en carpas, en estructuras como los domos actúan a compresión, flexión y también a corte (Estrada ,2016, “tipos de estructuras”, s.f, párr. 4).

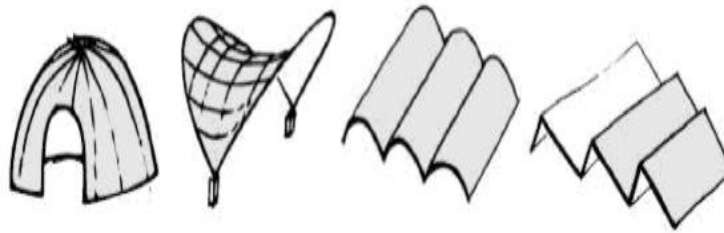


Figura 3: Estructuras superficiales.

2.2.6 Sistemas estructurales

Son sistemas compuestos por un ensamblaje de miembros o elementos que conforman la estructura total que funciona como soporte básico en el que se transmiten las fuerzas actuantes a los apoyos de tal manera que garantice la seguridad, funcionalidad sin que haya cambios apreciables en su geometría al ser sometidos a las cargas y descargas (Chaves ,2013, p.21). (Ver anexo 9 art.16 sistemas estructurales de la E-030)

2.2.6.1 Pórticos

Según Estrada (2016), son sistemas aporricados en tres dimensiones que tienen uniones rígidas entre columnas y vigas en el que no existe movimientos o giros relativos en sus elementos; es por eso que para el diseño de estructuras utilizando pórticos se considera que las fuerzas cortantes que actúan principalmente en las columnas deben ser menor al 80 %.

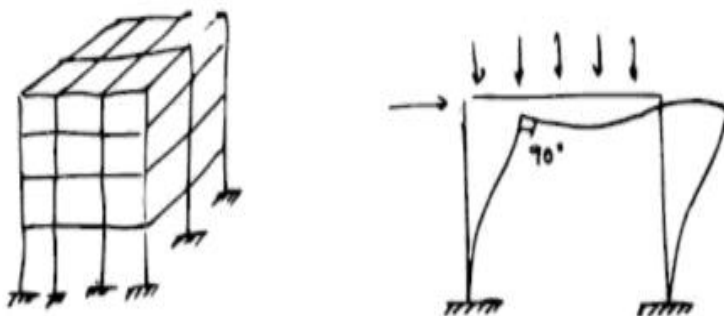


Figura 4: Sistema estructural a porticado resistente a momentos.

2.2.6.2 Muros Estructurales

Se define como un tipo de sistemas muy rígidos capaces de soportar sus propias cargas, así como también las cargas laterales que son aplicadas en los muros

producidas por fuerzas sísmicas o de viento, las cuales trabajan a compresión y a corte en donde actúa el 70% de las fuerzas de corte (Estrada ,2016).

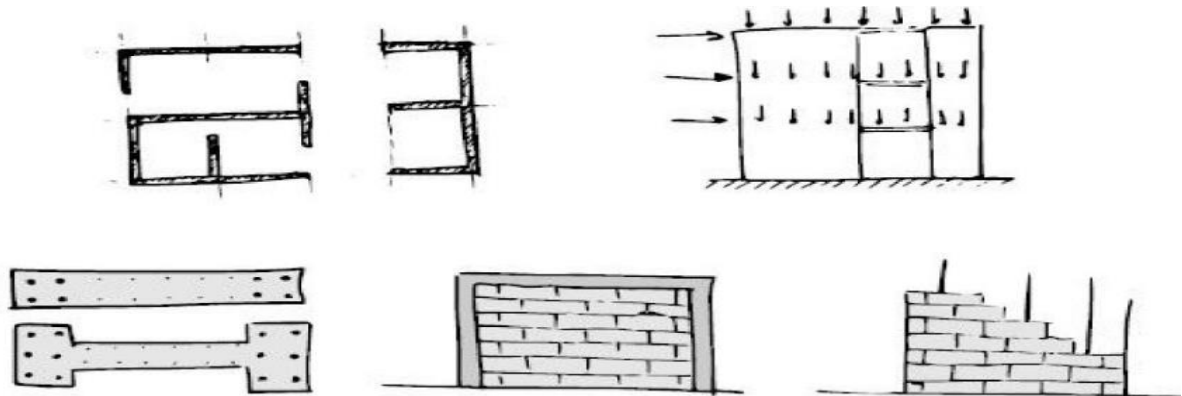


Figura 5: Sistemas de muros estructurales de muro de carga.

2.2.6.3 Sistemas combinados o dual

En estructuras es una mezcla de sistemas aporricados y muros en donde los momentos y las cargas verticales se producen en los pórticos en cuanto a las fuerzas horizontales estas se producen en los muros, de manera que al ser analizada se considera como un conjunto en donde los pórticos soporten el 30% y los muros el 70 % de las fuerzas cortantes de la base (Estrada ,2016). (Ver anexo 9 art.16.1 inciso c de la E-030 y anexo nº 2 cap.21 de la E-060)

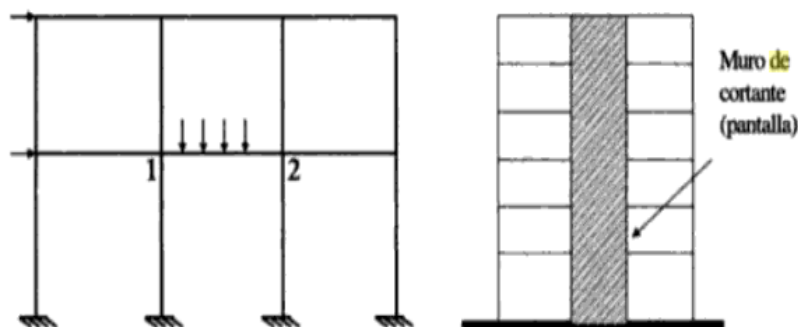


Figura 6: Estructura dual con muro pantalla.

Fuente: Jiménez, 2004.

2.2.7 Idealización y estabilidad de la estructura

En el proceso de idealización se lleva a cabo la determinación de la estructura en base a la magnitud, punto de aplicación de cargas y también por la resistencia de los materiales, que representa su comportamiento mecánico a través de modelos analíticos en el que intervienen la geometría y las cargas (Estrada, 2016,

“idealización, apoyos y estabilidad”, párrafo. 1).

2.2.8. Cargas estructurales

Las cargas estructurales en la NTE E.020 (2018) especifica que las estructuras y todos sus elementos deberán ser capaces de soportar las cargas que se le apliquen producto del uso para el cual fue diseñada la edificación. Por otro lado, se le denomina carga a la fuerza que es producto de los materiales que se utilizaron para la construcción, las persona que ocupan la edificación y los objetos que utilizan e interacciones con el ambiente que rodea la estructura. Kassimalli (2015, p. 29-32) nos dice que las cargas son divididas en dos grupos que son las siguientes:

2.2.8.1 Carga muerta (CM)

Las cargas muertas (CM), actúan mediante la gravedad con una acción constante y de aplicaciones fijas que trabajan permanentemente en una determinada parte de la estructura. Dichas cargas son el peso propio de la estructura, los materiales y además todos los equipos complementarios ubicados de forma permanente en la estructura. “Por ejemplo, las cargas muertas de una estructura de un edificio incluyen el peso propio de los marcos, los sistemas de arriostramiento, los pisos, techos, plafones, muros, escaleras, sistemas de calefacción y enfriamiento, plomería y sistemas eléctricos, etcétera” (Kassimalli, 2015, p. 29-30).

2.2.8.2 Carga viva (CV)

Las cargas vivas (CV) varían según su posición y se origina por los distintos factores que involucra el uso de la estructura, por lo general sus valores son especificados en los códigos de diseño. El punto de aplicación de las cargas vivas tiende a cambiar, es por eso que cada uno de los elementos estructurales deben ser diseñados para soportar el máximo esfuerzo causado por la carga en el elemento (Kassimalli, 2015, p. 31-32).

2.2.9 Elementos estructurales

Los elementos estructurales de una edificación se determinan mediante un cálculo anticipado de las dimensiones de dichos elementos, los que finalmente son verificados utilizando los parámetros estructurales. Este cálculo permitirá

analizar los comportamientos de sección de las unidades modulares que conforman la estructura tanto en estado plástico como de rotura y a su vez especificar las propiedades que tienen estos al utilizar rotulas plásticas el cual se refleja en los momentos, giros de plastificación, resistencia y en la capacidad de deformación (López, Tomás y Sánchez,2017).

2.2.9.1 Columnas

Son elementos verticales que forman parte de una estructura, en donde su función es transmitir todas las cargas que se generan a la cimentación. Esta interacción se genera a partir de que las losas reparten las cargas vivas (CV) y muertas (CM) entre las vigas, las que están conectadas con las columnas, Las cuales son capaces de resistir solicitaciones de compresión axial o por combinación ya sea de corte, flexión o torsión puesto a que en las estructuras de concreto armado hay una continuidad de los sistemas que generan momentos flectores en todos sus elementos (Harmsen, 2002, p. 249). (Ver anexo 9, E-060 cap. 8 inciso 8.8)

El pre dimensionamiento para este tipo de elementos estructurales se realiza según su ubicación.

Columna esquinada y excéntrica

$$A_c = \frac{P_s * A_t * N^{\circ}_p}{0.35 * f'c}$$

columna centrada

$$A_c = \frac{P_s * A_t * N^{\circ}_p}{0.45 * f'c}$$

Donde:

A_c = Área de columna

P_s = Peso de servicio

A_t = Área tributaria

N°_p = Número de pisos

$f'c$ = Resistencia a la compresión

2.2.9.2 Vigas

Las vigas son elementos estructurales que soportan diferentes cargas que actúan de forma perpendicular al eje de dichos elementos, y además se clasifican según la posición en que se encuentran apoyadas, las que pueden ser simplemente apoyadas, en voladizo o con voladizo. Al momento de diseñar de forma correcta una viga, es de vital importancia conocer los cambios que sufre la fuerza cortante y los momentos internos que el elemento experimenta a lo largo de su eje longitudinal, con la finalidad de ubicar los puntos de sus valores máximos que a su vez permita determinar las fuerzas cortantes y momentos dependiendo de su posición y convección de signos, graficados mediante diagramas (Hibbeler, 2012, p.257). Según la norma E-060 base mínima es 25 cm donde b esta entre: $\frac{h}{3}$ y $\frac{h}{2}$

Formula general:

$$h = \frac{ln}{\sqrt{4wu}}$$

h= peralte viga (en cm)

Ln= luz libre (cm)

Wu: $W_M + W_{S/C} (C_M + C_V)$

2.2.9.3 Muros

Los muros son los elementos que cierran verticalmente los marcos de la edificación. No son esencialmente de concreto, sino que estos pueden ser de cualquier otro material que cumpla la función de llenar la forma, mantener la estética y además cumplir con ciertas funciones que el sistema requiere, por lo que es necesario en la aplicación de muros de cimentación, de escaleras y de corte puesto a que son capaces de resistir cargas horizontales de sismo y viento (Nawy,1988, p. 68-69).

2.2.9.4 Losas

Las losas son elementos estructurales que están ubicados horizontalmente y

proporcionan una superficie plana donde actúan terminadas cargas de estructura las que son transmitidas a las vigas y posteriormente a las columnas. En el Perú son muy usuales las losas aligeradas, que son losas de tipo nervadas, las cuales están constituidas de la unión monolítica de las viguetas, con un espaciamiento determinado y en la parte superior una losa con un espesor delgado; los espacios entre cada vigueta son llenadas con ladrillos o poliestireno expandido, para una losa aligerada típica, las viguetas por lo general su espaciamiento es de 40 cm y para el ancho del alma según lo establecido su distancia es de 10cm, mientras que para la losa superior es 5 cm de manera que su altura debe estar entre 17, 20, 25 o 30 cm. Para el diseño del aligerado solo se considera $1.4CM+1.7CV$ en el que se desprecian los efectos de sismo y se calcula por vigueta (Afuso, 2017, p. 47).

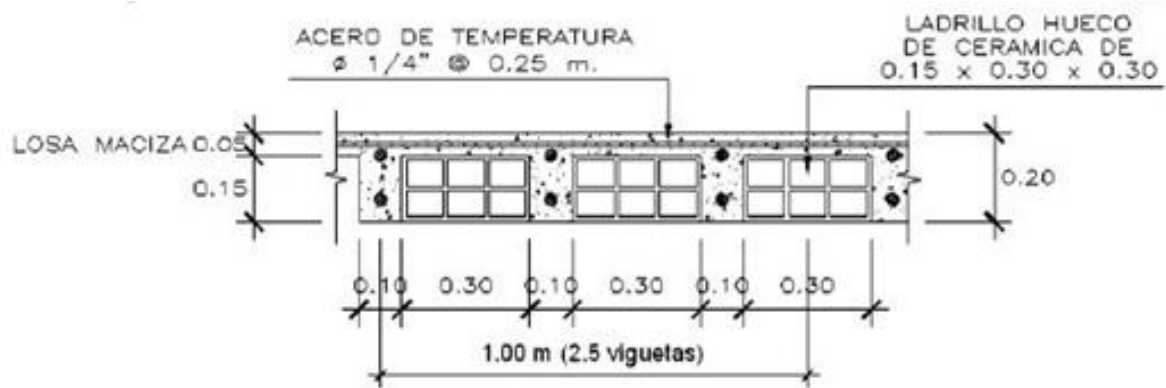


Figura 7: Plano de detalles de losa aligerada.

Fórmulas para hallar el peralte de la losa según Giménez y Joaquín (2016, p. 66):

$$h = \frac{L}{25}$$

h= Altura o peralte de losa

L= Luz menor

(Ver anexo nº 2 de la E-0.60 cap. 9 requisitos de resistencia tabla 9.1 y tabla 9.3)

2.2.9.5 Comportamiento de los elementos estructurales ante altas temperaturas

Rackauskaite, Kotsovinos y Rein (2017) sostienen que el comportamiento de los elementos estructurales en caso de altas temperaturas en la última década se realiza a través de hornos, pero en la actualidad se pueden predecir mediante la aplicación de medios analíticos y computacionales. A pesar de esto, se ha demostrado que el resultado de la acción del fuego en elementos estructurales aislados no tiene similitud con los resultados de una estructura completa. El desempeño de las estructuras ante la acción del fuego depende de una variedad de factores en la que se incluyen las restricciones, la distribución de las cargas y la continuidad de los elementos que constituyen la estructura.

Debido a que influyen muchas variables en el análisis, las predicciones del comportamiento de la estructura en tiempo real se tornan en procesos difíciles. Además, por otro lado, tenemos las pruebas de fuego estándar las cuales nos dan resultados poco realistas y en otras circunstancias tenemos las pruebas a grandes escalas las cuales son muy compleja, costosas y demandan de mucho tiempo realizarlas (p. 123-125).

2.2.9.6 Deformación del concreto

Se pueden identificar dos mecanismos físicos importantes, a los que se les puede atribuir el efecto de la deformación del concreto. Como primer aspecto que se debe tener en cuenta es que el agua está unida físicamente en los diversos sistemas capilares que presentes en el cemento y la integración de estos dos componentes está influenciada por la presión, por lo cual origina una relación directamente proporcional en la que a una mayor presión se tendrá como resultado una mayor deformación del concreto, por causa de los efectos de viscosidad. Por otro lado, tenemos el agrietamiento que está directamente con su entorno inmediato, por ejemplo, las micro grietas (Häussler y Panteki, 2016, p. 157-159).

2.2.10 Mecánica de Suelos

2.2.10.1 Suelo

(Saberri, Annan y Konrad,2018),Es la estructura base sobre el cual se apoya la estructura y a su vez transmite todas las cargas que se generan, esta interacción se realiza a través de sistemas de transición entre el suelo granular y la estructura

en dónde actúan mecanismos del interfaz que modifican el comportamiento al ser sometidos a diferentes condiciones de carga capaces de tensionar, deformar, así como también puede deslizar, separar, endurecer, ablandar, degradar o contraer la estructura del suelo; esto se debe a que, estos sistemas de interacción cumplen un rol estático al momento soportar las cargas para luego repartirlas a cierta profundidad, dando como resultado una respuesta monotónica y cíclica.

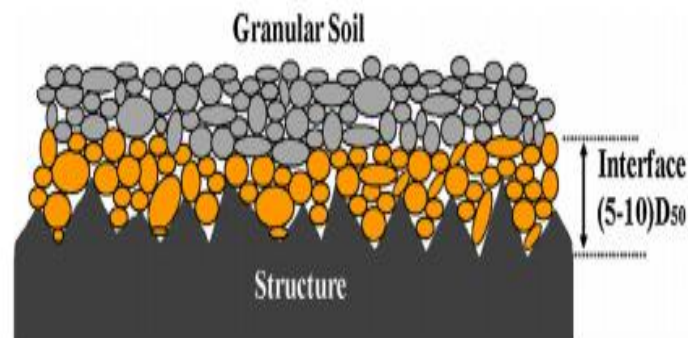


Figura 8: Esquema de una capa de interfaz en la estructura del suelo. Sistema de interacción.

Para un correcto funcionamiento entre el sistema de interacción del suelo-estructura es conveniente contar con buenos materiales de construcción y una composición, densidad, la rigidez y capacidad de rotura de las partículas del suelo, ya que estas influyen en su comportamiento mecánico y volumétrico (pp. 1562-1564). En la siguiente tabla se dará a conocer los diámetros según la clasificación de los suelos

Diámetro (mm)	Denominación del tipo de suelo
más de 200	canto rodado
de 20 a 200	grava gruesa
de 2 a 20	Grava
de 0,2 a 2	Arena
de 0,02 a 0,2	arena fina
de 0,002 a 0,02	fango, limo
menos de 0,002	Arcilla

Tabla 3: Clasificación de los suelos.

Fuente: Bernal, 2005.

2.2.11 Cimentaciones

Para que una estructura tenga un desempeño favorablemente, esta debe estar apoyada sobre una cimentación adecuada. Cuando el terreno con la capacidad portante adecuada está cerca de la superficie una alternativa viable para poder transmitir las cargas de la estructura es utilizar zapatas. A la aplicación de este sistema se le llama cimentación superficial. Por otro lado, cuando el terreno apto para colocar la cimentación no está próximo a la superficie, una forma habitual de transmitir las cargas de la estructura a la cimentación es utilizando pilas, pilotes o cajones (Lambe, 2004, p. 15).

En cimentaciones que trabajan con sistemas de albañilería confinada que comúnmente se emplea en edificaciones, que trabajan con suelos de buena calidad o intermedios utilizan concreto ciclópeo de una resistencia de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ y un 30% de piedra de 10 pulgadas, cuyas zanjas debe ser de 40cm como mínimo de ancho para mayor trabajabilidad (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018, p. 98-99). (Ver anexo 9 de la E-030 art.44 requerimientos mínimos)

2.2.11.1 Cimentaciones Poco Profundas

Braja (2014, p. 479-480) sostiene que este tipo de cimentación es continua, que se apoya sobre una superficie conformada por arena densa o un suelo cohesivo rígido. Si la cimentación en estudio es construida sobre tierra arcillosa o arena de compactación media, al producirse un aumento de la carga en la cimentación de la estructura tendrá como consecuencia un mayor asentamiento.

Para la Capacidad Ultima de Carga (Teoría de Terzaghi):

$$q_u = c'N_c + qN_q + 1/2 + \gamma B N_\gamma$$

Donde:

C' = Cohesión del suelo

$q = \gamma D_f$

B = diámetro de la zapata

γ = Peso unitario del suelo

N_c, N_q, N_γ = factor de capacidad de carga adimensionales y solo son funciones del ángulo de fricción del suelo, ϕ' .

Terzagui determino que para las zapatas cuadradas y circulares se deben utilizar las siguientes formulas. Para consideraciones de diseño y algunos requerimientos ver el anexo nº2 cap.15 en la E-060

Zapatas cuadradas

$$q_u = 1.3 c' N_c + q N_q + 1/2 + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

Zapatas circulares

$$q_u = 1.3 c' N_c + q N_q + 1/2 + 0.3 \gamma B N_\gamma$$

2.2.11.2 Asentamientos de la estructura

Bernal (2005) sostiene que los suelos al no ser un material duro e indeformables, mediante un caculo previo se predice el comportamiento que tendrá ante las fundaciones de la estructura que soporta. Las cimentaciones de una estructura no eliminan los asentamientos, con un correcto diseño se pretende que los decesos sean uniformes. "Cuando las cargas no son muy diferentes es necesario ejecutar juntas de trabajo que se prolonguen desde las fundaciones hasta la cubierta". Se producen dos tipos de asentamientos influyentes que afectan el desempeño de una edificación:

2.2.11.3 Asentamientos totales

Asentamientos totales: Toda la estructura tiene un asentamiento uniforme y no se origina comportamientos extraños. Este tipo de asentamientos son sumamente importantes, ya que gracias a esto las paredes de la estructura no presentan fisuras.

2.2.11.4 Asentamientos diferenciales

En los Asentamientos diferenciales parte del edificio sufre un asentamiento relativo, provocando grandes esfuerzos entre los elementos de la estructura, lo que a su vez genera grietas y fisuras en las paredes (p. 23-24).

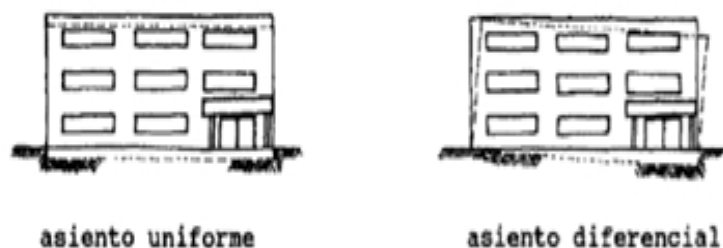


Figura 9: Asentamiento uniforme y diferencial.

2.2.12. Análisis sísmico

Para Moreno y Bairan (2012), Evalúa el daño de la estructura al ser sometidos a esfuerzos sísmicos basado en modelos mecánicos, en el que se aplican procedimientos simplificados del método espectral de capacidad que se calcula a partir del análisis estático no lineal, para posteriormente determinar su resistencia estructural y hacer una representación gráfica de la cortante y desplazamientos laterales (p.65).

2.2.12.1 Evaluación de amenaza sísmica

Debido a los requerimientos de información en cuanto a la localización, la magnitud y las aceleraciones espectrales que se espera que se produzcan en el terreno como consecuencia de los futuros terremotos, es necesario realizar un análisis con una metodología probabilística utilizando simulaciones numéricas de futuras acciones sísmicas.

A pesar que existen teorías específicas para dicho análisis, se pueden optar por diferentes alternativas que están relacionadas con los modelos geométricos y de sismicidad, lo que no solo depende de los procesos para realizar el análisis, sino también de la información con que se cuenta para realizar dicho estudio. Se pueden identificar 4 etapas para realizar la evaluación de una eventual amenaza sísmica: “selección del modelo geométrico y zonificación tectónica, selección del modelo de sismicidad y estimación de sus parámetros, selección de las relaciones de atenuación de movimiento fuerte y asignación a las fuentes sismo génicas y cálculo de amenaza sísmica” (Salgado, Bernal y Cardona, 2016, 231-233).

2.2.12.1.1 Diseño sismo resistente

Los edificios de hormigón armado que no son construidos a partir de un diseño sismo resistente, son estructuras que se clasifican como vulnerables ante acción de los sismos. Durante los terremotos de magnitud moderada y en el peor de los casos de grandes magnitudes, se producen fallas en los elementos estructurales y el colapso de estructuras que desde su construcción eran vulnerables ante los sismos, lo que ha sido causa de un gran número de muertes y además grandes pérdidas económicas. Por lo cual es necesario reforzar las estructuras ya construidas para aumentar su rigidez y en el mejor de los casos realizar diseños de edificaciones con parámetros sismo resistentes (Alhaddad, Abobaker, Alrubaidi, 2020, p.2).

Shaw y Sil (2020) nos dicen que el diseño sísmico de una estructura de concreto armado al ser sometida a momentos es una de las acciones más críticas y cruciales que puede experimentar, a partir de lo cual debido al sistema de transferencia de cargas con la cual fue diseñada la edificación se tiene como consecuencias daños en los elementos verticales y horizontales reflejándose como principales efectos el cizallamiento, la torsión y la flexión (p. 363).

2.2.12.1.2 Efectos de sitio

De acuerdo a estudios de Salgado et al. (2016) sostiene que los efectos de sitio dependen de las características dinámicas del suelo, que tiende a modificar el comportamiento de las ondas sísmicas, el cual incide en la frecuencia y la amplitud, cuyos factores asignados dependen de la microzonificación sísmica, para el cálculo de transferencia espectral de la zona en estudio, así como también determinar el cociente de la forma funcional, bajo un análisis de comportamiento no lineal (p.3). (Ver anexo 1 cap.4 de la E-030 para condiciones generales de diseño y modelos de análisis)

2.2.13. Peso de la edificación

En la norma E.030 establece que para el cálculo del peso de una edificación varía según la categoría en la que se encuentre por el tipo de uso que tenga, es por eso que para las cargas muertas se adiciona en un 100% y para esta edificación se “tomará el 50 % de la carga viva” por haber un horno (E.030 Diseños sismo

resistente, 2018, p.21).

2.2.14 Análisis estático

El análisis estático estudia el comportamiento de una estructura física real al aplicar cargas o desplazamientos que permanecen constantes, sin que estas generen alteración en la masa de la estructura de manera que sus fuerzas de inercias son despreciadas, pero si estas fuerzas generan grandes movimientos en el tiempo, entonces las fuerzas adicionales de inercia tendrían un comportamiento dinámico igual a la masa multiplicado por la aceleración (Rivera,2018, pp. 48-49). Para el análisis de los procedimientos de la estructura regular e irregular entre otros requerimientos (Ver el anexo 9, tabla N^a 8 y 9).

2.2.14.1 Fuerza cortante en la base

Se define como “La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada”, así mismo cabe recalcar que el valor de la relación $C/R > 0.11$ (Diseños sismo resistente E.030, 2018, p.21). Para determinar la distribución de las fuerzas sísmicas en altura y en vertical, los periodos de vibración, la excentricidad accidental en cada dirección. (Ver anexo 9, art.28)

2.2.15. Matriz de rigidez

Una estructura es singular cuando su matriz de rigidez tiene puntos críticos que le dan estabilidad a la estructura, en el que se producen los desplazamientos indeterminados al ser sometidos a cargas constantes y son detectados mediante un análisis lineal que trabaja con ecuaciones de equilibrio y compatibilidad aplicadas en fuerzas y los momentos bajo principios del trabajo virtual, el cual se organiza y escala los vectores de grado de libertad y fuerzas de los elementos (Cacho y lorenzana, 2017, p.3).

2.2.16 Análisis dinámico

El análisis dinámico determina la respuesta de una estructura estática diseñada bajo fuerzas dinámicas, que son analizadas mediante matrices de rigidez elásticas o por combinación modal espectral, estas fuerzas concentran su masa en los nudos de la estructura en donde las fuerzas de inercia y la disipación de

energía alcanzan un equilibrio dinámico (Rivera,2018, p. 54).

Al incrementar el análisis dinámico en la dirección más larga o desfavorable para la edificación en un determinado periodo de tiempo no lineal los niveles aumentan en una escala de nivel bajo hasta alcanzar un nivel alto capaz de colapsar la estructura debido a la amplificación de sus movimientos de la tierra puesto a que esto incide sobre la base del aceleración espectral, sobre la cual se realiza un análisis de la relación deriva máxima que alcanza cada piso de la estructura (Pan ,Ventura, Finn y Xiong ,2019 ,p.5).

2.2.16.1 Modos de vibración

Tiene una similitud con las frecuencias naturales, esto se debe a la participación relativa que tiene cada modo de vibración, la cual suele presentar las características modales en función a su frecuencia, formas modales y de amortiguación que a su vez permite predecir la respuesta vibratoria y los efectos sobre la estructura, esta se calcula por el método de elementos finitos para determinar los puntos de excitación que resultan de las fuerzas internas y externas de excitación que se rige en función a ecuaciones de movimientos (Gutiérrez et al. 2013, pp. 207-208). Estos modos de vibración se determinan empleando procedimientos analíticos acordes a su rigidez y distribución de su masa, cuya suma de sus masas efectivas sea el 90% de total. (Ver anexo 9, art.29)

2.2.16.2 Análisis modal por matrices

Es una metodología que actúa bajo parámetros físicos de acuerdo a la simetría y los grados de libertad que son formulados mediante una expresión matricial establecida de la segunda ley de newton, la cual al discretizarse estudian y forman sistemas en el que se analiza los desplazamientos modales, el tiempo y las magnitudes M,C,K forman matrices simétricas que están definidas por la masa, el amortiguamiento y la rigidez que presenta la estructura, mediante este estudio se obtienen los modos de vibración y sus frecuencias que actúan sobre fuerzas armónicas con el fin de obtener respuestas dinámicas (Cacho, Frechilla y Lorenzana ,2017, pp.2-3).

2.2.17 Comportamiento dinámico en edificaciones singulares

Varía según sus tipologías de cada edificación, sus condiciones de apoyo y la influencia de la superficie de los elementos estructurales, lo cual es esencial para determinar las funciones de transferencia de la estructura al ser sometida a esfuerzos que son producidos por campos uniformes de ondas que repercute directamente en la base; este comportamiento dinámico se calcula a través de un modelo simplificado en el que se determina las máximas amplificaciones de respuesta de la frecuencia de resonancia, los cuales son producidos por sus acoplamientos entre sus pilares y elementos (Auersch, Romero y Galvín, 2014, p.5).

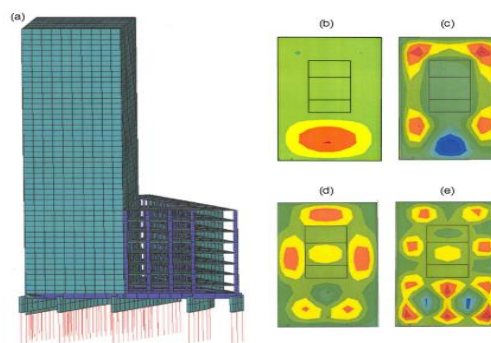


Figura 10: a) Modelación del edificio y nodos de vibración de la planta a las 24 frecuencias b)4HZ c)10 HZ d)14 HZ e)20 HZ.

2.2.18 Modelamiento computarizado tridimensional

Patiño et al.(2014) afirma que emplear el BIM a nivel de proyecto es gran avance puesto que es una herramienta que utiliza modelos tridimensionales, el cual está vinculado a una base de datos en la que se guarda información del proyecto, convirtiéndose en una herramienta de soporte, empleada en proyectos puesto que integra el diseño, aplicando una logística en la gestión de proyectos a través de una plataforma que conceptualiza y crea una multitud de parámetros establecidos en el que se definen las características de vistas especializadas, pisos, secciones y axiometrias. El uso de esta tecnología BIM promueve la optimización de trabajos en el cual se proyecta el avance en las diferentes fases del trabajo.

El modelamiento computarizado optimiza el diseño de una estructura integrando cada etapa del diseño en la construcción de manera sostenible para reducir costos, así como también permite realizar estudios que optimicen los pesos

mínimos de la estructura mediante la reducción de materiales en el que se utilizan algoritmos metaheurísticos para procesar la información de manera eficiente que contribuyan con alternativas diseño sísmico (Afzal et al. 2020, p.3). Wilson (2004) nos dice que para determinar los comportamientos accidentales y de torsión de la estructura, esta debe ser analizada tridimensionalmente en un software siempre y cuando el modelamiento solo se realice a los elementos que proporcionan rigidez y los se puedan deformar significativamente. En dicho modelo debe considerarse las cargas verticales, de viento estático y “cargas sísmicas dinámicas” durante las etapas de diseño (p. 263).

2.2.18.1 Formas y frecuencias del análisis tridimensional

Para las formas y frecuencias del tridimensional, se realiza el análisis dinámico de una edificación; lo primero que debe obtener es la forma en que se comporta la estructura en un modo tridimensional y los modos de vibración que esta adopta producto de su frecuencia natural. Para tal fin existen sistemas computarizados de aproximadamente 60 000 grados libertad con comportamientos dinámicos de los cuales podríamos obtener los resultados en muy poco tiempo utilizando nuestras computadoras de uso diario. Para una estructura simétrica los desplazamientos se realizarán en una dirección, es por eso que para los modos tridimensionales sus componentes deben tener desplazamientos en todas las direcciones (Wilson, 2004, p. 265).

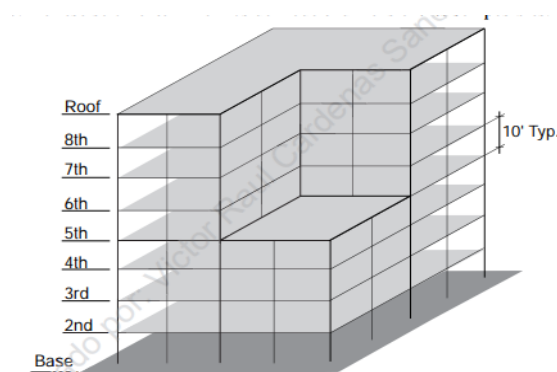


Figura 11: Ejemplo de edificio irregular de ocho pisos.

2.2.18.2 Software

2.2.18.2.1 ETABS

Según Kai Hu et al. (2012) es un software de programación sistemática utilizado

para el análisis y el diseño estructural, el cual se calcula en base al método de elementos finitos en el que se utiliza características, procedimientos de diseño, métodos numéricos, así como también se emplean códigos normados internacionales; por otro lado el ETABS permite analizar la estructura y sus irregularidades estructurales y de torsión el cual relaciona los desplazamientos máximos y las derivas en la dirección X y también en Y, para determinar el valor admisible alcanzado en su efecto sísmico que no debe sobre pasar el valor límite, en cuanto al análisis del espectro se calcula tomando los primeros modos teniendo en cuenta su factor de participación efectiva que debe ser mayor al 90% y el ángulo desplazamiento entre los pisos contiguos entre otros indicadores como “la aceleración máxima y sus propiedades espectrales” que son tomados en cuenta para el cálculo de la estructura sísmica utilizando “el método del espectro de respuesta elástica” y en los tiempos elásticos en el que se determina el rendimiento de la estructura al ser sometido a fuerzas de sismo (p.476 - 479).

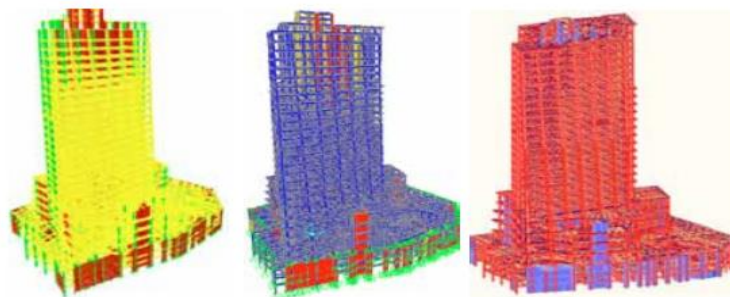


Figura 12: Modelamiento estructural en ETABS, SAP2000 Y MIDAS.

2.2.19 Construcciones ecológicas

La preocupación por efectos negativos en el medio ambiente producidos por actividades de construcción, en los últimos años ha sido razón para el desarrollo de edificaciones ecológicas o sostenibles realizadas en el sector privado, así como también en el público.

La utilización de materiales fabricados industrialmente en la arquitectura moderna, ha dado lugar a estandarizar una forma de construcción que depende en gran manera del consumo de energía. Los edificios utilizan más de 40% del consumo de energía a nivel mundial y originan más de un tercio de los gases de efecto invernadero.

Es por esto que aplicación de diseños de edificaciones eficientes y sostenibles

esta tenido una gran atención en el mundo. En que se propone utilizar materiales, estrategias y una arquitectura que esté acorde con el cuidado del medio ambiente (Agyekum, Kissi y Cofie, 2020, p. 2-4).

2.2.19.1 Materiales

En los últimos años la producción industrial del mundo a mostrar interés en implementar políticas de sostenibilidad con la finalidad de disminuir los efectos ambientales negativos relacionados con la producción, así como también con los desechos que elimina. En específico, el rubro de la construcción a civil ha sido denominado como el sector que más promete si se hace uso de los materiales que son desechados (Pereira, 2020, p. 2187-2188).

2.2.19.2 Consideraciones técnicas de materiales

los materiales de construcción deben cumplir con cierto requerimiento que se estipula en el código del ACI en el que se emplea principalmente el método de diseño por resistencia utilizando factores de seguridad que pueden ser determinados mediante mecanismos de amplificación de cargas de servicio y reducción de resistencia teórica, el cual permite determinar las solicitaciones e imperfecciones constructivas o el tipo de falla de los elementos (Harmsen,2017, pp. 5-6).

Es por eso que el concreto debe cumplir con ciertas características en su diseño de mezcla, el cual se compone de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua para formar un mortero de tal manera que se unan las partículas dispersas y se elimine los vacíos existentes entre ellas (Harmsen,2017, p. 11).

Cave recalcar que los agregados finos y gruesos deben tener menos del “5% de arcillas o limos ni más de 1.5% de materias orgánica” (Harmsen,2002, pp. 12-13). Las cuales pueden ser sustituidas en un cierto porcentaje por material reciclable para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.

III. METODOLOGIA

3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación

3.1.1 Enfoque

Cuantitativo

Este tipo de investigación contribuye de manera objetiva y exacta, para tal fin, de forma sistemática recolecta, evalúa y sintetiza los datos concernientes al tema de estudio, con lo cual permite tener conclusiones válidas y derivadas de la hipótesis. (Monje, 2011, p. 99)

3.1.2 Tipo de investigación

3.1.2.1 Por el propósito

Investigación aplicada

Si el problema que se plantea surge de las circunstancias sociales y producto de esto se obtiene resultados que pueden aplicarse en el lugar de estudio, la investigación se le denomina aplicada. La aplicación no tiene que ser necesariamente directa en el campo de estudio ya sea para generar producción o servicios, pero los resultados obtenidos deben ser útiles para ser utilizados en la práctica diaria. (Jiménez, 1998, p.14)

3.1.2.2 Por el diseño

Investigación no experimental-descriptiva

Hernández, Fernández y Baptista (2015, p. 149) definen al diseño no experimental como la investigación, en la cual no se hace uso de la manipulación de variables, se realiza un análisis en donde en ningún momento se tiene intención de modificar las variables independientes para poder causar consecuencias en otras variables.

3.1.2.3 Por el nivel

Investigación descriptiva

Este tipo de investigación se caracteriza porque el problema científico que se pretende resolver tiene un buen nivel de claridad, pero no es suficiente, por lo cual se requiere más información para poder determinar rutas que

nos ayuden a descubrir el origen de la causa y posterior efecto de las variables de estudio. (Jiménez, 1998, p. 12)

3.1.3 Diseño de la investigación

Diseño no experimental

Transversal – Descriptivo simple

Hernández, Fernández y Baptista (2015, p. 149), definen al diseño no experimental como la investigación en la cual no se hace uso de la manipulación de variables, se realiza un análisis en donde en ningún momento se tiene intención de modificar las variables independientes para poder causar consecuencias en otras variables.

El diseño transversal de una investigación es cuando los datos se obtienen o recolectan en una sola instancia, en un momento único, teniendo como finalidad la descripción de las variables y su participación de interrelación en un momento determinado. (Hernández, Fernández y Bautista, 2003, p. 205)

Según Jiménez (1998, p. 12) las investigaciones descriptivas se caracterizan porque el problema científico que se pretende resolver tiene un buen nivel de claridad, pero no es suficiente, por lo cual se requiere más información para poder determinar rutas que nos ayuden a descubrir el origen de la causa y posterior efecto de las variables de estudio.



Figura 13: Diseño de investigación.

G: Todo el distrito de la Esperanza de la ciudad de Trujillo.

O: Diseño sísmico-estructural de un crematorio.

3.2 Operacionalización de variables

3.2.1 Variable:

Diseño Sísmico-estructural:

Bazán y Meli (1962) nos dice que el diseño sísmico-estructural está relacionado con el dimensionamiento y detalle de elementos estructurales que sean capaces de absorber las fuerzas externas que ejercen esfuerzos en la estructura en las diferentes etapas de su servicio y a su vez desarrollen mecanismos de deformación inelástica que al ser sometidas a fuerzas laterales de sismo permitan reducir o disipar la magnitud de estas fuerzas sin estas lleguen a colapsar (p.189)

3.2.2 Matriz de clasificación de variable

Tabla 4: Identificación de las variables.

CLASIFICACIÓN					
VARIABLES	RELACIÓN	NATURALEZA	ESCALA DE MEDICIÓN	DIMENSIÓN	FORMA DE MEDICIÓN
Diseño sísmico-estructural	Independiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Matriz operacionalización de variables (Ver anexo 3.1)

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: Todo el distrito de La Esperanza de la provincia de Trujillo, 2020.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1 Técnica de muestreo:

La presente investigación utilizara como técnica de muestro no probabilístico puesto que, para la selección de la muestra no se realizó por medios estadísticos sino por criterios racionales con el fin de obtener facilidad y acceso a la muestra, el cual será por conveniencia debido a la categoría al que pertenece el edificio crematorio y al peligro que representa para la población ante la emisión constante de gases contaminantes, es que se ha dispuesto ubicarla en una zona alejada del centro de la ciudad de Trujillo.

3.3.2.2 Tamaño de muestra:

Por ser una población extensa la ciudad de Trujillo, la muestra será un

terreno que se encuentra en la Av. José Condorcanqui, Urbanización 4 Suyos Distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo y Departamento de La Libertad.

La población tomada en esta muestra tiene la siguiente ubicación.

Sector: El sector Norte-este de la ciudad de Trujillo

Distrito: La Esperanza

Provincia: Trujillo

Departamento: La Libertad

Geo-Referencia: 17e

Latitud: 8°02'59.1"S

Longitud: 79°03'25.4"W

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnica

En la presente investigación se utilizó la técnica de análisis documental puesto a que los datos tomados fueron sustraídos de fuentes secundarias mediante expedientes y documentación realizada anteriormente de nuestra zona de estudio, así como también se empleó la observación directa en la que se utilizaran guías de observación para el estudio de suelo.

3.4.2 Instrumento de recolección de datos

Como instrumento de estudio para este proyecto de investigación, se empleará la ficha resumen como medio para la recolección de datos, dentro ellas tenemos las siguientes guías:

Ficha de datos N° 1: se empleará para el estudio topográfico, en el que se registraran los datos obtenidos del expediente técnico proporcionado por la Municipalidad provincial de Trujillo (Ver anexo 4.1).

Guía de observación N°2: está estructurada para los estudios de mecánica de suelo bajo sustentos técnicos establecidos por las normas ASTM y E-050, las cuales se aplican en la toma de datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos (Ver anexo 4.2).

Ficha de datos N°3: será aplicada para registros de datos de las características específicas del diseño arquitectónico y estructural, la cual está sustentada en las normas A.090, A.130, la Ley de cementerios y servicios funerarios N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA y normas E.020, E.030, E0.60 (Ver anexo 4.3).

Tabla 5: Instrumentos y validaciones.

Etapas de la Investigación	Instrumentos	Validación
Topografía	Cartas topográficas Estación total Ficha de datos 1	IGN (Instituto Geográfico Nacional) Certificado de calibración Juicio de experto
Estudio de Suelos	Ensayo de laboratorio Guía de observación 2 Tablas estandarizadas	Normas ASTM Norma E-050 Jefe de laboratorio
Diseño arquitectónico	AutoCAD REVIT Ficha de datos 3	Ley de cementerios y servicios funerarios N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA Norma A-090 y A .130 Juicio de experto
Análisis sísmico	ETABS	Norma E-030 Juicio de experto especialista en estructuras
Diseño estructural	Ficha de datos 3	Norma E-020 Norma E-060 Juicio de experto especialista en estructuras

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Validación del instrumento de recolección de datos.

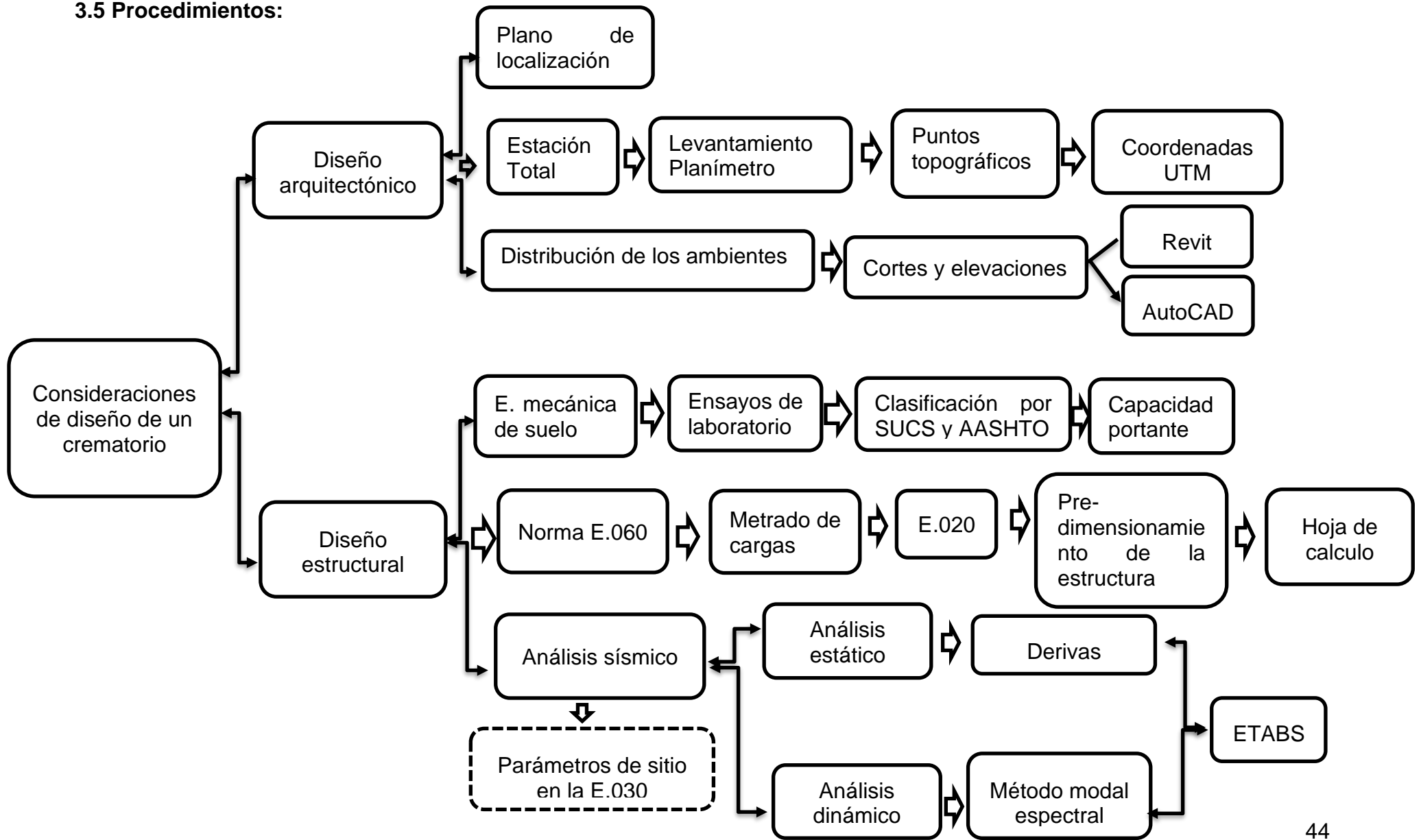
La validez de los instrumentos de recolección de datos a utilizar será por criterios normativos o de certificación, en cuanto al criterio de juicio de expertos, se ha considerado al ingeniero especialista en estructuras Richard William Paredes Cerna (CIP. N° 126754).

3.4.4 Confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos.

Para el levantamiento topográfico, la confiabilidad de las cartas topográficas tiene un respaldo de la entidad IGN (Instituto Geográfico Nacional), en cuanto a los equipos topográficos (Estación total) estará dada por el certificado de calibración (Ver anexo 6.2.1).

El estudio de mecánica de suelos se trabajará de acuerdo a las normas ASTM y E-050, por lo tanto, su confiabilidad será mediante un certificado de los ensayos de laboratorio un emitido por el jefe de laboratorio (Ver anexo 6.2.2)

3.5 Procedimientos:



El proyecto de investigación se realizó en 3 etapas:

Primera etapa:

3.5.1. Topografía

La topografía es una herramienta básica de suma importancia para la ingeniería y la arquitectura, utilizada para medir y, determinar las posiciones mediante coordenadas, así como también la forma del terreno, la cual se representa de manera gráfica en un plano en el que se detalla todos los accidentes naturales o artificiales que puedan existir; es por eso que para un levantamiento topográfico esta se compone de dos fases, en el campo se realiza la toma de datos ,en el que se plasman en un croquis los ángulos y distancias necesarias para el procesamiento de datos en el que previamente debe comprobarse su precisión mediante unos puntos de control(Gallego y Sánchez ,2013).

A. Planimetría

Dentro de la topografía tenemos la planimetría que consiste en proyectar una superficie plana horizontal debido a su configuración topográfica del terreno la norma E.050 “Suelos y cimentaciones” establece que, los terrenos que alcancen pendientes promedios menores al 5%, solo necesita de un levantamiento planimétrico, en el que se especifique los linderos, el uso que tiene el terreno, obras proyectadas y existentes, así como también verificación de la existencia de restos arqueológicos entre otras consideraciones pertinentes (capítulo I: “Estudios”, artículo 13.4,2, E.050,2018).

B. Altimetría

A diferencia de la planimetría, que determina una superficie horizontal teniendo como ejes “XY”; la altimetría consiste en determinar la altitud de los puntos de un terreno y está en relación al eje vertical “Z”, para ello se utiliza instrumentos como el nivel, teodolito y cinta (García, Rosique y Segado, 1994).

C. Levantamiento con estación total

Se basa en principios geométricos de triangulación y métodos taquimétricos para determinar la longitud y las coordenadas geográficas a partir de dos puntos que tengan coordenadas conocidas o asumidas, para ello previamente se debe fijar un punto visado donde se centrará, nivelará la estación y se fijará la orientación de giro para la toma de datos automatizados en el que se calcula el área y el leva de la poligonal, las componentes horizontales y el azimut para ser procesados, en el AUTOCAD para su representación gráfica del levantamiento (Guzmán, 2012).

3.5.2. Estudio de mecánica de suelos

Según Juárez (2005), El suelo es un agregado terroso que contiene partículas orgánicas e inorgánicas con una organización definida cuyas propiedades y capacidad de respuesta varían vectorialmente en la dirección vertical puesto que la estructuración del suelo varía.

Teniendo en consideración lo mencionado anteriormente la normativa peruana referente a edificaciones sostiene que el estudio de mecánica de suelos es un requisito primordial para cimentaciones, la cual está basada en Metrados de cargas estimadas para la estructura, es por eso que la establece de manera obligatoria la ejecución de estos estudios principalmente para aquellas edificaciones con usos relacionados a servicios públicos, educación, salud o cualquier local que aloje a gran cantidad de personas o cuenten con equipos costosos o sean peligrosos. (E.050 “Suelos y cimentaciones”, 2018).

A. Determinación de los números de puntos de exploración

Según lo establecido en la E.050 “Suelos y cimentaciones” (2018), los puntos de exploración están en función al grado de importancia de la estructura, a la magnitud de cargas que estas transmiten a la cimentación, la tolerancia de la estructura ante movimientos totales o diferenciales, así como también a su condición de límite de servicio para la cual se va a diseñar. En la siguiente tabla se darán a conocer los parámetros para cada tipo de estructura de acuerdo a su uso.

TABLA N° 1 TIPO DE EDIFICACIÓN					
CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	B	A	---	---
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
• Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		≤ 9 m de altura	> 9 m de altura		
		B	A		

Tabla 6: Importancia relativa de la estructura para cada tipo de estructura para la exploración de suelos.

Fuente: NTP E.050 de “suelos y cimentaciones”.

Una vez definida el tipo de edificación se establece el número de puntos de exploración de acuerdo al área total del terreno si en caso no se conociera el emplazamiento de la estructura o el área neta a construir, el mínimo establecido es de 3 calicatas.

TABLA N° 6 NÚMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACION	
Tipo de edificación	Número de <i>puntos de investigación (n)</i>
A	1 cada 225 m ²
B	1 cada 450 m ²
C	1 cada 800 m ²
Urbanizaciones para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada Ha. de terreno habilitado

(n) nunca será menor de 3.

Tabla 7: Número de puntos de investigación de acuerdo a la importancia y tipo de estructura.

Fuente: tabla n°6 número de puntos de investigación NTP E.050 de “suelos y cimentaciones”.

B. Ensayos de exploración de campo

Para estos ensayos se ha considerado la “Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción NTP 339.162 (ASTM D 420)”, se establecen técnicas y procedimientos

para identificar y determinar las condiciones en la que se encuentra el suelo y a su vez establecer características de los materiales que influyen en la capacidad portante ,así como también en la deformación o estabilidad del terreno , es por eso que, es necesario la realización de muestreos o pruebas de control .

TÉCNICA	NORMA APLICABLE*
Método de ensayo de penetración estándar SPT	NTP 339.133 (ASTM D 1586)
Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería(sistema unificado de clasificación de suelos SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D 2487)
Densidad in-situ mediante el método del cono de arena **	NTP 339.143 (ASTM D1556)
Densidad in-situ mediante métodos nucleares (profundidad superficial)	NTP 339.144 (ASTM D2922)
Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción	NTP 339.148 (ASTM D 3441)
Descripción e identificación de suelos (Procedimiento visual – manual)	NTP 339.150 (ASTM D 2488)
Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados	NTP 339.153 (ASTM D 1194)
Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos	NTP 339.155 (ASTM D 2573)
Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL)	NTE 339.159 (DIN4094)
Norma práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena	NTP 339.161 (ASTM D 1452)
Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción	NTP 339.162 (ASTM D 420)
Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168 (ASTM D 4648)
Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca y muestreo de roca para investigación del sitio.	NTP 339.173 (ASTM D 2113)
Densidad in-situ mediante el método del reemplazo con agua en un pozo de exploración **	NTP 339.253 (ASTM D5030)
Densidad in-situ mediante el método del balón de jebe **	ASTM D2167
Cono Dinámico Superpesado (DPSH)	UNE 103-801:1994
Cono Dinámico Tipo Peck	UNE 103-801:1994***

Tabla 8: Métodos de ensayos aplicables en el estudio de mecánica de suelos de acuerdo a las ASTM.

Fuente: NTP E.050 de “Suelos y cimentaciones”.

C. Estudios Geotécnicos

- **Calicatas:** son perforaciones que se realizan al terreno y que no necesitan confinamiento durante el proceso de análisis estratigráfico del suelo, en el cual se puede observar de manera directa sus componentes, para luego extraer muestras y posterior realización de ensayos de laboratorio.

Las calicatas de acuerdo a la NTP 339.162 alcanzan una profundidad para cada punto de investigación está dado por la siguiente formula siendo la mínima de 3 metros, pero por juicio del proyectista responsable puede adoptar hasta una profundidad de 1.5B (E.050 “Suelos y cimentaciones”,2018).

Para edificaciones sin sótano:

$$\rho = Df + z$$

Fórmula 1: Para edificaciones sin sótano.

$$\rho = h + Df + z$$

Fórmula 2: Edificaciones con sótano.

D_f =Profundidad de desplante (1.5m)

P=profundidad mínima de investigación

Z=1.5 B

B=ancho de cimentación prevista

- **Extracción de muestras**

Las muestras serán tomadas de acuerdo a las exigencias de la E0.50 de “suelos y cimentaciones” (2018), en el que se considera 4 tipos de muestras, para ello se han realizado nuestros alterados que han sido aisladas en bolsas herméticas para evitar la contaminación de las muestras.

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 (ASTM D1587) Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada	Tubos de pared delgada		suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 (ASTM D4220) Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido de agua.

Tabla 9: Tipos y formas de obtención de las muestras.

Fuente: ICG (Instituto de la construcción y gerencia).

D. Ensayos de laboratorio.

Son análisis que se hacen a las muestras para determinar sus propiedades físico-mecánicas, la cual se realiza sobre las muestras extraídas que son seleccionadas a partir de muestras típicas y comparadas bajo las normas ASTM, de la siguiente tabla.



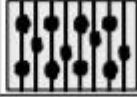


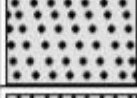


ENSAYO	NORMA APLICABLE
Contenido de Humedad	NTP 339.127 (ASTM D2216)
Análisis Granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)
Límite Líquido y Límite Plástico	NTP 339.129 (ASTM D4318)
Peso Específico Relativo de Sólidos	NTP 339.131 (ASTM D854)
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	NTP 339.134 (ASTM D2487)
Densidad Relativa *	NTP 339.137 (ASTM D4253) NTP 339.138 (ASTM D4254)
Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139 (BS 1377)
Límite de Contracción	NTP 339.140 (ASTM D427)
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	NTP 339.141 (ASTM D1557)
Descripción Visual-Manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)
Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.152 (BS 1377)
Consolidación Unidimensional	NTP 339.154 (ASTM D2435)
Colapsibilidad Potencial	NTP 339.163 (ASTM D5333)
Compresión Triaxial no Consolidado no Drenado	NTP 339.164 (ASTM D2850)
Compresión Triaxial Consolidado no Drenado	NTP 339.166 (ASTM D4767)

Tabla 10: Ensayos de laboratorio para determinar el perfil estratigráfico del suelo.

Fuente: NTP E.050 de "Suelos y cimentaciones".

E. Clasificación de suelos

Actualmente existen dos sistemas de clasificación por SUCS (el sistema unificado de clasificación de suelos es empleado en todos los trabajos de geotecnia) y por AASHTO (se emplea para la construcción exclusivamente para carretera y terraplenes), que clasifica a los suelos en grupos y sub grupos basados en su comportamiento, granulometría y plasticidad del estrato (Braja M,2001).La descripción visual obtenida en el laboratorio para el perfil estratigráfico en base al manual NTP339.150(ASTM D 2488), aplicarse de acuerdo a la siguiente tabla de simbología para suelos.

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA GRADUADA BIEN
		GP		GRAVA GRADUADA MAL
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA GRADUADA BIEN
		SP		ARENA GRADUADA MAL
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA




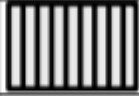
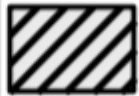

SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD

Tabla 11: Simbología de suelos por clasificación SUCS.

Fuente: NTP E.050 de "suelos y cimentaciones".

F. Capacidad portante del terreno

Se denomina capacidad portante a las características de resistencia del terreno para soportar cargas. Es decir, es la capacidad máxima presión producidas al hacer contacto con toda la carga que transmite la cimentación, con la intención de verificar que esta interacción no produzca fallos en el terreno y se produzca un asentamiento que sobrepase los límites establecidos (Gonzales, 2009).

G. Capacidad de carga de admisible del suelo (q_{adm})

En la presión que puede soportar el terreno y la estructura construida sobre esta superficie no experimentará daños o fallas. Dicha capacidad de resistencia del suelo no solo es determinada por factores geo mecánicos, sino que también depende del tipo de cimentación que se utilice, la ubicación del nivel freático y el factor de seguridad (ICG, 2006).

$$Q_{adm} = \frac{q_{\text{último}}}{F.S}$$

Fórmula 3: Capacidad de carga admisible del terreno.

H. Naturaleza de falla del suelo por capacidad de carga

La carga por área unitaria aplicada sobre la cimentación en $q_{u(1)}$, trae consigo un movimiento que viene acompañado con agitaciones repentinas. En necesario un movimiento considerable por parte de la cimentación para que el daño o falla en suelo sea visible en la superficie del terreno (Figura b). A partir de lo cual se puede decir que una mayor carga producirá una diferencia considerable en cuanto al asentamiento de la cimentación (Vesic, 1963).

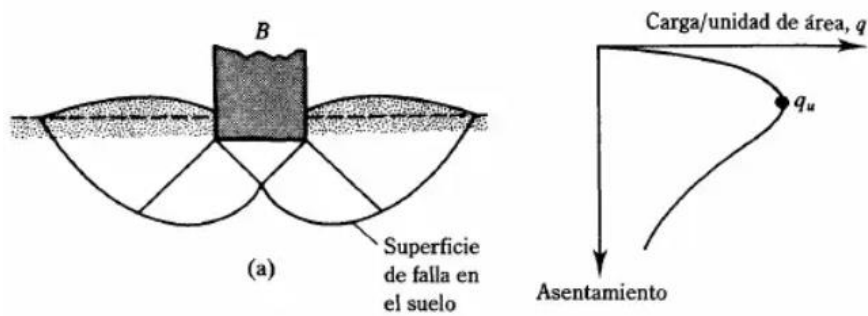


Figura 14: Falla general por corte

Fuente:

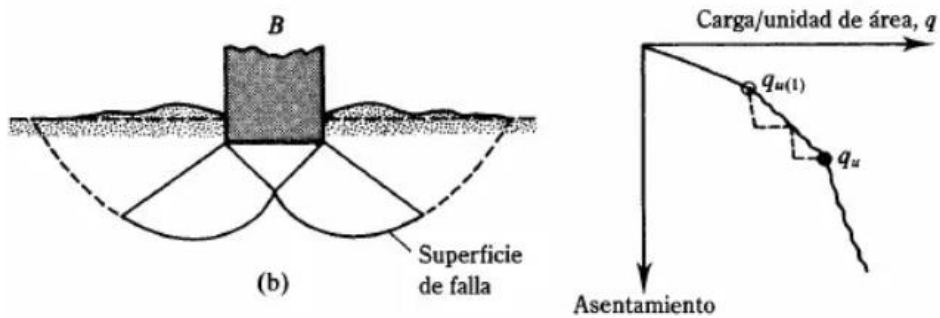


Figura 15: Falla local de corte.

Fuente: Vesic, 1963.

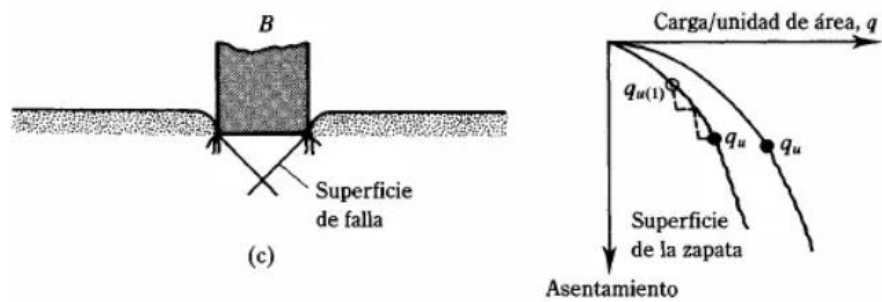


Figura 16: Falla de corte por punzonamiento

Fuente: Vesic, 1963.

3.5.3. Arquitectura

La arquitectura moderna emplea plataformas de innovación mediante un sistema de diseño y documentación para proyectos de construcción que es el BIM, en el cual involucra a los múltiples agentes interés en el procesamiento del modelo constructivo, que parte de un croquis, análisis de modelo hasta convertirse en un ante proyecto que a su vez desencadena un proyecto básico, hasta la ejecución y mantenimiento de un edificio (López ,2015).

A. Distribución de ambientes.

Antes del modelado es importante tener la distribución hecha en AutoCAD, la cual se sustenta bajo ciertos parámetros establecidos por la NTP A.010, dentro de sus consideraciones generales sostiene que toda obra de edificación debe tener una arquitectura que sea funcional, de calidad y sobre todo que alcance una estética acorde al uso que cuente con condiciones óptimas de seguridad y con una resistencia al fuego asequible, con una ventilación adecuada para cada ambiente cuyos ductos de ventilación para los servicios sanitarios debe ser 0.036m^2 por cada inodoro, así mismo la edificación debe tener un ambiente destinado para sistemas de recolección ya sea para basura o material residual, en cuanto a los espacios destinados para estacionamientos especialmente para "tres o más estacionamientos continuos", su ancho establecido para cada uno será de 2.40m .

- **Dotación de ambientes**

Capacidad de personas nos basamos en la norma A0.90 "Servicios comunales" (2006) que establece que para edificaciones para servicios comunales o afines

el área mínima de sus vanos será un 10% del área asimismo el pasaje de circulación de las personas debe ser acorde a la siguiente tabla.

Tabla 10:

Ambientes para oficinas administrativas	10.0 m2 por persona
Asilos y orfanatos	6.0 m2 por persona
Ambientes de reunión	1.0 m2 por persona
Área de espectadores de pie	0,25 m2 por persona
Recintos para culto	1.0 m2 por persona
Salas de exposición	3.0 m2 por persona
Bibliotecas. Área de libros	10.0 m2 por persona
Bibliotecas. Salas de lectura	4.5 m2 por persona
Estacionamientos de uso general	16,0 m2 por persona

Tabla 12: Área de circulación por persona

Fuente: RNE A0.90 "Servicios comunales".

- **Distribución de ambientes**

De acuerdo al reglamento (Reglamento De La Ley De Cementerios Y Servicios Funerarios - Decreto Supremo N.º 03-94-Sa ,2001), Para la creación de crematorios la localidad debe tener por lo menos 400,000 habitantes, así mismo todo crematorio puede estar dentro de un cementerio o de manera independiente con un área de 10 000m², el cual debe estar distribuido de la siguiente manera:

- Sala de incineración (min1 horno a gas u otro sistema de energía que trabaje de 900°C a 1000°C).
- Cámara frigorífica o similar con capacidad de 4 cadáveres como mínimo.
- Contar con una Sala de estar y velatorio.
- Una capilla si en caso no se encuentre dentro de un cementerio.
- Oficinas de atención al público.
- Contar con servicios higiénicos para hombres y mujeres.

B. Interfaz de Revit

Revit es un programa que al igual que los otros programas de Autodesk posee una cinta de opciones donde se centran todas las herramientas.

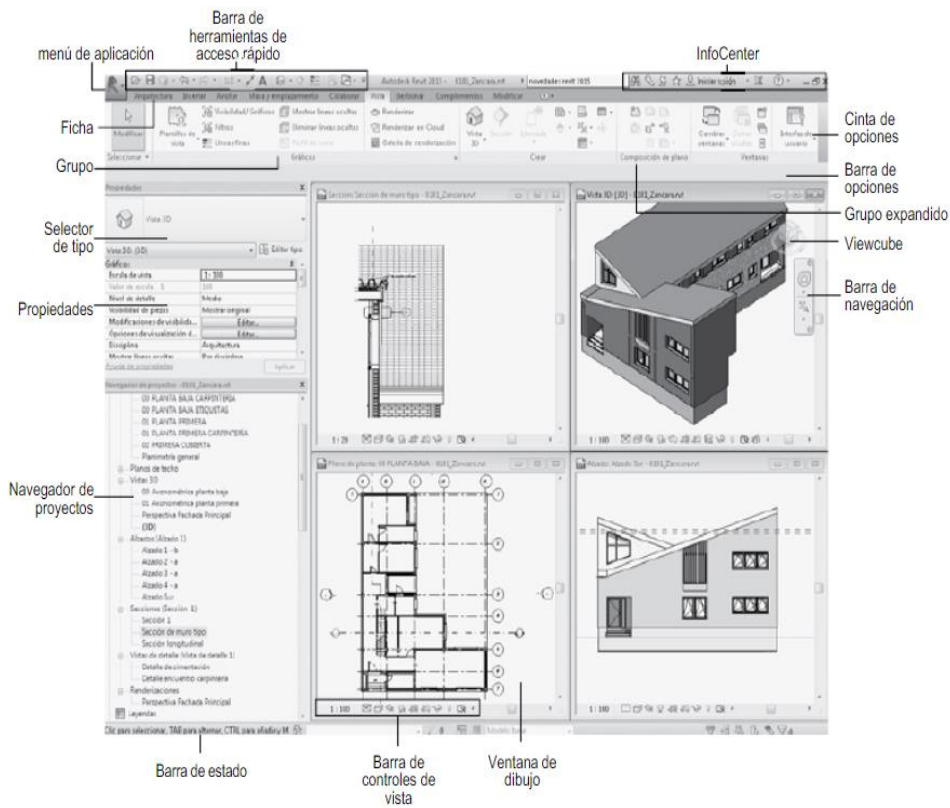


Figura 17: Interfaz de las cintas de opciones en Revit.

Fuente: López ,2015

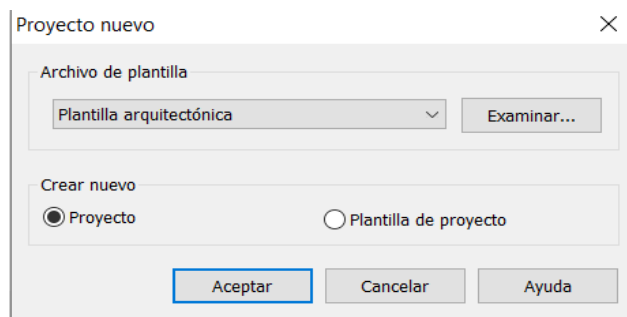
C. Creación de proyecto.

Para la creación de proyectos debemos hacer clic en R > luego la opción nueva > seguidamente en opción Proyectos, una vez seleccionado esas opciones aparecerá un cuadro de dialogo PROYECTO NUEVO, seleccionamos la plantilla de Arquitectura (López ,2015).



Figura 18: Creación de proyecto.

Fuente: López ,2015



D. Importación de plano topográfico

La superficie topográfica representa los desniveles existentes del terreno, por ende, es importante ubicar nuestro proyecto el cual se acople lo máximo posible a la topografía de tal manera que se puedan resolver y nivelar para así crear nuevos accesos entorno a nuestra edificación mediante la herramienta de masa y emplazamiento de Revit crearemos una superficie topográfica con los puntos o curvas de nivel elevadas en un archivo CAD para ello hacemos Clic en insertar >vincular CAD ,importar CAD >buscar el archivo a vincular (López ,2015).

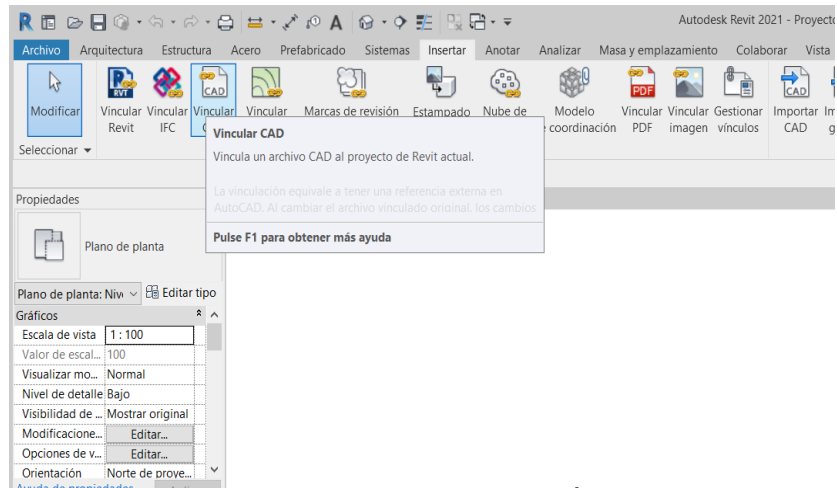


Figura 19: Vinculación de topografía de CAD.

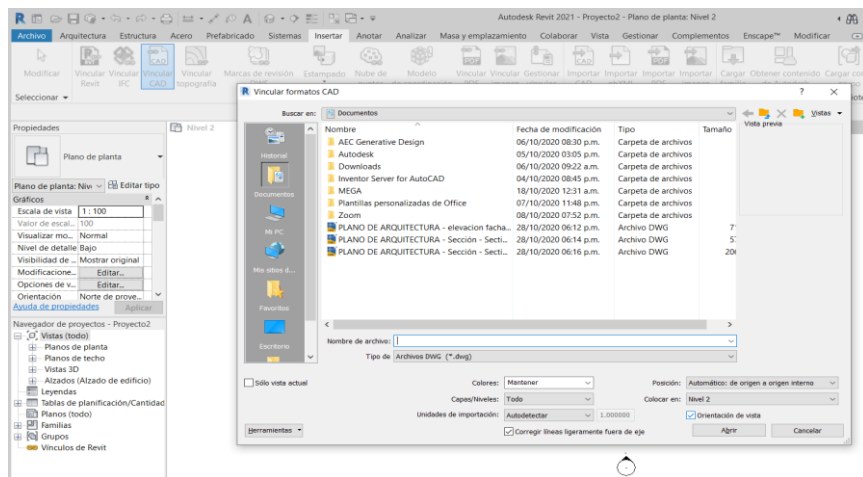


Figura 20: vinculación de topografía de CAD.

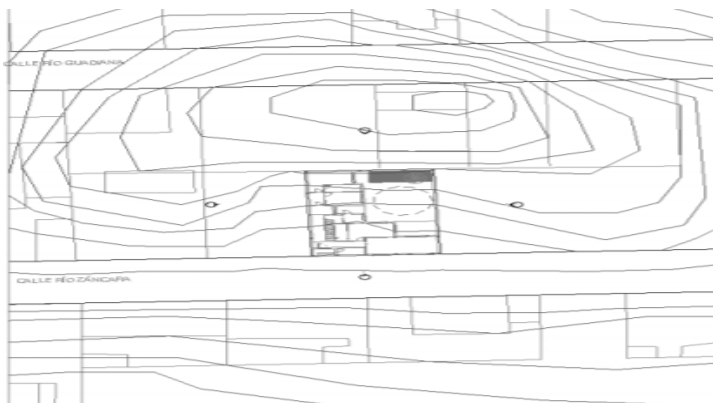


Figura 21: Topografía importada.

Fuente: López ,2015.

E. Crear superficies topográficas.

Seleccionamos masa y emplazamiento >superficie topográfica >crear desde importación>seleccionar ejemplar de importación> hacer clic fuera en la superficie > seleccionar todos > aceptar.

Para la creación del emplazamiento clic en masa y emplazamiento >plataforma>dibujamos la sección donde crearemos la plataforma y aceptar. (López ,2015)

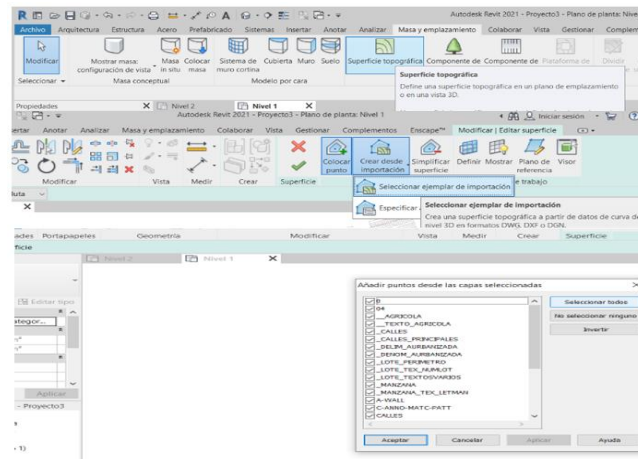


Figura 22: Creación de topografía.

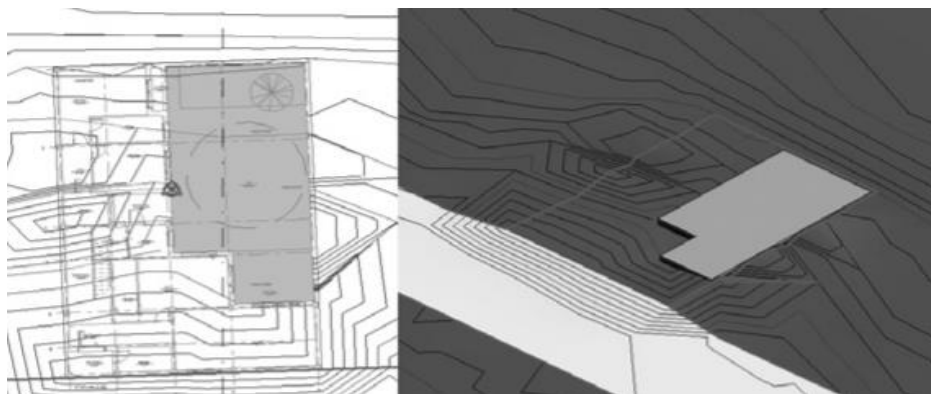


Figura 23: Topografía y plataforma creada.

Fuente: López ,2015

F. Crear rejillas y niveles de proyecto

Las líneas de rejilla en los planos son básicas al momento de estructurar las vistas de planta y a su vez nos sirven como referencia para insertar las columnas o pilares. para insertarla vamos a cinta de opciones seleccionamos>inicio >grupo de referencia > clic en rejilla, así mismo estas rejillas podemos personalizarlas haciendo clic en

editar tipo dentro de la barra de propiedades, una vez creadas sobre ella podemos dibujar nuestros muros (López ,2015).

Figura 19:

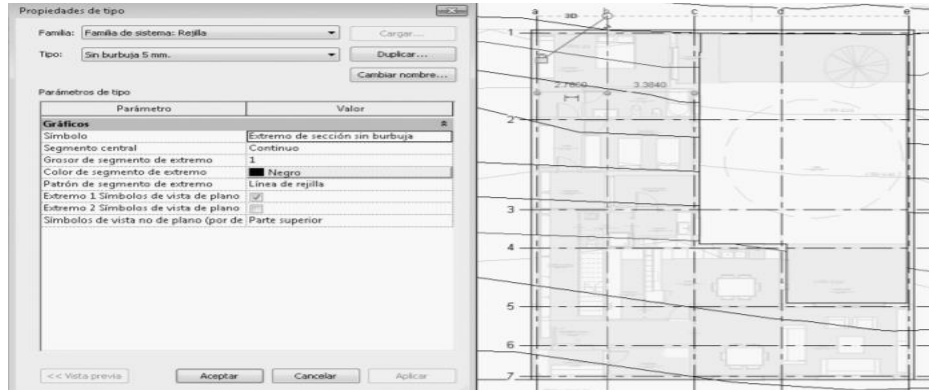


Figura 24: Creación y personalización de rejillas.

Fuente: López ,2015.

G. Modelado básico

Se crea elementos propios para nuestro modelo constructivo mediante la creación de muros, cubiertas y suelos los cuales se dibujan en forma de boceto o bucles cerrados de líneas tomando como línea guía a las rejillas, así como también insertar componentes o familias que nos permitan añadir puertas, ventanas o cualquier otro mobiliario.

Figura 20:

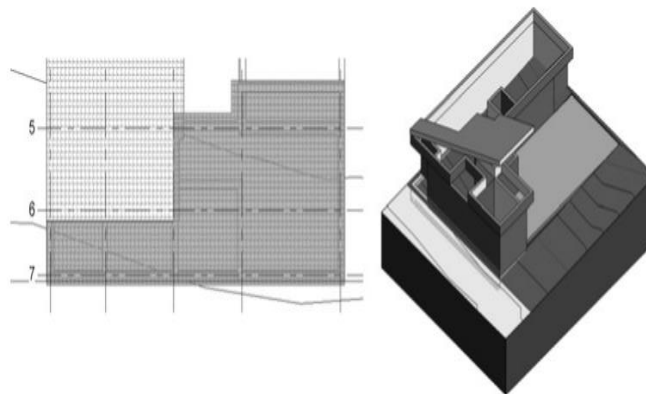


Figura 25: Modelado de la estructura

Fuente: López ,2015

Segunda etapa

3.5.4. Análisis sísmico

1. Consideraciones iniciales

1.1 Planos estructurales

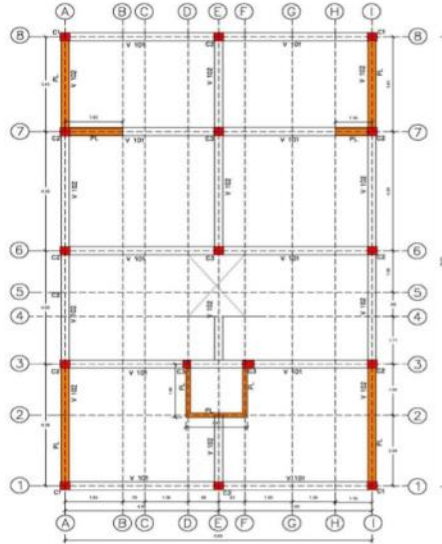


Figura 26: Estructuración del 1° piso.

Fuente: Guevara, 2016.

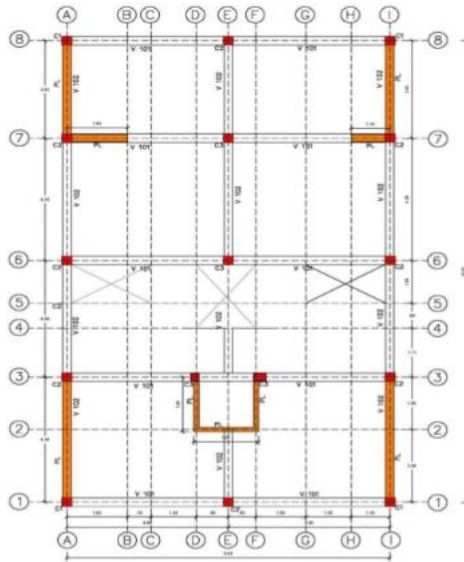


Figura 27: Estructuración segundo piso .

Fuente: Guevara, 2016.

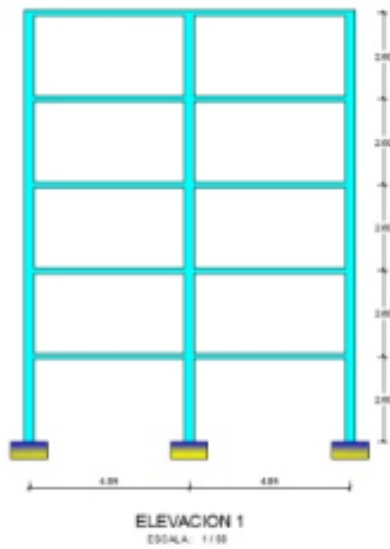


Figura 28: Elevación 1.

Fuente: Guevara, 2016.

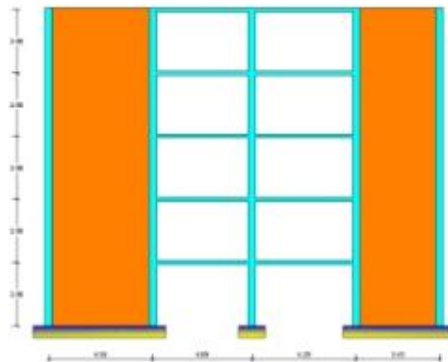


Figura 29. Elevación 2.

Fuente: Guevara, 2016.

1.2 Datos iniciales

a) Configuración estructural

Se identifica la configuración estructural con la que cuenta la edificación tanto en planta como en altura.

b) Sistema estructural

Se define el sistema estructural la cual constituirá la edificación. Estos sistemas pueden ser pórticos, muros estructurales o dual.

c) Materiales de los elementos estructurales

Se determina el material del cual estarán constituidos los elementos estructurales como las vigas, columnas, losa.

d) Sobrecargas de diseño

Se define la sobrecarga en base al tipo de edificación en análisis.

e) Cargas muertas

Se considera todas las cargas propias de los elementos o materiales que conformaran la estructura.

f) Dimensiones de elementos estructurales

Estos datos se obtienen previamente mediante el pre dimensionamiento de los elementos estructurales.

Definiciones

Se indicarán las diversas las fusiones que tiene el menú “Define” para crear las secciones de los elementos a utilizar, espesores de las losas y muros, cargas, espectros de repuesta y combinaciones de carga. Al momento de iniciar el inicial el ETABS se tendrá acceso a la venta principal del software. Se crea un nuevo modelo en el software a través de la opción “New Model”.

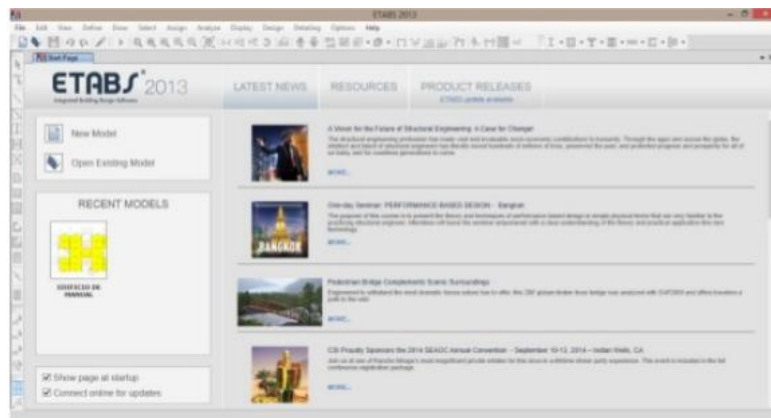


Figura 30: Ventana principal de software ETABS.

Fuente: Guevara, 2016.



Figura 31: Opción New Model.

Fuente: Guevara, 2016.

Después de seleccionar dicha opción cargará un cuadro de dialogo “Model

Initialization”, en la cual se podrá definir la grilla en tres dimensiones sobre la cual se realizará el modelado de la estructura. En la ventana se selecciona la opción “Use Built – in Setting With” y en “Display Units” se elige la opción “Metric SI” para que las unidades con las que procese los datos el software sea el Sistema Internacional de Unidades y luego se hace clic en “OK”.

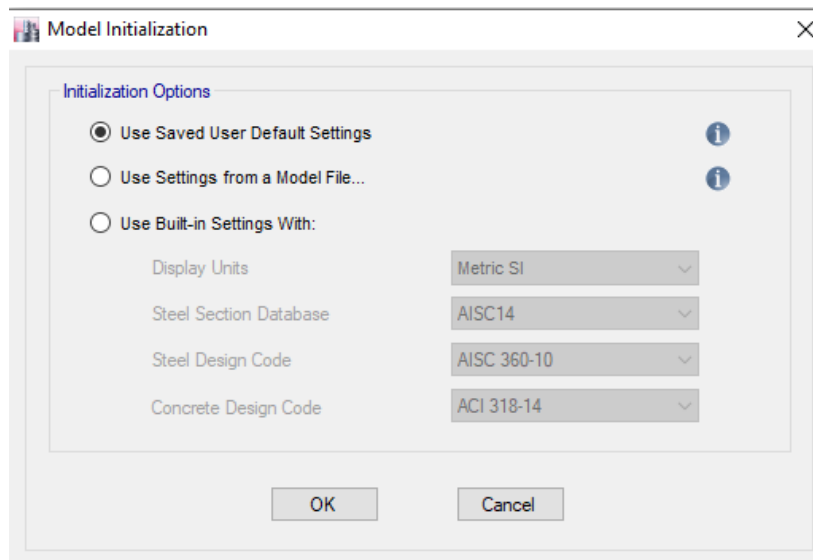


Figura 32: Ventana Model Initialization

Fuente: Guevara, 2016.

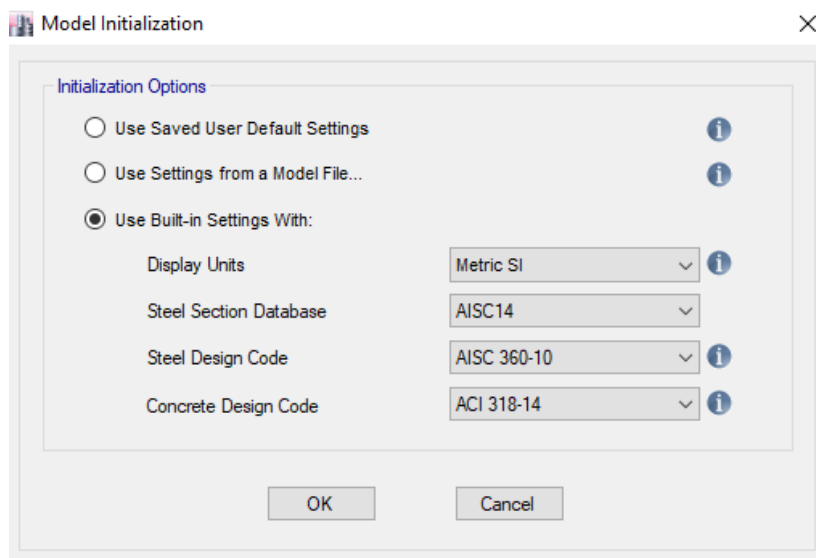


Figura 33: Selección del sistema de unidades.

Fuente: Guevara, 2016.

2.1 Ejes y niveles

“Grid Dimensión (Plan)”

Se ingresan los valores de los ejes con los que se cuenta en las direcciones “X” y “Y”, estos datos se definen se definen en “Number Line X Direction” y “Number Line Y Direction”. El espaciamiento se deja con los valores predeterminados y que luego se editan con sus respectivas distancias. Luego se selecciona “Custom Grid Spacing”.

“Story Dimensions”

En “Number of Stories” se define el número de pisos de la edificación. Posteriormente se ingresa la altura de los niveles superiores en “Typical Story Height”. El valor de la altura del primer nivel se ingresa en “Bottom Story Height”. Después se selecciona “Custom Story Data”.

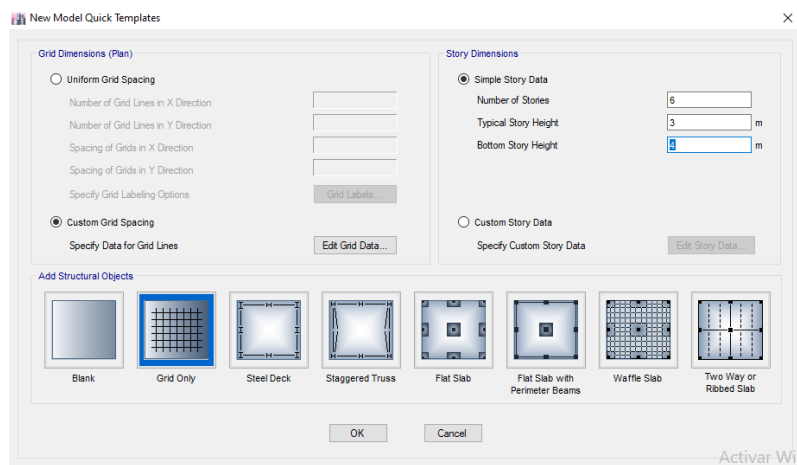


Figura 34: Definición del número de ejes (Dirección X y Y), número y altura de pisos.

Fuente: Guevara, 2016.

Como siguiente procedimiento será editaran los ejes en las direcciones “X” y “Y” con lo que se determinara la grilla sobre la cual se realizará el diseño de la edificación. Se selecciona “Edit Grid” para poder editar las distancias entre los ejes, datos que se ingresan en un cuadro de diálogo “Define Grid Data”. En el lado derechos es “Displays Grid as” hay dos opciones para editar las separaciones de los ejes.

Por defecto del programa las distancias se presentan en una configuración acumulada “Display Grid Data as Ordinates”, pero lo recomendable en trabajar con las distancias de los ejes, de igual forma a la que se presenta en los planos de distribución, para lo cual se selecciona la opción “Display Grid Data as

Spacing”.

Ingresamos los valores de las distancias en los sentidos “X” y “Y” teniendo en cuenta las diversas opciones que se ofrece el programa, como por ejemplo indicar que oculte los ejes, su ubicación sea a la derecha o izquierda, arriba o abajo, si es necesario que se consideren como ejes secundarios, así como también los nombres. Con los cambios realizados se selecciona la opción “OK” para confirmar.

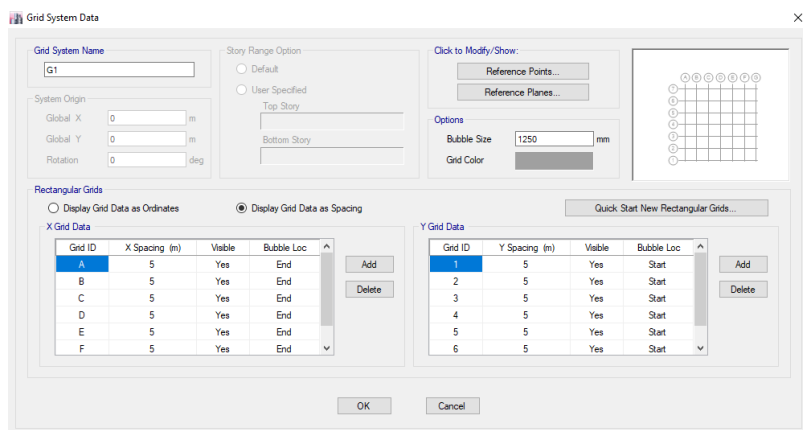


Figura 35: Edición de la distancia y posición de los ejes.

Fuente: Guevara, 2016.

Se corrigen las alturas de los niveles de la edificación haciendo click en el botón “Edit Story Data”. Con los valores correctos ingresados se hace click en la opción “OK” para confirmar los cambios realizados.

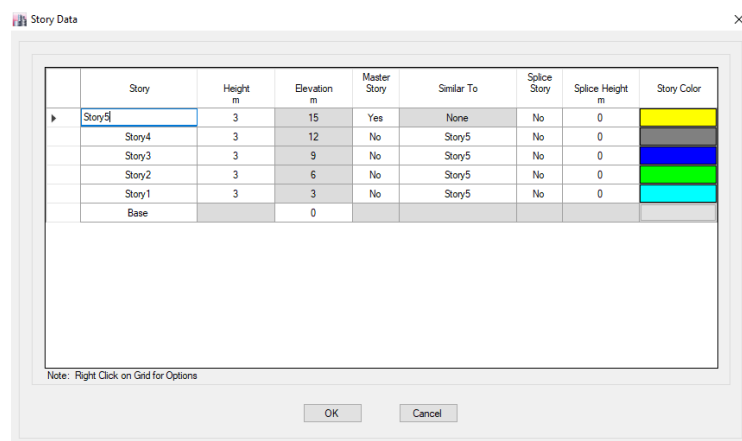


Figura 36: Se edita la altura de los niveles de la edificación.

Fuente: Guevara, 2016.

El que este seleccionado con la opción “Yes” en la columna “Master Story”

significa que los elementos que se grafiquen en un nivel, se copien o borren automáticamente los mismos cambios se efectuarán en los pisos que tengas seleccionada la adopción de la columna “Similar To”.

En la venta anterior de “New Model Quick Templates” se hace click en el botón de “OK” y el programa presenta la pantalla principal de dibujo con ventanas en planta y 3D de la grilla enteramente creada. Se cierra la ventana “Model Explorer” seleccionando el botón “X”, debido a que no es de mucha utilidad en los primeros procesos del modelamiento de la estructura.

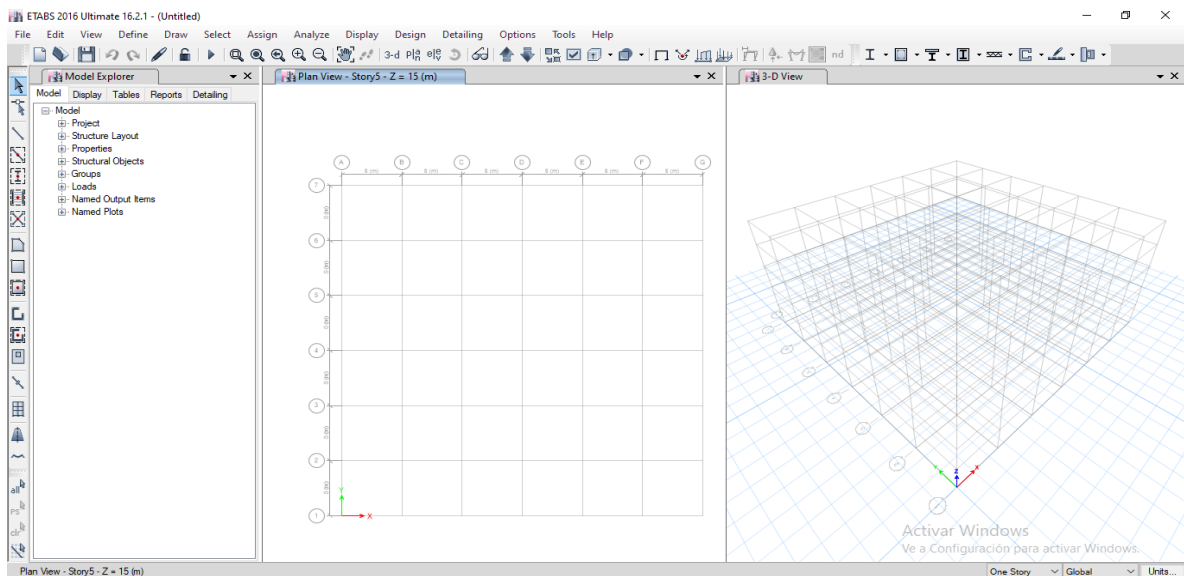


Figura 37: Vista en planta y 3D de la grilla.

Fuente: Guevara, 2016.

Se configuran las unidades a aquellas con las que sea más fácil realizar el trabajo, teniendo en cuenta que deben ser las más comunes al momento de definir las diversas propiedades y dimensiones de los materiales y elementos que conformarán la estructura. Se hace click en “Units”, opción ubicada en la parte inferior derecha de la pantalla principal de trabajo y se elige (Consistent Units).

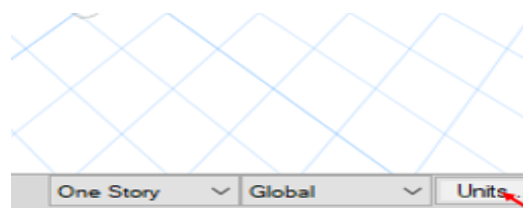


Figura 38: Opción para cambiar las unidades.

Fuente: Guevara, 2016.

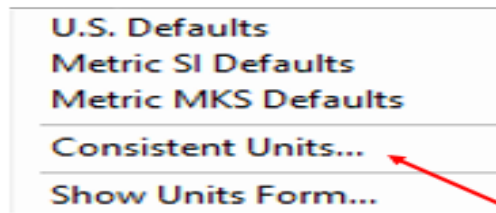


Figura 39: Se cambia las unidades de consistencia.

Fuente: Guevara, 2016.

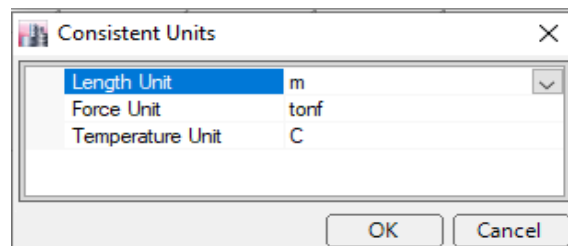


Figura 40: Se editan la unidades de medida.

Fuente: Guevara, 2016.

2.2 Materiales

El software ETABS presenta materiales según sus módulos de diseño, pero también se pueden crear otros materiales a partir de conocer sus propiedades.

Para poder configurar un nuevo material se ingresa al menú “Define/Material Properties”. En la ventana “Define Materials” se selecciona el botón “Add New Material”, lo que permitirá agregar un nuevo material.

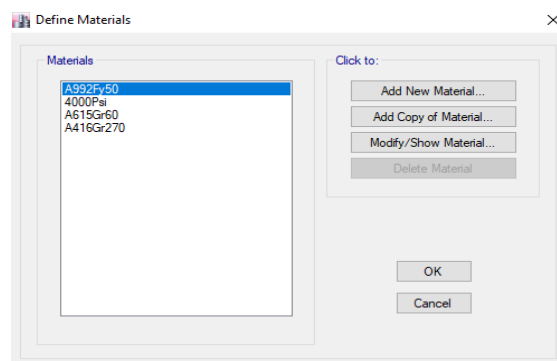


Figura 41: Ventana para crear nuevos materiales.

Fuente: Guevara, 2016.

Al seleccionar “Add New Property” aparece una ventana, en la cual se puede configurar las propiedades según el material que se esté creando.

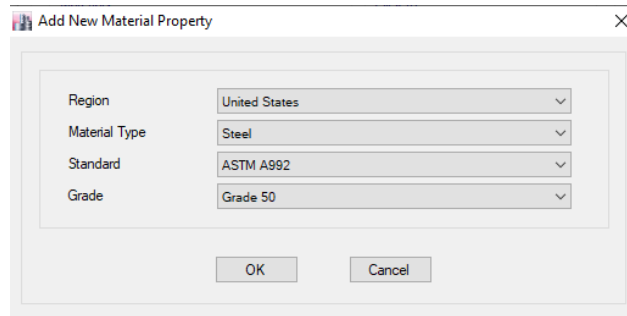


Figura 42: Ventana para configurar las propiedades del Nuevo material.

Fuente: Guevara, 2016.

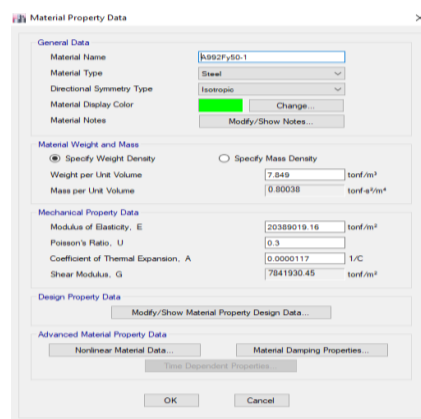


Figura 43: Ventana para editar en valor de las propiedades de los materiales creados.

Fuente: Guevara, 2016.

2.3 Secciones para columnas y vigas

Con los nuevos materiales creados se procede a definir las secciones de las vigas y columnas mediante la opción “Frame”. En la ventana “Frame Property Shape Type” se puede elegir la forma de la sección del elemento requerida.

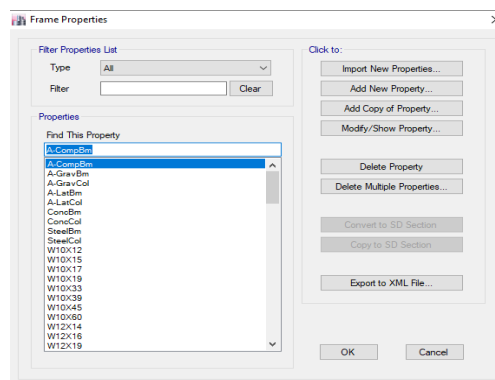


Figura 44: Venta para crean las secciones de los elementos.

Fuente: Guevara, 2016.

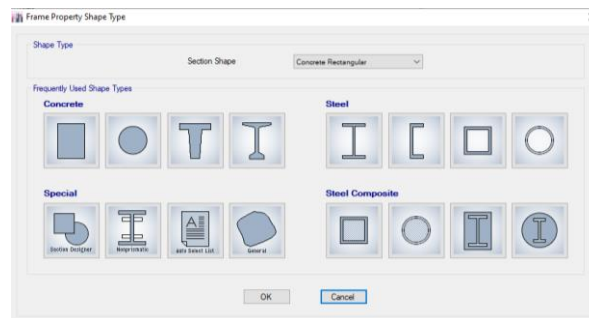


Figura 45: Formas de sección que se pueden elegir para los elementos.

Fuente: Guevara, 2016.

Una vez editadas las dimensiones del elemento se procede a hacer click en la opción “Modify/Show rebar”. En el cuadro de dialogo “Reinforcement Data”, en la ventana “Design Type” se verifica que este seleccionado el elemento que se esté creando (Column o Beam). En el caso de las columnas se puede definir la configuración del refuerzo.

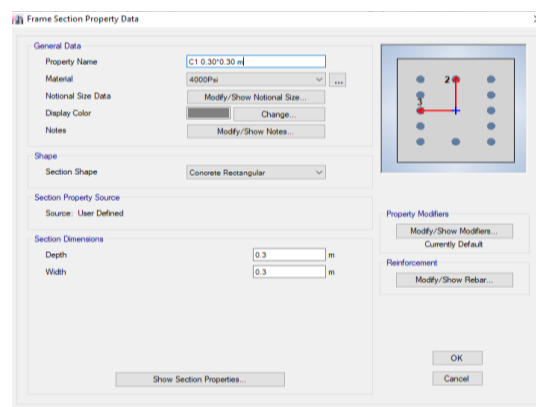


Figura 46: Ventana para definir las dimensiones de la sección del elemento.

Fuente: Guevara, 2016.

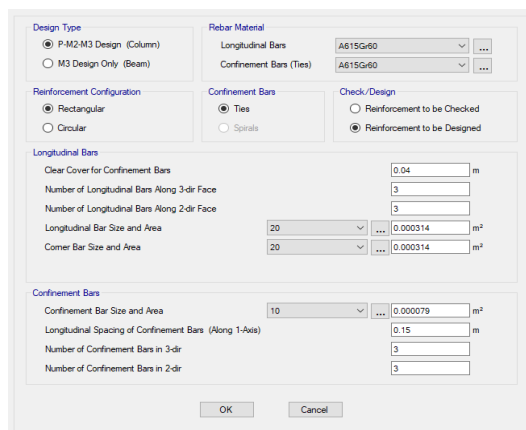


Figura 47: Ventana para definir las características de refuerzo de las columnas.

Fuente: Guevara, 2016.

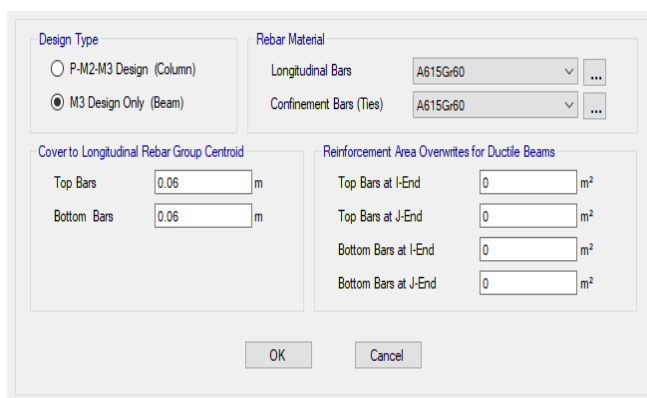


Figura 48: Ventana que muestra algunas características del refuerzo en las vigas.

Fuente: Guevara, 2016.

Con las configuraciones creadas se selecciona “OK” para aceptar los cambios. Los procesos se repiten de igual forma para cada sección que se pretenda configurar (Vigas y columnas).

2.4 Sección para la losa

A través del menú “Define/Section Properties/SlabSection” se ingresa al formulario que permite definir los elementos, que los que se puede encontrar por ejemplo “Shell” que está formado por elementos finitos tridimensionales. En la ventana “Slab Properties”, en la sección “Click to” se elige “Add New Property” para poder configurar la nueva losa. Entre las opciones de la ventana se puede configurar el material y tipo de losa que se va a utilizar. Con las secciones de losa creadas se selecciona en “OK” en las dos ventanas y se regresa a la pantalla

principal del software.

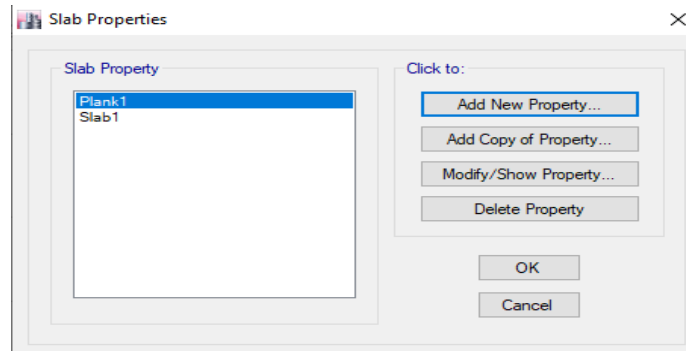


Figura 49: Ventana para crear losas.

Fuente: Guevara, 2016.

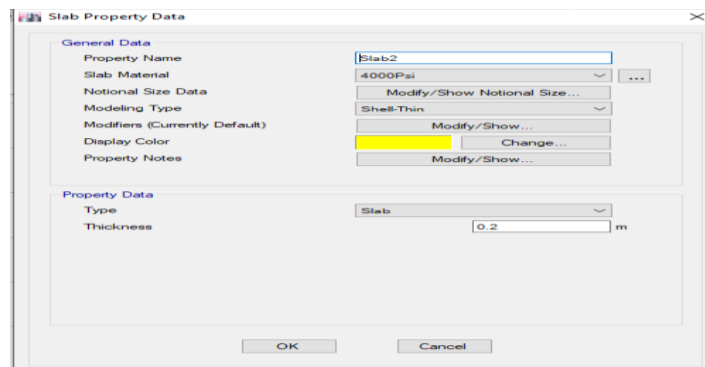


Figura 50: Ventana para definir el tipo de losa y material que la constituirá.

Fuente: Guevara, 2016.

3 . dibujo del modelo de edificio

Como primer paso se cambia la configuración de “One Story” a “Similar Stories” con la finalidad de que las secciones que se dibujen se grafiquen en todos los niveles de la edificación, de la base que es útil para la cimentación.

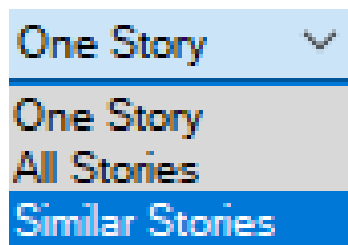


Figura 51: Ventana para determinar si las configuraciones son para un o todos los niveles de la edificación.

Fuente: Guevara, 2016.

Se selecciona el menú “Draw/Draw Beam/Column/Brace Objects/Quick Draw Columns”.

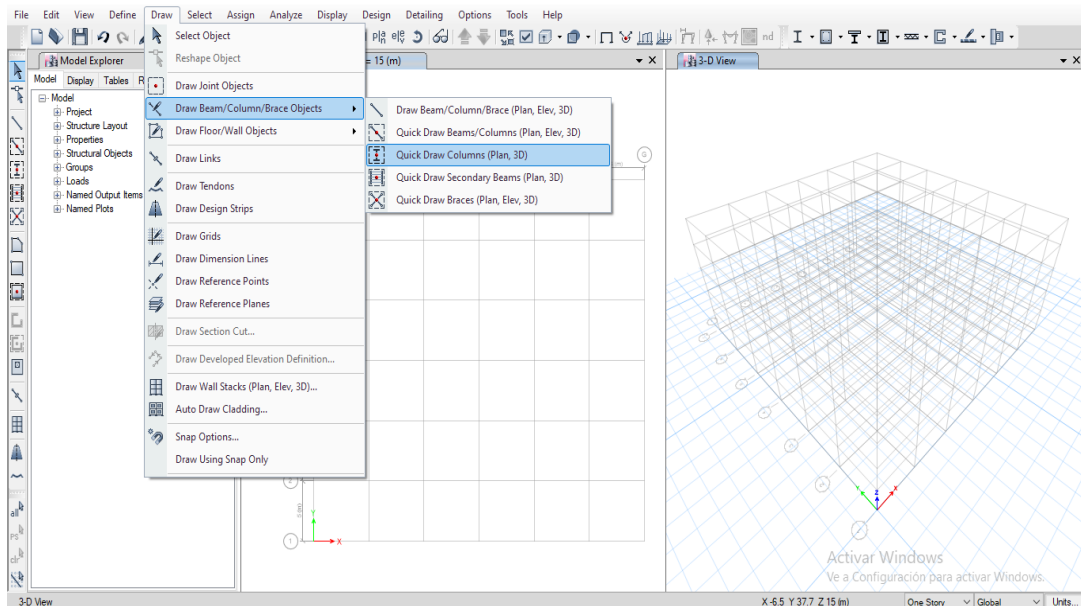


Figura 52: Secuencia para empezar a dibujar las columnas.

Fuente: Guevara, 2016.

De la ventana “Properties of Object”, en la parte de “Property” se elige la sección de columna que se desea graficar.

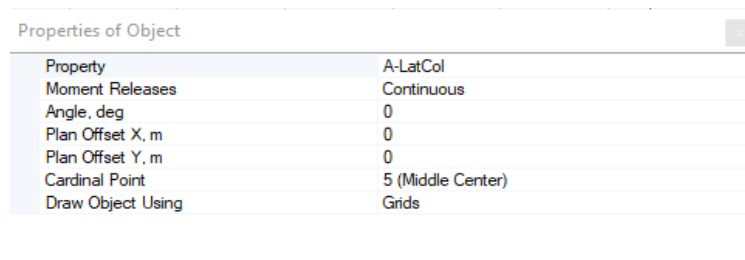


Figura 53: Ventana para seleccionar la sección de columna que sea desea dibujar.

Fuente: Guevara, 2016.

Para dibujar la sección de columnas de se debe ir la primera ventana de la pantalla principal de ETABS (Plan View) y haciendo click en los nodos el programa automáticamente ira graficando dichos elementos.

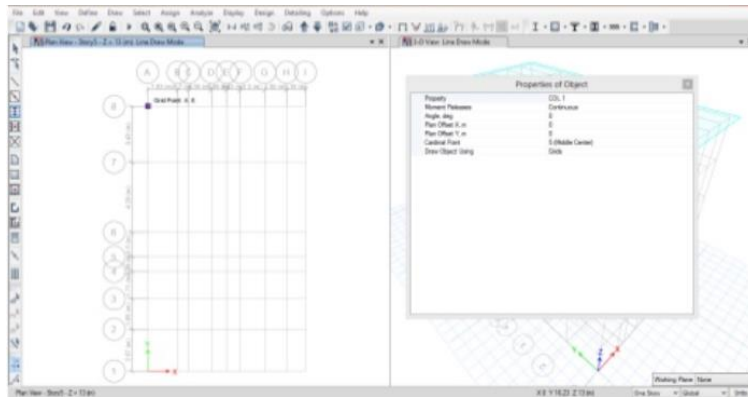


Figura 54: Ventanas para dibujar las columnas.

Fuente: Guevara, 2016.

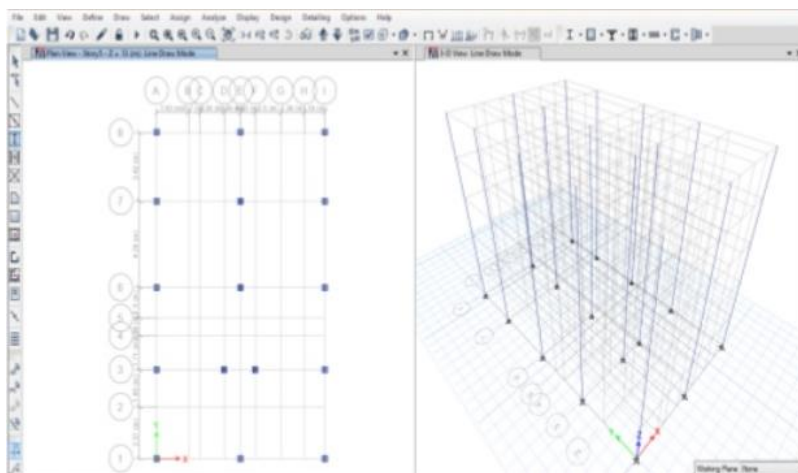


Figura 55: Ventana con las columnas graficadas en sus respectivos nodos.

Fuente: Guevara, 2016.

4. Dibujo de vigas

Para dibujar las vigas se debe seleccionar el menú “Draw/Draw Beam/Colum/Brace Objects/Draw Beams/Colums/Brace”. De la venta “Properties of Object” en la parte de “Property” se escoge la sección de la viga que se desea graficar.

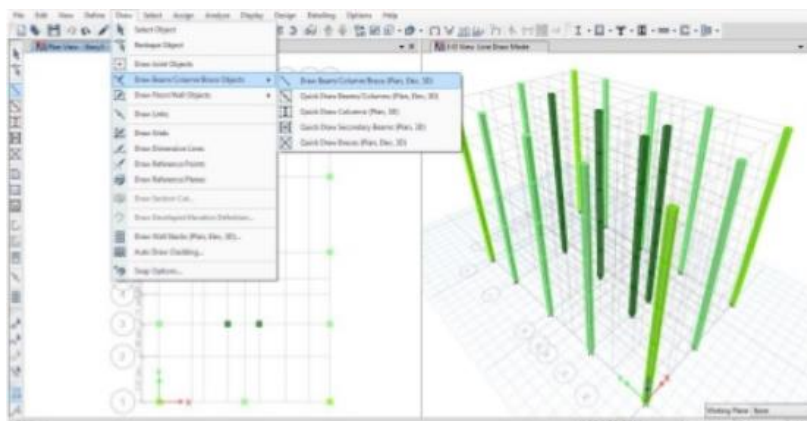


Figura 56: Secuencia para empezar a dibujar las vigas.

Fuente: Guevara, 2016.

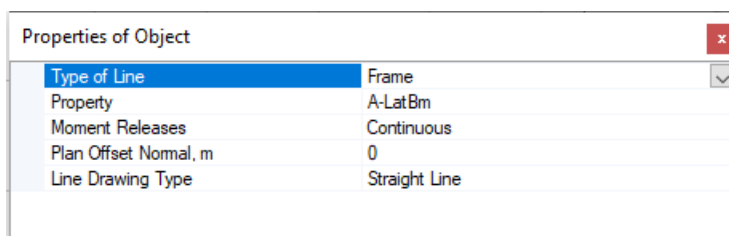


Figura 57: Ventana para definir la viga que se desea graficar.

Fuente: Guevara, 2016.

Las vigas se grafican en la primera ventana de la pantalla principal de ETABS (Plan View), procedimiento que consta en unir los nodos con las vigas en las posiciones y direcciones que plano de distribución lo indique.

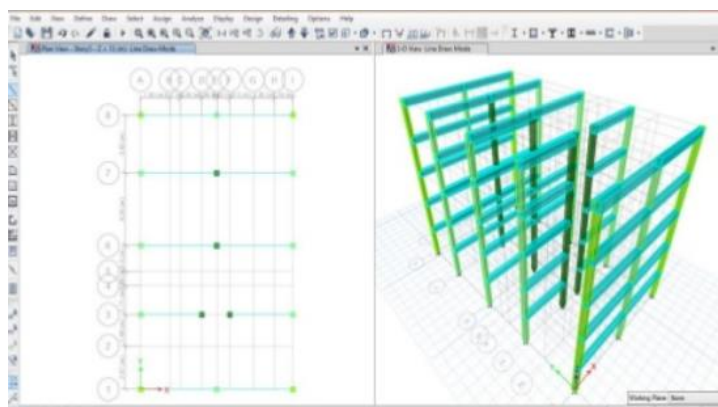


Figura 58: Vista en planta y 3D de los elementos dibujados (Vigas y columnas).

Fuente: Guevara, 2016.

4.3. Dibujo de losas

A travez de menu "Draw/Draw Floor/Wall Objects/Draw Rectangular Floor"

aparece la ventana para poder elegir la losa que se requiere dibujar. En la ventana “Properties of Object”, en la parte correspondiente a “Property” se selecciona la losa que enteramente se configuro.

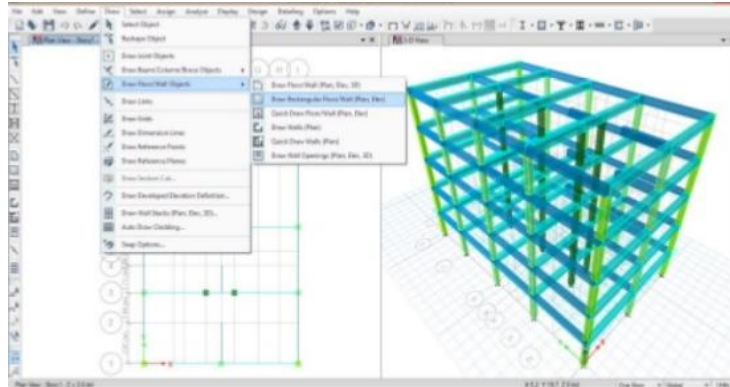


Figura 59: Secuencia para obtener la ventana con la opción de dibujo de la losa.

Fuente: Guevara, 2016.

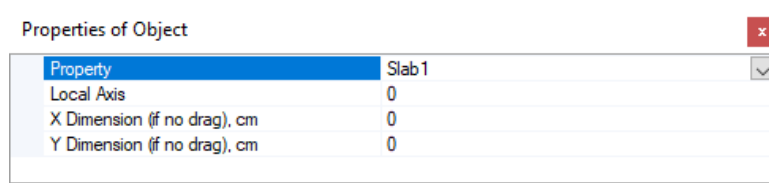


Figura 60: Ventana para definir el tipo de losa a graficar.

Fuente: Guevara, 2016.

El dibujo de la losa se realiza en la primera ventana de trabajo del programa (Plan View), proceso que costa en unir los nodos teniendo en cuenta que la losa tiene que cubrir cada paño según los indique el plano de distribución.

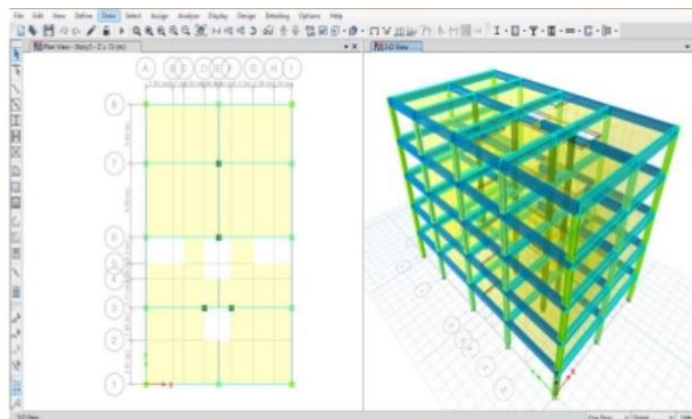


Figura 61: Visualización de las losas dibujadas.

Fuente: Guevara, 2016.

5) Restricciones y elementos finitos

5.1. Asignación de restricciones

Para poder definir el tipo de apoyo que se requiere se tiene que seleccionar los puntos de apoyo que tiene la estructura en el la base a través del menú “Assign/Joint/Restrains”.

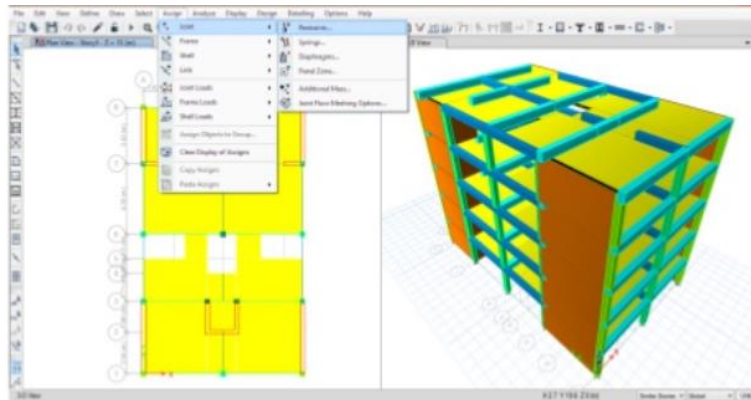


Figura 62: Secuencia para definir el tipo de apoyo de la estructura.

Fuente: Guevara, 2016.

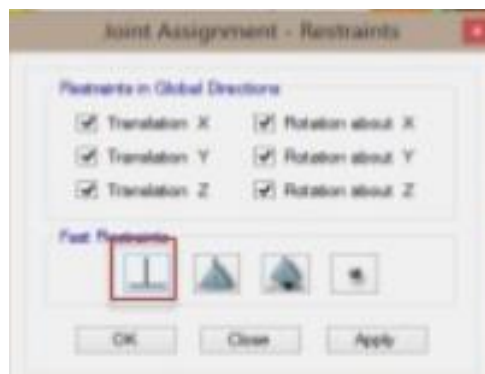


Figura 63: Ventana para elegir el tipo de apoyo de la estructura.

Fuente: Guevara, 2016.

5.2 Asignación de diafragmas rígidos

Para poder adoptar el modelo de cargas concentradas en los entrepisos es necesario asignar diafragmas rígidos al modelado de la estructura. Se selecciona las losas del modelado de la edificación para después ingresar al menú “Assigns/Shell Area/Diaphragms”. Por defecto el programa muestra un diafragma creado, a partir del cual se creará uno por cada

nivel.

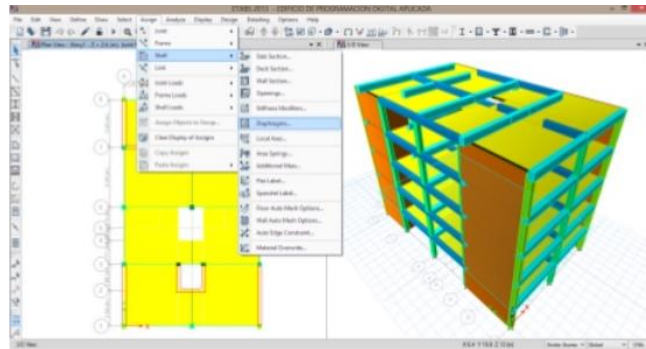


Figura 64: Secuencia para crear los diafragmas rígidos.

Fuente: Guevara, 2016.

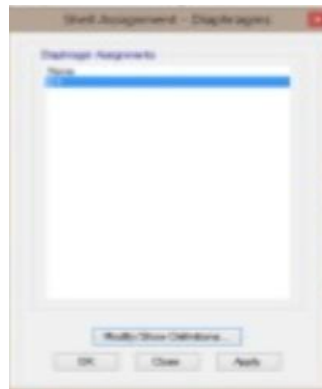


Figura 65: Ventana para crear los diafragmas rígidos.

Fuente: Guevara, 2016.

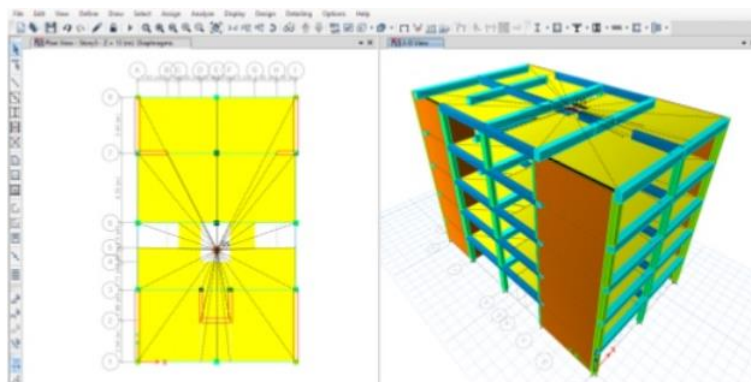


Figura 66: Ventana que muestra como el programa concentra las cargas.

Fuente: Guevara, 2016.

6. Cargas por gravedad, análisis sísmico estático y dinámico

6.1 Asignación de cargas estáticas

En esta configuración se ingresan las cargas por peso propio de ciertos elementos como acabados, tabiquería móvil y sobrecarga según las normas pertinentes y en combinación con los factores de mayoración. Para definir dichas cargas ingresamos al menú “Define/Load Patterns”. Por defecto el programa presenta dos tipos de carga “Dead” la cual acumula todas las cargas provenientes de los elementos que se hayan graficado en el software y “Live” que representara la sobrecarga.

También se crean dos cargas vivas que servirán para la alternancia de cargas, con la finalidad de conseguir esfuerzos máximos.

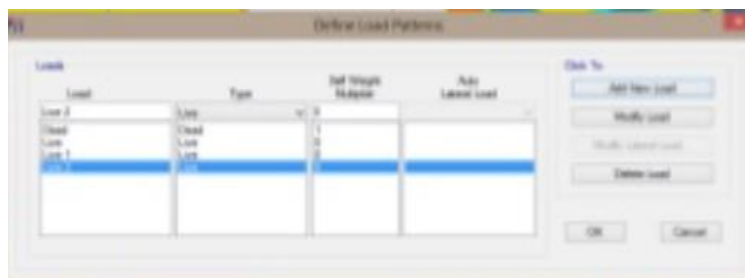


Figura 67: Ventana para crear cargas.

Fuente: Guevara, 2016.

6.2 Análisis sísmico estático

Bajos los principios del método de fuerzas equivalentes se define los casos de carga para cada una de las direcciones de análisis. Al igual que en los casos anteriores de carga muerta y carga viva se configura un ítem para las direcciones “X” y “Y”.



Figura 68: Ventana para definir las características del análisis estático.

Fuente: Guevara, 2016.

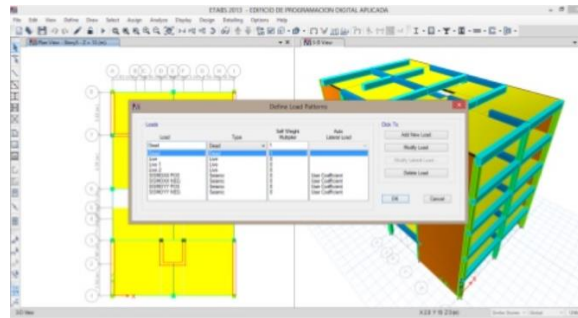


Figura 69: Ventana con las cargas creadas.

Fuente: Guevara, 2016.

6.3 Asignación de cargas

Se le asigna las cargas a cada una de las losas de entrepiso. Estos valores son previamente definidos según las características estructurales y de servicio de la edificación.

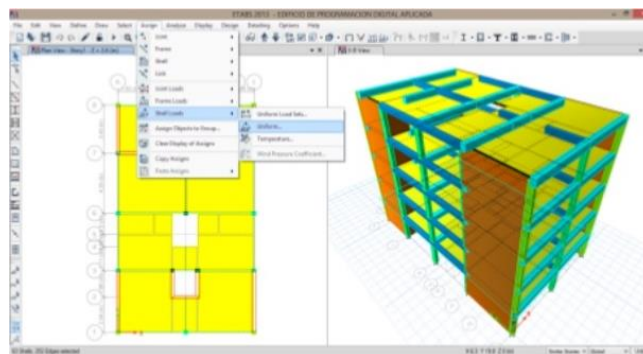


Figura 70: Secuencia para asignar las cargas a la estructura.

Fuente: Guevara, 2016.

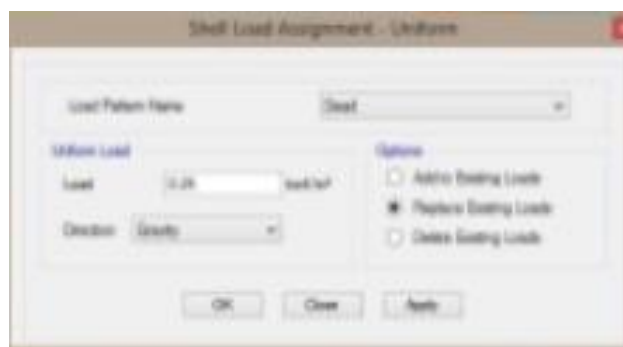


Figura 71: Venta en para definir en tipo y valor de la carga.

Fuente: Guevara, 2016.

Para el caso de alternancia de cargas se selecciona los paños de la losa de forma de “damero” y se realiza los procedimientos anteriormente

mencionados.

5.3 Calculo de la masa de la edificación para el análisis estático y dinámico

El software realiza un cálculo para los distintos casos de carga que se presente debido al tipo de edificación con la que se cuente, en base a valores de participación de cargas estipulado en la Norma E.030 Diseño sismorresistente.



Figura 72: Ventana para definir el porcentaje de participación de las cargas.

Fuente: Guevara, 2016.

6.4 Análisis sísmico dinámico

Los datos que se ingresan en esta parte están basados en el análisis de la norma E.030 Diseño sismorresistente, este proceso está basado en la ubicación del proyecto y el tipo de la edificación con la que se cuente, a partir de lo cual se podrán obtener los valores de parámetros sísmicos que requiere el software.

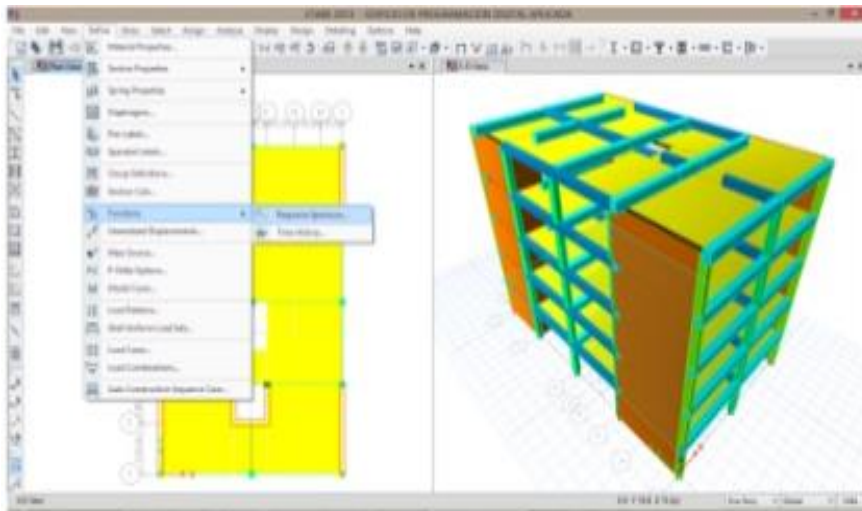


Figura 73: Secuencia para configurar los espectros.

Fuente: Guevara, 2016.



Figura 74: Ventana que muestra el espectro creado.

Fuente: Guevara, 2016.

6.5 Asignación de cortante dinámico

El cortante dinámico se define a partir de las aceleraciones espectrales y formas modales, por lo cual se hace uso de las cargas que se han generado en los procesos anteriores, producto de los patrones de carga.

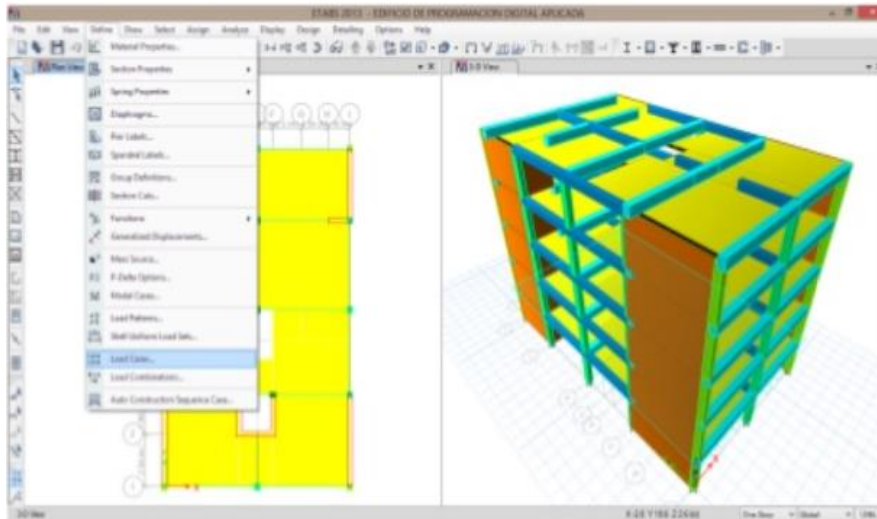


Figura 75: Secuencia para asignar el contante dinámico.
Fuente: Guevara, 2016.

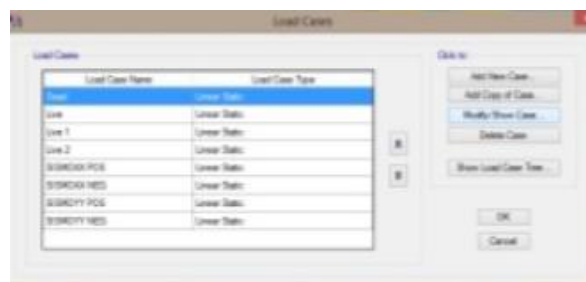


Figura 76: Ventana que presenta todas las cargas que se configurado.
Fuente: Guevara, 2016.



Figura 77: Ventana para configurar el cortante dinámico.
Fuente: Guevara, 2016.

6.6. Definición de las combinaciones de carga

Se realiza este procedimiento con la finalidad que la estructura en el

análisis experimente los máximo esfuerzos. Estas combinaciones de carga están estipuladas en la norma E.060 Concreto armado, las que pueden ser de tipo lineal o envolvente.

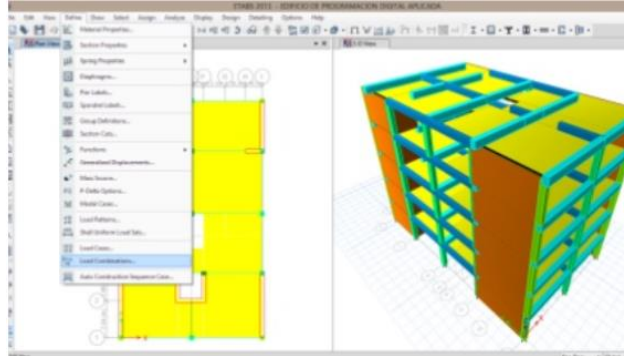


Figura 78: Secuencia para crear las combinaciones de carga.

Fuente: Guevara, 2016.

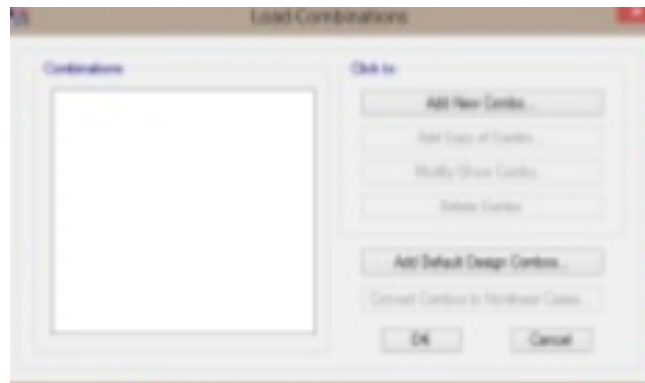


Figura 79: Ventana en donde se crean las combinaciones de carga.

Fuente: Guevara, 2016.

3.5.5. Diseño estructural

Losas en dos direcciones es un sistema de elementos estructurales planos, que se apoyan sobre columnas y muros o también sobre vigas que actúan como elementos de amarre y soportan cargas verticales, la cual genera formas particulares de trabajo estructural (Giraldo,2003).

A. Losas en dos direcciones

En las estructuras de concreto armado las losas son los elementos que presentan un diseño plano y sirven para dotar a la edificación de superficies planas en las

cuales su puedas apoyar las cargas verticales ya sea viva o muerta, así como también funcionar como elemento de amarre para las columnas y muros actuando como un diafragma rígido. (Reyes, 2017)

Losas procedimiento de diseño según N.T.E E.060 y al libro de Hormigón reforzado de ROCHEL.

o **Rigidez relativa de vigas**

Se verifica que la rigidez relativa en las dos direcciones cumpla con la siguiente condición (13-2 de la E0.60), para el cálculo de α_{f1} y α_{f2} estas se calculan con la ecuación 13-3 de la E0.60.

Condición

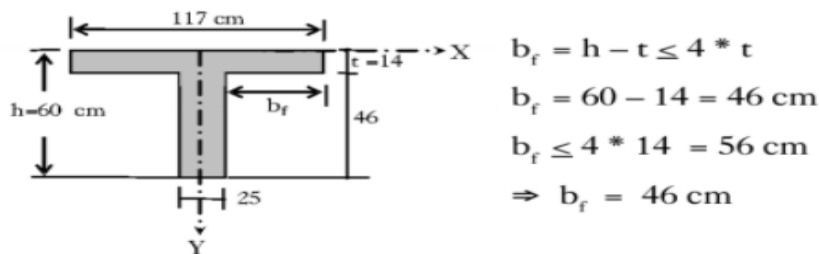
$$0,2 \leq \frac{\alpha_{f1} \ell_2^2}{\alpha_{f2} \ell_1^2} \leq 5,0$$

Ecuación

$$\alpha_f = \frac{Ecb Ib}{Ecs Is}$$

Para el calculo de “ α ” para vigas interiores calculamos las inercias de las vigas por el teorema de Steiner y centros de gravedad.

Figura 21: Inercia de vigas interiores



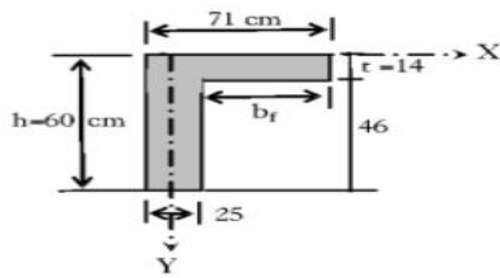
$$y_{cg} = 19.37 \text{ cm}, \quad I_x = 1'884,149.3 \text{ cm}^4, \quad I_{viga} = 837,618.4 \text{ cm}^4$$

$$I_{losa} = bh^3/12, \quad b=(5.00+4.00)/2=4.5\text{m}, \quad h = 14 \text{ cm}, \quad I_{losa} = 102,900 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = I_{viga} / I_{losa} = 8.14$$

Fuente: Hormigón reforzado, Rochel,2007.

Figura 22: Inercia de vigas exteriores



$$b_f = h - t \leq 4 * t$$

$$b_f = 60 - 14 = 46 \text{ cm}$$

$$b_f \leq 4 * 14 = 56 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow b_f = 46 \text{ cm}$$

$$y_{cg} = 23.09 \text{ cm} \quad I_x = 1'842,074.7 \text{ cm}^4 \quad I_{viga} = 698,864.7 \text{ cm}^4$$

$$I_{losa} = bh^3/12, \quad b = 250 + 12.5 \text{ cm.} \quad h = 14 \text{ cm.} \quad I_{losa} = 60,025 \text{ cm}^4.$$

$$\alpha = I_{viga} / I_{losa} = 11.64.$$

Fuente: Hormigón reforzado, Rochel, 2007.

Figura 22: verificación del cumplimiento de la rigidez para cada dirección.

$$\frac{\alpha_1 * L_2^2}{\alpha_2 * L_1^2} = \frac{(11.64 + 8.14) * 5.00^2}{(5.39 + 3.34) * 6.00^2} = 1.57 \quad \Rightarrow \quad 0.20 \leq 1.57 \leq 5.00$$

Panel ②, dirección horizontal, $L_1 = 6.00 \text{ m}$:

$$\frac{\alpha_1 * L_2^2}{\alpha_2 * L_1^2} = \frac{(11.64 + 8.14) * 5.00^2}{(3.34 + 3.34) * 6.00^2} = 2.06 \quad \Rightarrow \quad 0.20 \leq 2.06 \leq 5.00$$

Fuente: Hormigón reforzado, Rochel, 2007.

○ **Determinar espesores mínimos**

El espesor de la losa con vigas entre los apoyos se define mediante la ecuación de (13-2 de la norma E0.60)

Tabla 13: Espesores mínimos para lasas bidireccionales apoyadas en vigas.

$\alpha_{fm}^{[1]}$	Espesor mínimo, h , mm		
$\alpha_{fm} \leq 0.2$	Se aplica 8.3.1.1		(a)
$0.2 < \alpha_{fm} \leq 2.0$	Mayor de:	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0.2)}$	(b) [2], [3]
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2.0$	Mayor de:	$h = \frac{\ell_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d) [2], [3]
		90	(e)

Fuente: ACI318S-14

^[1] α_{fm} es el valor promedio de α_f para todas las vigas en el borde de un panel y α_f se calcula de acuerdo con 8.10.2.7.

^[2] ℓ_n corresponde a la luz libre en la dirección larga, medida cara a cara de las vigas (mm)

^[3] El término β es la relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta de la losa.

○ **Cálculo de los momentos, cortantes y las secciones críticas.**

$$Ma = Ca wu A^2$$

$$Mb = Cb wu B^2$$

Donde:

A= Luz libre en la dirección del tramo corto

B= Luz libre en la dirección del tramo largo

Ma=Momento de flexión en la dirección corta A

Mb= Momento de flexión en la dirección larga B

Ca= coef. De momentos de las tablas 13.1,13.2 y 13.3 para cada caso de la dirección corta (Ver anexo 9.2: Capítulo 13, E.0.60).

Cb= coef. De momentos de las tablas 13.1,13.2 y 13.3 para cada caso de la dirección larga (Ver anexo 9.2: Capítulo 13, E.0.60).

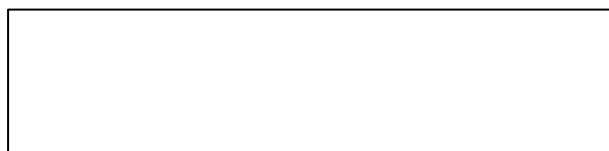
Wu= carga ultima repartida por unidad de losa.

○ Cargas aplicadas en las vigas de apoyo de acuerdo a la E0.60.

Las vigas son diseñadas para resistir las fuerzas cortantes por las cargas amplificadas en las áreas tributarias

B. Dimensionamiento de vigas tomando como guía el RNE E.060, ACI318 y el libro de diseño en concreto armado de Roberto morales por análisis y diseño por flexión de la viga.

A partir del momento ultimo calculado para el diseño Cuantía balanceada de acuerdo a los requerimientos de la cuantía del ACI, β_1 es un factor que está en función a la resistencia del concreto que de acuerdo a la E.060 establece que para concretos menores a 280 kg/cm² su valor será de 0.85 la cual disminuirá 0.05 a medida que aumente el concreto cada 70 kg/cm² hasta alcanzar un valor máximo de 0.65(Morales,2013) .



$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000+f_y} \right)$$

Para la cuantía máxima que limita a las vigas está dada por la siguiente formula:

$$\rho \text{ máx.} = 0.5\rho_b \text{ (para zonas sísmicas)}$$

Cuantías mínimas

$$\rho_{\min} = \frac{14}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = 0.8 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

Formulas establecidas por el ACI 318 para determinar nuestra cuantía mínima sobre la cual va a trabajar nuestra viga, del cual escogeremos el mayor resultado, sobre este parámetro se trabajara para la verificación de las áreas de acero (Morales,2013).

$$w = \rho \frac{f'_y}{f_c}$$

Fórmula 4: Índice de refuerzo o cuantía mecánica

$$Mu = \phi * F'_c * b * d * w * (1 - (0.59 * w))$$

Fórmula 5: en el momento ultimo para hallar “peralte efectivo de la viga

Cálculo del acero

Para el cálculo del acero de acuerdo a las dimensiones de la sección de la viga, se procede a efectuar el cálculo del acero, en el que se hará una interacción previa con el peralte efectivo, en el que se emplearan las dos expresiones del ACI-318 (Morales,2013).

$$As = Mu / (\phi * F_y * 0.9 * d)$$

Fórmula 6: Área con el peralte efectivo (primera iteración)

$$A_s = M_u / (\phi * F_y * (d - a/2))$$

Fórmula 7: Área con el "a" (segunda iteración)

C. Cálculo de los estribos.

El diseño se realiza por fuerza cortante con refuerzo en el alma, en la cual se mide la resistencia de la viga a las fuerzas de corte, de tal manera que se eviten las grietas diagonales producidas por la tensión diagonal (Morales,2013).

o Consideraciones de diseño.

Se diseñará por cortante ultima, Siempre y cuando la reacción del apoyo trabaje a compresión sobre los elementos, en la cual no exista carga concentrada en la cara de apoyo y en la sesión de la viga ubicada en "d" (Morales,2013).

La carga aplicada con la que se calculará el refuerzo será con la carga ultima, que está dada por la siguiente expresión de la norma E.030 ($W_u = 1.4 w_D + 1.7 w_L$). Así mismo el refuerzo para una carga uniforme repartida tendrá que resistir la diferencia entre la fuerza nominal (V_n) y la fuerza que contra resta el concreto (V_c) (Morales,2013).

$$V_s = V_n - V_c$$

Fórmula 8: fuerza que contrarrestar al acero 1°condicion (Morales ,2013)

Para el cálculo de las fuerzas cortantes en los apoyos estará dada por la siguiente formula:

$$V_A = V_{A \text{ eje}} - W_u * 0.15$$

Fórmula 9: Fuerza cortante actuante en el apoyo A (morales ,2013)

$$V_B = w_u \left(\frac{L}{2} \right) - \left(\frac{M}{L} \right)$$

Fórmula 10: Fuerza cortante actuante en el apoyo A (morales ,2013)

De acuerdo al código ACI-99 las fuerzas actuantes en los apoyos de la viga, se dan en la cara del apoyo es por eso que para la determinación de la fuerza cortante estará dada por la siguiente expresión y debe cumplir la siguiente condición:

$$\text{Si } v_s \geq 2.12\sqrt{f_c} * b_w*d , \text{ entonces: } s \leq d/2$$

Fórmula 11: Req. Diseño por corte (morales ,2013) -E. ACI 318-99, 1° condición.

$$v_s \leq 2.12\sqrt{f_c} * b_w*d \quad \text{y} \quad v_s \geq 1.06\sqrt{f_c} * b_w*d , \text{ entonces } s \leq d/4$$

Fórmula 12: Req. Diseño por corte (morales ,2013) -E. ACI 318-99, 2° condición.

$$v_c = 0.53\sqrt{f_c} * b_w*d$$

Fórmula 13:cortante que contrarresta el concreto.

3.6. Método de análisis de datos

3.6.1 Técnicas de análisis de datos

La investigación es de diseño no experimental y transversal porque solo se realizará el estudio en un periodo de tiempo, por lo tanto, se utilizará la siguiente técnica de análisis de datos:

3.6.1.1 Estadística descriptiva

Por tener una variable cuantitativa en el proyecto de investigación, se utilizará instrumentos estadísticos específicos acorde con las dimensiones que se pretende medir, específicamente para realizar el análisis estructural utilizaremos tablas en Excel y gráficos de barras para procesar y analizar los datos recolectados con la ficha de resumen documental y guía de observación.

Diseño sísmico-estructural: con las guías de observación de la capacidad portante del suelo y ficha de resumen documental para consideraciones de la estructura, se obtendrán datos que serán contrastados con los parámetros de sitio de la E.060 y procesados en una tabla de Excel.



Figura 80: Tabla en Excel.

Fuente: IngCivil

Estudio de mecánica de suelos: Con las guías de observación de los resultados obtenidos de los ensayos en el laboratorio de las 6 muestras, se hará una representación mediante los gráficos de barras.

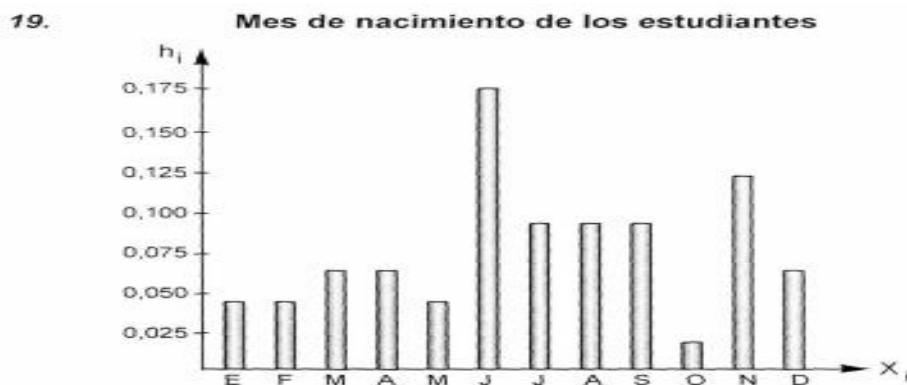


Figura 81: Grafico de barras

Fuente: Fernández ,2005

3.7. Aspectos éticos

La ética es la base fundamental para todo profesional comprometido con la difusión y demostración de la veracidad de los datos y confiabilidad de sus resultados, es por ello que en el presente trabajo de investigación se han referenciado tesis, artículos de investigación y normas vigentes obtenidas de fuentes confiables, que han sido empleadas en la redacción del proyecto de acuerdo al Manual ISO 690 y 690-2, el cual está sujeta a filtros del programa turnitin para determinar la similitud de la investigación que acredite la autenticidad de este estudio. (Ver anexo 7 y 8)

3.8 Desarrollo del proyecto de investigación

Primera etapa

Topografía

Para el levantamiento planimétrico se realizó un análisis documental mediante una ficha de datos n°1 el cual fue utilizado para el procesamiento de datos de un informe técnico proporcionado por el área de proyectos de la municipalidad provincial de Trujillo, quienes nos proporcionaron toda la información concerniente a la “CREACIÓN DE AMBIENTE DE DESPOSITO PARA COMPACTADORAS EN LA URBANIZACIÓN DE LOS 4 SUYOS” ; que de acuerdo a lo estipulado en el capítulo I: “Estudios”, artículo 13.4,2 del R.N.E. E.050 este tipo de levantamientos obtuvieron una topografía plana con un promedio menor a 5%.(Ver anexo 4.4.1)

Estudio de suelos

A nivel estructural se realizó el análisis de componentes mediante calicatas 1.5 x 1.0 x 1.50 m aplicando la E-050, donde especifica que para edificaciones especiales se tomaran puntos de investigación cada 225m² del área útil de 1660 m² del área del terreno que es de 10000m², se realizaron un total de 6 calicatas.

N.º de puntos	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
E-1	712418.7	9115542.8
E-2	712358.1	9115696.7
E-3	712511.4	9115726.7
E-4	712541.5	9115603.7
E-5	712418.7	9115542.8
E-6	712511.4	9115603.2

Figura 82: Calicatas.

De las muestras trasladadas al laboratorio se realizaron en el laboratorio de la nacional las cuales están validadas por el jefe de laboratorio, en el cual se realizó los siguientes ensayos:

- ✓ Humedad Natural NTP 339.127

- ✓ Granulometría por Tamizado NTP 339.128
- ✓ Límites de Atterberg ASTM D 4318
- ✓ Clasificación de suelos SUCS/AASHTO
- ✓ Densidad Relativa ASTM D 2049
- ✓ Corte Directo ASTM D 2850
- ✓ Ensayo de sales solubles Multiparámetro HANNA.

Para el procesamiento de datos se realizó una guía de observación para el registro de todos los hallazgos encontrados en campo. (Ver anexo4.4.2)

Arquitectura

El diseño arquitectónico del crematorio se realizó aplicando las consideraciones de la A.010, A.090, A.130 y el D.S N.º 03-94-SA de la ley N.º 26298; en el que se consideró las características particulares de los materiales a utilizar, así mismo nos agenciamos de fichas de datos para nuestros análisis documentarios. (Ver anexo 4.4.3)

Modelamiento de la estructura en Revit

El modelamiento de la estructura se realizó en Revit, en el software ingresamos información preliminar de nuestro proyecto el cual lo geo referenciamos con las coordenadas para que al momento de diseñar podamos analizar de manera más realista con datos propios del lugar.

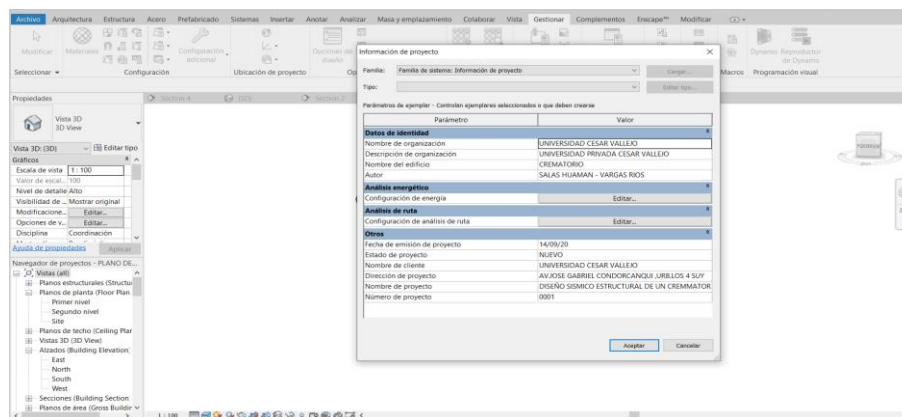


Figura 83: Registro de información básica de nuestro proyecto.

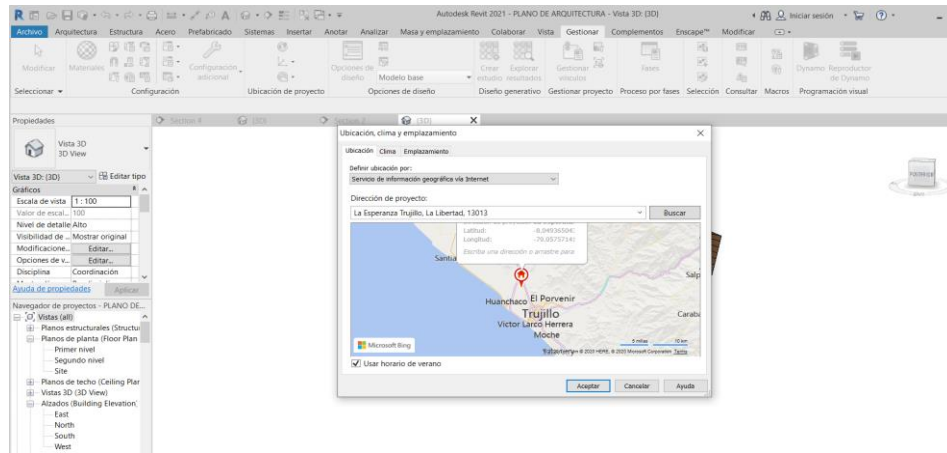


Figura 84: Geo referencia del lugar de estudio.

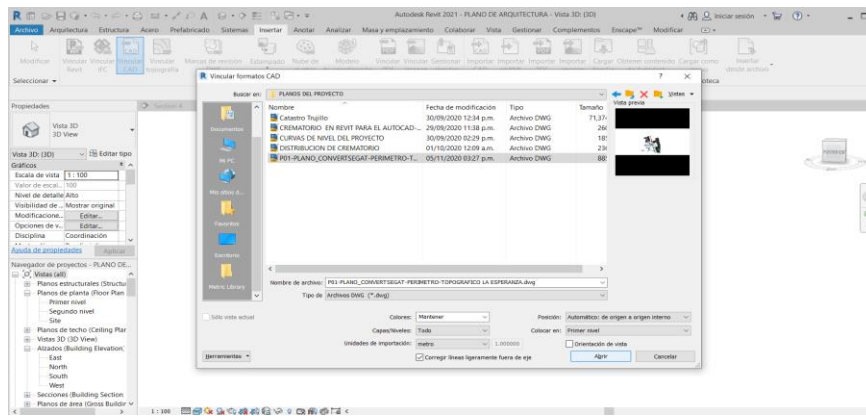


Figura 85: Insertado y vinculación del CAD a REVIT del levantamiento planimétrico

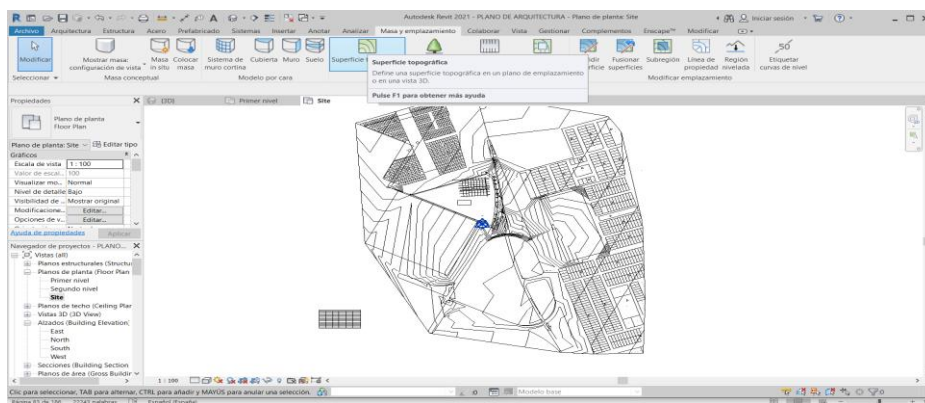


Figura 86: Creación de la superficie topográfica en Revit a partir del levantamiento planimétrico.

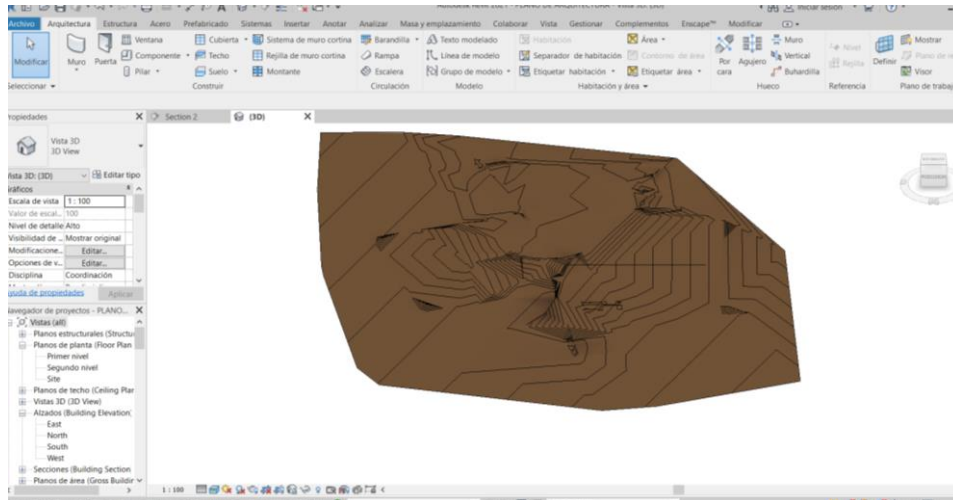


Figura 87: Topográfica creada en Revit en 3D

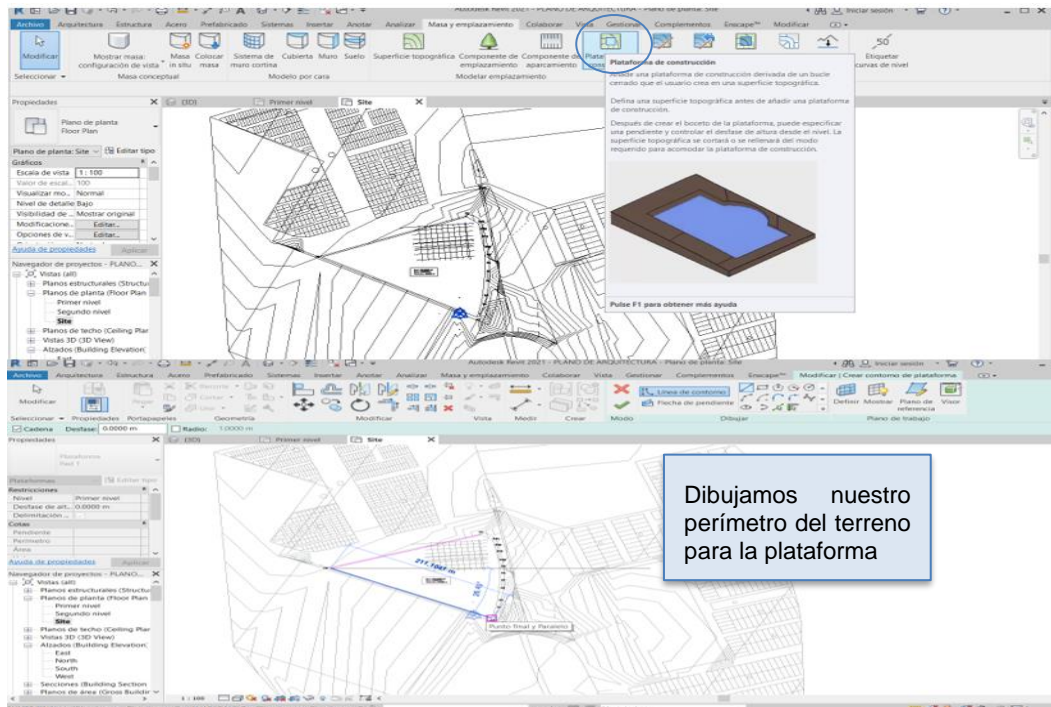


Figura 88: Creación de la plataforma en Revit.

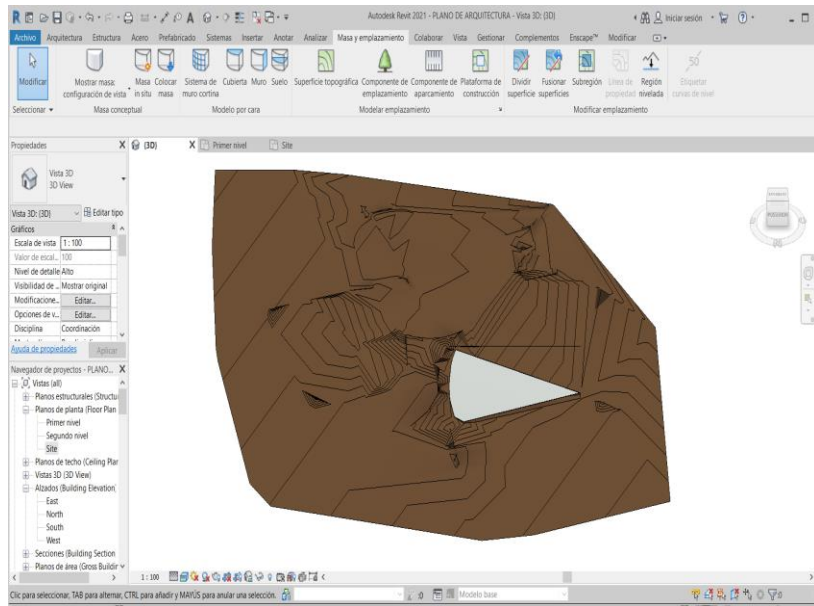


Figura 89: Plataforma creada en Revit.

Modelado basico de los ambientes

Paredes ,pisos ,cubiertas apartir de la distribucion de los ambientes en autocad.

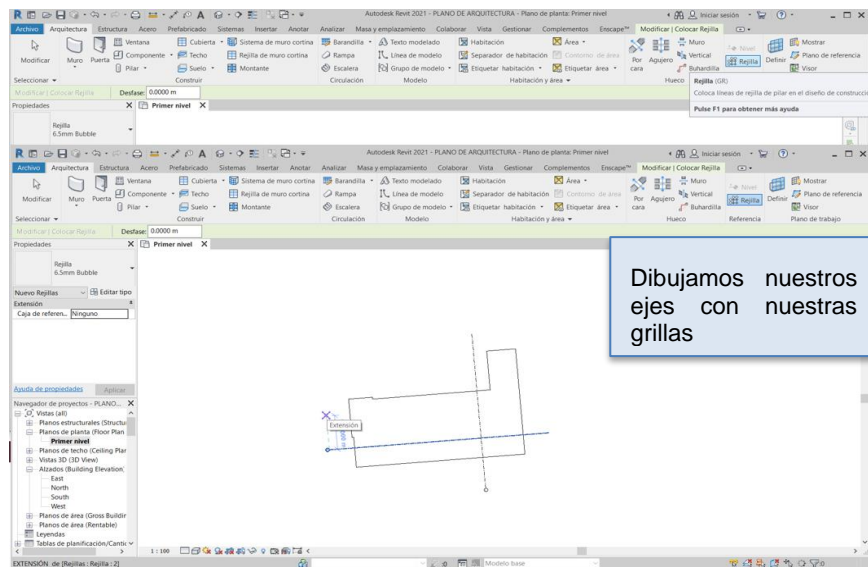


Figura 90: Creación de rejillas.

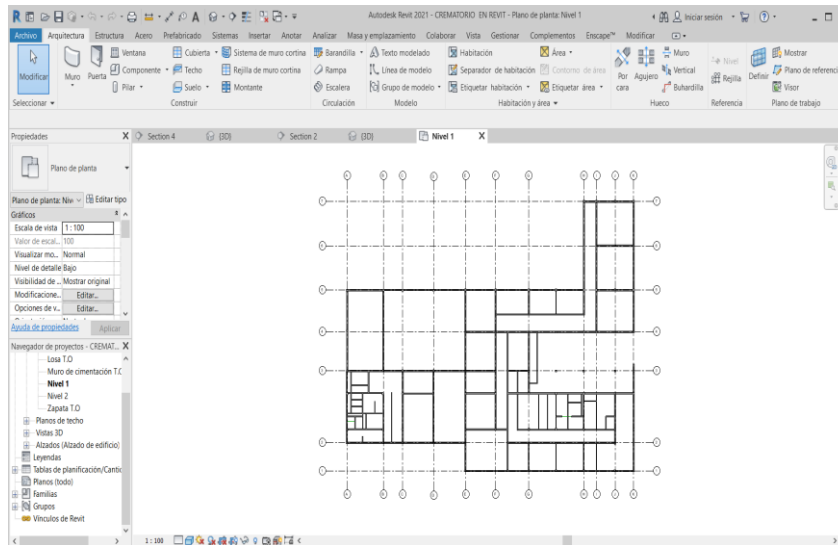


Figura 91: En las grillas creadas dibujamos nuestros muros de acuerdo a nuestras divisiones.

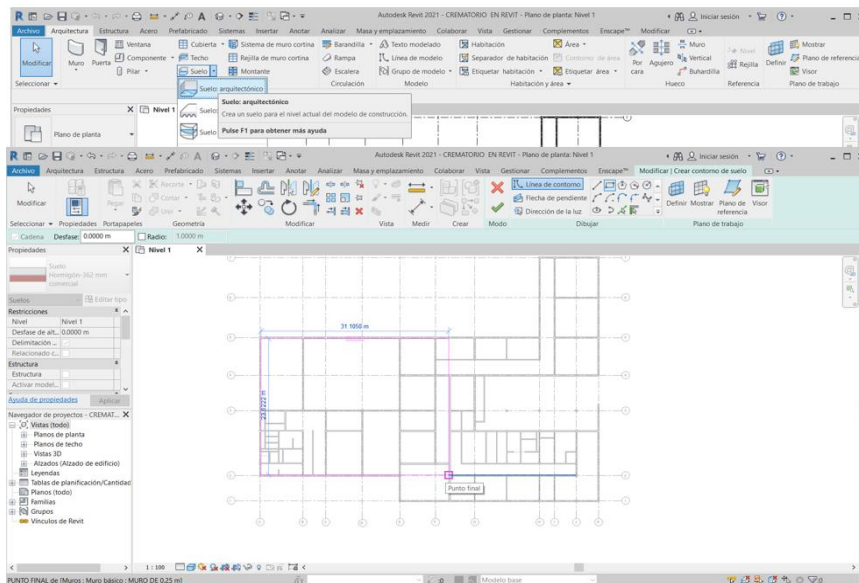


Figura 92: Creación de la superficie y colocación de mobiliario, procedimiento repetitivo para los techos.

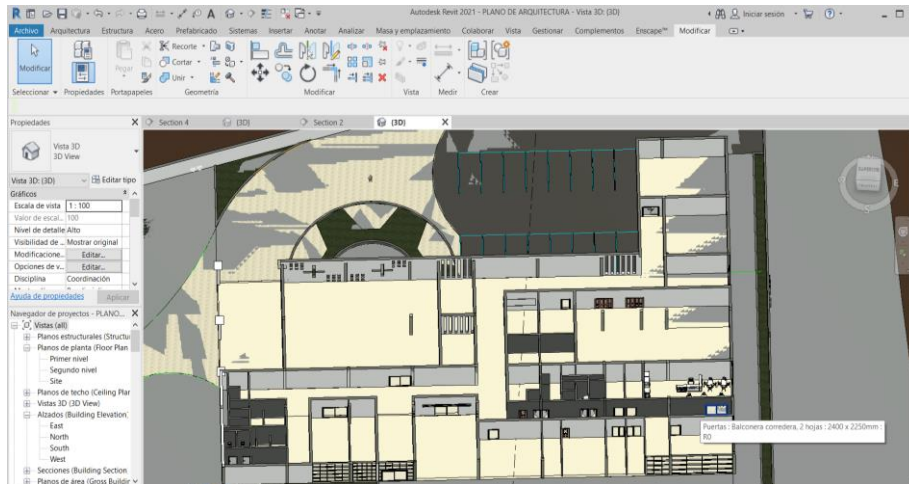


Figura 93: Estructura con pisos, mobiliarios y muros.

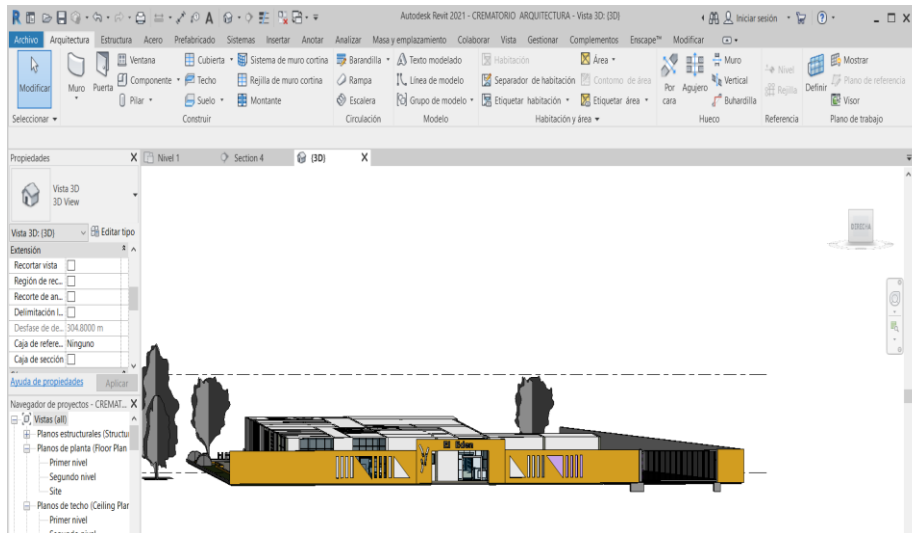


Figura 94: Estructura terminada, para el renderizado (en nuestro caso quitamos la topografía por ser una topografía plana y no influye en nuestro diseño)

SEGUNDA ETAPA

ANÁLISIS SÍSMICO

Estructura 1

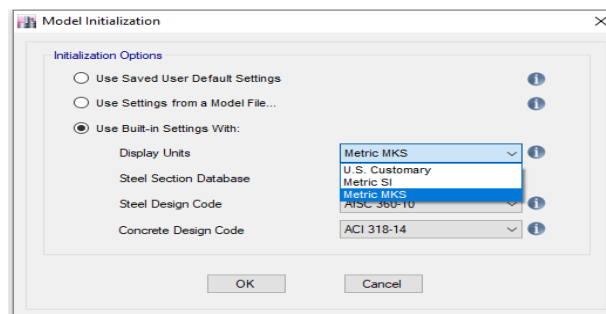


Figura 95: Se selecciona el sistema de unidades (MKS.)

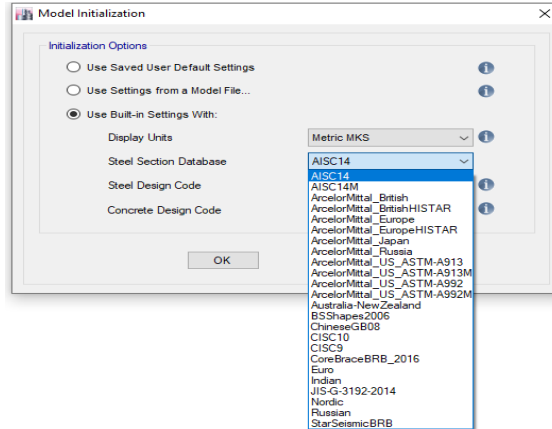


Figura 96: Base de datos bajo la cual se calculará las secciones de acero (AISC14).

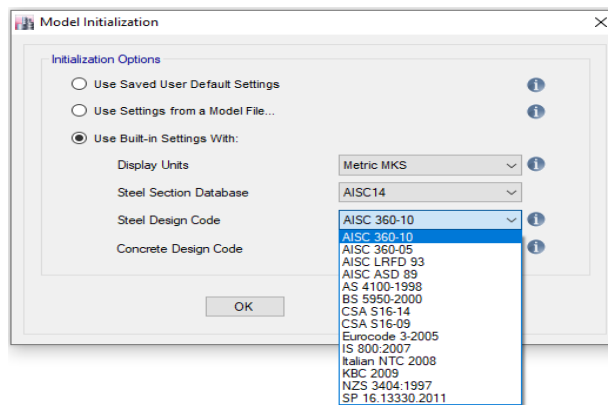


Figura 97: Código bajo en el cual estará basado el diseño del acero (AISC 360-10).

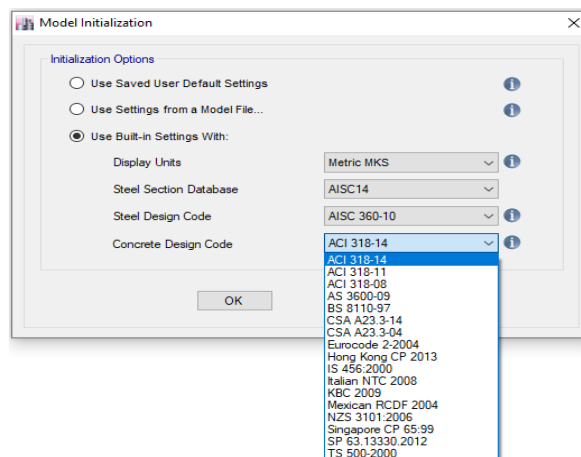


Figura 98: Código bajo la cual estará basado en diseño del concreto (ACI 318-14).

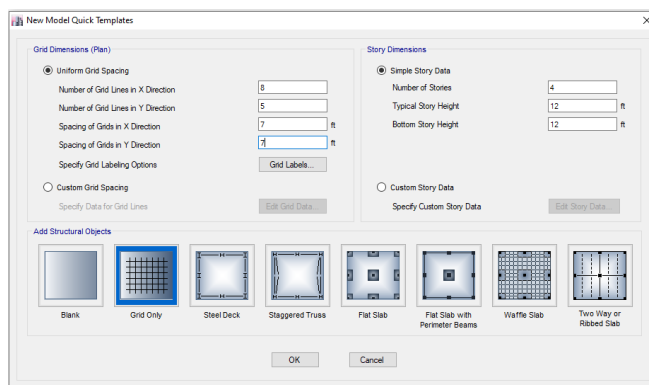


Figura 99: Configuración previa del número de ejes que tiene la estructura en las direcciones X y Y. (Ver figura 97)

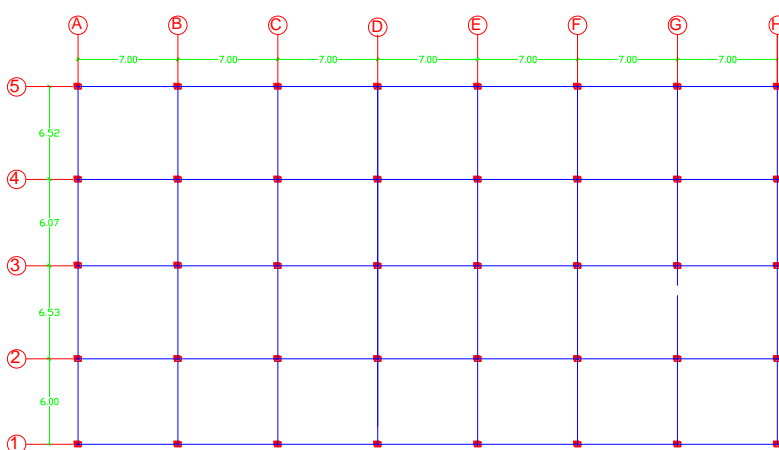


Figura 100: Distribución de columnas con sus respectivos ejes graficados en el software AutoCAD.

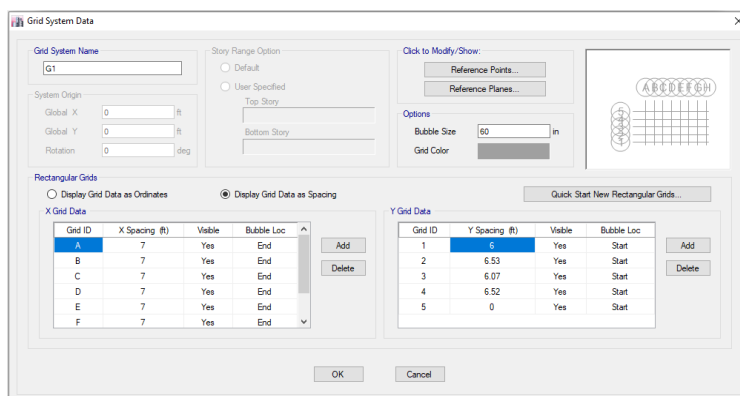


Figura 101: Se determina la distancia de los ejes que conforman la cuadrícula sobre la cual se graficara la estructura. (Ver figura 97)

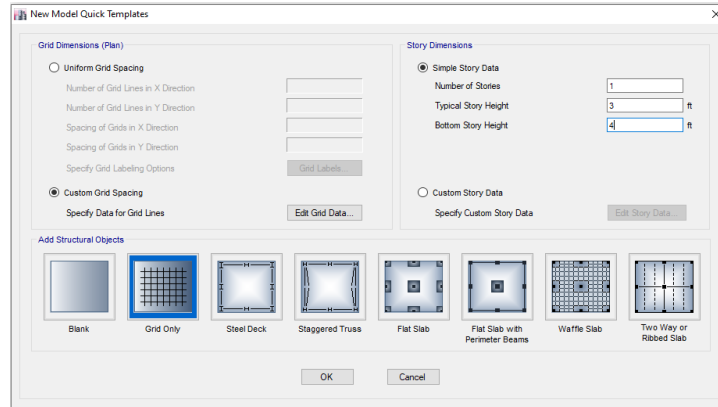


Figura 102: Se determina el número de niveles y altura de entre piso que tendrá la edificación (1 nivel de 4 metros de altura).

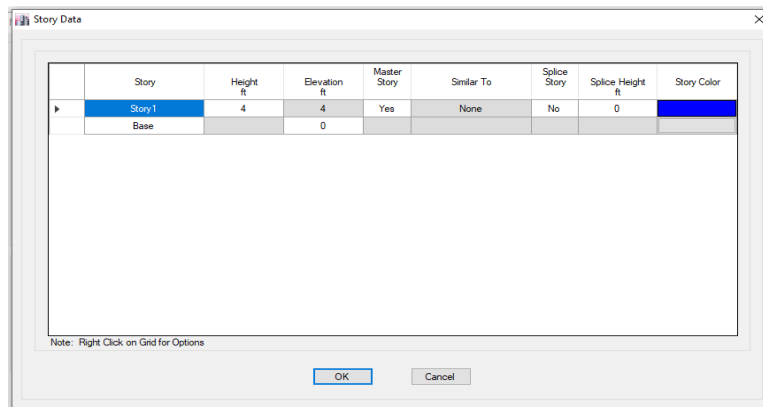


Figura 103: Se define la altura de los pisos (4m).

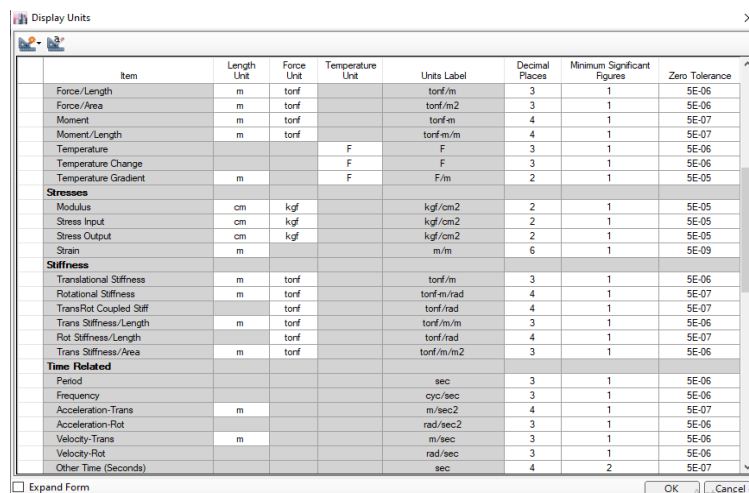


Figura 104: Se definen las unidades con las cuales serán ingresados los valores del módulo de elasticidad y la resistencia del concreto.

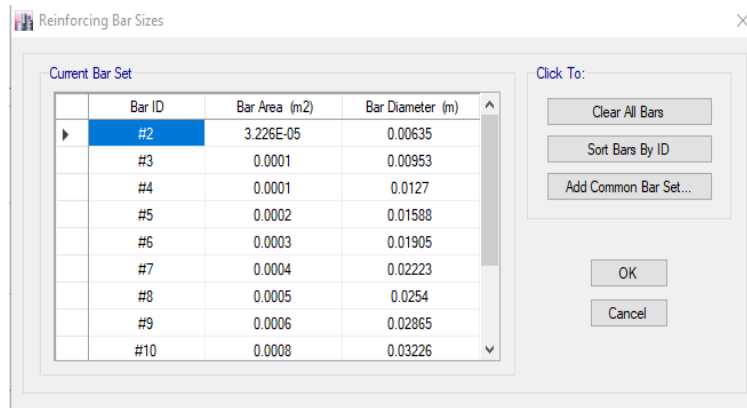


Figura 105: Se define las secciones de acero comerciales en el Perú.

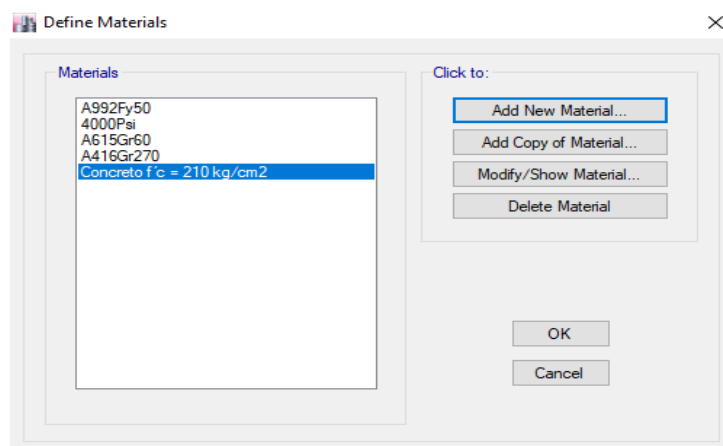


Figura 106: Se crea un nuevo material (El concreto).

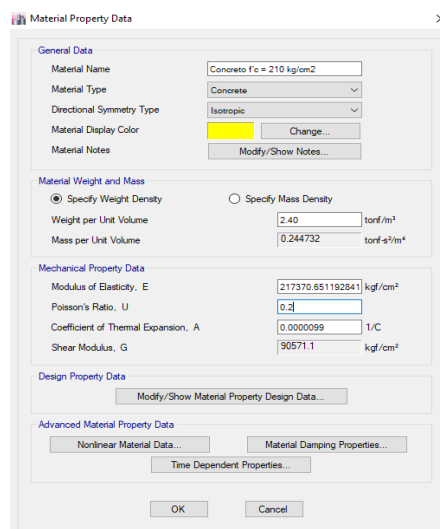


Figura 107: Se define el nombre del material (Concreto $f'c = 210$ kg/cm²), en peso del concreto en toneladas (2.4 tn/m³), el módulo

de elasticidad ($15\ 000 \cdot \sqrt{210}$) y módulo de rigidez a la fuerza cortante (0.2).

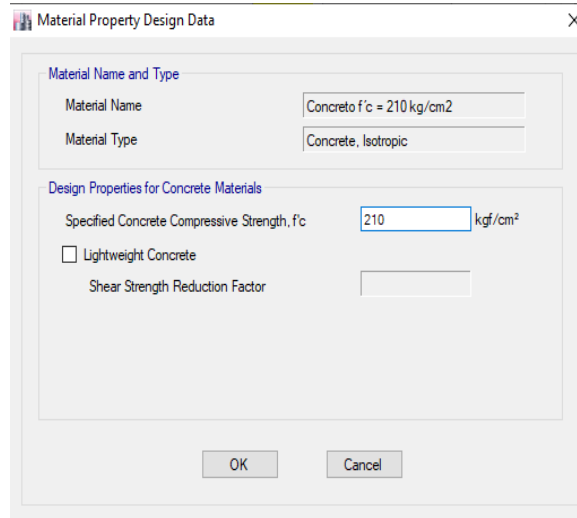


Figura 108: Se corrige el valor de la resistencia a la compresión del concreto de 210.92 kg/cm² a solo 210 kg/cm².

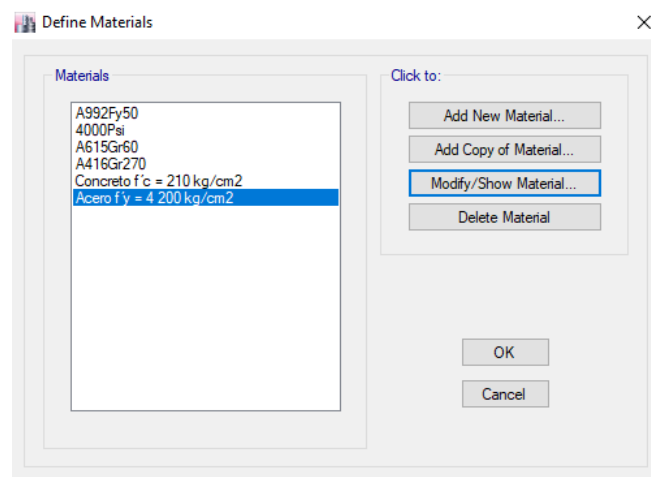


Figura 109: Se crea el segundo material (El acero).

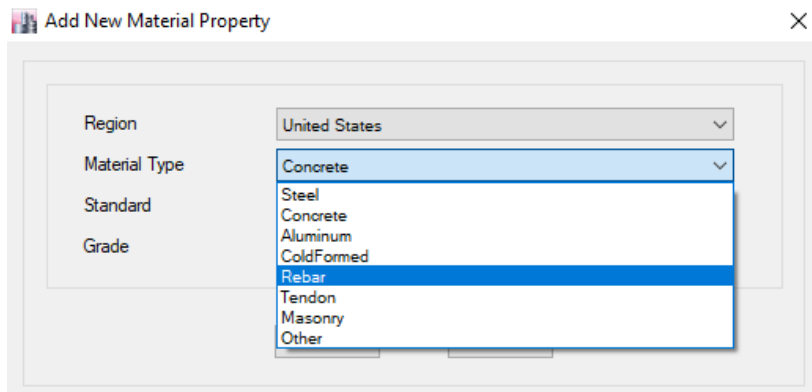


Figura 110: Se indica que el acero será para refuerzo en los elementos estructurales.

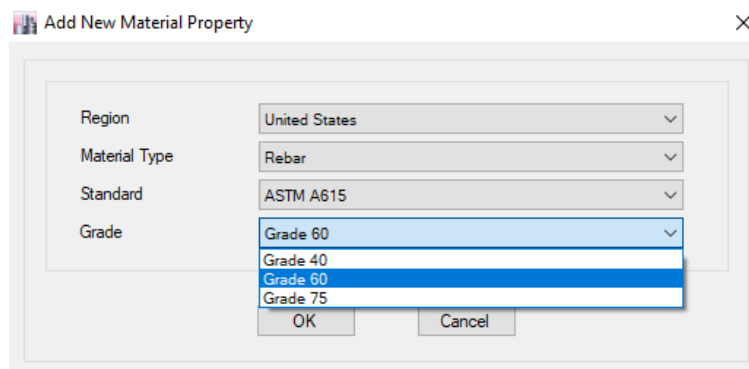


Figura 111: Se define el grado del acero (Grado 60)

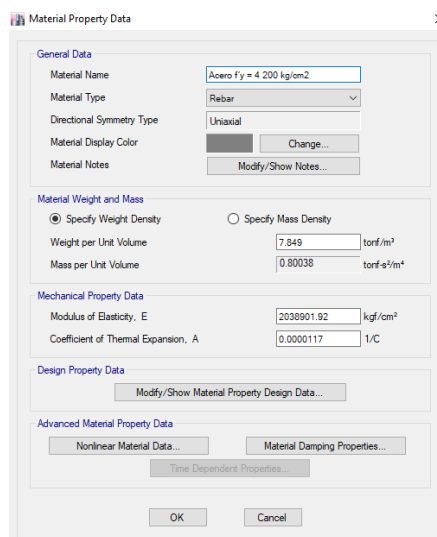


Figura 112: Se define el nombre del material (Acero $f_c=4200$ kg/cm²).

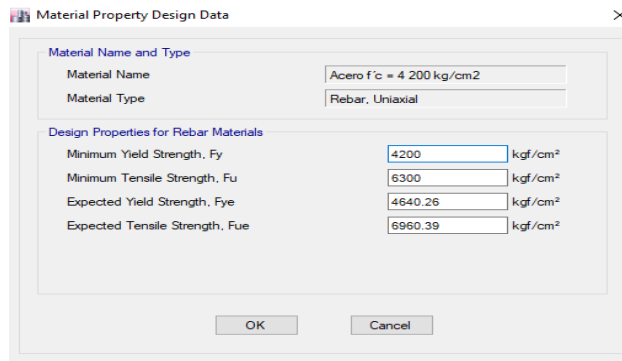


Figura 113: Se corrige la resistencia ultima de tracción del acero (4 200 kg/cm2).

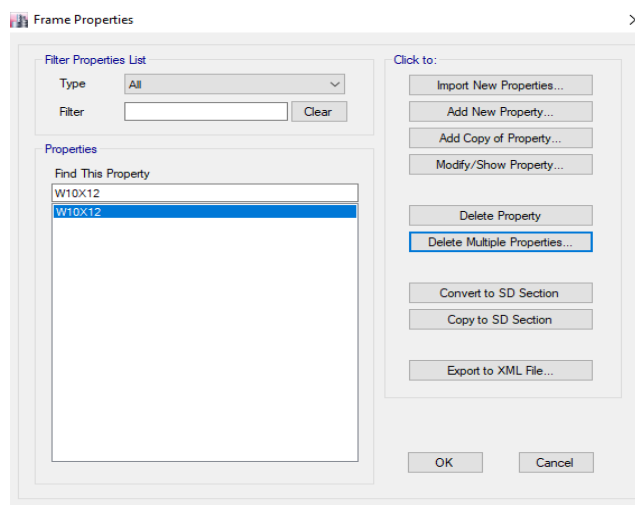


Figura 114: Se crea las secciones de los elementos estructurales (Columnas y vigas)

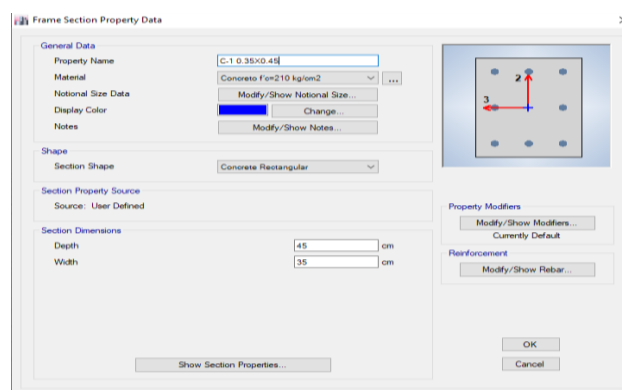


Figura 115: Se ingresa el nombre de la sección, la resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm²) y sus dimensiones (Columna de 45 cm x 35 cm).

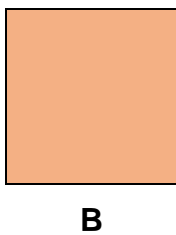
The dialog box 'Frame Section Property Reinforcement Data' contains the following settings:

- Design Type:** M3 Design Only (Beam)
- Reinforcement Configuration:** Rectangular
- Longitudinal Bars:**
 - Clear Cover for Confinement Bars: 4 cm
 - Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 3
 - Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 3
 - Longitudinal Bar Size and Area: #8, 5.1 cm²
 - Corner Bar Size and Area: #8, 5.1 cm²
- Confinement Bars:**
 - Confinement Bar Size and Area: #3, 0.71 cm²
 - Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 15 cm
 - Number of Confinement Bars in 3-dir: 3
 - Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

Figura 116: Se ingresa datos aproximados de las barras de refuerzo.

Se realiza un cálculo aproximado del número de barras longitudinales de acero en base a las secciones de la columna, el diámetro de la varilla y las cuantillas. Para este caso se consideran 8 varillas de 1" y estribos de 3/8". (Ver tabla 13)

Columna rectangular



H

B	H	Área
35.00cm	45.00cm	1575.00 cm ²

		CUANTIAS																		
		1.0%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%	2.75%	3.00%	3.25%	3.50%	3.75%	4.00%	4.25%	4.50%	4.75%	5.00%		
Área de acero		15.75 cm ²	19.69 cm ²	23.63 cm ²	27.56 cm ²	31.50 cm ²	35.44 cm ²	39.38 cm ²	43.31 cm ²	47.25 cm ²	51.19 cm ²	55.13 cm ²	59.06 cm ²	63.00 cm ²	66.94 cm ²	70.88 cm ²	74.81 cm ²	78.75 cm ²		
barra	diámetro	área de barra	CANTIDAD DE BARRAS																	
3/8"	0.9525cm	0.71 cm ²	23	28	34	39	45	50	56	62	67	73	78	84	89	95	100	106	111	
1/2"	1.2700cm	1.27 cm ²	13	16	19	22	25	28	32	35	38	41	44	47	50	53	56	59	63	
5/8"	1.5875cm	1.98 cm ²	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
3/4"	1.9050cm	2.85 cm ²	6	7	9	10	12	13	14	16	17	18	20	21	23	24	25	27	28	
1 "	2.5400cm	5.07 cm ²	4	4	5	6	7	7	8	9	10	11	11	12	13	14	14	15	16	
1 1/4"	3.1750cm	7.92 cm ²	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	

Tabla 14: Tipos de acero con sus respectivos diámetros, áreas y cuantillas.

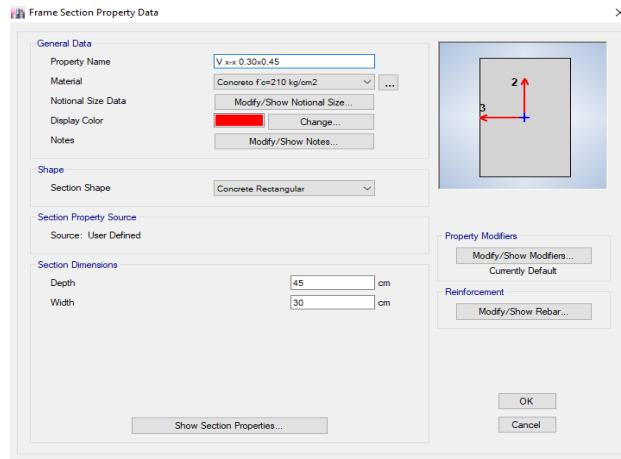


Figura 117: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección X-X, la resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm²) y su sección transversal (Viga x-x 45cm x 30cm).

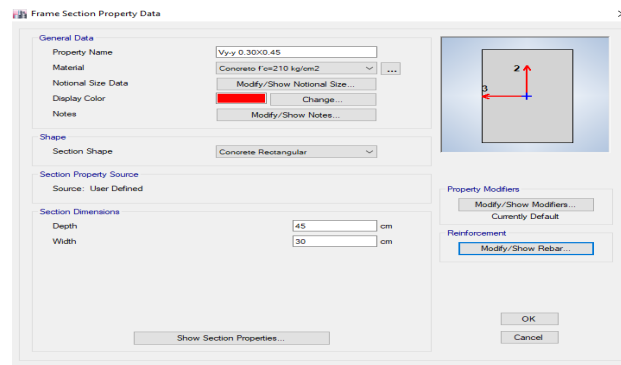


Figura 118: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección Y-Y, la resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm²) y su sección transversal (Viga y-y 45cm x 30cm).

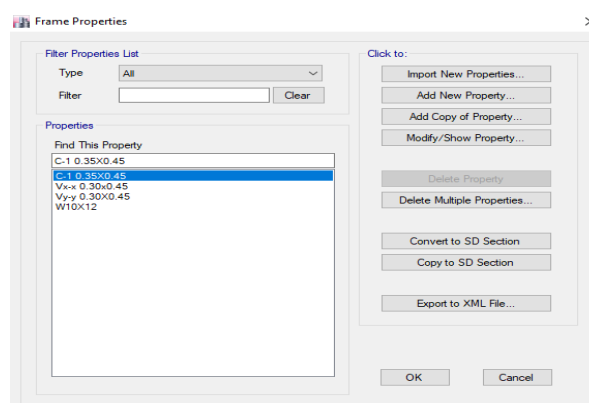


Figura 119: Sección de vigas y columnas creadas, las cuales constituirán la estructura.

Properties of Object	
Property	C-1 0.35X0.45
Moment Releases	Continuous
Angle, deg	0
Plan Offset X, m	0
Plan Offset Y, m	0
Cardinal Point	5 (Middle Center)
Draw Object Using	Grids

Figura 120: En base al plano de distribución de las columnas (Ver figura 97) se insertan las columnas.

Properties of Object	
Property	Vx-x 0.30x0.45
Moment Releases	Continuous
Angle, deg	0
Plan Offset X, m	0
Plan Offset Y, m	0
Cardinal Point	5 (Middle Center)
Draw Object Using	Grids

Figura 121: En base al plano de distribución de las vigas (Ver figura 97) se insertan las vigas en el sentido X-X.

Properties of Object	
Property	Vy-y 0.30X0.45
Moment Releases	Continuous
Angle, deg	0
Plan Offset X, m	0
Plan Offset Y, m	0
Cardinal Point	5 (Middle Center)
Draw Object Using	Grids

Figura 122: En base al plano de distribución (Figura 97) se insertan las vigas en el sentido Y-Y.

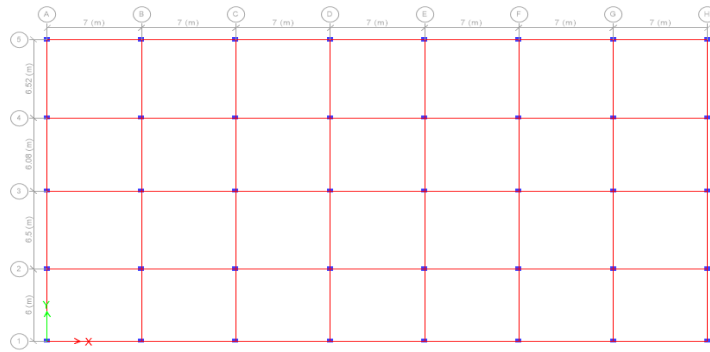


Figura 123: Vista en planta de columnas y vigas graficadas en el software ETABS.

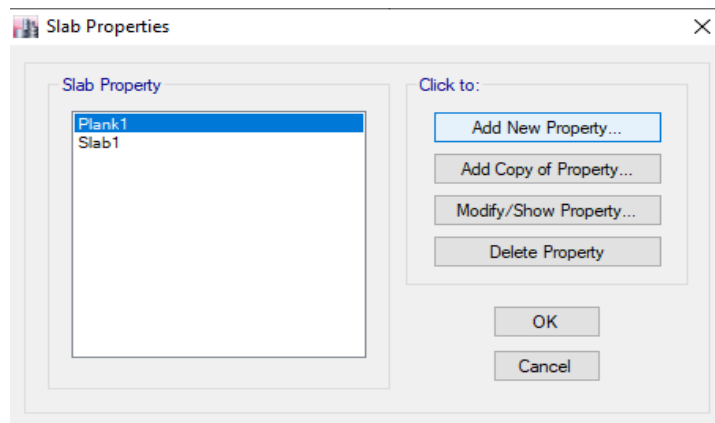


Figura 124: Se crea la losa aligerada en dos direcciones.

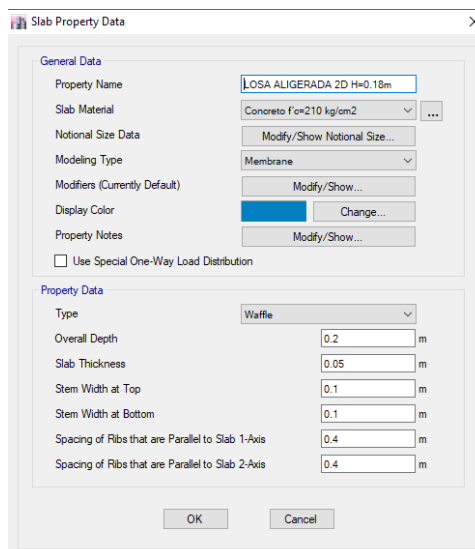


Figura 125: Se define el nombre del elemento (Losa aligerada 2D H=0.18 m), el espesor total de 0.18 m, espesor de la losa de 0.05

m, ancho de las viguetas (0.10 m) y distancia entre ejes de las viguetas de 0.4 m.



Figura 126: Se grafica la losa aligerada según el plano de distribución planteado.

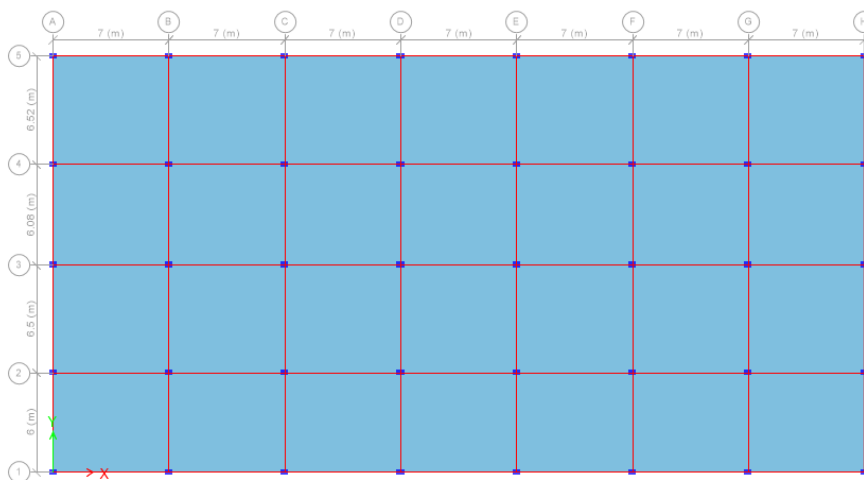


Figura 127: Grafico de columnas, vigas y losa.

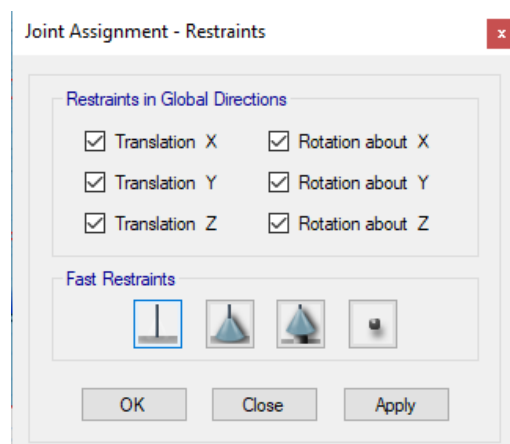


Figura 128: Se indica que la estructura será empotrada.

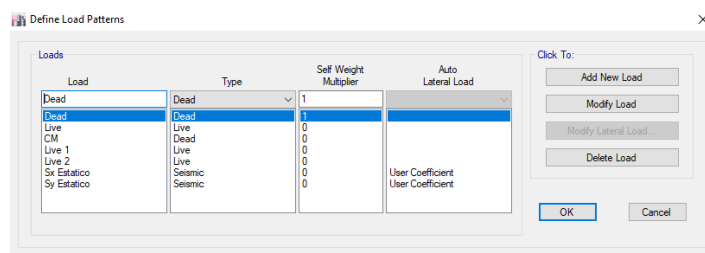


Figura 129: Se crea los patrones de carga (CM, Live 1, Live 2, Sx Estático y Sy Estático).

Peso por carga muerta/acabados (cm)

Elementos aligerantes: $0.30 * 0.30 * 0.12$ m

Peso de un ladrillo H=0.12 : 6.50 kg

Para 1 m² de losa aligerada en dos direcciones : 5.44 ladrillos

Peso total de un metro cuadrado de ladrillos $0.30*0.30*0.12$
(Losa 2D) = 35.36 kg/m²

Tabiquería móvil	100.00 kg/m ²
Piso terminado	100.00 kg/m ²
Acabado cilo raso	50.00 kg/m ²
Peso ladrillos m ² (Losa 2D)	35.36 kg/m ²
PESO TOTAL (CM)	285.36 kg/m²
	0.29 tn/m²

Tabla 15: Peso de la carga muerta con elementos que el software ETABS requiere.

Peso por carga viva (cv)

S/C = 500 kg/m²

Según la norma E. 020 en la tabla 1 nos indica que para edificaciones con corredores se utiliza una sobrecarga de 500 kg/cm².

NOTA: Para alternar las cargas se utiliza la S/C.

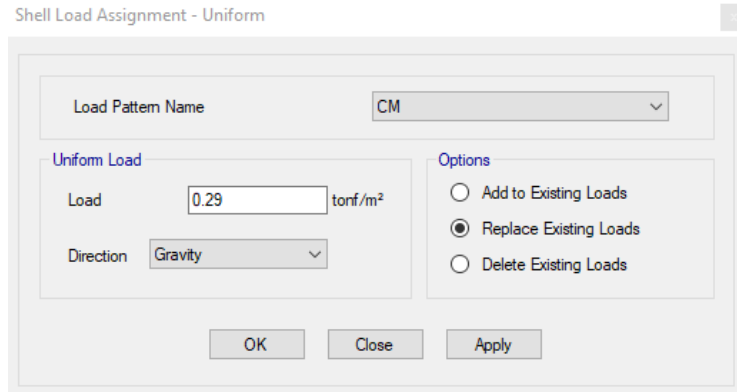


Figura 130: Se ingresa del valor de la carga muerta en toneladas (0.29 tn/m²) calculada previamente. (Ver tabla 14)

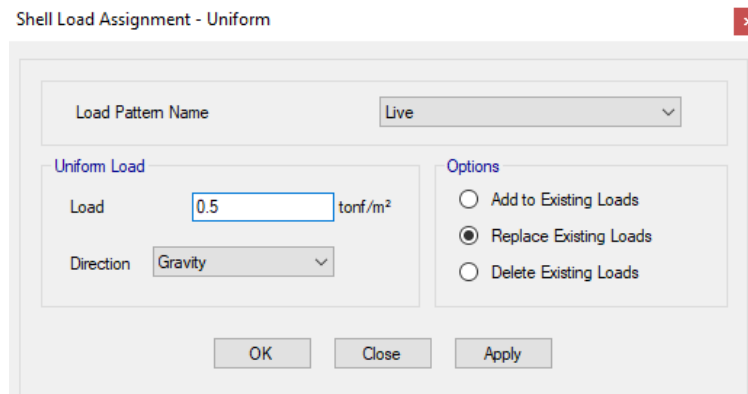


Figura 131: Se ingresa el valor de la carga en base a la Norma E.020 Cargas (0.5 tn/m²).

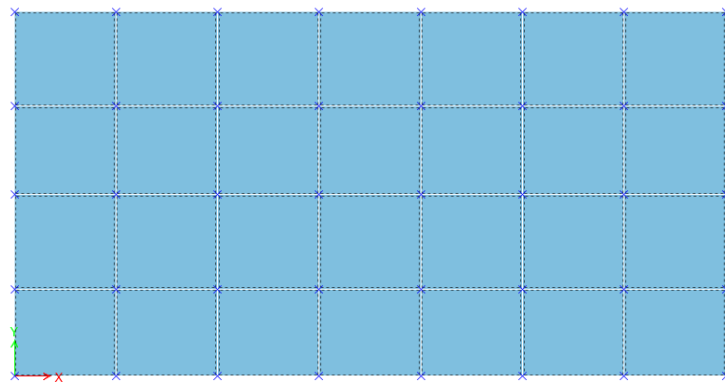


Figura 132: Selección la losa completa y para aplicar las cargas muerta y viva enteramente definidas.

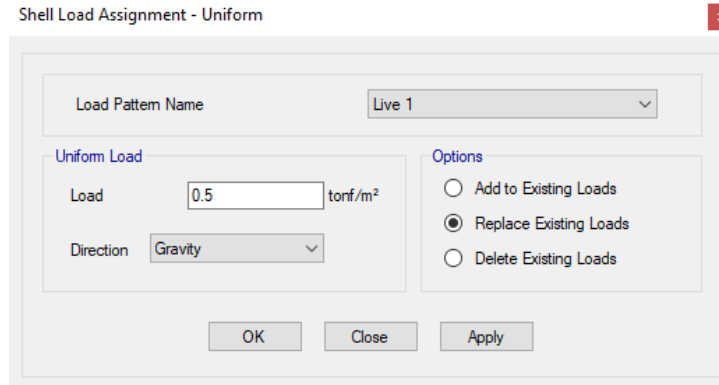


Figura 133: Se ingresa el primer valor para alternar las cargas (Live 1 - 0.5 tn/m²).

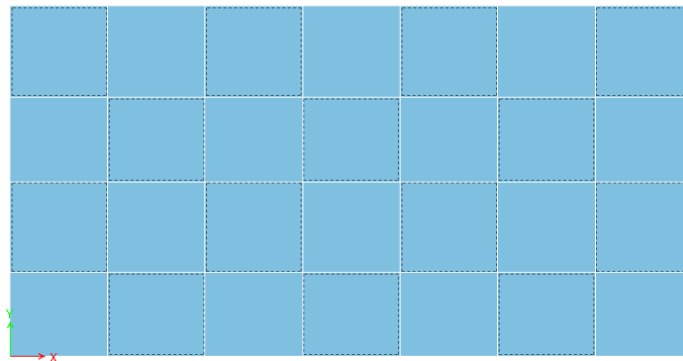


Figura 134: Se selección los paños de la losa alternadamente para aplicarle la carga Live 1.

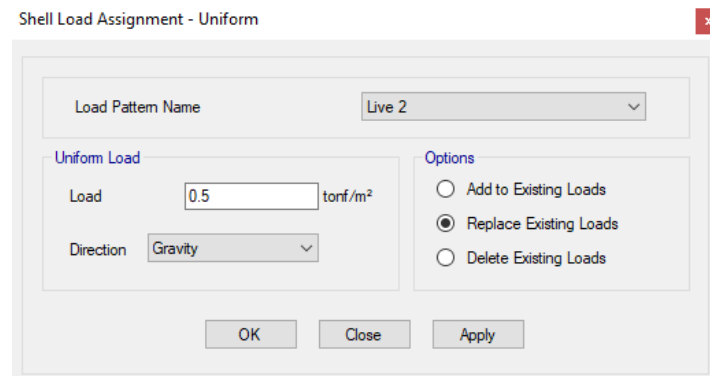


Figura 135: Se ingresa el segundo valor para la alternancia de cargas (Live 2 – 0.5 kg/cm²)

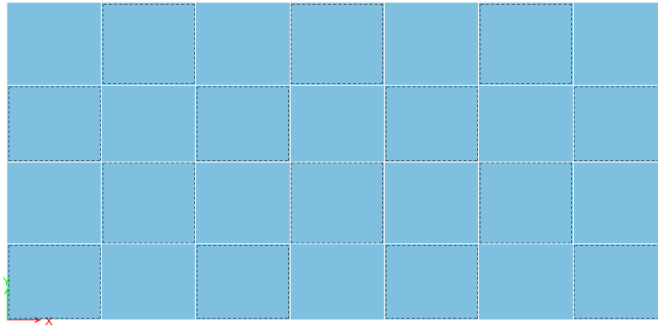


Figura 136: En los paños en los cuales no se aplicó la carga Live 1 se le coloca la carga Live 2.

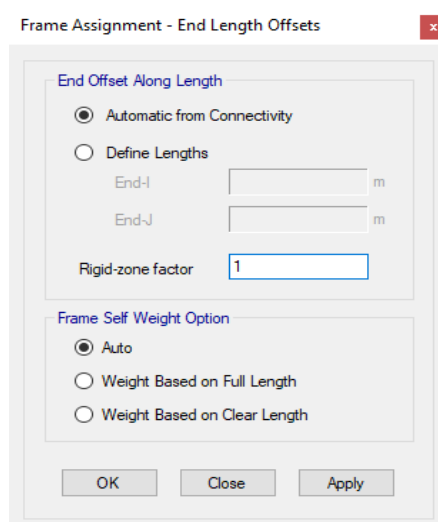


Figura 137: Se seleccionan las vigas y columnas en donde a través del valor 1 se indica que los pórticos estarán trabajando a un 100%.

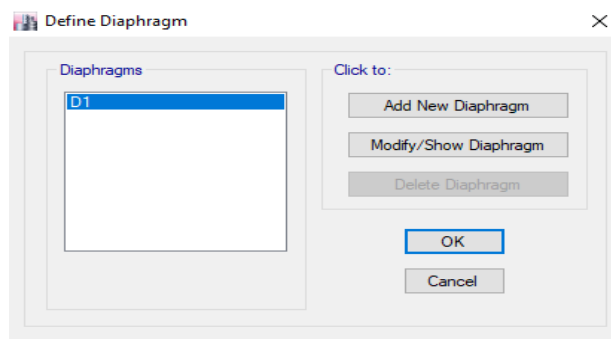


Figura 138: Se crean el diafragma rígido, que está en función al número de piso (D1).

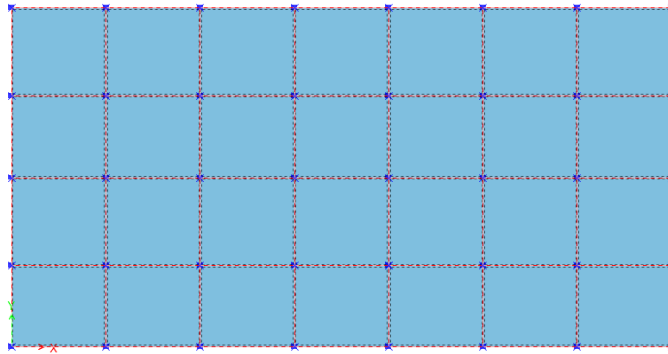


Figura 139: Se selecciona toda la losa para después asignarle el diafragma anteriormente creado.

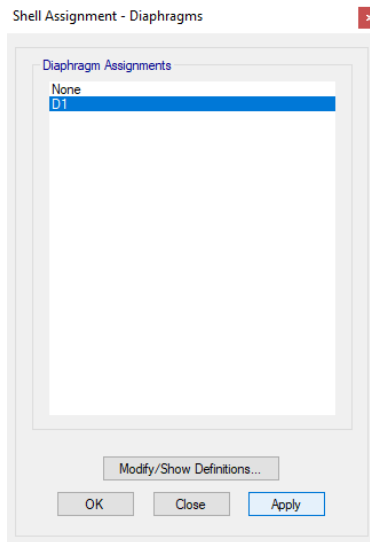


Figura 140: Se define a la losa como un diafragma rígido.

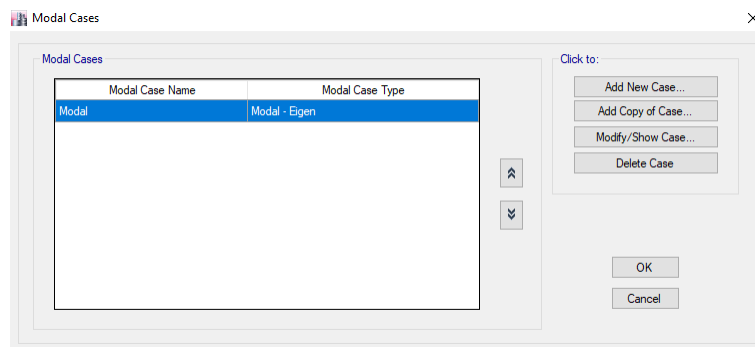


Figura 141: Se define el número de modos de vibración.

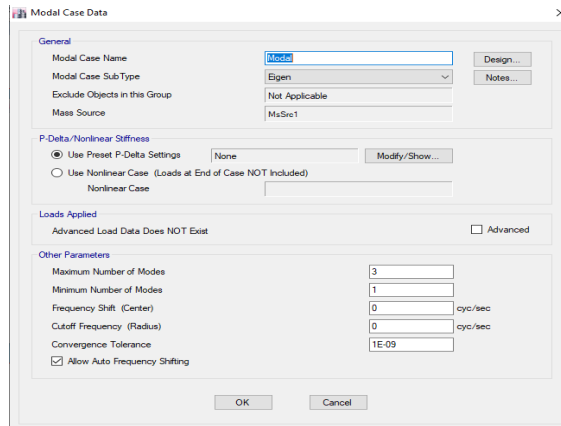


Figura 142: Se indica el número de modos de vibración (3 modos de vibración).

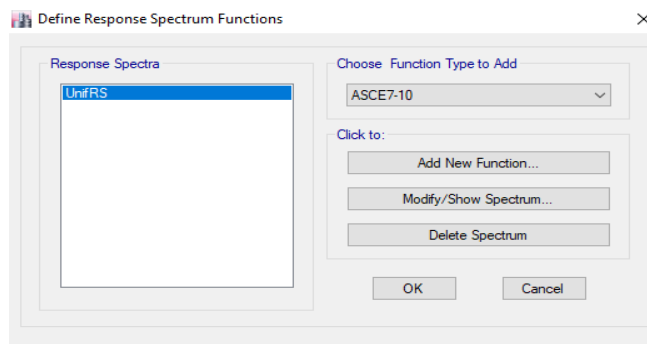


Figura 143: Se crean los espectros de sismo.

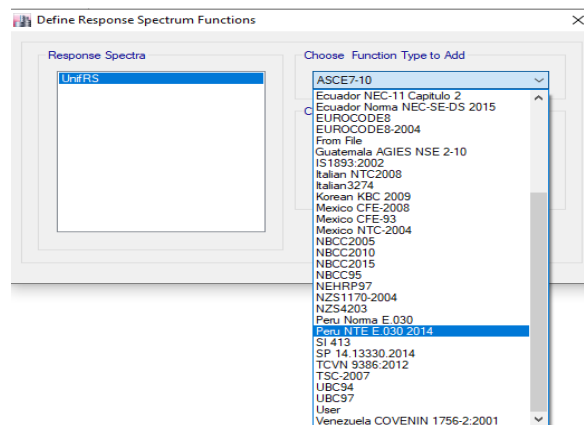


Figura 144: Se selecciona la norma técnica bajo la cual estarán basados los datos de los espectros de sismo (Perú NTE E.030 2014).

En base a lo estipulado en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente se identifican los valores para los parámetros sísmicos que la configuración de software ETABS requiere.

Z4	0.45
U	1.30
S	1.10
T	0.11
TP	1.00
TL	1.60
C	2.50
la	1.00
lp	1.00
Ro	8.00
R	8.00
C	0.2011

Tabla 16: Parámetros sísmicos para la estructura.

Z = Factor de zona.

U = Categoría de la edificación.

S = Factor de suelo.

T = Periodo fundamental de vibración.

TP = Periodo

TL = Periodo

C = Factor de amplificación sísmica.

la = Irregularidad estructural en altura.

lp = Irregularidad estructural en planta.

Ro = Sistema estructural.

R = Coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

V = Fuerza cortante en la base.

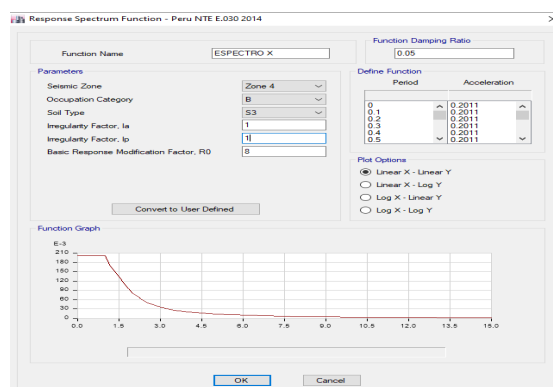


Figura 145: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “X” en base a lo calculado previamente. (Ver tabla 15)

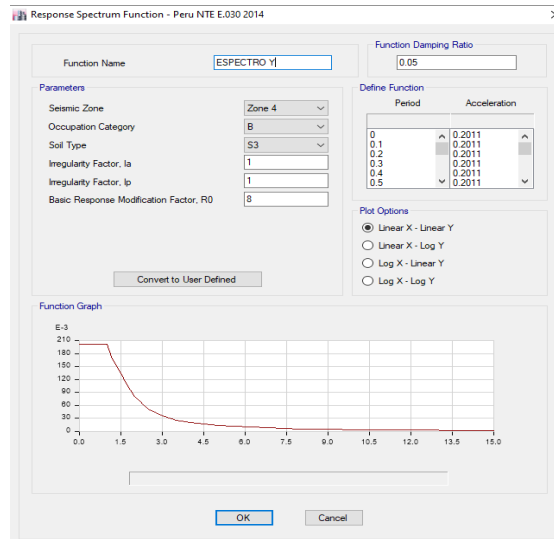


Figura 146: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “Y” en base a lo calculado previamente. (Ver tabla 15)

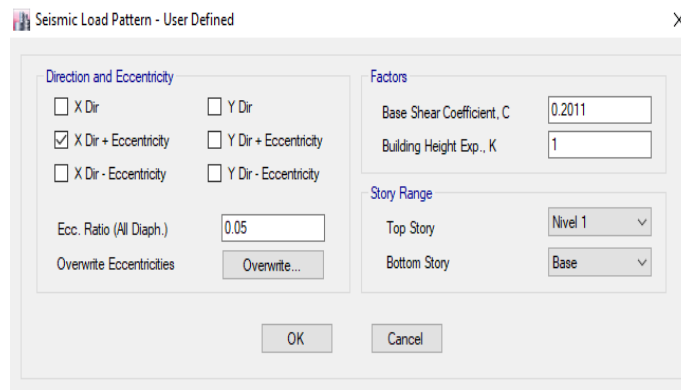


Figura 147: En el sismo estático en “X” se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” (0.2011). (Ver tabla 15)

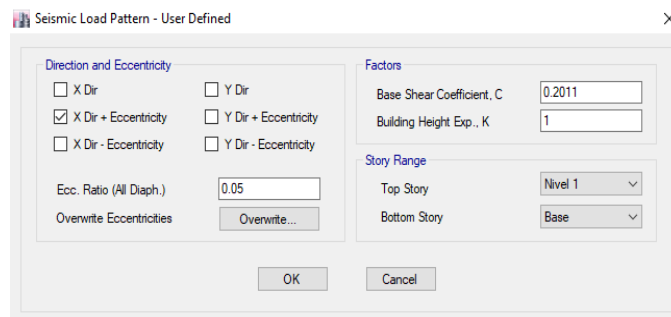


Figura 148: En el sismo estático en “Y” se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” (0.2011). (Ver tabla 15)

Se crea los espectros de sismo dinámico para los sentidos “X” y “Y” (Sx Dinámico y Sy Dinámico), para lo cual se tiene en cuenta lo que indica el capítulo de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, parte donde menciona que la fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso que es igual a 2/3 Z.U.S.

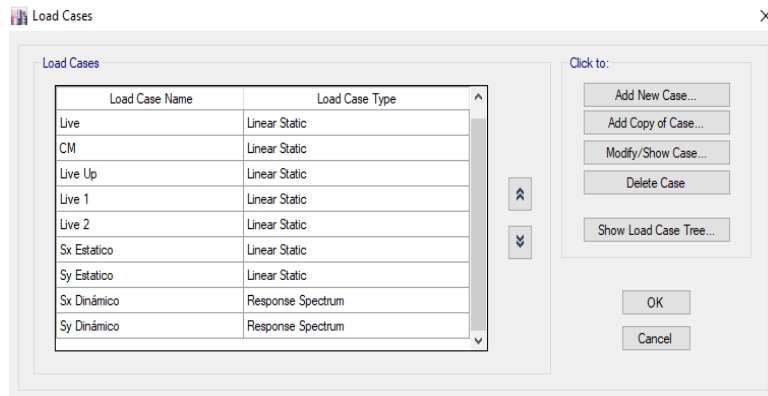


Figura 149: Se crea los espectros de sismo dinámico para los sentidos “X” y “Y”.

Se define el peso de la estructura, para lo cual se considera la carga muerta y viva, de los cuales según la norma E.03 Diseño Sismorresistente de la carga viva se toma el 50% debido a que es una edificación de categoría B.

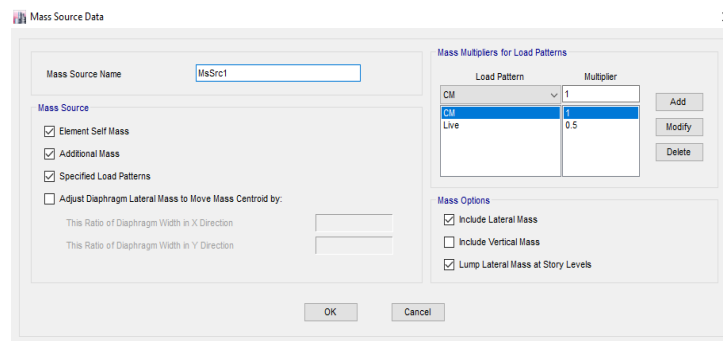


Figura 150: Configuración del peso de la estructura.

Combinaciones realizadas según el capítulo 9 norma E.060 Concreto armado. Formulas basadas en la resistencia requerida para que la estructura pueda soportar las cargas viva, muerta, de viento y de sismo. A través de estas cargas se consiguen los máximos esfuerzos de la estructura.

COMBINACIONES	FORMULAS
COMBINACIÓN 1	1.4 dead+1.4cm+1.70live
COMBINACIÓN 2	1.4 dead+1.4cm+1.70live 1
COMBINACIÓN 3	1.4 dead+1.4cm+1.70live 2
COMBINACIÓN 4	1.25dead+1.25cm+1.25live+1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 5	1.25dead+1.25cm+1.25live-1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 6	1.25dead+1.25cm+1.25live+1.00 SY DINÁMICO
COMBINACIÓN 7	1.25dead+1.25cm+1.25live-1.00 SY DINÁMICO
COMBINACIÓN 8	1.25dead+1.25cm+1.25live 1+1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 9	1.25dead+1.25cm+1.25live 1-1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 10	1.25dead+1.25cm+1.25live 1+1.00 SY DINÁMICO
COMBINACIÓN 11	1.25dead+1.25cm+1.25live 1-1.00 SY DINÁMICO
COMBINACIÓN 12	1.25dead+1.25cm+1.25live 2+1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 13	1.25dead+1.25cm+1.25live 2-1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 14	1.25dead+1.25cm+1.25live 2+1.00 SY DINÁMICO
COMBINACIÓN 15	1.25dead+1.25cm+1.25live 2-1.00 SY DINÁMICO
COMBINACIÓN 16	0.90 dead + 0.90 cm +1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 17	0.90 dead + 0.90 cm -1.00 SX DINÁMICO
COMBINACIÓN 18	0.90 dead + 0.90 cm +1.00 SY DINÁMICO
COMBINACIÓN 19	0.90 dead + 0.90 cm -1.00 SY DINÁMICO
ENVOLVENTE	COMB. 1 + COMBI. 2 + + COMBI. 19

Tabla 17: Combinaciones de carga para la Estructura 1.

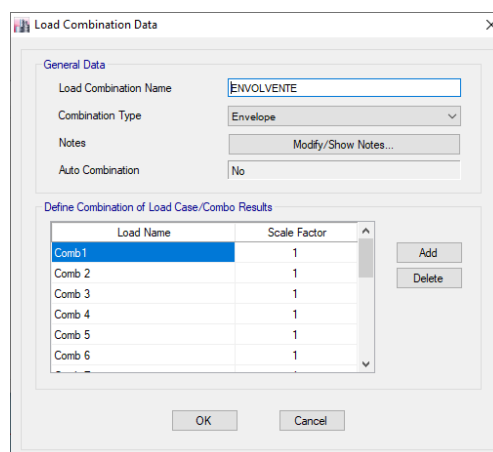


Figura 151: Se crea las 19 combinaciones de carga más la envolvente. (Ver tabla 16)

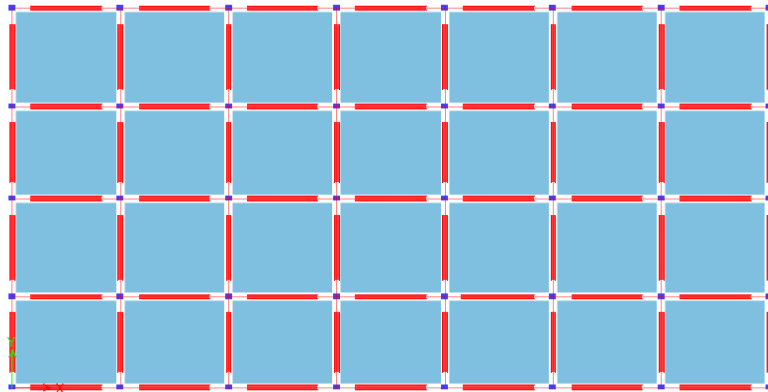


Figura 152: Vista en planta de la estructura graficada en el software ETABS.

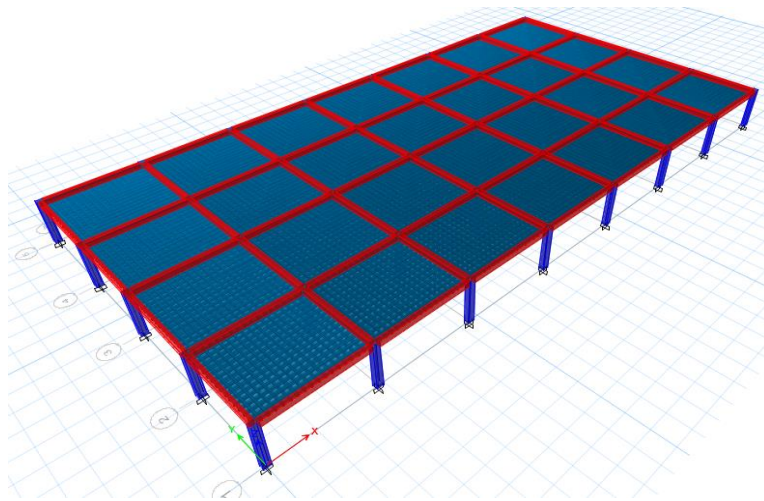


Figura 153: Vista 3D de la estructura graficada en el software ETABS.

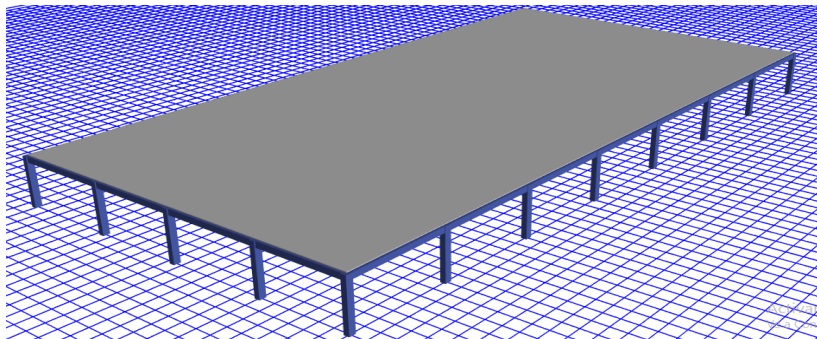


Figura 154: Render de la estructura graficada en el software ETABS.

Estructura 2

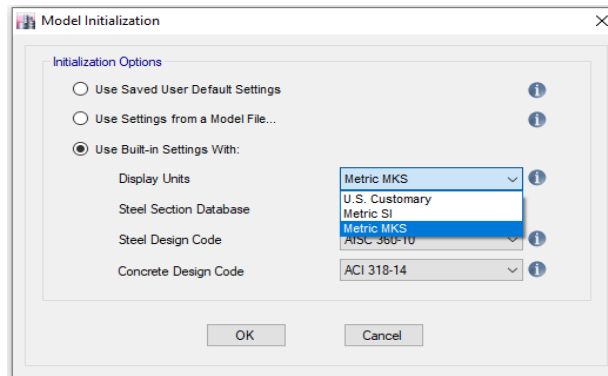


Figura 155: Se selecciona el sistema de unidades (MKS).

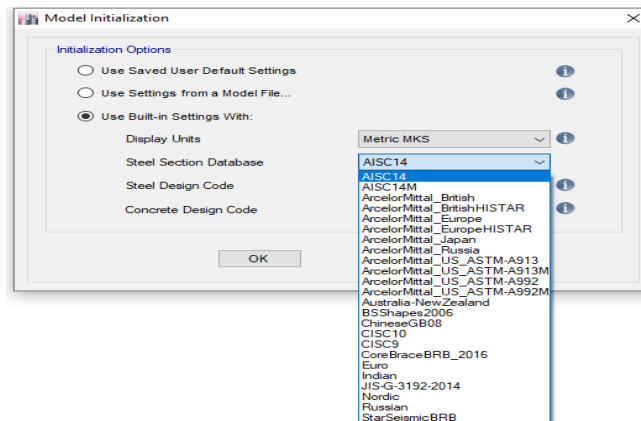


Figura 156: Base de datos bajo la cual se calculará las secciones de acero (AISC14).

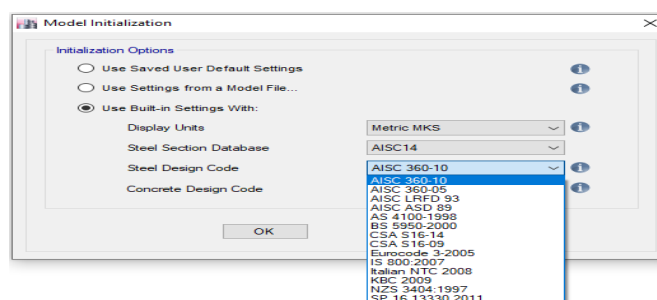


Figura 157: Código bajo en el cual estará basado el diseño del acero (AISC 360-10).

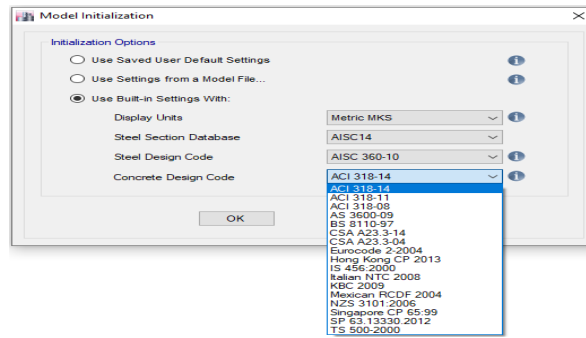


Figura 158: Código bajo la cual estará basado en diseño del concreto (ACI 318-14).

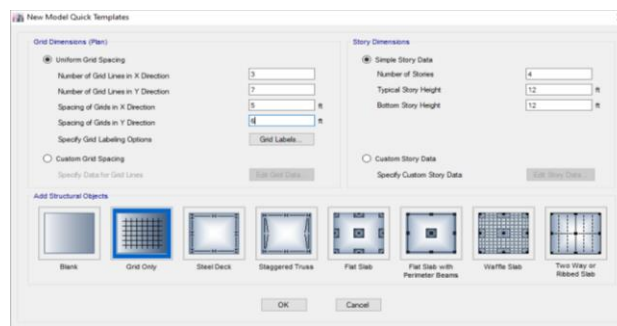


Figura 159: Configuración previa del número de ejes que tiene la estructura en las direcciones X y Y. (Ver figura 158)

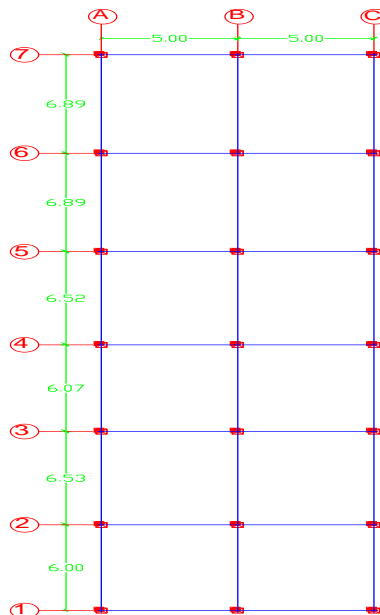


Figura 160: Distribución de columnas con sus respectivos ejes graficados en el software AutoCAD.

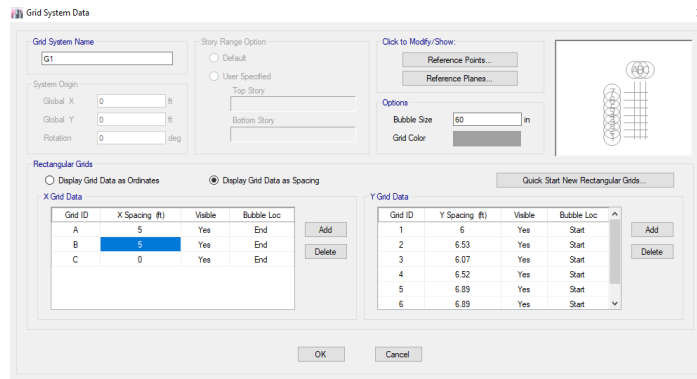


Figura 161: Se determina la distancia de los ejes que conforman la cuadrícula sobre la cual se graficará la estructura. (Ver figura 158)

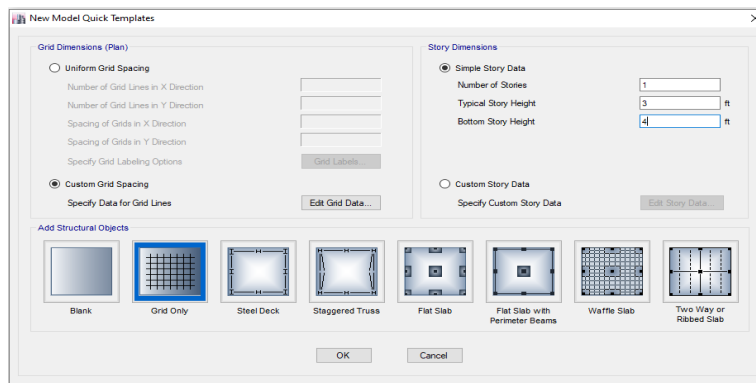


Figura 162: Se determina el número de niveles y altura de entre piso que tendrá la edificación (1 nivel de 4 metros de altura).

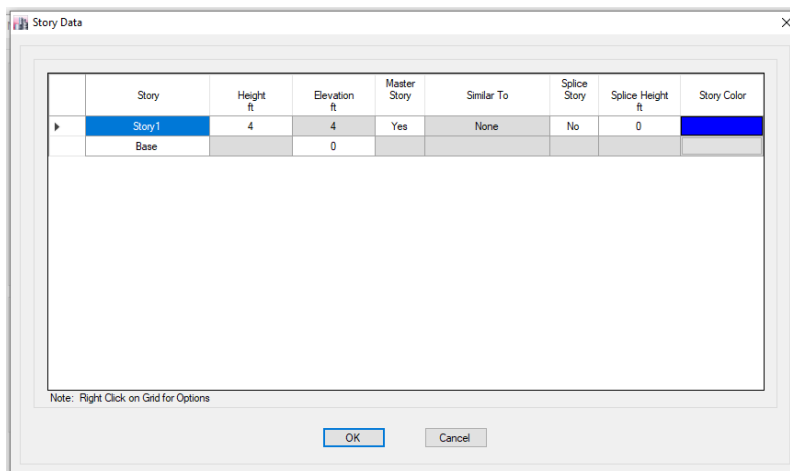


Figura 163: Se define la altura de los pisos con los cuales contará la edificación (4 m).

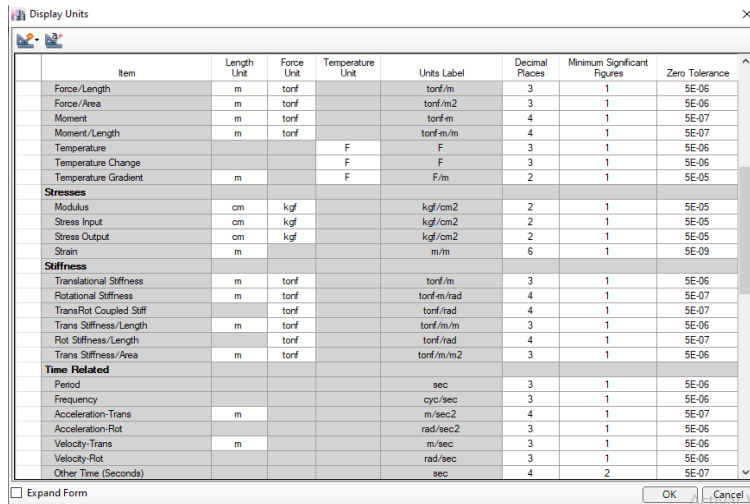


Figura 164: Se definen las unidades con las cuales serán ingresados los valores del módulo de elasticidad y la resistencia del concreto que se utilizara.

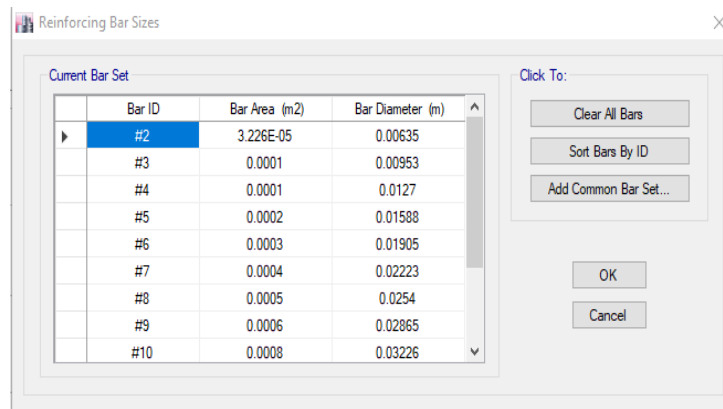


Figura 165: Se define las secciones de acero comerciales en el Perú.

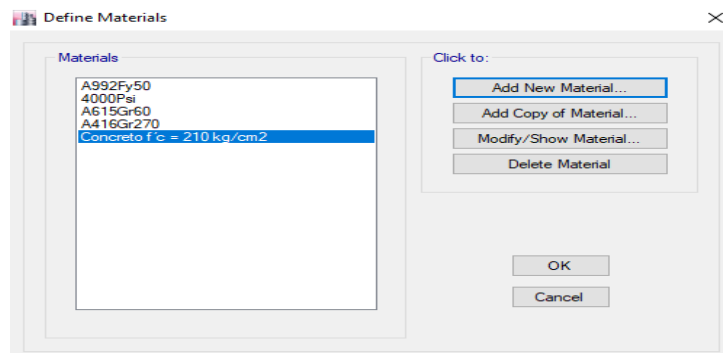


Figura 166: Se crea un nuevo material (El concreto).

Se define el nombre del material (Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$), en peso del concreto en toneladas (2.4 tn/m^3), el módulo de elasticidad ($15\,000 \cdot \sqrt{210}$) y módulo de rigidez a la fuerza cortante (0.2).

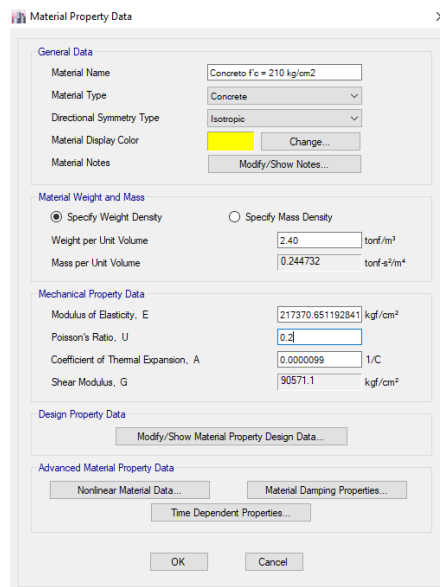


Figura 167: Se define las características del concreto.

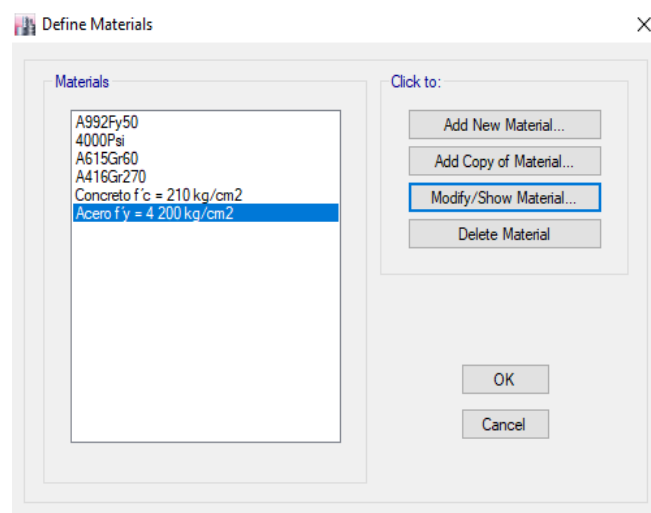


Figura 168: Se crea el segundo material (El acero).

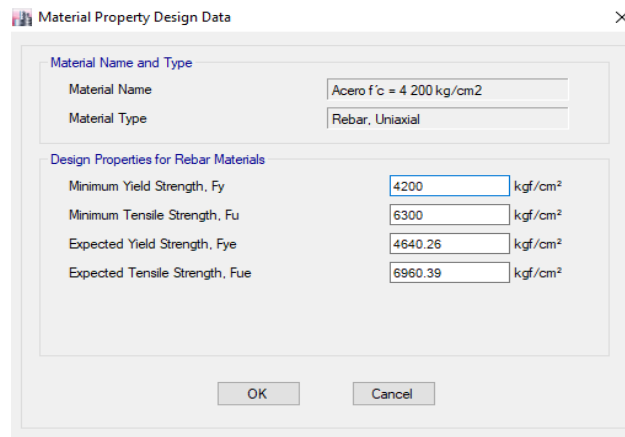


Figura 169: Se corrige la resistencia ultima de tracción del acero (4 200 kg/cm²).

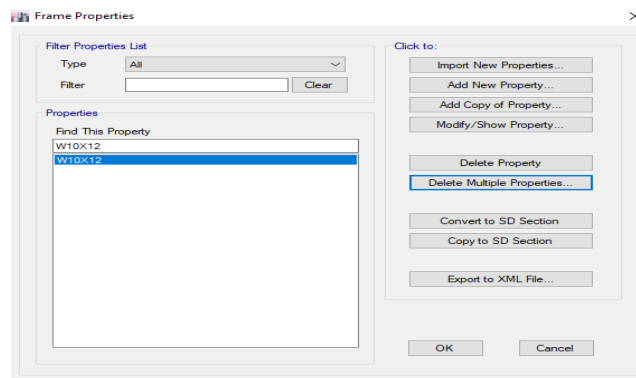


Figura 170: Se crea las secciones de los elementos estructurales (Columnas y vigas).

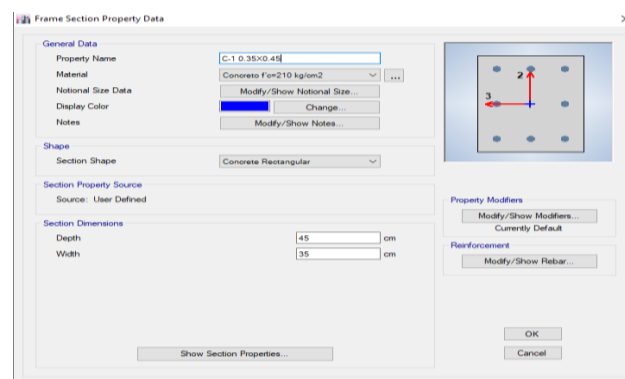


Figura 171: Se ingresa el nombre de la sección, la resistencia del concreto ($f'c=210$ kg/cm²) y sus dimensiones (Columna de 45 cm x 35 cm).

Figura 172: Valores aproximados de las barras de refuerzo y estribos.

Se realiza un cálculo aproximado del número de barras longitudinales de acero en base a las secciones de la columna, el diámetro de la varilla y las cuantillas. A partir de lo cual se pudo determinar 8 aceros longitudinales de 1" y estribos de 3/8").

Columna rectangular



H

B	H	Área
35.00cm	40.00cm	1400.00 cm ²

B

		CUANTILLAS																		
		1.0%	1.25%	1.50%	1.75%	2.00%	2.25%	2.50%	2.75%	3.00%	3.25%	3.50%	3.75%	4.00%	4.25%	4.50%	4.75%	5.00%		
		Área de acero																		
		14.00 cm ²	17.50 cm ²	21.00 cm ²	24.50 cm ²	28.00 cm ²	31.50 cm ²	35.00 cm ²	38.50 cm ²	42.00 cm ²	45.50 cm ²	49.00 cm ²	52.50 cm ²	56.00 cm ²	59.50 cm ²	63.00 cm ²	66.50 cm ²	70.00 cm ²		
barra	diámetro	área de barra	CANTIDAD DE BARRAS																	
3/8"	0.9525cm	0.71 cm ²	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	74	79	84	89	94	99	
1/2"	1.2700cm	1.27 cm ²	12	14	17	20	23	25	28	31	34	36	39	42	45	47	50	53	56	
5/8"	1.5875cm	1.98 cm ²	8	9	11	13	15	16	18	20	22	23	25	27	29	31	32	34	36	
3/4"	1.9050cm	2.85 cm ²	5	7	8	9	10	12	13	14	15	16	18	19	20	21	23	24	25	
1 "	2.5400cm	5.07 cm ²	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	11	12	12	13	14	14	
1 1/4"	3.1750cm	7.92 cm ²	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	8	9	9	

Tabla 18: Tipos de acero con sus respectivos diámetros, áreas y cuantillas.

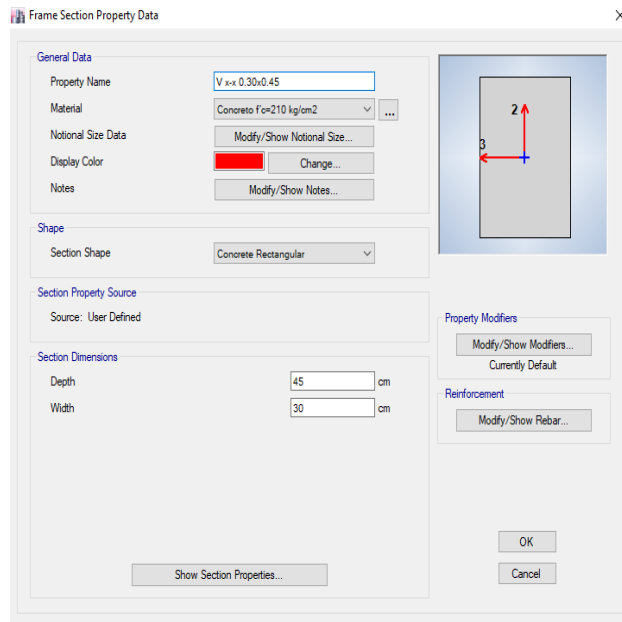


Figura 173: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección X-X, la resistencia del concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) y su sección transversal (Viga x-x 45cm x 30cm).

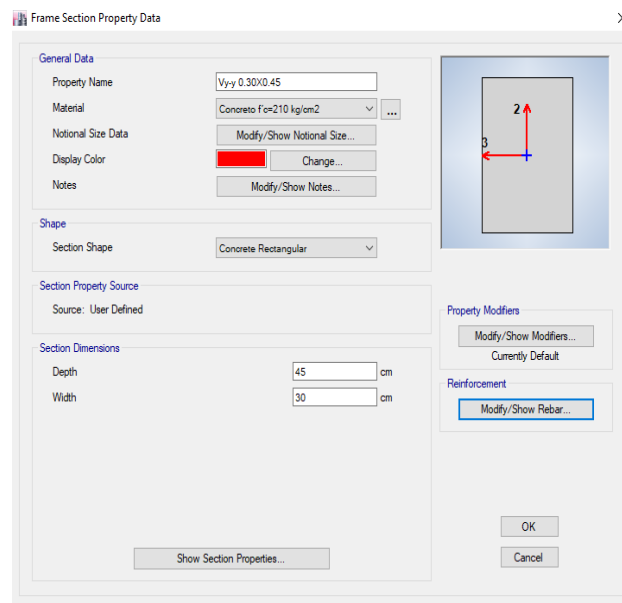


Figura 174: Se define el nombre y la sección de la viga en la dirección Y-Y, la resistencia del concreto ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$) y su sección transversal (Viga y-y 45cm x 30cm).

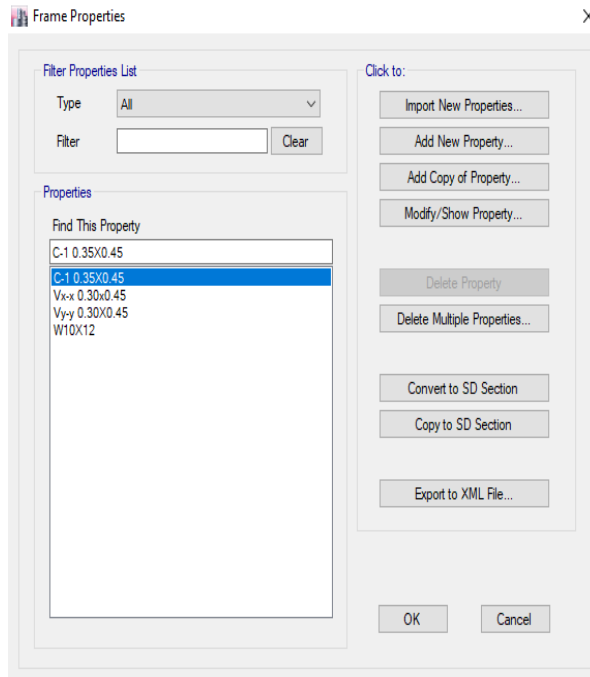


Figura 175: Sección de vigas y columnas creadas, las cuales constituirán la estructura.

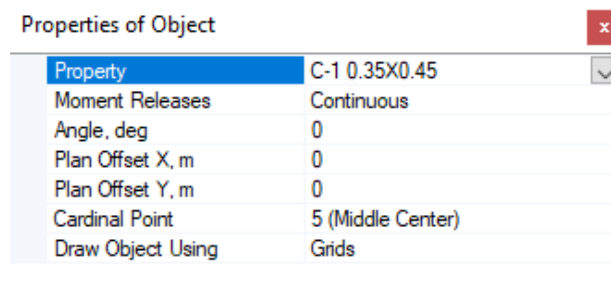


Figura 176: En base al plano de distribución se insertan las columnas. (Ver figura 157)

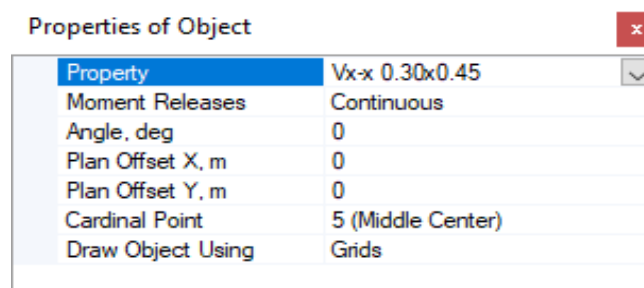


Figura 177: En base al plano de distribución se insertan las vigas en el sentido X-X. (Ver figura 157)

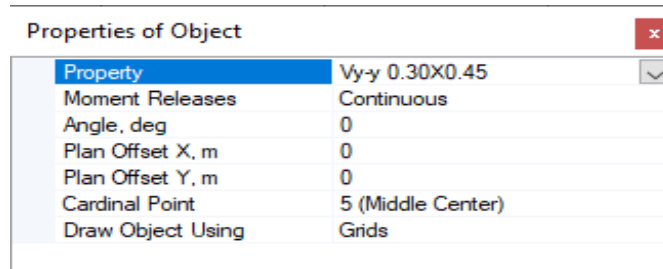


Figura 178: En base al plano de distribución se insertan las vigas en el sentido Y-Y. (Figura 157)

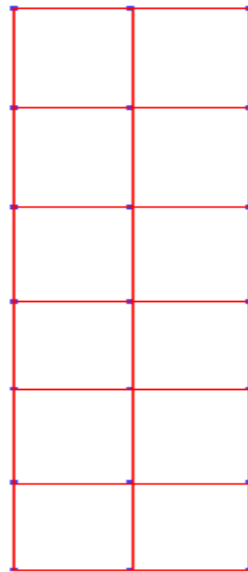


Figura 179: Vista en planta de columnas y vigas graficadas en el software ETABS.

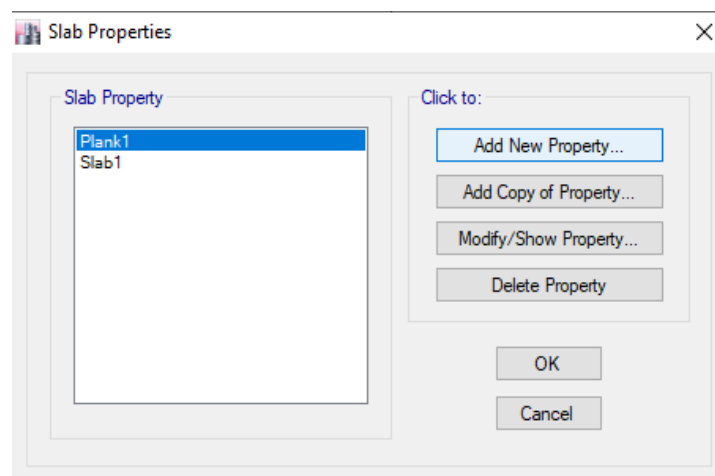


Figura 180: Se crea la losa aligerada en dos direcciones.

Se define el nombre del elemento (Losa aligerada 2D H=0.18 m), el espesor total de 0.18 m, espesor de la losa de 0.05 m, ancho de las viguetas de 0.10 m y distancia entre ejes de las viguetas de 0.4 se define el nombre del elemento (Losa aligerada 2D H=0.18 m), el espesor total de 0.18 m, espesor de la losa de 0.05 m, ancho de las viguetas de 0.10 m y distancia entre ejes de las viguetas de 0.4 m.

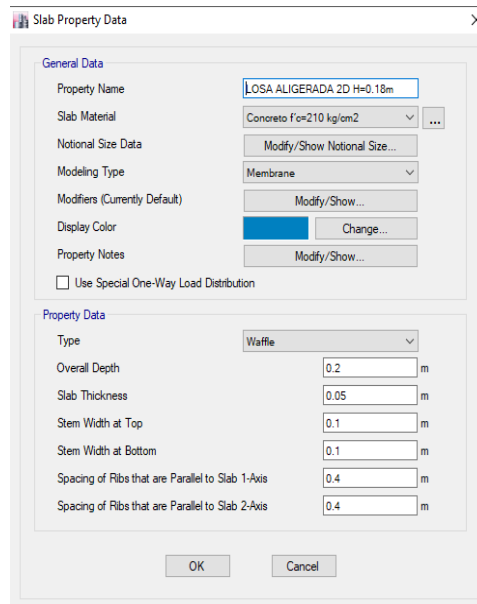


Figura 181: Características de la losa 2D.

Properties of Object

Property	LOSA ALIGERADA 2D H=0.18m
Local Axis	0
X Dimension (if no drag), m	0
Y Dimension (if no drag), m	0

Figura 182: Se grafica la losa aligerada según el plano de distribución planteado.

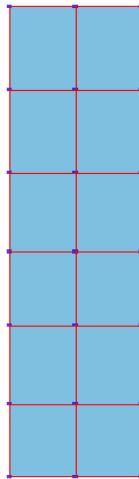


Figura 183: Grafico de columnas, vigas y losa.

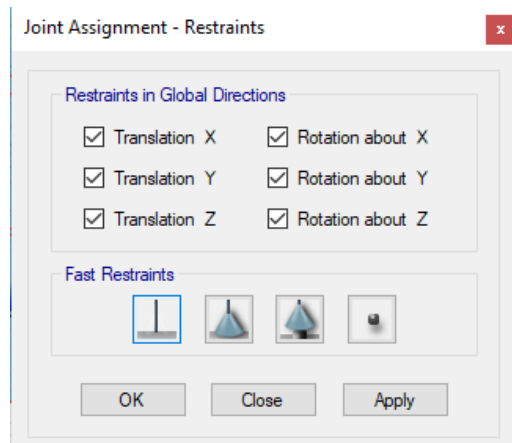


Figura 184: Se indica que la estructura será empotrada.

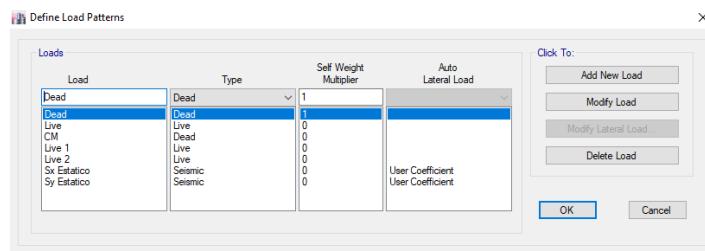


Figura 185: Se crea los patrones de carga (CM, Live 1, Live 2, Sx Estático y Sy Estático).

Peso por carga muerta/acabados (CM)

Elementos aligerantes : 0.30 * 0.30 * 0.12 m

Peso de un ladrillo H=0.12 : 6.50 kg

Para 1 m² de losa aligerada en dos direcciones : 5.44 ladrillos

Peso total de un metro cuadrado de ladrillos (Losa 2D) = 35.36 kg/m²

Tabiqueria movil	100.00 kg/m ²
Piso terminado	100.00 kg/m ²
Acabado cilo razo	50.00 kg/m ²
Peso ladrillos m ² (Losa 2D)	35.36 kg/m ²
PESO TOTAL (CM)	285.36 kg/m²
	0.29 tn/m²

Tabla 19: Peso de la carga muerta con elementos que el software ETABS requiere.

Peso por carga viva (cv)

S/C = 500 kg/m²

Según la norma E. 020 en la tabla 1 nos indica que para edificaciones con corredores se utiliza una sobrecarga de 500 kg/cm².

NOTA: Para alternar las cargas se utiliza la S/C.

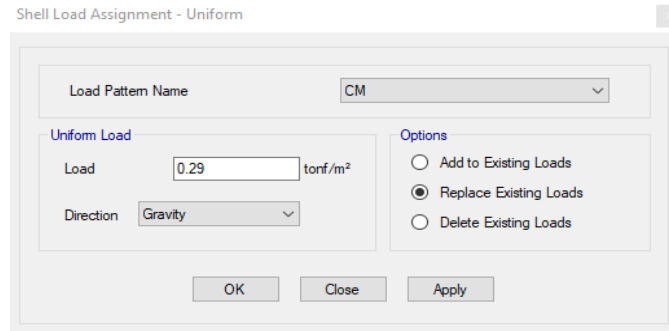


Figura 186: Se ingresa del valor de la carga muerta en toneladas (0.29 tn/m²) calculada previamente. (Ver tabla 18)

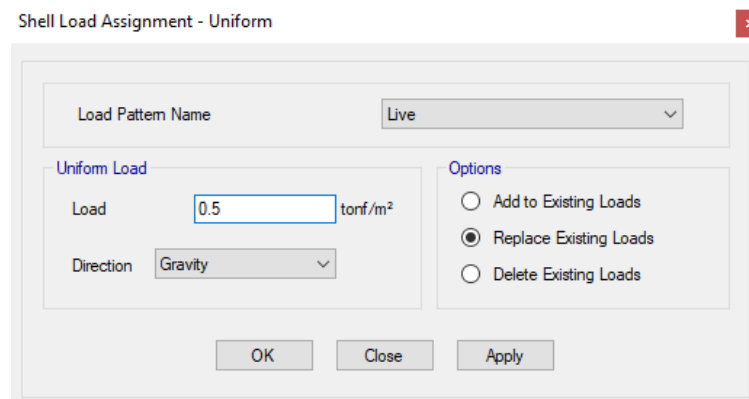


Figura 187: Se ingresa el valor de la carga en base a la Norma E.020 Cargas (0.5 tn/m²).

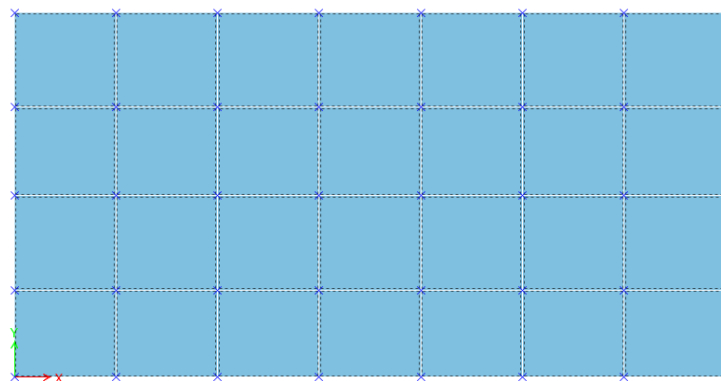


Figura 188: Se selecciona la losa completa y se le aplica las cargas muerta y viva enteramente definidas.

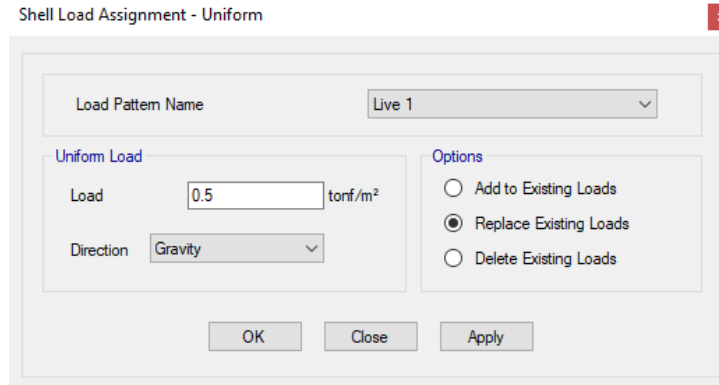


Figura 189: Se ingresa el primer valor para alternar las cargas (Live 1 - 0.5 tn/m²).

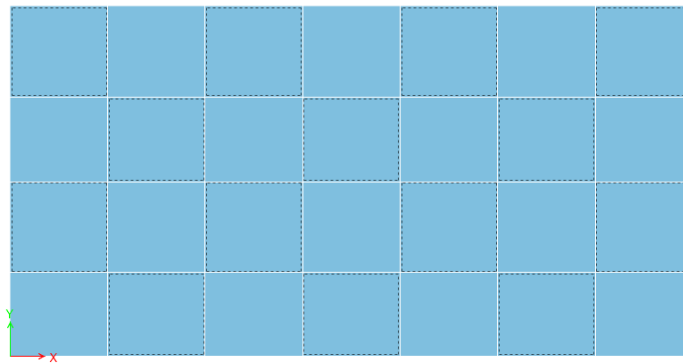


Figura 190: Se selección los paños de la losa alternadamente para aplicarle la carga Live 1.

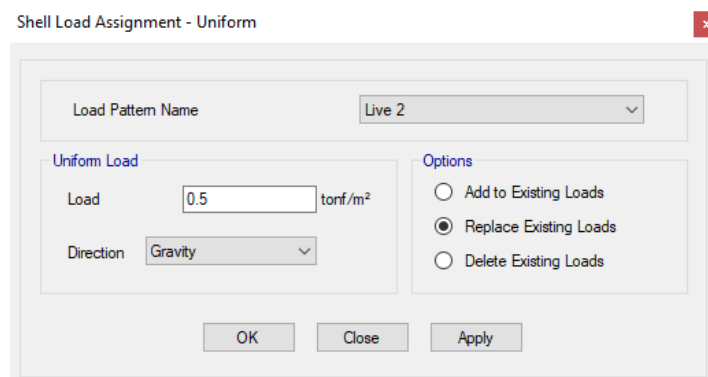


Figura 191: Se ingresa el segundo valor para la alternancia de cargas (Live 2 – 0.5 kg/cm²)

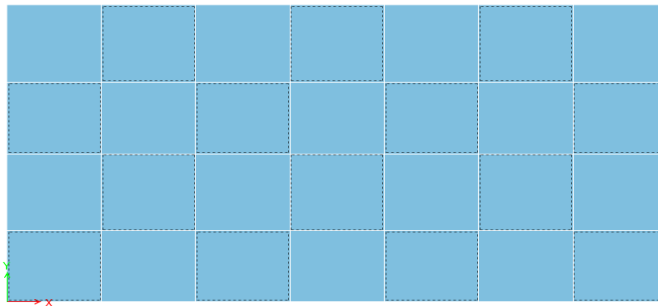


Figura 192: En los paños en los cuales no se aplicó la carga Live 1 se le coloca la carga Live 2.

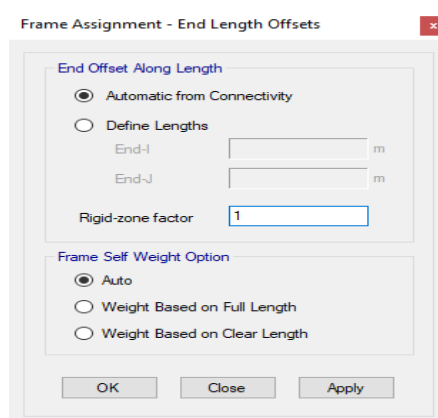


Figura 193: Se seleccionan las vigas y columnas en donde a través del valor 1 se indica que los pórticos estarán trabajando a un 100%.

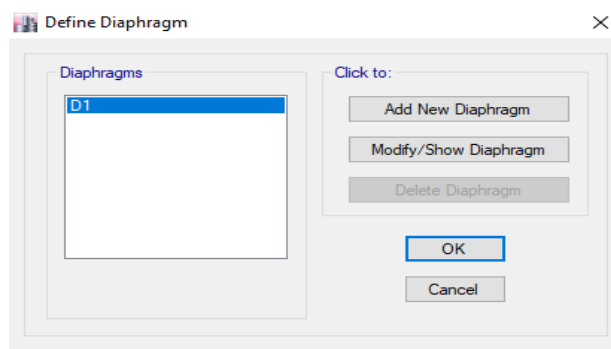


Figura 194: Se crean el diafragma rígido, que está en función al número de pisos (D1).

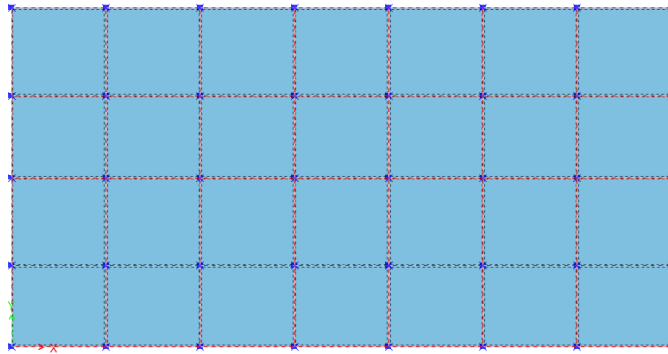


Figura 195: Se selecciona toda la losa para después asignarle el diafragma anteriormente creado.

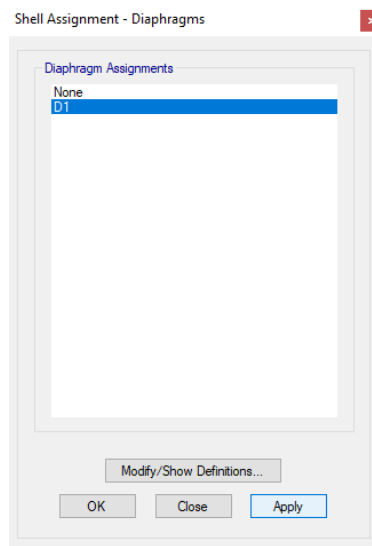


Figura 196: Se define a la losa como un diafragma rígido.

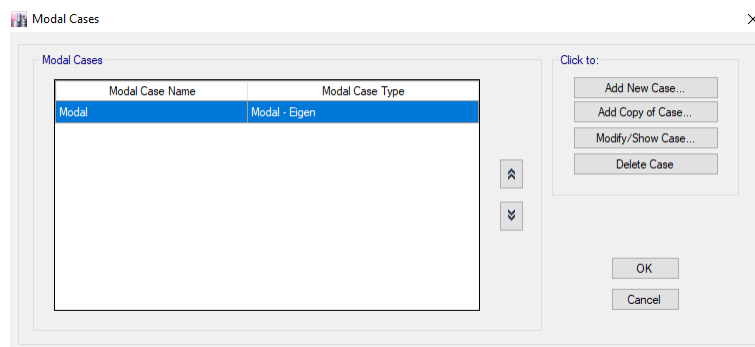


Figura 197: Se define el número de modos de vibración

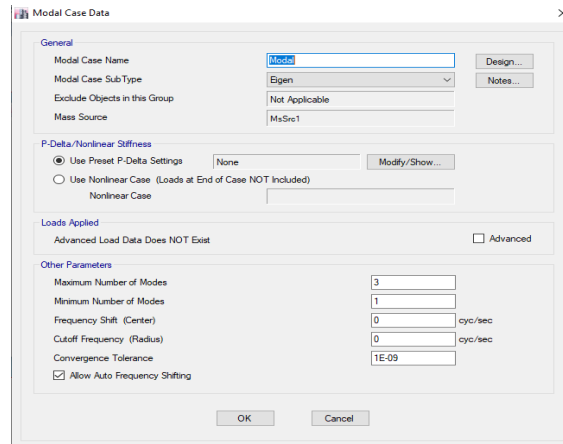


Figura 198: Se indica el número de modos de vibración con los cuales contará la estructura, en este caso al solo tener un nivel serán 3 modos de vibración.

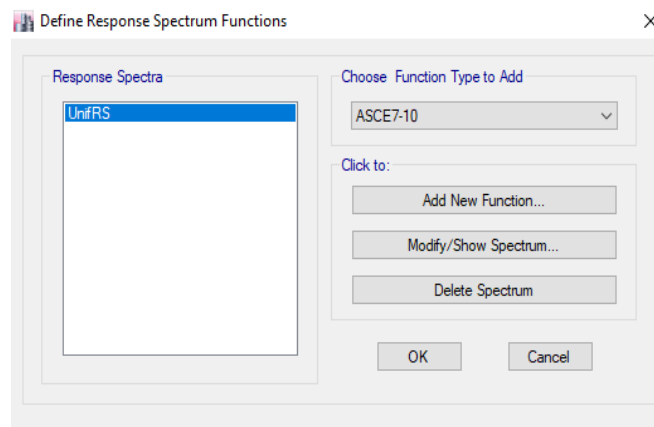


Figura 199: Se crean los espectros de sismo.

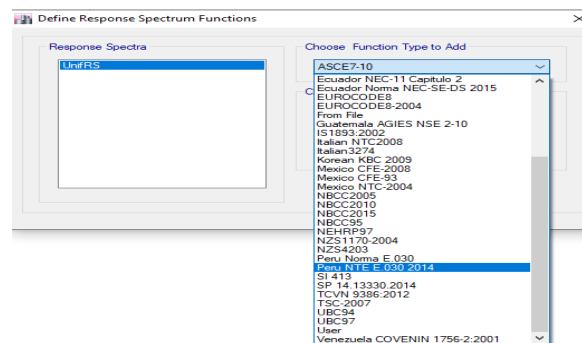


Figura 200: Se selecciona la norma técnica bajo la cual estarán basados los datos de los espectros de sismo (Perú NTE E.030 2014).

En base a lo estipulado en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente se identifican los valores para los parámetros sísmicos que la configuración de software ETABS requiere.

Z4	0.45
U	1.30
S	1.10
T	0.11
TP	1.00
TL	1.60
C	2.50
la	1.00
lp	1.00
Ro	8.00
R	8.00
C	0.2011

Tabla 20: Parámetros sísmicos para la estructura.

Z = Factor de zona.

U = Categoría de la edificación.

S = Factor de suelo.

T = Periodo fundamental de vibración.

TP = Periodo

TL = Periodo

C = Factor de amplificación sísmica.

la = Irregularidad estructural en altura.

lp = Irregularidad estructural en planta.

Ro = Sistema estructural.

R = Coeficiente de reducción de fuerza sísmica.

V = Fuerza cortante en la base.

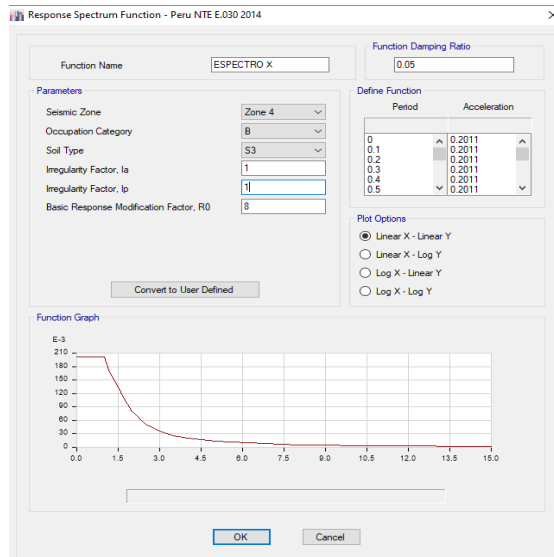


Figura 201: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “X” en base a lo calculado previamente (Ver tabla 19).

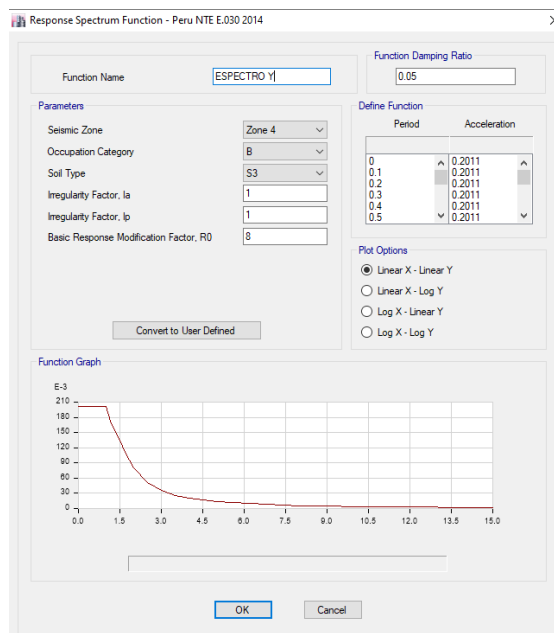


Figura 202: Se ingresan los datos de los parámetros sísmicos para el espectro en el sentido “Y” en base a lo calculado previamente. (Ver tabla 19)

Se selecciona el sismo estático en “Y” para posteriormente modificar el factor “K” y el valor de “C” determinado a partir de la

expresión ZUCS/R.

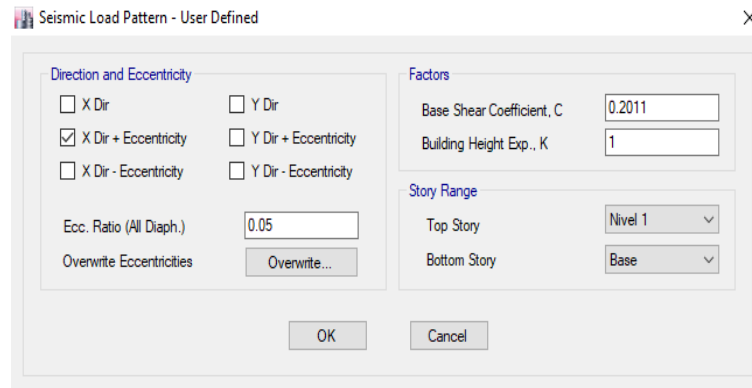


Figura 203: En el sismo en “X” se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” (0.2011). (Ver tabla 19)

Se selecciona el sismo estático en “Y” para posteriormente modificar el factor “K” y el valor de “C” determinado a partir de la expresión ZUCS/R.

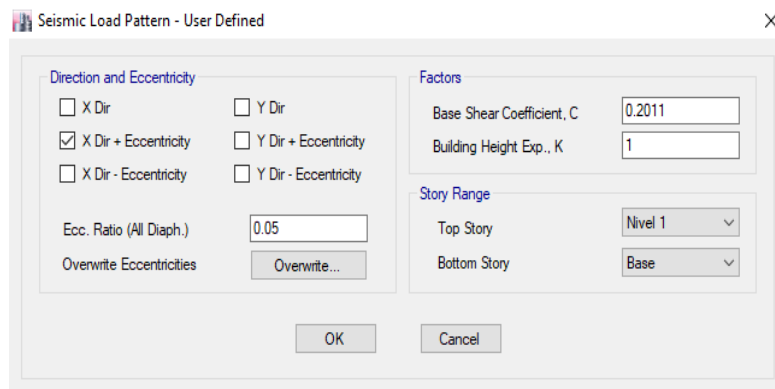


Figura 204: Se ingresa el valor del coeficiente “K” (1) y “C” 0.2011. (Ver tabla 19)

Se crea los espectro de sismo dinámico para los sentidos “X” y “Y” (Sx Dinámico y Sy Dinámico), para lo cual se tiene en cuenta lo que indica el capítulo 4 de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, parte donde menciona que la fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso que es igual a $\frac{2}{3}$ Z.U.S.

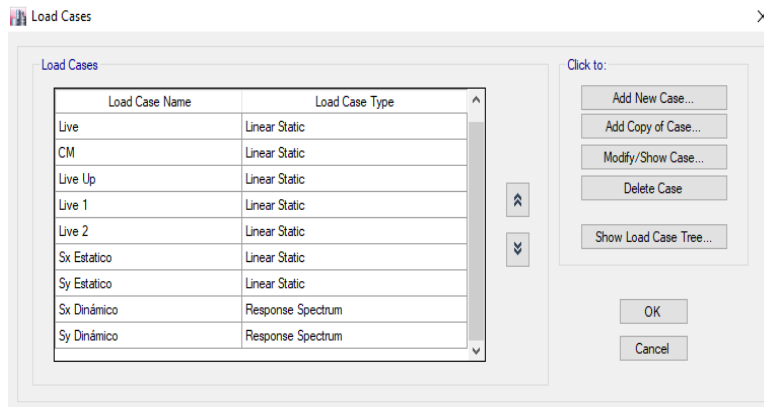


Figura 205: Se crea espectro de sismo dinámico para los sentidos “X” y “Y”.

Se define el peso de la estructura, para lo cual se considera la carga muerta y viva, de los cuales según la norma E.03 Diseño Sismoresistente de la carga viva se toma el 50% debido a que es una edificación de categoría B.

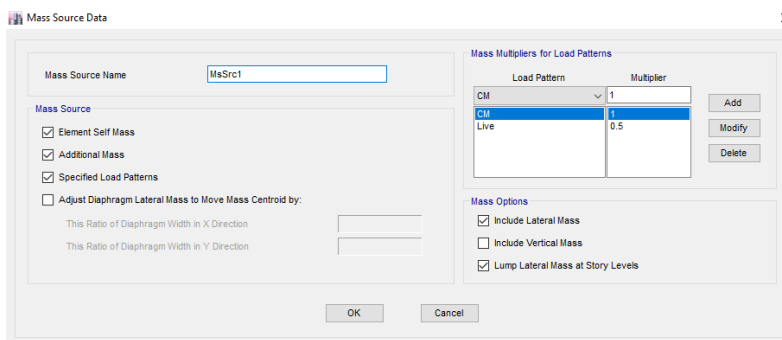


Figura 206: Se determina el peso de la estructura.

Combinaciones realizadas según el capítulo 9 norma E.060 Concreto armado. Formulas basadas en la resistencia requerida para que la estructura pueda soportar las cargas viva, muerta, de viento y de sismo.

	FORMULAS
Combinación 1	1.4 DEAD+1.4CM+1.70LIVE
Combinación 2	1.4 DEAD+1.4CM+1.70LIVE 1
Combinación 3	1.4 DEAD+1.4CM+1.70LIVE 2

Combinación 4	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE+1.00 Sx Dinámico
Combinación 5	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE-1.00 Sx Dinámico
Combinación 6	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE+1.00 Sy Dinámico
Combinación 7	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE-1.00 Sy Dinámico
Combinación 8	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 1+1.00 Sx Dinámico
Combinación 9	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 1-1.00 Sx Dinámico
Combinación 10	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 1+1.00 Sy Dinámico
Combinación 11	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 1-1.00 Sy Dinámico
Combinación 12	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 2+1.00 Sx Dinámico
Combinación 13	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 2-1.00 Sx Dinámico
Combinación 14	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 2+1.00 Sy Dinámico
Combinación 15	1.25DEAD+1.25CM+1.25LIVE 2-1.00 Sy Dinámico
Combinación 16	0.90 DEAD + 0.90 CM +1.00 Sx Dinámico
Combinación 17	0.90 DEAD + 0.90 CM -1.00 Sx Dinámico
Combinación 18	0.90 DEAD + 0.90 CM +1.00 Sy Dinámico
Combinación 19	0.90 DEAD + 0.90 CM -1.00 Sy Dinámico
ENVOLVENTE	Comb. 1 + Combi. 2 + + Combi. 19

Tabla 21: Combinaciones de carga para la Estructura 2.

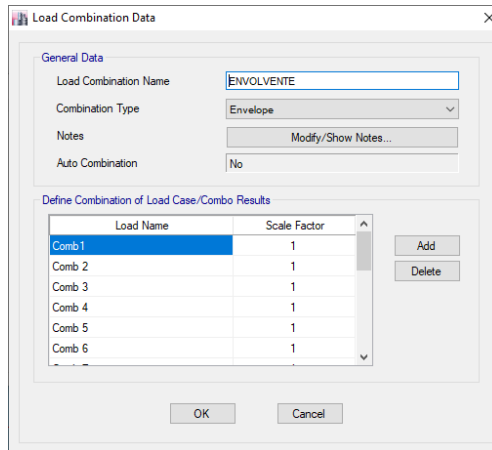


Figura 207: Se crean las 19 combinaciones de carga más la envolvente. (Ver tabla 20)

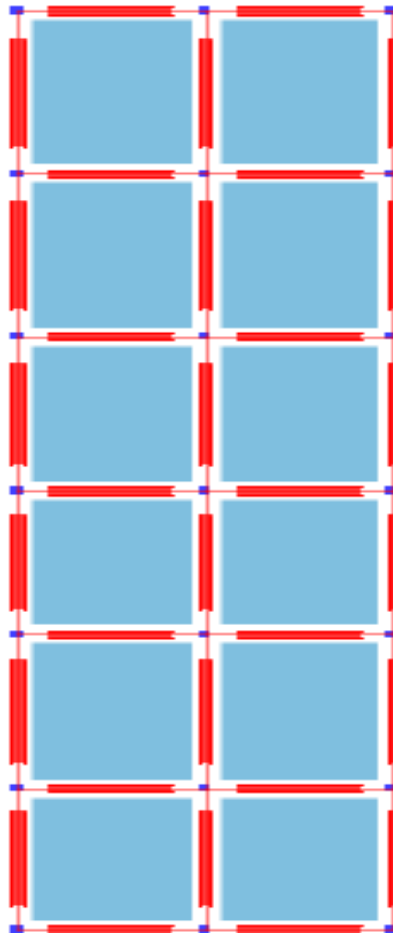


Figura 208: Vista en planta de la estructura graficada en el software ETABS.

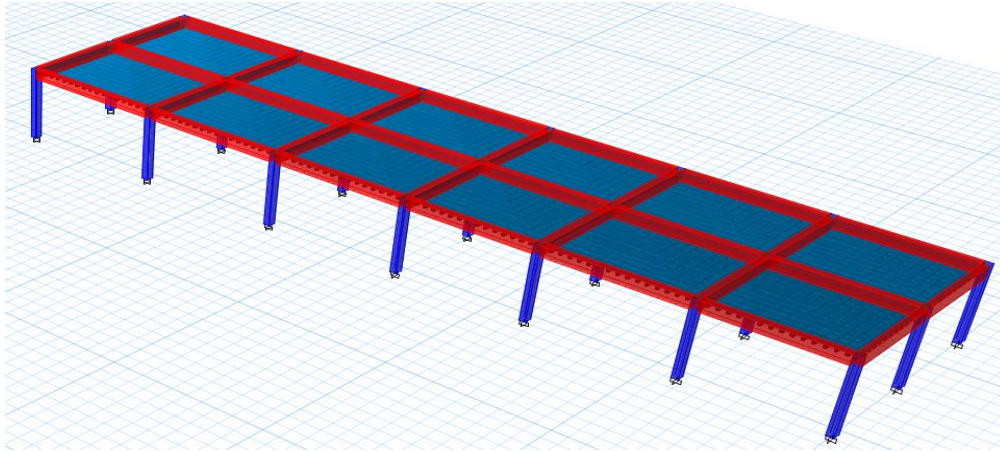


Figura 209: Vista 3D de la estructura graficada en el software ETABS.

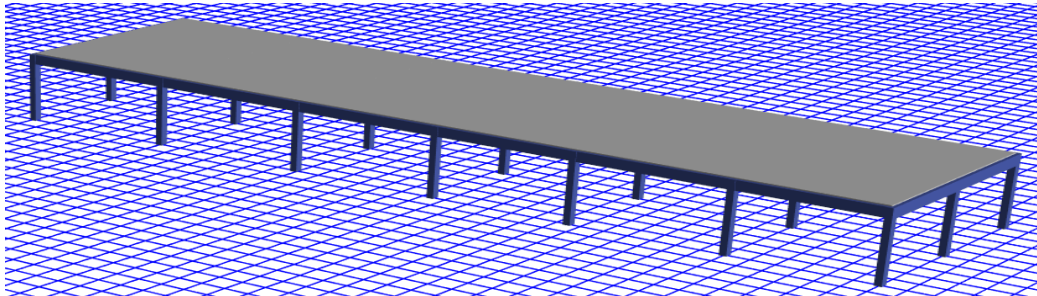


Figura 210: Render de la estructura graficada en el software ETABS.

DISEÑO ESTRUCTURAL

Para el diseño de los elementos estructurales, se empleó parámetros de la norma E.060 y el ACI- 318. para calcular cimientos, vigas, columnas, y losas en dos direcciones entre otros elementos estructurales.

Losas bidireccionales

Para el cálculo de nuestras losas hemos dividido nuestra estructura en 2, las cuales se calcularon por separado aplicando el el método de los coeficientes en el que se hizo un Pre-dimensionamiento del espesor de la losa para cada una de las subestructuras.

Estructura 1

Se determino las franjas la columna para cada tramo tanto del lado corto y largo



$$F_c = 7/4 = 1.80 \text{ m}$$

$$F_c = 6.52/4 = 1.63 \text{ m}$$

$$f. \text{ Columna} = \frac{l}{4}$$

Por lo tanto, el ancho de la franja de columna = 1.63m

Franja de la losa

Cálculo del espesor trabajamos con el menor

Para $h = L_n/36$ **Lado corto**= 6.52m ^ **Lado largo**=7.00m

$$\text{Hlado corto} = 0.18\text{m}$$

$$\text{hlado largo} = 0.19\text{ m}$$

El cálculo de la inercia de la viga de borde

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

Inercia de la viga de borde (para un ancho 3.68m)

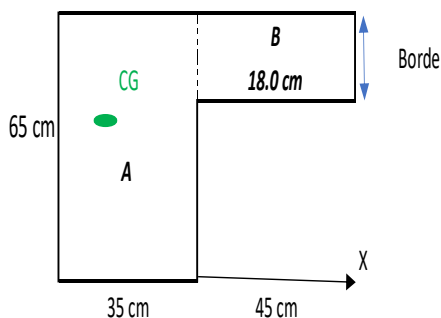
$$IS = 178,605.00 \text{ cm}^4$$

Inercia de la losa (para un ancho 6.52m)

$$IS = 316,872.00 \text{ cm}^4$$

Inercia de la losa (para un ancho 7.00m)

$$IS = 340,200.00 \text{ cm}^4$$



Calculo de la inercia de la viga

$$X_G = \frac{\sum x_i \cdot A_i}{A_i}$$

$$Y_G = \frac{\sum y_i \cdot A_i}{A_i}$$

Tabla: 12 Inercia Viga

Figura	Área	Xi	Area Xi	Yi	Área Yi
fig.A	2275	17.5	39812.5	32.50	73937.5
fig.B	810	57.5	46575	56	45360
TOTAL	3085		86387.5		119297.5

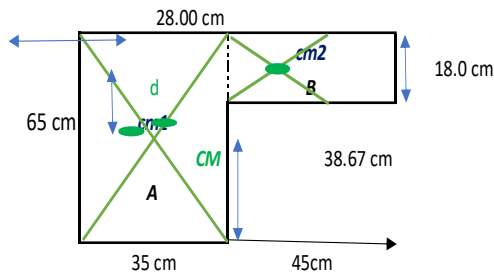
$$X_G = 28.00 \text{ cm}$$

$$Y_G = 38.67 \text{ cm}$$

$$C = \sum \left(1 - 0.63 \frac{x}{y} \right) \frac{x^3 y}{3}$$

$$C = 679,262.12 \text{ cm}^4$$

Aplicación del teorema de steiner



$$I_A = \sum(I_x + AdY^2) = 800990 \text{ cm}^4$$

$$I_B = \sum(I_x + AdY^2) = 21870 \text{ cm}^4$$

$$I_A = \frac{35.00 \text{ cm} * 65.00^3}{12} =$$

$$I_B = \frac{45.00 \text{ cm} * 18.00^3}{12} =$$

$$Ad^2 = 86607 \text{ cm}^2 = 887596 \text{ cm}^4$$

$$Ad^2 = 243266 \text{ cm}^2 = 265136.4 \text{ cm}^4$$

Resumen de inercias :

$$v.\text{interna} = 1417869 \text{ cm}^4$$

$$v.\text{Borde} = 1152733 \text{ cm}^4$$

Rigidez relativa de la viga y de la losa

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s}$$

Viga de borde

$$\alpha_1 = 6.45$$

Viga (L=7.00m)

$$\alpha_2 = 4.47$$

Viga (L= 6.52m)

$$\alpha_3 = 4.17$$

$$\alpha_{m(\text{prom})} = 5$$

$$0,2 \leq \frac{\alpha_f 1 \ell_2^2}{\alpha_f 2 \ell_1^2} \leq 5,0$$

Cálculo del espesor mínimo

Para losas con vigas de borde rígidas relativamente altas

$$h_{min} = \frac{\ln(0.8 + \frac{f_y}{14000})}{36 + 9\beta}$$

$$h_{min} = 16 \text{ cm}$$

$$h_{max} = \frac{\ln \left(0.8 + \frac{f_y}{14000} \right)}{36}$$

$$h_{max} = 20 \text{ cm}$$

Trabajaremos con un espesor de

$$h_{losa} = 18 \text{ cm}$$

Cálculo de los momentos, cortantes de la losas y vigas por paño (de acuerdo a la norma E0.60 Y al libro de hormigón armado de Rochel)

$$Ma = Ca wu A^2$$

$$Mb = Cb wu B^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$									

Nota: con los valores obtenidos de la relación del lado corto / lado largo.

Panel	Tipo de panel	Dist. corta "La"	Dist. Larga "La"	m = (La/Lb)	Ca neg	Cb neg	Ca+ (cm)	Cb+ (cm)	Ca+ (cv)	Cb+ (cv)	LOSA									
											Ma -	Mb -	Ma+ (cm)	Mb+ (cm)	Ma+ (cv)	Mb+ (cv)	Ma+	Mb+	Ma- = (1/3 *Ma+)	Mb- = (1/3 *Mb+)
Paño =AB-12	ESQUINA	6.00	7.00	0.86	0.0648	0.035	0.0354	0.0196	0.0422	0.0236	3.394	2.509	0.771	0.581	1.291	0.983	2.062	1.564	0.68735904	0.52126331
Paño =AB-23	BORDE	6.50	6.65	0.98	0.0626	0.0314	0.0234	0.0188	0.0308	0.0268	3.848	2.020	0.598	0.503	1.106	1.724	1.704	2.227	0.56801351	0.74233186
Paño =AB-34	BORDE	6.08	6.65	0.91	0.0674	0.0258	0.0256	0.0154	0.0352	0.0226	3.625	1.660	0.572	0.412	1.106	1.454	1.678	1.866	0.55946034	0.62195114
Paño =AB-45	ESQUINA	6.52	7.00	0.93	0.057	0.043	0.0312	0.0232	0.0366	0.0278	3.525	3.065	0.802	0.688	1.322	1.982	2.125	2.669	0.70821986	0.88975507
Paño =BC 12	BORDE	6.00	6.65	0.9	0.043	0.052	0.025	0.019	0.0342	0.024	2.252	3.345	0.544	0.508	1.047	1.544	1.591	2.052	0.53028	0.68406901
Paño =BC-23	INTERIOR	6.50	6.65	0.98	0.047	0.0434	0.0188	0.0172	0.0282	0.0262	2.889	2.792	0.480	0.460	1.013	1.686	1.493	2.146	0	0
Paño =BC 34	INTERIOR	6.08	6.65	0.91	0.054	0.0378	0.0216	0.0144	0.0332	0.0226	2.904	2.432	0.483	0.385	1.043	1.454	1.526	1.839	0	0
Paño =BC-45	BORDE	6.52	6.65	0.98	0.035	0.059	0.0208	0.0222	0.0292	0.0288	2.165	3.796	0.535	0.594	1.055	1.853	1.590	2.447	0.52996072	0.81553366

Tabla 22: Momentos de diseño para las losas

Se factores que lo sacamos para cada caso tablas 13.1,13.2 y 13.3 y los momentos del eje CD Y ED son igual que los del eje BC

Paño=EF-12	BORDE	6.00	6.65	0.9	0.043	0.052	0.025	0.019	0.0342	0.024	2.252	3.345	0.544	0.508	1.047	1.544	1.591	2.052	0.53028	0.68406901
Paño=EF-23	INTERIOR	6.50	6.65	0.98	0.047	0.0434	0.0188	0.0172	0.0282	0.0262	2.889	2.792	0.480	0.460	1.013	1.686	1.493	2.146	0	0
Paño=EF-34	INTERIOR	6.08	6.65	0.91	0.054	0.0378	0.0216	0.0144	0.0332	0.0226	2.904	2.432	0.483	0.385	1.043	1.454	1.526	1.839	0	0
Paño=EF-45	BORDE	6.52	6.65	0.98	0.035	0.059	0.0208	0.0222	0.0292	0.0288	2.165	3.796	0.535	0.594	1.055	1.853	1.590	2.447	0.52996072	0.81553366
Paño=FG-12	BORDE	6.00	6.65	0.9	0.043	0.052	0.025	0.019	0.0342	0.024	2.252	3.345	0.544	0.508	1.047	1.544	1.591	2.052	0.53028	0.68406901
Paño=FG-23	INTERIOR	6.50	6.65	0.98	0.047	0.0434	0.0188	0.0172	0.0282	0.0262	2.889	2.792	0.480	0.460	1.013	1.686	1.493	2.146	0	0
Paño=FG-34	INTERIOR	6.08	6.65	0.91	0.054	0.0378	0.0216	0.0144	0.0332	0.0226	2.904	2.432	0.483	0.385	1.043	1.454	1.526	1.839	0	0
Paño=FG-45	BORDE	6.52	6.65	0.98	0.035	0.059	0.0208	0.0222	0.0292	0.0288	2.165	3.796	0.535	0.594	1.055	1.853	1.590	2.447	0.52996072	0.81553366
Paño=GH-12	ESQUINA	6.00	7.00	0.86	0.0648	0.0352	0.0354	0.0196	0.0422	0.0236	3.394	2.509	0.771	0.581	1.291	1.682	2.062	2.263	0.68735904	0.75439355
Paño=GH-23	BORDE	6.50	6.65	0.98	0.0626	0.0314	0.0234	0.0188	0.0308	0.0268	3.848	2.020	0.598	0.503	1.106	1.724	1.704	2.227	0.56801351	0.74233186
Paño=GH-34	BORDE	6.08	6.65	0.91	0.0674	0.0258	0.0256	0.0154	0.0352	0.0226	3.625	1.660	0.572	0.412	1.106	1.454	1.678	1.866	0.55946034	0.62195114
Paño=GH-54	ESQUINA	6.52	6.65	0.98	0.052	0.048	0.0282	0.0258	0.0332	0.0308	3.216	3.088	0.725	0.690	1.200	1.982	1.925	2.672	0.64155789	0.89051851

Tabla 23: Momentos de diseño para las losas.

Para el cálculo de las fuerzas cortantes empleamos

$$P_u = W_u * L_a * L_b$$

$$M_o = \frac{qu \ell^2 \ell_n^2}{8}$$

VIGA DE BORDE LADO CORTO								LADO LARGO							
W en el panel	Coef. Wa	W en vigas cortas	W de calculo y diseño	Vu viga	VC	VERIFICACION	MOMENTO EN LA VIGA	W en el panel	Coef. Wa	W en vigas cortas	W de calculo y diseño	Corte en apoyos	VC	VERIFICACION	MOMENTO EN LA VIGA
61.10	0.65	3.30	4.06	12.90	139.84	OK	18.29	61.1016	0.352	1.5362688	2.3006688	8.45	166.2196658	OK	14.09
62.88	0.69	3.32	4.08	13.98	153.03	OK	21.56	62.88373	0.314	1.4846234	2.2490234	7.87	156.9852399	OK	12.43
58.82	0.74	3.59	4.35	14.00	141.95	OK	20.12	58.8204736	0.522	2.308593024	3.072993024	10.76	156.9852399	OK	16.99
66.40	0.57	2.90	3.67	12.60	153.56	OK	19.48	66.397072	0.43	2.03933864	2.80373864	10.30	166.2196658	OK	17.17
58.05	0.43	2.08	2.84	9.03	139.84	OK	12.80	58.04652	0.57	2.487708	3.252108	11.38	156.9852399	OK	17.98
62.88	0.52	2.52	3.28	11.23	153.03	OK	17.32	62.88373	0.48	2.269488	3.033888	10.62	156.9852399	OK	16.77
58.82	0.59	2.85	3.62	11.63	141.95	OK	16.72	58.8204736	0.41	1.81326272	2.57766272	9.02	156.9852399	OK	14.25
63.08	0.35	1.69	2.46	8.44	153.56	OK	13.06	63.0772184	0.65	3.0827212	3.8471212	13.46	156.9852399	OK	21.27
58.05	0.43	2.08	2.84	9.03	139.84	OK	12.80	58.04652	0.57	2.487708	3.252108	11.38	156.9852399	OK	17.98
62.88	0.52	2.52	3.28	11.23	153.03	OK	17.32	62.88373	0.48	2.269488	3.033888	10.62	156.9852399	OK	16.77
58.82	0.59	2.85	3.62	11.63	141.95	OK	16.72	58.8204736	0.41	1.81326272	2.57766272	9.02	156.9852399	OK	14.25
63.08	0.35	1.69	2.46	8.44	153.56	OK	13.06	63.0772184	0.65	3.0827212	3.8471212	13.46	156.9852399	OK	21.27
58.05	0.43	2.08	2.84	9.03	139.84	OK	12.80	58.04652	0.57	2.487708	3.252108	11.38	156.9852399	OK	17.98

Tabla 24: Fuerzas cortantes y Momentos de diseño para las vigas.

Con los momentos obtenidos se calculó el acero de las franjas centrales y franja de la columna con fórmulas de la E0.6

$$As = Mu / (\phi * Fy * 0.9 * d)$$

$$As = Mu / (\phi * Fy * (d - a/2))$$

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad \rho_{max} = \rho_b * 0.5$$

$$\rho_t = \frac{A}{b * d}$$

DESCRIPCION	F. LOSA CENTRAL																			
	M- EXT.int	M a+	M- EXT.	b (cm)	d (cm)	As int.Neg	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As Posit.	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As ext.Neg	pt	As mín	# Ø 1/2"	S
Paño =AB-12	3.39	2.06	0.69	282.5 cm	15.00	6.65	0.0022	9.15	7.00	0.4	4.04	0.0022	9.15	7.00	0.4	1.35	0.0022	9.15	7.00	0.4
				141.3 cm																
Paño =AB-23	3.85	1.70	0.57	307.5 cm	15.00	7.54	0.0022	9.96	8.00	0.38	3.34	0.0022	9.96	8.00	0.38	1.11	0.0022	9.96	8.00	0.38
				153.8 cm																
Paño =AB-34	3.62	1.68	0.56	286.5 cm	15.00	7.10	0.0022	9.28	7.00	0.4	3.29	0.0022	9.28	7.00	0.4	1.10	0.0022	9.28	7.00	0.4
				143.3 cm																
Paño =AB-45	3.53	2.12	0.71	308.5 cm	15.00	6.91	0.0022	10.00	8.00	0.38	4.16	0.0022	10.00	8.00	0.38	1.39	0.0022	10.00	8.00	0.38
				154.3 cm																
Paño =BC 12	2.25	1.59		282.5 cm	15.00	4.41	0.0022	9.15	7.00	0.4	3.12	0.0022	9.15	7.00	0.4	-	-	-	-	-
				141.3 cm																
Paño =BC-23	2.89	1.49		307.5 cm	15.00	5.66	0.0022	9.96	8.00	0.38	2.93	0.0022	9.96	8.00	0.38	-	-	-	-	-
				153.8 cm																
Paño =BC 34	2.90	1.53		286.5 cm	15.00	5.69	0.0022	9.28	7.00	0.4	2.99	0.0022	9.28	7.00	0.4	-	-	-	-	-
				143.3 cm																
Paño =BC-45	2.16	1.59		308.5 cm	15.00	4.24	0.0022	10.00	8.00	0.38	3.12	0.0022	10.00	8.00	0.38	-	-	-	-	-
				154.3 cm																

Tabla 25: Franjas centrales

Para los momentos de la franja de la columna simplemente divinos en 3 a los momentos de la franja central

F. DE COLUMNA																	
M(a-)int.	M a+	M- EXT.	As int.Neg	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As Posit.	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As ext.	pt	As mín	# Ø 1/2"	S
1.13	0.69	0.23	2.22	0.0022	4.58	4.00	0.35	1.35	0.0022	4.58	4.00	0.35	0.45	0.0022	4.58	4.00	0.35
1.28	0.57	0.19	2.51	0.0022	5.03	4.00	0.38	1.11	0.0022	4.98	4.00	0.38	0.37	0.0022	4.98	4.00	0.38
1.21	0.56	0.19	2.37	0.0022	4.74	4.00	0.35	1.10	0.0022	4.64	4.00	0.35	0.37	0.0022	4.64	4.00	0.35
1.18	0.71	0.24	2.30	0.0022	5.00	4.00	0.38	1.39	0.0022	5.00	4.00	0.38	0.46	0.0022	5.00	4.00	0.38
0.75	0.53	-	1.47	0.0022	4.58	4.00	0.35	1.04	0.0022	4.58	4.00	0.35	-	-	-	-	-
0.96	0.50	-	1.89	0.0022	4.98	4.00	0.38	0.98	0.0022	4.98	4.00	0.38	-	-	-	-	-
0.97	0.51	-	1.90	0.0022	4.64	4.00	0.35	1.00	0.0022	4.64	4.00	0.35	-	-	-	-	-
0.72	0.53	-	1.41	0.0022	5.00	4.00	0.38	1.04	0.0022	5.00	4.00	0.38	-	-	-	-	-

Tabla 26: Franja de la columna.

Estructura 2

Cálculo de los momentos, cortantes de la losas y vigas por paño (de acuerdo a la norma E0.60 Y al libro de hormigón armado de Rochel)

$$M_a = C_a w_u A^2$$

$$M_b = C_b w_u B^2$$

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$									

													LOSAS									
													Bordes continuos								Borde discontinuo	
Panel	Tipo de panel	Dist. corta "La"	Dist. Larga "Lb"	Dist. Int. Lado corto	Dist. Int. Lado largo	m = (La/Lb)	Ca neg	Cb neg	Ca+ (cm)	Cb+ (cm)	Ca+ (cv)	Cb+ (cv)	Ma -	Mb -	Ma+ (cm)	Mb+ (cm)	Ma+ (cv)	Mb+ (cv)	Ma+	Mb+	Ma- = (1/3 * Ma+)	Mb- = (1/3 * Mb+)
Paño =HI-12	ESQUINA	4.65	5.65	4.30 cm	5.30 cm	0.82	0.07	0.03	0.04	0.02	0.05	0.02	2.07	1.4	0.44	0.30	0.85	0.58	1.28	0.87	0.43	0.29
Paño =HI-23	BORDE	4.65	6.15	4.30 cm	5.80 cm	0.76	0.06	0.04	0.04	0.01	0.05	0.02	1.79	1.9	0.41	0.27	0.88	0.53	1.29	0.81	0.43	0.27
Paño =HI-34	BORDE	4.65	5.73	4.30 cm	5.38 cm	0.81	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.02	1.65	1.9	0.37	0.26	0.81	0.53	1.18	0.80	0.39	0.27
Paño =HI-45	BORDE	4.65	6.17	4.30 cm	5.82 cm	0.75	0.06	0.04	0.04	0.01	0.05	0.02	1.83	1.9	0.42	0.27	0.90	0.52	1.32	0.78	0.44	0.26
Paño =HI-56	BORDE	4.65	6.54	4.30 cm	6.19 cm	0.71	0.07	0.03	0.04	0.01	0.05	0.01	2.00	1.8	0.46	0.26	0.97	0.52	1.43	0.79	0.48	0.26
Paño =HI-67	ESQUINA	4.65	6.55	4.30 cm	6.20 cm	0.71	0.08	0.03	0.04	0.01	0.06	0.01	2.40	1.8	0.44	0.26	1.03	0.53	1.47	0.79	0.49	0.26
Paño =IJ-12	ESQUINA	4.65	5.65	4.30 cm	5.30 cm	0.82	0.07	0.03	0.04	0.02	0.05	0.02	2.07	1.4	0.44	0.30	0.85	0.58	1.28	0.87	0.43	0.29
Paño =IJ-23	BORDE	4.65	6.15	4.30 cm	5.80 cm	0.76	0.06	0.04	0.04	0.01	0.05	0.02	1.79	1.9	0.41	0.27	0.88	0.53	1.29	0.81	0.43	0.27
Paño =IJ-34	BORDE	4.65	5.73	4.30 cm	5.38 cm	0.81	0.06	0.04	0.03	0.02	0.04	0.02	1.65	1.9	0.37	0.26	0.81	0.53	1.18	0.80	0.39	0.27
Paño =IJ-45	BORDE	4.65	6.17	4.30 cm	5.82 cm	0.75	0.06	0.04	0.04	0.01	0.05	0.02	1.83	1.9	0.42	0.27	0.90	0.52	1.32	0.78	0.44	0.26
Paño =IJ-56	BORDE	4.65	6.54	4.30 cm	6.19 cm	0.71	0.07	0.03	0.04	0.01	0.05	0.01	2.00	1.8	0.46	0.26	0.97	0.52	1.43	0.79	0.48	0.26
Paño =IJ-67	ESQUINA	4.65	6.55	4.30 cm	6.20 cm	0.71	0.08	0.03	0.04	0.01	0.06	0.01	2.40	1.8	0.44	0.26	1.03	0.53	1.47	0.79	0.49	0.26

Tabla 27: Momentos amplificados de diseño de las losas.

Calculo de los montos en las vigas:

$$P_u = W_u * L_a * L_b$$

$$M_o = \frac{q_u \ell_2 \ell_n^2}{8}$$

VIGAS DE BORDE LADO CORTO							VIGAS DE BORDE LADO LARGO						
Vigas de borde lado corto							Vigas de borde lado largo						
W en el panel	Coef. Wa	W en vigas cortas	W de calculo y diseño	Vu viga	Vc	Mo Viga	W en el panel	Coef. Wa	W en vigas cortas	W de calculo y diseño	Vu viga	Vc	Mo Viga
36.46	0.69	2.70	3.12	7.79	104.22	8.42	36.46	0.31	1.00	1.41	4.24	130.60	5.63
39.68	0.60	2.55	2.96	7.41	104.22	8.01	39.68	0.40	1.30	1.71	5.55	143.79	8.08
36.97	0.55	2.19	2.60	6.50	104.22	7.02	36.97	0.45	1.45	1.86	5.66	132.71	7.65
39.81	0.61	2.61	3.02	7.56	104.22	8.17	39.81	0.39	1.26	1.67	5.44	144.32	7.95
42.20	0.67	3.02	3.43	8.58	104.22	9.28	42.20	0.33	1.08	1.49	5.13	154.08	7.96
42.26	0.80	3.64	4.05	10.12	104.22	10.94	42.26	0.20	0.65	1.06	3.65	154.35	5.67
36.46	0.69	2.70	3.12	7.79	104.22	8.42	36.46	0.31	1.00	1.41	4.24	130.60	5.63
39.68	0.60	2.55	2.96	7.41	104.22	8.01	39.68	0.40	1.30	1.71	5.55	143.79	8.08
36.97	0.55	2.19	2.60	6.50	104.22	7.02	36.97	0.45	1.45	1.86	5.66	132.71	7.65
39.81	0.61	2.61	3.02	7.56	104.22	8.17	39.81	0.39	1.26	1.67	5.44	144.32	7.95
42.20	0.67	3.02	3.43	8.58	104.22	9.28	42.20	0.33	1.08	1.49	5.13	154.08	7.96
42.26	0.80	3.64	4.05	10.12	104.22	10.94	42.26	0.20	0.65	1.06	3.65	154.35	5.67

Tabla 28: Momentos actuantes en las vigas de borde

Para las franjas centrales aplicamos las formulas establecidas en la E0.60

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad \rho_{max} = \rho_b * 0.5 \quad \rho_t = \frac{A}{b * d}$$

$$A_s = M_u / (\phi * F_y * 0.9 * d)$$

DESCRIPCION	F. LOSA CENTRAL																			
	M-int	M a+	M- EXT.	b (cm)	d (cm)	As int.Neg	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As Posit.	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As ext.Neg	pt	As mín	# Ø 1/2"	S
Paño =HI-12	2.07	1.28	0.43	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.68	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.91	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.97	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =HI-23	1.79	1.29	0.43	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.06	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.92	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.97	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =HI-34	1.65	1.18	0.39	282.5 cm 141.3 cm	13.00	3.73	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.67	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.89	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =HI-45	1.83	1.32	0.44	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.14	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.98	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.99	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =HI-56	2.00	1.43	0.48	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.52	0.0022	8.14	6.00	0.4	3.23	0.0022	8.14	6.00	0.4	1.08	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =HI-67	2.40	1.47	0.49	282.5 cm 141.3 cm	13.00	5.43	0.0022	8.14	6.00	0.4	3.32	0.0022	8.14	6.00	0.4	1.11	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =IJ-12	2.07	1.28	0.43	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.68	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.91	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.97	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =IJ-23	1.79	1.29	0.43	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.06	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.92	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.97	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =IJ-34	1.65	1.18	0.39	282.5 cm 141.3 cm	13.00	3.73	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.67	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.89	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =IJ-45	1.83	1.32	0.44	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.14	0.0022	8.14	6.00	0.4	2.98	0.0022	8.14	6.00	0.4	0.99	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =IJ-56	2.00	1.43	0.48	282.5 cm 141.3 cm	13.00	4.52	0.0022	8.14	6.00	0.4	3.23	0.0022	8.14	6.00	0.4	1.08	0.0022	8.14	6.00	0.4
Paño =IJ-67	2.40	1.47	0.49	282.5 cm 141.3 cm	13.00	5.43	0.0022	8.14	6.00	0.4	3.32	0.0022	8.14	6.00	0.4	1.11	0.0022	8.14	6.00	0.4

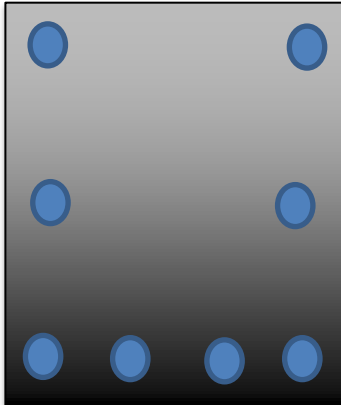
Tabla 29: Acero de refuerzo en la franja central.

Para los momentos de la franja de la columna simplemente divinos en 3 a los momentos de la franja central

F. DE COLUMNA																	
M(a-)int.	M a+	M- EXT.	As int.Neg	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As Posit.	pt	As mín	# Ø 1/2"	S	As ext.	pt	As mín	# Ø 1/2"	S
0.69	0.43	0.14	1.56	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.97	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.32	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.60	0.43	0.14	1.35	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.97	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.32	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.55	0.39	0.13	1.24	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.89	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.30	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.61	0.44	0.15	1.38	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.99	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.33	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.67	0.48	0.16	1.51	0.0022	4.07	3.00	0.40	1.08	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.36	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.80	0.49	0.16	1.81	0.0022	4.07	3.00	0.40	1.11	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.37	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.69	0.43	0.14	1.56	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.97	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.32	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.60	0.43	0.14	1.35	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.97	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.32	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.55	0.39	0.13	1.24	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.89	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.30	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.61	0.44	0.15	1.38	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.99	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.33	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.67	0.48	0.16	1.51	0.0022	4.07	3.00	0.40	1.08	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.36	0.0022	4.07	3.00	0.40
0.80	0.49	0.16	1.81	0.0022	4.07	3.00	0.40	1.11	0.0022	4.07	3.00	0.40	0.37	0.0022	4.07	3.00	0.40

Tabla 30: Tabla 20: Franja de la columna

Dimensionamiento y cálculo de acero en vigas



Calculo de las cuantías mínimas

$$\rho_{\min} = 0.8 \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{\min} = \frac{14}{f_y}$$

Pmin=	0.0033
pmin=	0.0032

Calculo de la cuantía balanceada

Fy=	4200 kg/cm ²
-----	-------------------------

Fc=	280 kg/cm ²
-----	------------------------

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

Ecuacion para hallar el momento ultimo

$$Mu = \phi * F'_c * b * d * a * w * (1 - (0.59 * w))$$

Area del acero

$$As = Mu / (\phi * Fy * 0.9 * d)$$

Area del acero primera iteracion

$$As = Mu / (\phi * Fy * (d - a/2))$$

Cuantia de traccion

$$\rho_t = \frac{A}{b * d}$$

Indice

$$w = \rho \frac{f'_y}{f_c}$$

Panel	L1	Mto. en la viga	ρ_b	ρ_{\max}	w	d(i)	h(i)	REDEFINIR H	d(modificado)
ESTRUCTURA GRANDE	LADO CORTO BORDE 23AB	21.56	0.028	0.014	0.2125	36.27	42.00	45	38.78
	LADO LARGO 23AB	12.43	0.028	0.014	0.2125	27.54	34.00	35	28.78
	LADO CORTO ESQUINA 45AB	19.48	0.028	0.014	0.2125	34.48	41.00	40	33.78
	LADO LARGO ESQUINA 45AB	17.17	0.028	0.014	0.2125	32.37	39.00	40	33.78
	LADO CORTO BORDE CD45	13.06	0.028	0.014	0.2125	28.22	35.00	40	33.78

Tabla 31: Dimensionamiento de la viga estructura 1

ESTRUCTURA PEQUEÑA	Lado Corto Esquina Hi-12	8.42	0.028	0.014	0.2125	22.7	29.00	30	23.78
	Lado Largo Esquina Hi-12	5.63	0.028	0.014	0.2125	18.5	25.00	30	23.78
	Lado Corto Borde Hi-56	9.28	0.028	0.014	0.2125	23.8	31.00	35	28.78
	Lado Largo Borde Hi-56	7.96	0.028	0.014	0.2125	22.0	29.00	35	28.78
	Lado Corto Borde Hi-76	10.94	0.028	0.014	0.2125	25.8	33.00	35	28.78
	Lado Largo Borde Hi-76	7.95	0.028	0.014	0.2125	22.0	29.00	35	28.78

Tabla 32: Dimensionamiento de la viga estructura 2

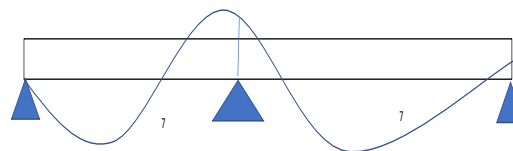
Cálculo de los estribos por fuerzas cortantes

Estructura 1

Apoysos continuos uniformes

Metrado de vigas	AT: 6.29				
Carga Muerta: CM					
P. Losa =	5.94m	x	0.432	2.57 T/m2	
Piso terminado+ acabad	6.29	x	0.10 T/m2	0.63 T/m2	
Tabiquería	6.29		0.05 T/m2	0.31 T/m2	
carga muerta (CM)			3.51 T/m2		
P.P de la viga=	0.1575	x	2.4	x1	0.38 T/m2
Carga Viva: CV					
CV=	0.5 Tn/m2	x	6.29	3.145	
W U =	1.4 CM	+	1.7 CV		
W U =	5.442612	+	5.3465	= 10.79 T/m2	

interior	0.35 x	0.45
fy=	4200	



$V_u=34 \text{ tn}$
 $M_t=53.5 \text{ tn.m}$

d=	38.78 cm
----	----------

F. cortantes en los apoyos

$$V_A = V_{A \text{ eje}} - W_u * 0.15$$

$$V_B = W_u \left(\frac{L}{2} \right) - \left(\frac{M}{L} \right)$$

Para nuestro caso utilizamos la condición ya que requiere de refuerzo transversal y la fuerza donde $s < d/4$ y la resistencia no será mayor que la resistencia del concreto

$$v_s \leq 2.12 \sqrt{f_c} * b_w * d$$

$$v_s \geq 1.06 \sqrt{f_c} * b_w * d$$

$$v_c = 0.53 \sqrt{f_c} * b_w * d$$

El refuerzo a necesitar estará dado por la siguiente formula:

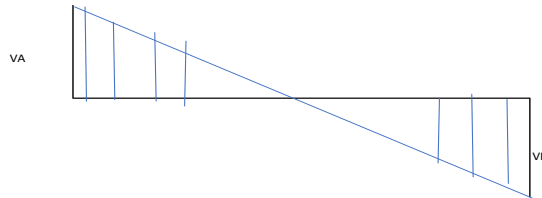
$$\phi * V_c = 10.23 \text{tn}$$

$$V_s = V_n - V_c$$

DISEÑO CON FUERZA CORTANTE CON REFUERZO (ESTRIBOS)(VIGA)												
VIGA L7	Tipo de panel	V _{au}	V _{A cara}	V _{Bu}	V _{B Cara}	X ₀	V _{du} AP.B	V _c	V _s	V _n	Condicion	S COND.
	INTERIOR	25.81	24.20	42.16	40.54	2.62	36.36	12.04tn	30.73	48.15	OK	20.00

con la formula de area de acero minimo depejamos para encontrar la separacion de los estribos

$$A_{min} = 3.5 * b_w \left(\frac{s}{f_y} \right) -$$



Cortantes en el apoyo B

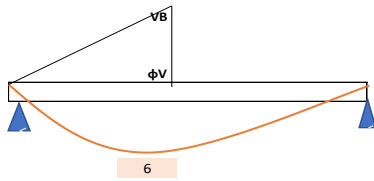
AP."B"	s	S ₀	V _{s"}	V _{n"}	V _{u"}	m ₀	V _s	v _n	m _{0"}	3/8"		s	m _{0"}	s c/d	
		10	15	15.42	27.46	23.34	1.86	48.7	5.12	3.83	4	0.45	20	2.52	1.41

DISTRIBUCION DE LOS ACEROS EN EL APOYO "B"	1 @ 5 cm + 4 @ 10 cm + 10 @ 15 cm + 2 @ 20 cm
--	---

AP."A"	V _{du} del ap "A"	V _n	v _s	Condicion	s	V _n	v _u	m ₀
	20.01	23.54	11.51	OK	19	6.02	5.12	2.1
	DISTRIBUCION DE LOS ACEROS EN EL APOYO "A"				1 @ 5 cm +		12 @ 19 cm	

ESTRUCTURA 1

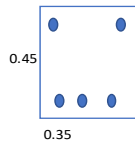
Estribo para fuerza cortante para vigas simplemente apoyada



$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$w_n = 11.38 \text{ T/m}^2$
 $V_u = 34.13 \text{ tn}$

Estribos trabajan a compresion



$d = 0.39 \text{ m}$
 $V_c \leq 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$
 $v_c = 12.04 \text{ tn}$

$\phi_{v_c} = 10.23 \text{ tn}$

Cortante ultimo al "d"

$w \text{ Acara} = VA - Wud$

$V_{Ad} = 29.72 \text{ tn}$

$x_c = 2.10 \text{ m}$

$X_m = 2.55 \text{ m}$

$V_n = \phi V_u$

$v_{ud} = 34.96 \text{ tn}$

$V_s = V_{ud} - \phi V_c$

$V_s = 24.73 \text{ tn}$

$$s = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_c}$$

$s = 9 \text{ Ok}$

si se sabe que $h = 45$ el primer estribo 0.05
 Usar estribos de $3/8" \cdot 1 @ 0.05$

$\phi = 0.40$
 0.09

4 @ 9 cm

3. Si $V_n \geq V_c$, tenemos:

- Si $V_s \leq 1.06 \sqrt{f_c} b_w d$, entonces: $s \leq \frac{d}{2}$ \checkmark $s \leq 60 \text{ cm}$
- Si $V_s > 1.06 \sqrt{f_c} b_w d$ \wedge $V_s \leq 2.12 \sqrt{f_c} b_w d$,
 Entonces: $s \leq \frac{d}{4}$ \checkmark $s \leq 30 \text{ cm}$

condicion

$V_n > v_c$

$V_s > 1.06 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$

$V_s = 24.07 \text{ tn}$ **Ok**

$V_s < 2.12 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$

$V_s = 48.15 \text{ tn}$ **Ok**

Estribos a usar

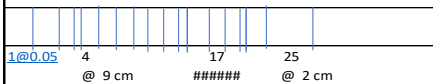
$X = 1.74 \text{ m}$ $s = 10$

17 #####

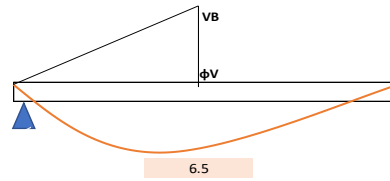
$X_m = 2.55 \text{ m} - 2.06$

$X_m = 0.49 \text{ m}$ $s < 30$

$s = 0.25$ **Ok**



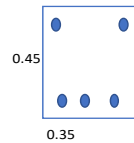
Estribo para fuerza cortante para vigas simplemente apoyada



$F_c = 280 \text{ kg/cm}^2$
 $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$w_n = 11.38 \text{ T/m}^2$
 $V_u = 36.97 \text{ tn}$

Estribos trabajan a compresion



$d = 0.39 \text{ m}$
 $V_c \leq 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$
 $v_c = #####$

$\phi_{v_c} = 10.23 \text{ tn}$

Cortante ultimo al "d"

$w \text{ Acara} = VA - Wud$

$V_{Ad} = 32.56 \text{ tn}$

$x_c = 2.35 \text{ m}$

$X_m = 2.80 \text{ m}$

$V_n = \phi V_u$

$v_{ud} = 38.31 \text{ tn}$

$V_s = V_{ud} - \phi V_c$

$V_s = 28.08 \text{ tn}$

$$s = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_c}$$

$s = 8 \text{ Ok}$

si se sabe que $h = 45$ el primer estribo 0.05
 Usar estribos de $3/8" \cdot 1 @ 0.05$

$\phi = 0.40$
 0.08

5 @ 8 cm

3. Si $V_n \geq V_c$, tenemos:

- Si $V_s \leq 1.06 \sqrt{f_c} b_w d$, entonces: $s \leq \frac{d}{2}$ \checkmark $s \leq 60 \text{ cm}$
- Si $V_s > 1.06 \sqrt{f_c} b_w d$ \wedge $V_s \leq 2.12 \sqrt{f_c} b_w d$,
 Entonces: $s \leq \frac{d}{4}$ \checkmark $s \leq 30 \text{ cm}$

condicion

$V_n > v_c$

$V_s > 1.06 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$

$V_s = 24.07 \text{ tn}$ **Ok**

$V_s < 2.12 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$

$V_s = 48.15 \text{ tn}$ **Ok**

Estribos a usar

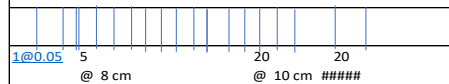
$X = 1.95 \text{ m}$ $s = 10$

20 @ 10 cm

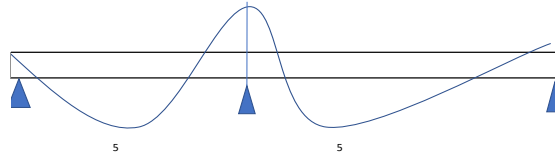
$X_m = 2.80 \text{ m} - 2.4$

$X_m = 0.40 \text{ m}$ $s < 30$

$s = 0.20$ **Ok**



Estructura 2



$$d = 28.78 \text{ cm}$$

viga interior	0.35 x	0.35
fy=	4200	

Metrado de vigas		AT: 6.29		
Carga Muerta: CM				
P. Losa	5.94m	x	0.36	2.14 T/m ²
Piso terminac	6.29	x	0.10 T/m ²	0.63 T/m ²
Tabiqueria	6.29		0.05 T/m ²	0.31 T/m ²
carga muerta (CM)				3.08 T/m ²
P.P de la vig				0.1225
	x	2.4	x 1	0.29 T/m ²
Carga Viva: CV				
CV=	0.50 Tn/m ²	x	6.29	3.145
W U =	1.4 CM	+	1.7 CV	
W U =	4.72626	+	5.3465	= 10.07 T/m ²

F. cortantes en los apoyos

$$V_A = V_{A \text{ eje}} - W_u * 0.15$$

$$V_B = W_u \left(\frac{L}{2} \right) - \left(\frac{M}{L} \right)$$

Para nuestro caso utilizamos la condición ya que requiere de refuerzo transversal y la fuerza donde $s < d/4$ y la resistencia no será mayor que la resistencia del concreto

$$v_s \leq 2.12 \sqrt{f_c} * b_w * d$$

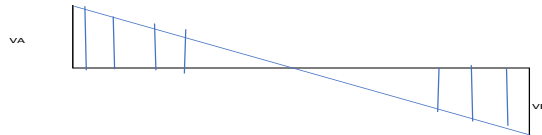
$$v_s \geq 1.06 \sqrt{f_c} * b_w * d$$

$$v_c = 0.53 \sqrt{f_c} * b_w * d$$

DISEÑO CON FUERZA CORTANTE CON REFUERZO (ESTRIBOS)(VIGA)													
Panel	Tipo de panel	Vau	VA cara	VBu	VB Cara	X0	Vdu AP.B	Vc	Vs	Vn	Condicion	S COND.	S
VIGA L5	INTERIOR	16.92	15.41	27.52	26.01	1.86	23.11	8.93tn	18.25	35.73	OK	15.00	10

con la formula de area de acero minimo depejamos para encontrar la separacion de los estribos

$$A_{min} = 3.5 * b_w \left(\frac{s}{f_y} \right) -$$



Cortantes en el apoyo B

AP."B"	S0	Vs"	Vn"	Vu"	m0	Vs	vn	m0"	3/8"	s	m0"	s c/d	
	20.00	8.58	17.52	14.89	1.34	48.7	3.80	2.68	3	0.35	15	1.80	0.99

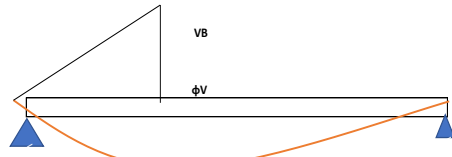
DISTRIBUCION DE LOS ACEROS EN EL APOYO "B"	1 @ 5 cm + 3 @ 10 cm + 5 @ 20 cm + 1 @ 15 cm
--	--

Cortantes en el apoyo A

AP."A"	Vdu del ap "A"	Vn	vs	Condicion	s	Vn	vu	m0
	12.13	14.27	5.34	OK	14	4.47	3.80	1.4
DISTRIBUCION DE LOS ACEROS EN EL APOYO "A"				1 @ 5 cm + 10 @ 14 cm				

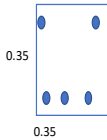
ESTRUCTURA 2

Estribo para fuerza cortante para vigas simplemente apoyada.



Fc= 280 kg/cm2
Fy= 4200 kg/cm2

wn= 4.93 T/m2
Vu= 14.78 tn



Estribos trabajan a compresion

d= 0.29m
 $Vc \leq 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$
vc= 8.93 tn

ϕ_{vc} 7.59 tn

Cortante ultimo al "d"

w Acara= VA-Wud

VAd= 13.36 tn

$$s = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_c}$$

xc= 1.46m

S= 15 Ok

Xm= 2.23m

Vn= ϕV_u

vud= 15.72tn

$\phi =$ 0.30
0.15

Vs=Vud- ϕV_c

Vs= 8.13tn

2 @ 15 cm

3. Si $V_n \geq V_c$, tenemos:
- Si $V_s \leq 106 \sqrt{f_c} b_w d$, entonces: $s \leq \frac{d}{2}$ \vee $s \leq 60$ cm
- Si $V_s > 106 \sqrt{f_c} b_w d \wedge V_s \leq 212 \sqrt{f_c} b_w d$,
Entonces: $s \leq \frac{d}{4}$ \vee $s \leq 30$ cm

condicion

Vn>vc

$V_s < 1.06 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$

Vs= 24.07tn Ok

d= 0.14m Ok

d= 0.30m

Estribos a usar

X= 1.16m

s= 15

8 @ 15 cm

Xm= 2.23m

s < 60

Xm= 0.73m

s= 0.36

Ok

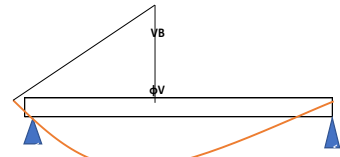
1@0.05

@ 15 cm

@ 15 cm

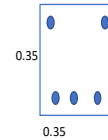
@ 2 cm

Estribo para fuerza cortante para vigas simplemente apoyada.



Fc= 280 kg/cm2
Fy= 4200 kg/cm2

wn= 4.93 T/m2
Vu= 16.01 tn



Estribos trabajan a compresion

d= 0.29m
 $Vc \leq 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$
vc= 8.93 tn

ϕ_{vc} 7.59 tn

Cortante ultimo al "d"

w Acara= VA-Wud

VAd= 14.60 tn

$$s = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_c}$$

xc= 1.71m

S= 15 Ok

Xm= 2.48m

Vn= ϕV_u

vud= 17.17

$\phi =$ 0.30
0.15

Vs=Vud- ϕV_c

Vs= 9.58tn

2 @ 15 cm

3. Si $V_n \geq V_c$, tenemos:
- Si $V_s \leq 106 \sqrt{f_c} b_w d$, entonces: $s \leq \frac{d}{2}$ \vee $s \leq 60$ cm
- Si $V_s > 106 \sqrt{f_c} b_w d \wedge V_s \leq 212 \sqrt{f_c} b_w d$,
Entonces: $s \leq \frac{d}{4}$ \vee $s \leq 30$ cm

condicion

Vn>vc

$V_s < 1.06 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$

Vs= 24.07tn Ok

d= 0.14m Ok

d= 0.30m

Estribos a usar

X= 1.41m

s= 15

9 @ 15 cm

Xm= 2.48m

s < 60

Xm= 0.83m

s= 0.41

Ok

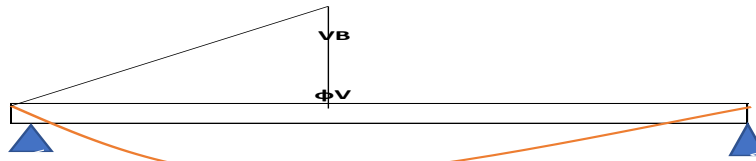
1@0.05

@ 15 cm

@ 15 cm

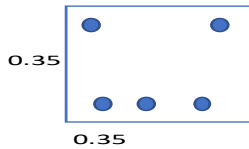
@ 2 cm

Estribo para fuerza cortante para vigas simplemente apoyada



Fc= 280 kg/cm²
 Fy= 4200 kg/cm²

wn= 4.93 T/m²
 Vu= 17.00 tn



6.9

Estribos trabajan a compresion

d= 0.29m

$$V_c \leq 0.53 \cdot \sqrt{280} \cdot b_w \cdot d$$

vc= 8.93 tn

ϕ_{vc} 7.59 tn

Cortante ultimo al "d"

w Acara= VA-Wud

VAd= 15.58 tn

xc= 1.91m

Xm= 2.68m

$$s = \frac{A_v \cdot F_y \cdot d}{V_c}$$

S= 15 Ok

si se sabe que h= 45 el primer estribo 0.05
 Usar estribos de 3/8" 1@0.05

Vn=φVu

vud= 18.33

Vs=Vud-φVc

Vs= 10.74tn

φ= 0.30
 0.15

2 @ 15 cm

3. Si $V_n \geq V_c$, tenemos:

- Si $V_s \leq 1.06 \sqrt{f'_c} b_w d$, entonces: $s \leq \frac{d}{2}$ \vee $s \leq 60$ cm
- Si $V_s > 1.06 \sqrt{f'_c} b_w d$ \wedge $V_s \leq 2.12 \sqrt{f'_c} b_w d$,
 Entonces: $s \leq \frac{d}{4}$ \vee $s \leq 30$ cm

condicion

Vn>vc

Vs< 1.06 * raiz(280)*bw*d

Vs= 24.07tn Ok

d= 0.14m Ok

d= 0.30m

Estribos a usar

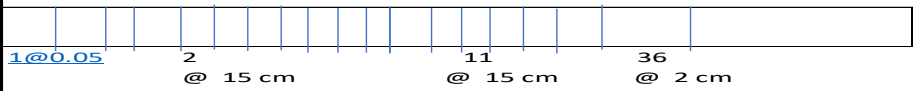
X= 1.61m s= 15

11 @ 15 cm

Xm= 2.68m - 1.95

Xm= 0.73m s < 60

s= 0.36 Ok



Cálculo del área de acero para columnas

Estructura 1

Acero longitudinal

COMBINACIONES DE CARGA	ACERO
Combinación 1	15.75 cm ²
Combinación 1	15.75 cm ²
Combinación 1	24.78 cm ²
Combinación 2	15.75 cm ²
Combinación 2	15.75 cm ²
Combinación 2	18.21 cm ²
Combinación 3	15.75 cm ²
Combinación 3	15.75 cm ²
Combinación 3	23.99 cm ²
Combinación 4	50.12 cm ²
Combinación 4	15.75 cm ²
Combinación 4	54.14 cm ²
Combinación 5	50.12 cm ²
Combinación 5	15.75 cm ²
Combinación 5	54.14 cm ²
Combinación 6	70.03 cm ²
Combinación 6	15.75 cm ²
Combinación 6	65.47 cm ²
Combinación 7	70.03 cm ²
Combinación 7	15.75 cm ²
Combinación 7	65.47 cm ²
Combinación 8	46.50 cm ²
Combinación 8	15.75 cm ²
Combinación 8	47.50 cm ²
Combinación 9	46.50 cm ²
Combinación 9	15.75 cm ²
Combinación 9	47.50 cm ²
Combinación 10	70.03 cm ²
Combinación 10	15.75 cm ²
Combinación 10	65.47 cm ²
Combinación 11	66.05 cm ²
Combinación 11	15.75 cm ²
Combinación 11	58.71 cm ²
Combinación 12	49.83 cm ²
Combinación 12	15.75 cm ²
Combinación 12	54.81 cm ²
Combinación 13	49.83 cm ²
Combinación 13	15.75 cm ²
Combinación 13	54.81 cm ²
Combinación 14	68.44 cm ²
Combinación 14	15.75 cm ²
Combinación 14	64.20 cm ²
Combinación 15	68.44 cm ²

Combinación 15	15.75 cm ²
Combinación 15	64.20 cm ²
Combinación 16	35.41 cm ²
Combinación 16	15.75 cm ²
Combinación 16	27.85 cm ²
Combinación 17	35.41 cm ²
Combinación 17	15.75 cm ²
Combinación 17	27.85 cm ²
Combinación 18	51.06 cm ²
Combinación 18	15.75 cm ²
Combinación 18	36.87 cm ²
Combinación 19	51.06 cm ²
Combinación 19	15.75 cm ²
Combinación 19	36.87 cm ²
PROMEDIO	37.16 cm²

Tabla 33: Área de acero para cada una de las combinaciones

Fuente: ETABS

Varilla	As (cm ²)	Ø (cm)
Ø 1/4"	0.32	0.64
Ø 3/8"	0.71	0.95
Ø 1/2"	1.27	1.27
Ø 5/8"	1.98	1.59
Ø 3/4"	2.85	1.91
Ø 1"	5.07	2.54
Ø 1 1/4"	7.92	3.18
Ø 1 1/2"	11.40	3.81

Tabla 34: Varillas comerciales con sus respectiva área y diámetro.

N° VARILLAS	DIÁMETRO	CUANTIA
8	Ø 1"	2.36%
		CUMPLE

Tabla 35: Cantidad y tipo de varilla a utilizar.

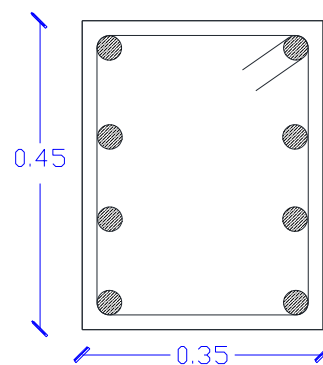


Figura 211: Detalle de distribución de acero en la sección de la columna (Estructura 1).

Acero transversal (Estribos)

Según la norma E.060 Concreto Armado (2018, p. 57) estipula que para barras longitudinales de más de 5/8" hasta 1", se utilizarán estribos de 3/8" de diámetro.

Calculo del espaciamiento entre estribos:

DATOS	
Ln	3.73 m
a	35.00 cm
b	45.00 cm
1" db	2.54 cm

Tabla 36: Datos de sección de columna y acero (Estructura 1).

	Lo	Cálculo	Mayor valor
	Ln/6	0.62	0.65 m
	Max (a,b)	0.35 m, 0.45 m	
	15 cm	15 cm	
	S	Cálculo	Menor valor
	Min (a/2, b/2)	0.18 m, 0.23 m	10 cm
	10 cm	10 cm	
	S'	Cálculo	Menor valor
	16 db	40.64	0.30 cm
	Min (a, b)	0.35 m, 0.45 m	
30 cm	30 cm		

Tabla 37: Calculo del espaciamiento entre estribos (Estructura 1).

Resumen: 3/8" 1@0.05, 6@0.10; resto @ 0.3, cada extremo.

Estructura 2

Acero longitudinal

COMBINACIONES DE CARGA	ACERO
Combinación 1	14.00 cm ²
Combinación 1	14.00 cm ²
Combinación 1	14.00 cm ²
Combinación 2	14.00 cm ²
Combinación 2	14.00 cm ²
Combinación 2	14.00 cm ²
Combinación 3	14.00 cm ²
Combinación 3	14.00 cm ²
Combinación 3	14.00 cm ²
Combinación 4	25.00 cm ²
Combinación 4	14.00 cm ²
Combinación 4	23.94 cm ²
Combinación 5	25.30 cm ²

Combinación 5	14.00 cm2
Combinación 5	23.94 cm2
Combinación 6	26.79 cm2
Combinación 6	14.00 cm2
Combinación 6	30.25 cm2
Combinación 7	26.79 cm2
Combinación 7	14.00 cm2
Combinación 7	30.25 cm2
Combinación 8	24.78 cm2
Combinación 8	14.00 cm2
Combinación 8	21.85 cm2
Combinación 9	24.78 cm2
Combinación 9	14.00 cm2
Combinación 9	21.85 cm2
Combinación 10	26.79 cm2
Combinación 10	14.00 cm2
Combinación 10	30.25 cm2
Combinación 11	26.66 cm2
Combinación 11	14.00 cm2
Combinación 11	26.03 cm2
Combinación 12	25.87 cm2
Combinación 12	14.00 cm2
Combinación 12	24.80 cm2
Combinación 13	25.87 cm2
Combinación 13	14.00 cm2
Combinación 13	24.80 cm2
Combinación 14	30.41 cm2
Combinación 14	14.00 cm2
Combinación 14	34.29 cm2
Combinación 15	30.41 cm2
Combinación 15	14.00 cm2
Combinación 15	34.29 cm2
Combinación 16	21.93 cm2
Combinación 16	14.00 cm2
Combinación 16	14.79 cm2
Combinación 17	21.93 cm2
Combinación 17	14.00 cm2
Combinación 17	14.79 cm2
Combinación 18	23.57 cm2
Combinación 18	14.00 cm2
Combinación 18	18.79 cm2
Combinación 19	23.57 cm2
Combinación 19	14.00 cm2
Combinación 19	18.79 cm2
PROMEDIO	30.41 cm2

Tabla 38: Áreas de acero según cada combinación de carga

Fuente: ETABS.

Varilla	As (cm2)	Ø (cm)
Ø 1/4"	0.32	0.64
Ø 3/8"	0.71	0.95

Ø 1/2"	1.27	1.27
Ø 5/8"	1.98	1.59
Ø 3/4"	2.85	1.91
Ø 1"	5.07	2.54
Ø 1 1/4"	7.92	3.18
Ø 1 1/2"	11.40	3.81

Tabla 39: Tipos de varillas de acero con sus respectivas áreas y diámetros.

N° VARILLAS	DIÁMETRO	CUANTIA
6	Ø 1"	2.17%
		CUMPLE

Tabla 40: Cantidad y tipo de varilla a utilizar.

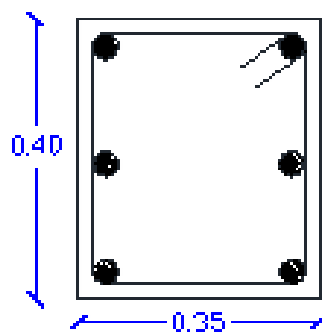


Figura 212: Detalle de distribución de acero en la sección de la columna (Estructura 2).

Acero transversal (Estribos)

Según la norma E.060 Concreto Armado (2018, p. 57) estipula que para barras longitudinales de más de 5/8" hasta 1", se utilizarán estribos de 3/8" de diámetro.

Calculo del espaciamiento entre estribos:

DATOS	
Ln	3.83 m
a	35.00 cm
b	40.00 cm
1" db	2.54 cm

Tabla 41: Datos de sección de columna y acero (Estructura 2).

	Lo	Cálculo	Mayor valor
	Ln/6	0.64	0.65 m
	Max (a,b)	0.35 m, 0.40 m	
	15 cm	15 cm	
	S	Cálculo	Menor valor
	Min (a/2, b/2)	0.18 m, 0.20 m	10 cm
	10 cm	10 cm	
	S'	Cálculo	Menor valor
	16 db	40.64	0.30 cm
	Min (a, b)	0.35 m, 0.40 m	
30 cm	30 cm		

Tabla 42: Calculo del espaciamiento entre estribos (Estructura 2).

Resumen: 3/8" 1@0.05, 6@0.10; resto @ 0.3, cada extremo.

Diseño de zapatas

Estructura 1

Zapata central

Metrado de cargas viva (CV) y muerta (CM)

Peso por m² de una losa aligerada en dos direcciones (2D)

Peralte de losa (H) = 0.18 m

Nervios (bw) = 0.10 m

Ladrillos

X = 0.30 m

Y = 0.30 m

Peso propio de la losa aligerada

0.05 m * 2400 kg/cm³ = 120 kg/m²

Peso de nervios

X = 2 * 2400 kg/m³ * 0.15 m * 0.10 m = 72 kg/m²

Y = 2 * 2400 kg/m³ * 0.15 m * 0.10 m = 72 kg/m²

Elementos aligerantes (Ladrillo = 0.30 m * 0.30 m * 0.12 m)

Peso de un ladrillo (H = 0.12 m) : 6.50 kg

Para 1 m² de losa aligerada en dos direcciones : 5.44 ladrillos

6.50 kg * 5.33 ladrillos/m² = 34.65 kg/m²

Peso total de la losa 2D = 298.65 kg/m²

Materiales/Elementos	Peso unitario
Albañilería	1800.0 kg/m ³
Tabiquería móvil	100.00 kg/m ²
Losa aligerada 2D (h=0.18 m)	298.65 kg/m ²
Acabados	100.00 kg/m ²

Tabla 43: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.

Carga muerta (CM)

METRADO DE CARGAS - PISO TÍPICO							
Descripción	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Área (m ²)	N °Elementos	Pu (Tn/m ²)	Parcial (Tn)
Losa 2D	-	e = 0.18	-	44.1	1	0.30	13.17
Viga x-x	0.30	0.45	3.50	-	2	2.40	2.27
Viga y-y	0.30	0.45	3.04	-	2	2.40	1.97
Columna	0.35	0.45	3.73	-	1	2.40	0.587475
Acabados	-	-	-	44.1	1	0.10	4.41
M. albañilería	0.15	3.73	13.08	-	1	1.80	13.17
Tabique Móvil	-	-	-	44.1	1	0.10	4.41
						Σ	39.99

Tabla 44: Metrado de carga muerta.

Carga viva (CV)

Área (m ²)	S/C (kg/m ²)	Peso (kg)	Peso (Tn)
44.1	500	22050.00	22.05

Tabla 45: Metrado de carga viva.

Momento en la columna

Los momentos originados en las columnas por la carga viva (CV) y muerta (CM) se obtienen a partir del análisis estructural realizado en el software ETABS, de los cuales se utilizan los momentos de las columnas que soporten las vigas con las luces más desfavorables según corresponda. En este caso se requieren los momentos de la columna central.

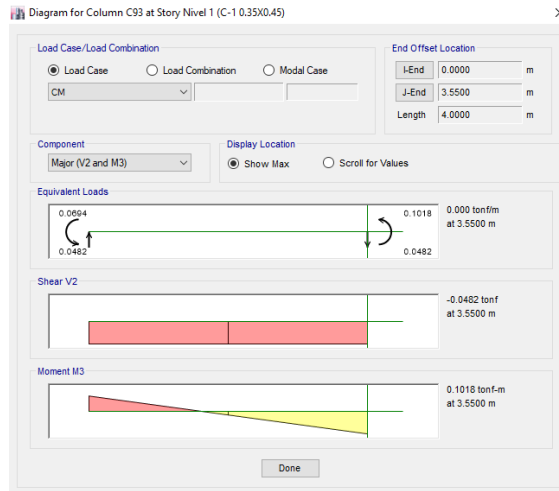


Figura 213: Momento por carga muerta en la columna central.

Fuente: ETABS.

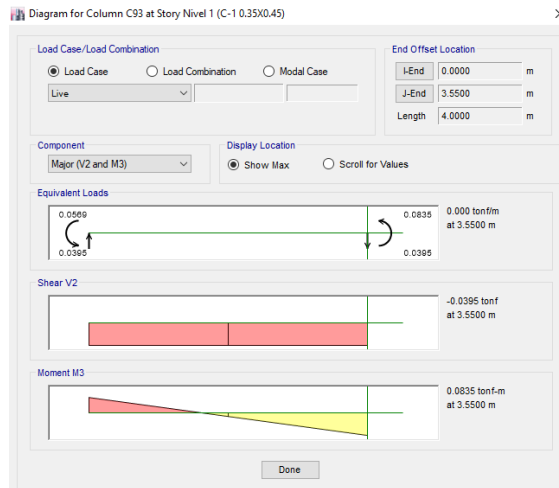


Figura 214: Momentos por viva en la columna central.

Fuente: ETABS.

Diseño de la zapata central

DATOS:

Concreto	$F_c =$	210 kg/cm ²
Fluencia Acero	$F_y =$	4200 kg/cm ²
Peso de carga muerta	$P_{cm} =$	36.99 ton
Peso de carga viva	$P_{cv} =$	22.05 ton
Momento Carga Muerta	$M_{cm} =$	0.10 ton-m
Momento Carga Viva	$M_{cv} =$	0.08 ton-m

$q_a =$	0.85 kg/cm ²
$\gamma_c^o p =$	1.80 ton/m ³
$\gamma_s =$	1.54 ton/m ³
$\gamma_c^o z =$	2.40 ton/m ³
$\gamma_c^o s =$	1.80 ton/m ³
$D_f =$	1.15 m

Detalle de columna

$b =$	35 cm
$t =$	45 cm

Refuerzo

4	$\varnothing 1"$
4	$\varnothing 1"$

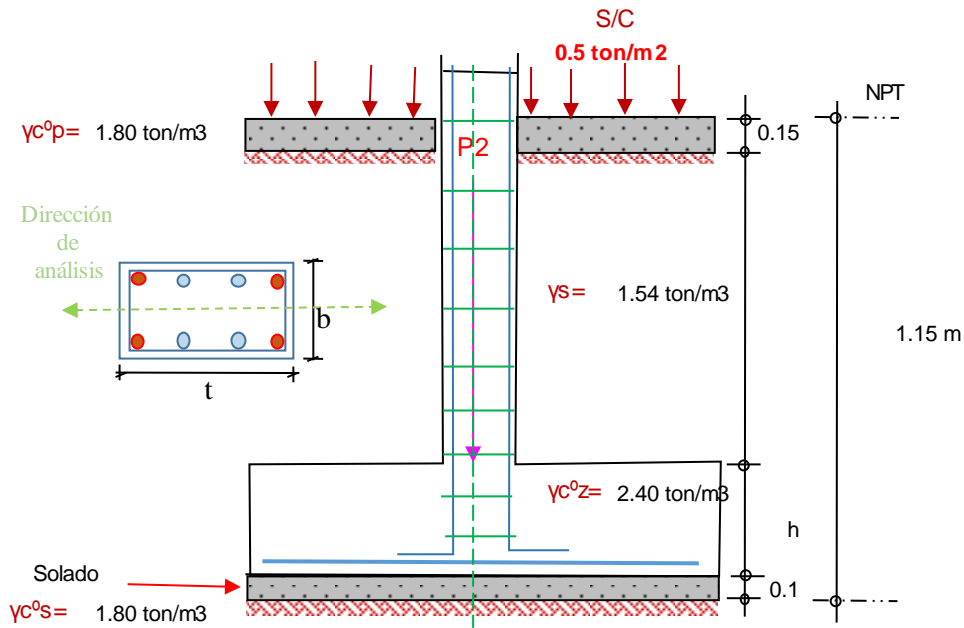


Figura 215: Detalle de zapata central (Estructura 1).

1. DIMENSIONAMIENTO			
Cálculo Área del acero de la columna y diámetro		db	2.54 cm
		Ab	5.07 cm ²
Cálculo peralte de la zapata normativas			
$Ld1 = 0.08 * db * fy / \sqrt{f'c}$	58.9 cm	Ld max	58.89 cm
$Ld2 = 0.004 * db * fy$	42.7 cm	Ld asumido	60.00 cm
$Ld3 \geq 20cm$	20.0 cm	Ld	70.00 cm
Altura de la zapata		h	80.00 cm

$$Ld = Ld \text{ asumido} + 10cm$$

$$h = Ld + 10cm$$

Capacidad portante neta del terreno (qn)

$qn = qa - (\gamma_c^o s \times hs) - (\gamma_c^o z \times hz) - (\gamma_s \times hs) - (\gamma_c^o p \times hp) - s/c$	qn	0.55 kg/cm ²
---	----	-------------------------

Área de la zapata

$$A = \frac{PT}{qn} = \frac{Pcm + Pcv}{qn}$$

A	10.78 m ²
---	----------------------

$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$10.782 = (0.5 + 2m)(0.4 + 2m)$$

$$10.782 = 0.1575 + 0.9m + 0.7m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1.6m + -10.6 = 0$$

	m	1.44		
$L = t + 2m$	L	3.33 m	L	3.35 m
$B = b + 2m$	B	3.23 m	B	3.25 m
Cálculo del área definido	Az=B x L		Az	10.89 m ²

LONGITUD
ANCHO
OK

2. VERIFICACIÓN DE PRESIÓN $q_{max} < q_a$			
Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$	P_s	59.04 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{cv}$	M_s	0.19 ton-m
	$C=L/2$	C	1.68
Cálculo de Inercia	$I = \frac{(B * L^3)}{12}$	I	10.18 m4
Presión máxima	$q_{m\acute{a}x} = \frac{P_s}{A_z} + \frac{M_s * c}{I}$	$q_{m\acute{a}x}$	0.55 kg/cm2
Verificación	$0.545 < 0.85$	$q_{m\acute{a}x} < q_a$	OK

CARGAS DE DISEÑO (P_u, M_u)

Reacción amplificada del suelo

Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	P_u	89.271 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	M_u	0.284 ton-m
$M = F * d \Rightarrow M_u = P_u * e$	$e = M_u/P_u$	e	0.003 m
		$L/6$	0.558 m
Verificación Presión del suelo		$e < L/6$	For. trapezoidal

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{A_z} \pm \frac{M_u * c}{I}$$

q_1	8.25 ton/m2
q_2	8.15 ton/m2

3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE			
Presión a una dist. d cara de columna	d= 70.00 cm	q'	8.23 ton/m2
Fuerza cortante última		V_u	20.07 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * B * d$	ϕV_c	148.52 ton
Verificación		$V_u < \phi V_c$	CONFORME

4. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO			
Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 * (t + d) + 2 * (b + d)$	b_o	4.40 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$ <small>$B_o = \frac{\text{Lado mayor Col.}}{\text{Lado menor Col.}}$</small>	B_o	1.29
Área del punzonamiento		A_p	1.21 m2
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$	A'_p	9.68 m2
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo		q''	8.18 ton/m2
Cálculo de presión a distancia de corte derecho		q'''	8.22 ton/m2
Fuerza cortante última	$V_u = q_u * A'_p$	V_u	79.37 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		ϕV_c	525.66 ton
Verificación		$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME

$$\phi V_c = \phi * \left(0.53 + \frac{1.10}{B_o}\right) \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

5. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL							
Cálculo de presión al cara derecho de la columna		distancia	1.90	q''''	8.21 ton/m2		
Distancia L	1.45	F1	11.90	F2	0.03		
Cálculo de momento último				M_u	8.65 ton-m		

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	8.65 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{sd} = \rho_d * b * d$$

$$\rho_d = w * \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_b = \rho_b * b * d$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'_c}}{F_y}$$

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi * f'_c * b * d^2} = 0$$

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuánta y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm ²
Cuánta y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm ²
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6855	w 2	0.0094
Cuánta y acero de diseño	Pd	0.0005	Asd	3.29 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm ²

Acero a seleccionar Ø 3/4"

As= 2.85 cm²

db= 1.91 cm

$$N = \frac{Asd * B}{As \phi}$$

$$S = \frac{B - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	Nº varillas	19 und
Distribución de Acero:	S	16.6 cm

Acero Longitudinal: 19 Ø 3/4" @ 0.17 m

6. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL			
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	1.80	q'''	8.20
Cálculo de momento último	Distancia L= 1.45	Mu	8.62 ton-m

$$Mu = \frac{ql^2}{2}$$

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	8.62 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuánta y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm ²
Cuánta y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm ²
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6856	w 2	0.0094
Cuánta y acero de diseño	Pd	0.0005	Asd	3.28 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm ²

Acero a seleccionar Ø 3/4"

As= 2.85 cm²

db= 1.91 cm

$$N = \frac{Asd \cdot L}{As \cdot \phi}$$

$$S = \frac{L - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	N° varillas	20 und
Distribución de Acero:	S	16.2 cm

Acero Longitudinal: 20 Ø 3/4" @ 0.16 m

7. DETALLE FINAL

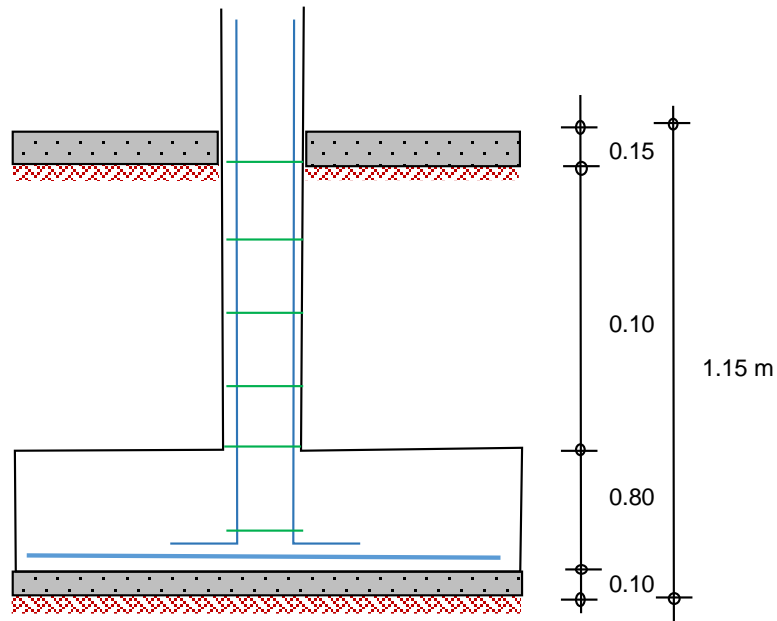


Figura 216: Detalle de sección de la zapatas central (Estructura 1)

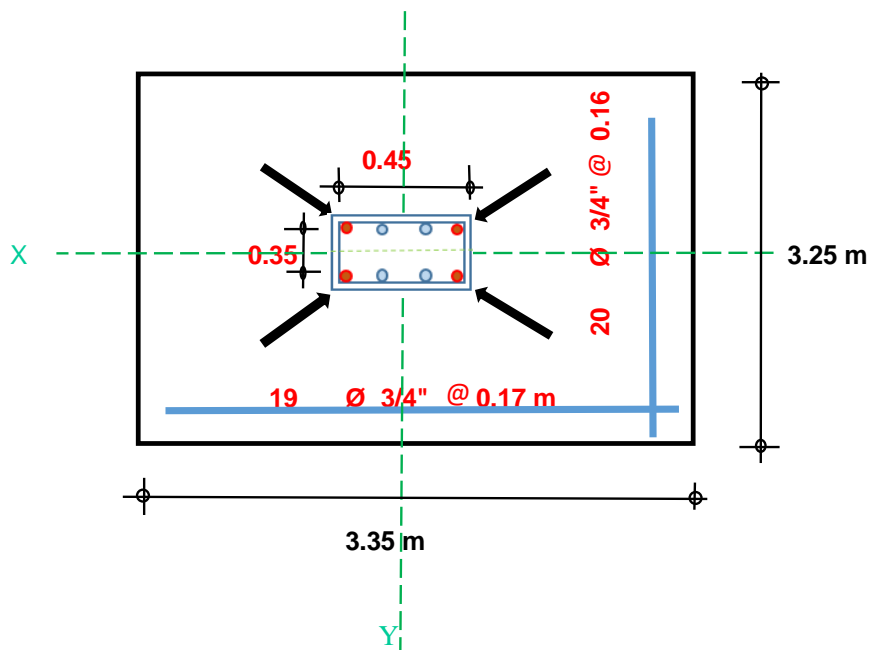


Figura 217: Detalle de planta de la zapata central (Estructura 1).

Zapata esquinada

Merado de cargas

Materiales/Elementos	Peso unitario
Albañilería	1800.0 kg/m ³
Tabiquería móvil	100.00 kg/m ²
Losa aligerada 2D (h=0.18 m)	298.65 kg/m ²
Acabados	100.00 kg/m ²

Tabla 46: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.

Carga muerta (CM)

METRADO DE CARGAS - PISO TÍPICO							
Descripción	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Área (m ²)	N °Elementos	Pu (Tn/m ²)	Parcial (Tn)
Losa 2D	-	e = 0.18	-	11.41	1	0.30	3.41
Viga x-x	0.30	0.45	3.50	-	1	2.40	1.13
Viga y-y	0.30	0.45	3.26	-	1	2.40	1.06
Columna	0.35	0.45	3.73	-	1	2.40	0.587475
Acabados	-	-	-	11.41	1	0.10	1.14
M. albañilería	0.15	3.73	6.76	-	1	1.80	6.81
Tabique Móvil	-	-	-	11.41	1	0.10	1.14
						Σ	15.28

Tabla 47: Metrado de carga muerta.

Carga viva (CV)

Área (m ²)	S/C (kg/m ²)	Peso (kg)	Peso (Tn)
11.41	500	5705.00	5.705

Tabla 48: Metrado de carga viva.

Momento en la columna

Momento originado en la columna esquinada por las cargas viva (CV) y muerta (CM).



Figura 218: Momento por carga muerta en la columna esquinada.

Fuentes: ETABS.

1. DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro	db	2.54 cm
	Ab	5.07 cm ²

Cálculo peralte de la zapata normativas

$Ld1 = 0.08 * db * fy / \sqrt{f'c}$	58.89 cm	Ld max	58.89 cm
$Ld2 = 0.004 * db * fy$	42.67 cm	Ld asumido	60.00 cm
$Ld3 \geq 20cm$	20.00 cm	d	70.00 cm
Altura de la zapata		h	80.00 cm

$$d = Ld \text{ asumido} + 10cm$$

$$h = Ld + 10cm$$

Capacidad portante neta del terreno (qn)

$qn = qa - (\gamma c^o s x hs) - (\gamma c^o z x hz) - (\gamma s x hs) - (\gamma c^o p x hp) - s/c$	qn	0.55 kg/cm ²
---	----	-------------------------

Solicitaciones de carga

Peso de servicio	$Ps = Pcm + Pcv$	Ps	20.99 ton
Momento de servicio	$Ms = Mcm + Mcv$	Ms	6.74 ton-m

Zapatas sin excentricidad

$$A = \frac{Ps}{qn} = \frac{Pcm + Pcv}{qn}$$

Cálculo área de la zapata	A	3.83 m ²
Tender excentricidad $Az > 3.83 \text{ m}^2$		
Cálculo de excentricidad $e = Ms/Ps$	e	0.32 m

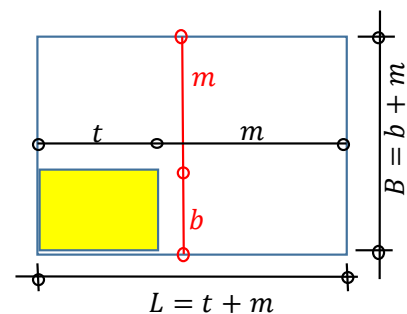
$$A = (t + m)(b + m)$$

$$3.833 = (0.45 + m)(0.35 + m)$$

$$3.833 = 0.1575 + 0.8 m + m^2$$

$$m^2 + 0.8 m - 3.833 = 0$$

$$m = 1.59827171$$



Ancho $B = b + m$	B	1.95 m	B	2.10 m	ANCHO
Longitud $L = t + m$	L	2.05 m	L	2.25 m	LONGITUD
Cálculo del área definido $Az = B \times L$	Az		Az	4.73 m ²	OK

2. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$

	$C = L/2$	C	1.13 m
Cálculo de Inercia	$I = (B * L^3)/12$	I	1.99 m ⁴
Presión máxima	$q_{m\acute{a}x} = \frac{Ps}{Az} + \frac{Ms \cdot c}{I}$	$q_{m\acute{a}x}$	0.82 kg/cm ²
Verificación	$0.825 < 0.85$	$q_{m\acute{a}x} < q_a$	OK

CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

Reacción amplificada del suelo

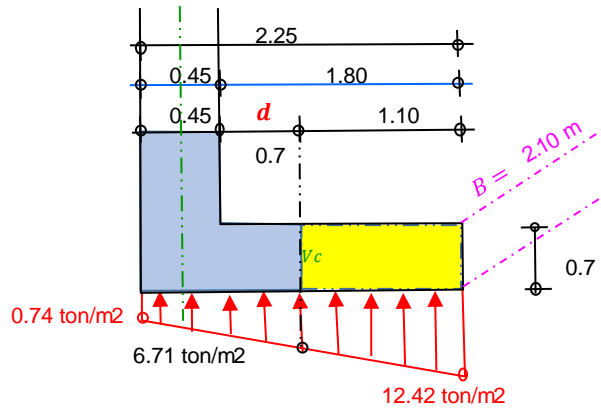
Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	Pu	31.1 ton
Momento último	$M_u = 1.7M_{cv} + 1.4M_{cm}$	Mu	10.35 ton-m
$M = F * d \Rightarrow Mu = Pu * e$	$e = Mu/Pu$	e	0.333 m
		L/6	0.375 m
Verificación Presión del suelo		$e < B/6$	For. trapezoidal

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{A_z} \pm \frac{M_u * c}{I}$$

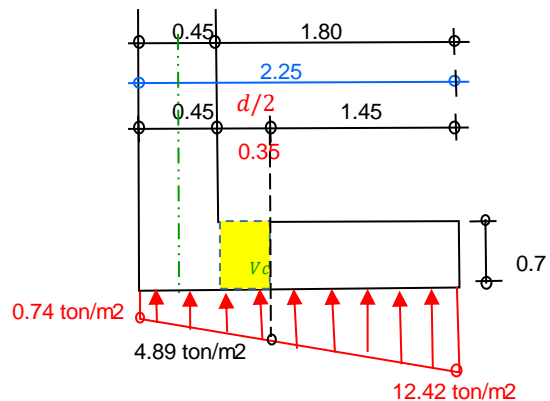
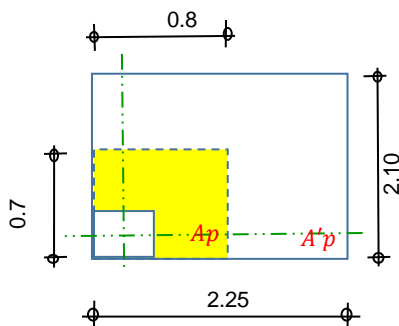
q_1	12.42 ton/m ²
q_2	0.74 ton/m ²

3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE $V_u < \phi V_c$



Presión a una dist. de cara columna	$d = 70 \text{ cm}$	q'	6.71 ton/m ²
Fuerza cortante última		V_u	22.10 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi * 0.53 \sqrt{f'_c} * B * d$	ϕV_c	95.97 ton
Verificación	$V_u \leq \phi V_c$	$V_u < \phi V_c$	CONFORME

4. VERIFICACIÓN POR FUNZONAMIENTO $V_u \leq \phi V_c$



Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = (b + d/2) + (t + d/2)$	b_o	1.50 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$ $B_o = \frac{\text{Lado mayor Col.}}{\text{Lado menor Col.}}$	B_o	1.29
Presión a distancia d/2 de la cara exterior derecho de columna		q''	4.89 ton/m ²
Fuerza cortante última		V_u	29.52 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		ϕV_c	179.20 ton
Verificación		$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME

$$\phi V_c = \phi * (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'c} * b_o * d$$

5. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL					
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	distancia	0.45	q''	3.24 ton/m ²	
Distancia L	1.80	F1=	5.84	F2	8.26
Cálculo de momento último			M_u	15.17 ton-m	

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi * f'c * b * d^2} = 0$$

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70 cm
f'c	210 kg/cm ²

M_u	15.17 ton-m
f_y	4200 kg/cm ²

Cálculo

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.75 * \rho_b$$

$$A_b = \rho_b * b * d$$

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_d = w * \frac{f'c}{f_y}$$

$$A_{sm\acute{a}x} = \rho_{m\acute{a}x} * b * d$$

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi * f'c * b * d^2} = 0$$

$$A_{sd} = \rho_d * b * d$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'c}}{F_y}$$

Zona sísmica		Zona	Sísmica		
Cuánta y acero mínimo	P_{min}	0.0024	A_{smin}	16.91 cm ²	
Cuánta y acero balanceada	P_b	0.0213	A_{sb}	148.75 cm ²	
Cuánta y acero máxima	$0.50 p_b$	$P_{m\acute{a}x}$	0.0106	$A_{sm\acute{a}x}$	74.38 cm ²
		w 1	1.6784	w 2	0.0165
Cuánta y acero de diseño	P_d	0.0008	A_{sd}	5.79 cm ²	
Área de acero a usar			A_{sd}	16.91 cm²	

Acero a seleccionar ϕ 3/4"

$$A_s = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$d_b = 1.91 \text{ cm}$$

$$N = \frac{A_{sd} * B}{A_s \phi}$$

$$S = \frac{B - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	N° varillas	12 und
Distribución de Acero:	S	16.6 cm

Acero Longitudinal: 12 ϕ 3/4" @ 0.17 m

6. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL			
Cálculo de presión al cara derecho de la columna		q''	6.71 ton/m ²
Cálculo de momento último	distancia L=	1.75	Mu
			10.277 ton-m

$$Mu = \frac{ql^2}{2}$$

Datos de diseño:

b	100	d	70.00 cm	Mu	10.277 ton-m
β	0.85	f'c	210 kg/cm ²	fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuantía y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm ²
Cuantía y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm ²
Cuantía y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6837	w 2	0.0112
Cuantía y acero de diseño	Pd	0.0006	Asd	3.91 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm²

Acero a seleccionar Ø 3/4" As= 2.85 cm² db= 1.91 cm

$$N = \frac{Asd * L}{As \cdot \emptyset} \quad S = \frac{L - 2r - \emptyset - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	N° varillas	13 und
Distribución de Acero:	S	16.5 cm

Acero Transversal: 13 Ø 3/4" @ 0.17 m

7. DETALLE FINAL

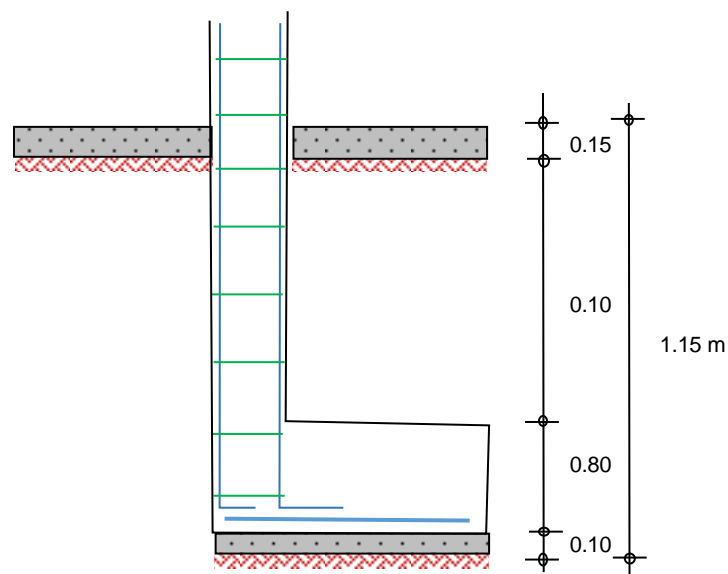


Figura 221: Detalle de sección de zapata esquinada (Estructura 1).

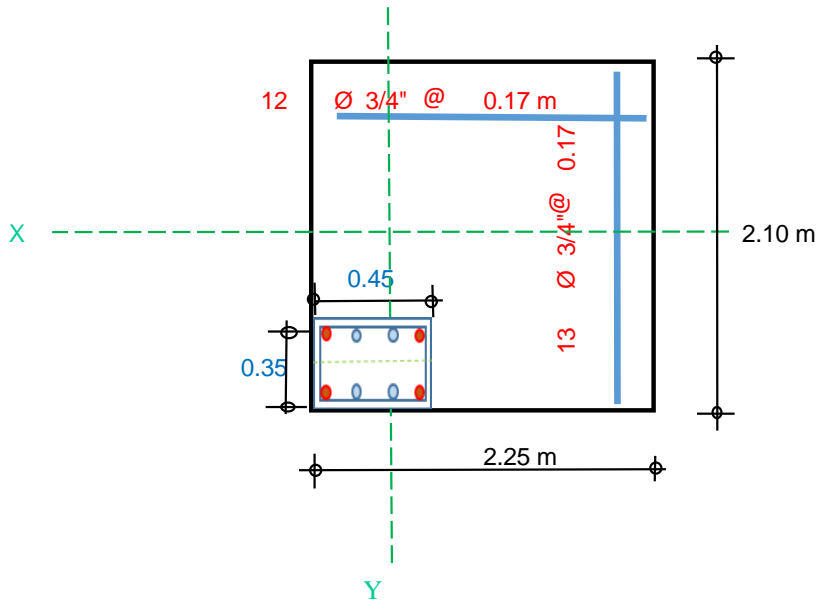


Figura 222: Detalle de planta de la zapata esquinada (Estructura 1).

ZAPATA EXCÉNTRICA

Materiales/Elementos	Peso unitario
Albañilería	1800.0 kg/m ³
Tabiquería móvil	100.00 kg/m ²
Losa aligerada 2D (h=0.18 m)	298.65 kg/m ²
Acabados	100.00 kg/m ²

Tabla 49: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.

Carga muerta (CM)

METRADO DE CARGAS - PISO TÍPICO							
Descripción	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Área (m ²)	N °Elementos	Pu (Tn/m ²)	Parcial (Tn)
Losa 2D	-	e = 0.18	-	22.82	1	0.30	6.82
Viga x-x	0.30	0.45	3.50	-	2	2.40	2.27
Viga y-y	0.30	0.45	3.26	-	1	2.40	1.06
Columna	0.35	0.45	3.73	-	1	2.40	0.587475
Acabados	-	-	-	22.82	1	0.10	2.28
M. albañilería	0.15	3.73	10.26	-	1	1.80	10.33
Tabique Móvil	-	-	-	22.82	1	0.10	2.28
Σ							25.62

Tabla 50: Metrado de carga muerta.

Carga viva (CV)

Área (m ²)	S/C (kg/m ²)	Peso (kg)	Peso (Tn)
22.82	500	11410.00	11.41

Tabla 51: Metrado de carga viva.

Momento en la columna

Momento originado en la columna excéntrica por las cargas viva (CV) y muerta

(CM).



Figura 223: Momento por carga muerta (CM) en la columna excéntrica.

Fuente: ETABS

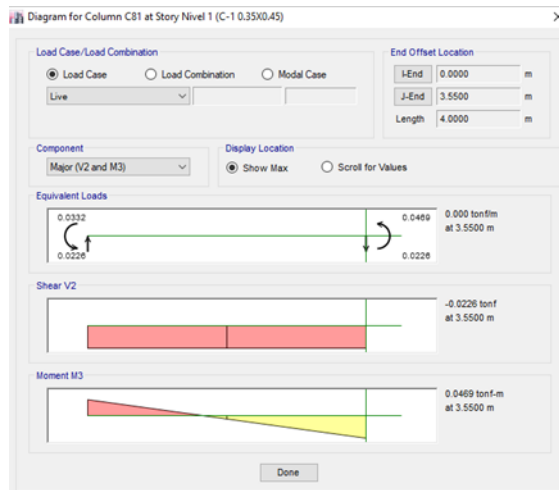


Figura 224: Momentos por viva (CV) en la columna excéntrica.

Fuente: ETABS.

Diseño de la zapata excéntrica

DATOS:

Concreto	F_c	210 kg/cm ²
Fluencia Acero	F_y	4200 kg/cm ²
Peso de carga muerta	P_{cm}	25.62 ton
Peso de carga viva	P_{cv}	11.41 ton
Momento Carga Muerta	M_{cm}	0.06 ton-m
Momento Carga Viva	M_{cv}	0.05 ton-m

q_a	0.85 kg/cm ²
γ_c^p	1.80 ton/m ³
γ_s	1.54 ton/m ³
γ_c^z	2.40 ton/m ³
γ_c^s	1.80 ton/m ³
D_f	1.15 m

Columna detalles

$b=$	35
$t=$	45

Refuerzo

4	$\varnothing 1"$
4	$\varnothing 1"$

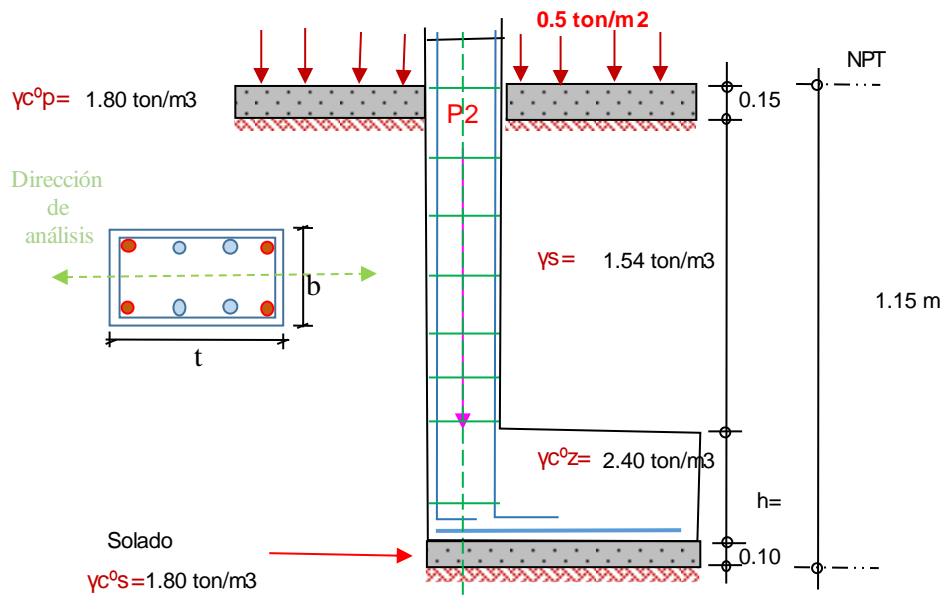


Figura 225: Detalle de zapata excéntrica (Estructura 1).

1. DIMENSIONAMIENTO			
Cáculo Área del acero de la columna y diámetro		db	2.54 cm
		Ab	5.07 cm ²
Cáculo peralte de la zapata normativas			
$Ld1 = 0.08 * db * fy / \sqrt{f'c}$	58.89 cm	Ld max	58.89 cm
$Ld2 = 0.004 * db * fy$	42.67 cm	Ld asumido	60.00 cm
$Ld3 \geq 20cm$	20.00 cm	Ld	70.00 cm
Altura de la zapata		h	80.00 cm

$$Ld = Ld \text{ asumido} + 10cm$$

$$h = Ld + 10cm$$

Capacidad portante neta del terreno (qn)

$qn = qa - (\gamma c^{\circ}s \times hs) - (\gamma c^{\circ}z \times hz) - (\gamma s \times hs) - (\gamma c^{\circ}p \times hp) - s/c$	qn	0.55 kg/cm ²
--	----	-------------------------

Zapatas sin excentricidad

$$A = \frac{Ps}{qn} = \frac{Pcm + Pcv}{qn}$$

Cáculo área de la zapata	A	6.78 m ²
--------------------------	---	---------------------

Tender excentricidad	$Az > 6.778 \text{ m}^2$		
Cáculo de excentricidad	$e = Ms/Ps$	e	0.003 m
Cáculo de ancho mínimo	$Bmin = 3 * e$	Bmin	0.008 m
Cáculo de ancho máximo	$Bmáx = 2 * a$	Bmáx	0.456 m
$B = \sqrt{A/2}$	B	1.84 m	1.85 m
$L = 2B$	L	3.68 m	3.70 m
Cáculo del área definido	$Az = B \times L$	Az	6.85 m ²
OK			

2. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$			
	$C=B/2$	C	0.93 m
Cálculo de Inercia	$I = (L * B^3)/12$	I	1.95 m ⁴
Presión máxima		$q_{m\acute{a}x}$	0.55 ton/m ²
Verificación	0.546 < 0.85	$q_{m\acute{a}x} < q_a$	OK

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{Ps}{Az} + \frac{Ms c}{I}$$

CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

Reacción amplificada del suelo

Peso último	$Pu = 1.7Pcv + 1.4Pcm$	Pu	55.27 ton
Momento último	$Mu = 1.7Pcv + 1.4Pcm$	Mu	0.16 ton-m
$M = F * d \Rightarrow Mu = Pu * e$	$e = Mu/Pu$	e	0.003 m
		B/6	0.31 m
Verificación Presión del suelo		$e < B/6$	For. trapezoidal

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{Pu}{Az} \pm \frac{Mu * c}{I}$$

q_1	8.15 ton/m ²
q_2	8.00 ton/m ²

3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE $Vu < \emptyset Vc$			
Presion a una dist. de cara columna	$d=$ 70.00 cm	q''	8.09 ton/m ²
Fuerza cortante ultima		Vu	21.03 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\emptyset Vc = \emptyset * 0.53 \sqrt{f'c} * B * d$	$\emptyset Vc$	169.08 ton
Verificación		$Vu < \emptyset Vc$	CONFORME

4. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO $Vu \leq \emptyset Vc$			
Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = (b + d) + 2 * (t + d/2)$	b_o	2.65 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$ <small>$B_o = \frac{\text{Lado mayor Col.}}{\text{Lado menor Col.}}$</small>	B_o	1.29
Presion a distancia d/2 de la cara exterior derecho de columna		q''	8.06 ton/m ²
Fuerza cortante última		Vu	48.52 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		$\emptyset Vc$	316.59 ton
Verificación		$Vu \leq \emptyset Vc$	CONFORME

$$\emptyset Vc = \emptyset * (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'c} * b_o * d$$

5. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL							
Cálculo de presión al cara derecho de la columna		distancia	0.45	q''	8.03 ton/m ²		
Distancia L	1.40	F1	11.25	F2	0.08		
Cálculo de momento último				Mu	7.95 ton-m		

Datos de diseño:

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\emptyset * f'c * b * d^2} = 0$$

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	7.95 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d \quad A_{sd} = \rho_d * b * d \quad \rho_{m\acute{a}x} = 0.75 * \rho_b$$

$$A_b = \rho_b * b * d \quad \rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{6000}{6000 + fy} \right) \quad \rho_d = w * \frac{f'c}{fy}$$

$$A_{sm\acute{a}x} = \rho_{m\acute{a}x} * b * d \quad \rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'c}}{Fy}$$

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi * f'c * b * d^2} = 0$$

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuánta y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm ²
Cuánta y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm ²
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6863	w 2	0.0086
Cuánta y acero de diseño	Pd	0.0004	Asd	3.02 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm²

Acero a seleccionar ϕ 3/4" As= 2.85 cm² db = 1.91 cm

$$N = \frac{Asd * B}{As \phi} \quad S = \frac{B - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	N° varillas	22 und
Distribución de Acero:	S	16.34 cm

Acero Longitudinal: 22 ϕ 3/4" @ 0.16 m

6. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL		
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	q"	8.09 ton/m ²
Cálculo de momento último Distancia L= 1.675	Mu	11.35 ton-m

$$Mu = \frac{ql^2}{2}$$

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	11.35 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuánta y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm ²
Cuánta y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm ²
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6826	w 2	0.0123
Cuánta y acero de diseño	Pd	0.0006	Asd	4.32 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm²

Acero a seleccionar ϕ 3/4" As= 2.85 cm² db = 1.91 cm

Número de varillas:	N° varillas	11 und
Distribución de Acero:	S	15.81 cm

Acero Longitudinal: 11 Ø 3/4" @ 0.16 m

7. DETALLE FINAL

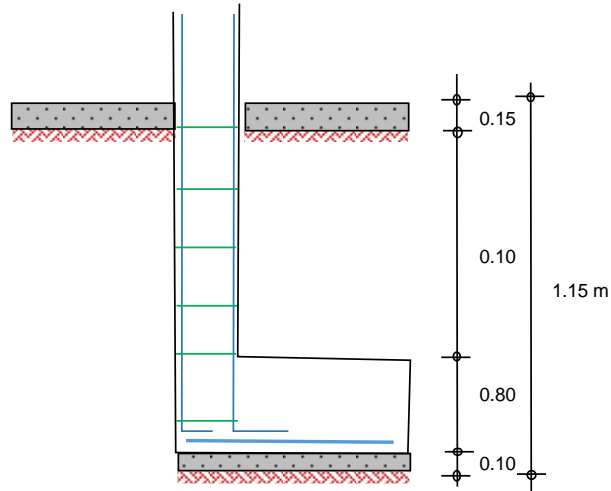


Figura 226: Detalle de sección de zapata excéntrica (Estructura 1).

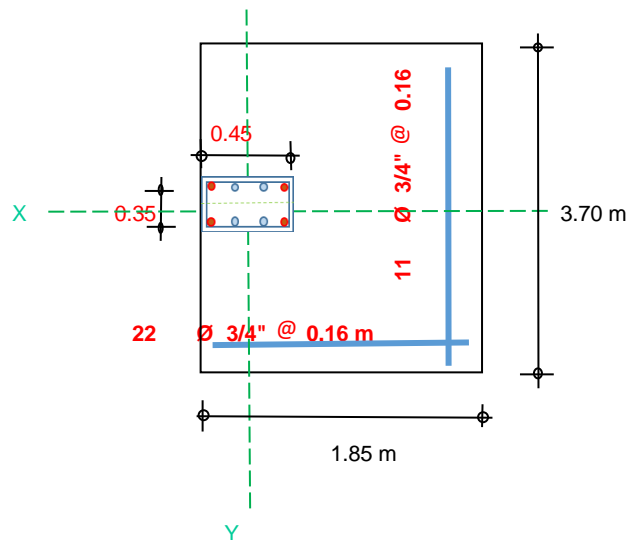


Figura 227: Detalle de planta de zapata excéntrica (Estructura 1).

Estructura 2

Zapata central

Metrado de cargas viva (CV) y muerta (CM)

Peso por m² de una losa aligerada en dos direcciones (2D)

Peralte de losa (H) = 0.18 m

Nervios (bw) = 0.10 m

Ladrillos

$$X = 0.30 \text{ m}$$

$$Y = 0.30 \text{ m}$$

Peso propio de la losa aligerada

$$0.05 \text{ m} * 2400 \text{ kg/cm}^3 = 120 \text{ kg/m}^2$$

Peso de nervios

$$X = 2 * 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.15 \text{ m} * 0.10 \text{ m} = 72 \text{ kg/m}^2$$

$$Y = 2 * 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.15 \text{ m} * 0.10 \text{ m} = 72 \text{ kg/m}^2$$

Elementos aligerantes (Ladrillo = 0.30 m * 0.30 m * 0.12 m)

Peso de un ladrillo (H = 0.12 m) : 6.50 kg

Para 1 m² de losa aligerada en dos direcciones : 5.44 ladrillos

$$6.50 \text{ kg} * 5.33 \text{ ladrillos/m}^2 = 34.65 \text{ kg/m}^2$$

Peso total de la losa 2D = 298.65 kg/m²

Materiales/Elementos	Peso unitario
Albañilería	1800.0 kg/m ³
Tabiquería móvil	100.00 kg/m ²
Losa aligerada 2D (h=0.18 m)	298.65 kg/m ²
Acabados	100.00 kg/m ²

Tabla 52: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.

Carga muerta (CM)

METRADO DE CARGAS - PISO TÍPICO							
Descripción	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Área (m ²)	N °Elementos	Pu (Tn/m ²)	Parcial (Tn)
Losa 2D	-	e = 0.18	-	34.45	1	0.30	10.29
Viga x-x	0.35	0.35	2.50	-	2	2.40	1.47
Viga y-y	0.35	0.35	3.45	-	2	2.40	2.03
Columna	0.35	0.40	3.78	-	1	2.40	0.5292
Acabados	-	-	-	34.45	1	0.10	3.45
M. albañilería	0.15	3.78	11.9	-	1	1.80	12.15
Tabique Móvil	-	-	-	34.45	1	0.10	3.45
						Σ	33.35

Tabla 53: Metrado de carga muerta.

Carga viva (CV)

Área (m ²)	S/C (kg/m ²)	Peso (kg)	Peso (Tn)
34.45	500	17225.00	17.225

Tabla 54: Metrado de carga viva.

Momento en la columna

Los momentos originados en las columnas por la carga viva (CV) y muerta (CM) se obtienen a partir del análisis estructural realizado en el software ETABS, de los cuales se utilizan los momentos de las columnas que soporten las vigas con las luces más desfavorables según corresponda. En este caso se requieren los momentos de la columna central.

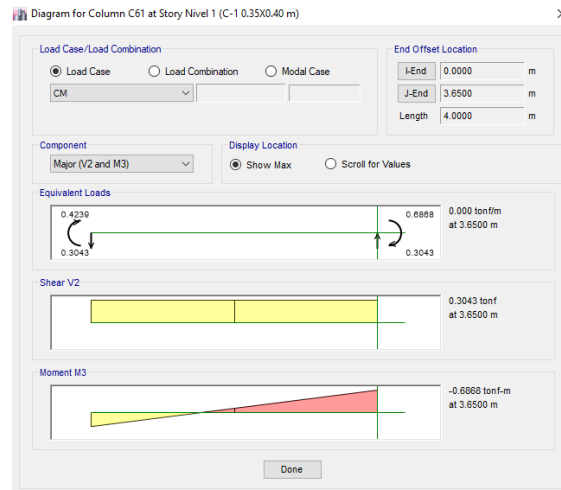


Figura 228: Momento por carga muerta en la columna central

Fuente: ETABS.

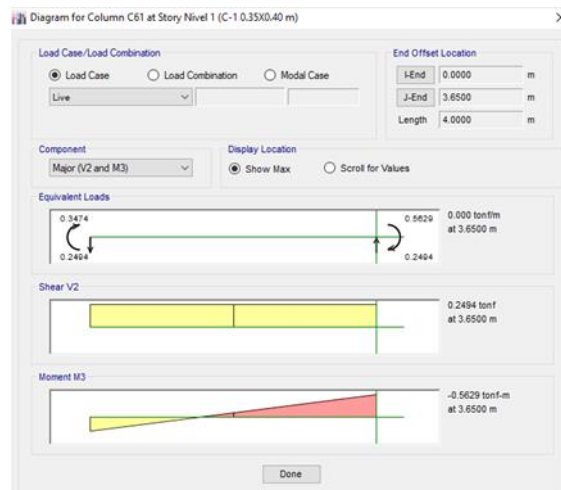


Figura 229: Momentos por viva en la columna central.

Fuente: ETABS.

Diseño de la zapata central

DATOS:

Concreto	F_c	210 kg/cm ²
Fluencia Acero	F_y	4200 kg/cm ²
Peso de carga muerta	P_{cm}	33.35 ton
Peso de carga viva	P_{cv}	17.23 ton
Momento Carga Muerta	M_{cm}	0.69 ton-m
Momento Carga Viva	M_{cv}	0.56 ton-m

q_a	0.85 kg/cm ²
$\gamma_c^o p$	1.80 ton/m ³
γ_s	1.54 ton/m ³
$\gamma_c^o z$	2.40 ton/m ³
$\gamma_c^o s$	1.80 ton/m ³
D_f	1.15 m

Detalle de columna

$b=$	35 cm
$t=$	40 cm

Refuerzo

4	$\varnothing 1"$
2	$\varnothing 1"$

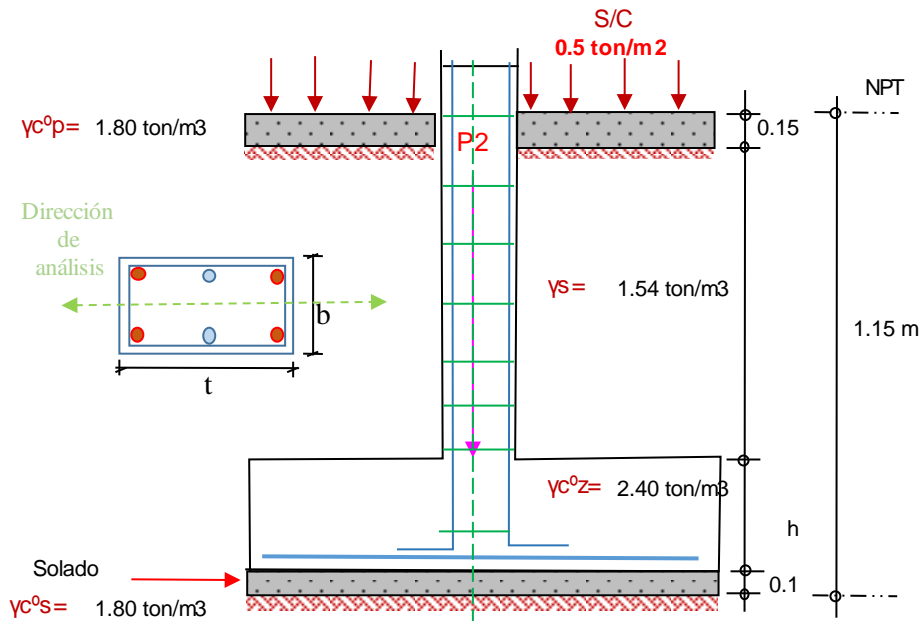


Figura 230: Detalle de zapata central (Estructura 2).

1. DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro

d_b	2.54 cm
A_b	5.07 cm ²

Cálculo peralte de la zapata normativas

$Ld1 = 0.08 * d_b * f_y / \sqrt{f'_c}$	58.89 cm	$Ld \text{ max}$	58.89 cm
$Ld2 = 0.004 * d_b * f_y$	42.67 cm	$Ld \text{ asumido}$	60.00 cm
$Ld3 \geq 20 \text{ cm}$	20.00 cm	Ld	70.00 cm
Altura de la zapata		h	80.00 cm

$$Ld = Ld \text{ asumido} + 10 \text{ cm}$$

$$h = Ld + 10 \text{ cm}$$

Capacidad portante neta del terreno (q_n)

$q_n = q_a - (\gamma_c^o s \times h_s) - (\gamma_c^o z \times h_z) - (\gamma_s \times h_s) - (\gamma_c^o p \times h_p) - s/c$	q_n	0.55 kg/cm ²
---	-------	-------------------------

Área de la zapata

A	9.24 m ²
---	---------------------

$$A = (t + 2m)(b + 2m)$$

$$9.237 = (0.4 + 2m)(0.4 + 2m)$$

$$9.237 = 0.14 + 0.8m + 0.7m + 4m^2$$

$$4.0m^2 + 1.5m + -9.1 = 0$$

$$A = \frac{PT}{qn} = \frac{Pcm + Pcv}{qn}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

	m	1.33		
$L = t + 2m$	L	3.06 m	L	3.05 m LONGITUD
$B = b + 2m$	B	3.01 m	B	3.05 m ANCHO
Cálculo del área definido	Az=B x L		Az	9.30 m ² OK

2. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$

Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$	P _s	51 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{cv}$	M _s	1.25 ton-m
	$C=L/2$	C	1.53
Cálculo de Inercia	$I = (B * L^3)/12$	I	7.21 m ⁴
Presión máxima	$q_{max} = \frac{P_s}{Az} + \frac{M_s c}{I}$	q _{máx}	0.57 kg/cm ²
Verificación	0.570 < 0.85	q _{máx} < q _a	OK

CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

Reacción amplificada del suelo

Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	P _u	75.98 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	M _u	1.92 ton-m
$M = F * d \Rightarrow M_u = P_u * e$	$e = M_u/P_u$	e	0.03 m
		L/6	0.51 m
Verificación Presión del suelo		e < L/6	For. trapezoidal

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{Az} \pm \frac{M_u * c}{I}$$

q ₁	8.57 ton/m ²
q ₂	7.76 ton/m ²

3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE

Presion a una dist. d cara de columna	d= 70.00 cm	q'	8.41 ton/m ²
Fuerza cortante ultima		V _u	16.18 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} * B * d$	ϕV_c	139.38 ton
Verificación		V _u < ϕV_c	CONFORME

4. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO			
Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = 2 * (t + d) + 2 * (b + d)$	b_o	4.30 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$ $B_o = \frac{\text{Lado mayor Col.}}{\text{Lado menor Col.}}$	B_o	1.14
Área del punzonamiento		A_p	1.16 m ²
Área del punzonamiento exterior	$A'_p = A_z - A_p$	A'_p	8.15 m ²
Cálculo de presión a distancia de corte izquierdo		q''	8.02 ton/m ²
Cálculo de presión a distancia de corte derecho		q'''	8.31 ton/m ²
Fuerza cortante última	$V_u = q_u * A'_p$	V_u	66.55 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		ϕV_c	553.36 ton
Verificación		$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME

$$\phi V_c = \phi * (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

5. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL							
Cálculo de presión al cara derecho de la columna distancia					1.73	q''''	8.22 ton/m ²
Distancia L	1.33		F1	10.89		F2	0.23
Cálculo de momento último						M_u	7.42 ton-m

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

M_u	7.42 ton-m
f_y	4200 kg/cm ²

Cálculo

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{sd} = \rho_d * b * d$$

$$\rho_d = w * \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_b = \rho_b * b * d$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'_c}}{F_y}$$

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$A_{smáx} = \rho_{máx} * b * d$$

$$\rho_{máx} = 0.75 * \rho_b$$

$$0.59w^2 - w + \frac{M_u}{\phi * f'_c * b * d^2} = 0$$

Zona sísmica				Zona	Sísmica
Cuánta y acero mínimo	P_{min}	0.0024		A_{smin}	16.91 cm ²
Cuánta y acero balanceada	P_b	0.0213		A_{sb}	148.75 cm ²
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	$P_{máx}$	0.0106		$A_{smáx}$	74.38 cm ²
	w 1	1.6869		w 2	0.0081
Cuánta y acero de diseño	P_d	0.0004		A_{sd}	2.82 cm ²
Área de acero a usar				A_{sd}	16.91 cm ²

Acero a seleccionar ϕ 3/4"

$$A_s = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$d_b = 1.91 \text{ cm}$$

$$N = \frac{A_{sd} * B}{A_s \phi}$$

$$S = \frac{B - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	N° varillas	18 und
Distribución de Acero:	S	16.36 cm

Acero Longitudinal: 18 ϕ 3/4" @ 0.16 m

6. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL			
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	1.70	q'''	8.21
Cálculo de momento último	Distancia L= 1.35	Mu	7.49 ton-m

$$Mu = \frac{ql^2}{2}$$

Datos de diseño:

b	100	d	70.00 cm	Mu	7.49 ton-m
β	0.85	f'c	210 kg/cm2	fy	4200 kg/cm2

Cálculo

Zona sísmica		Zona	Sísmica	
Cuantía y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm2
Cuantía y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm2
Cuantía y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm2
	w 1	1.6868	w 2	0.0081
Cuantía y acero de diseño	Pd	0.0004	Asd	2.84 cm2
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm2

Acero a seleccionar Ø 3/4" **As= 2.85 cm2** db= 1.91 cm

$$N = \frac{Asd * L}{As \cdot \emptyset} \qquad S = \frac{L - 2r - \emptyset - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	Nº varillas=	18 und
Distribución de Acero:	S=	16.36 cm

Acero Longitudinal: 18 Ø 3/4" @ 0.16 m

7. DETALLE FINAL

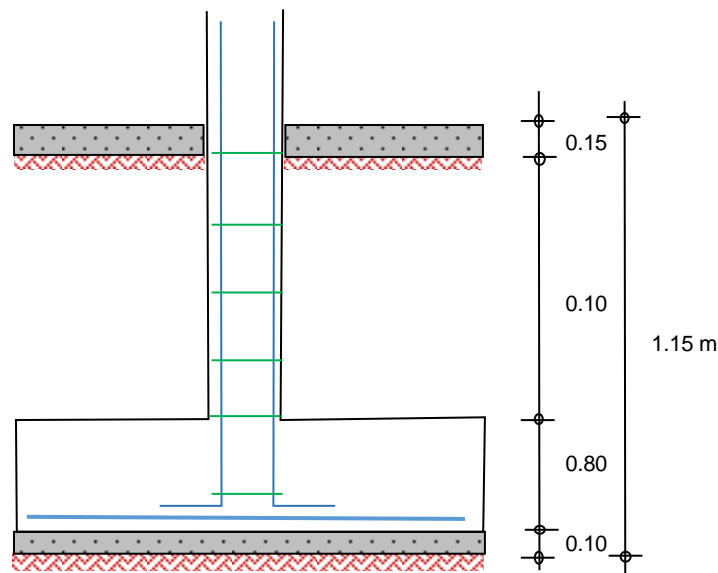


Figura 231: Detalle de sección de zapata central (Estructura 2).

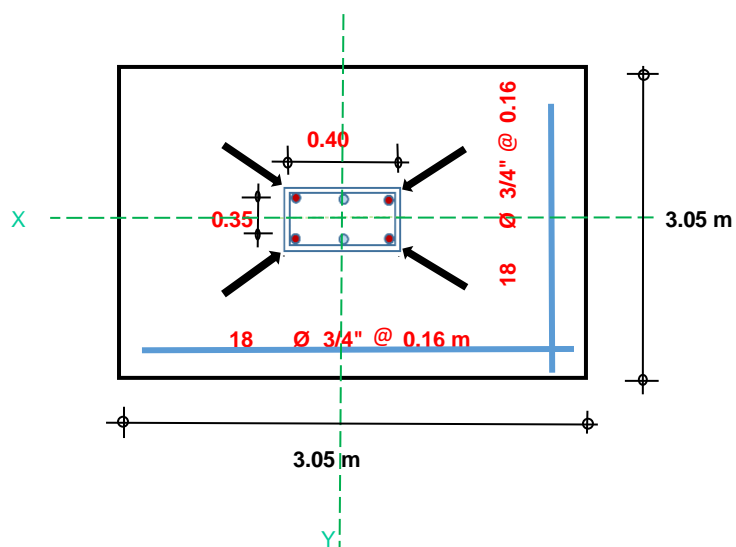


Figura 232: Detalle de planta de zapata central (Estructura 2).

Zapata esquinada

Materiales/Elementos	Peso unitario
Albañilería	1800.0 kg/m ³
Tabiquería móvil	100.00 kg/m ²
Losa aligerada 2D (h=0.18 m)	298.65 kg/m ²
Acabados	100.00 kg/m ²

Tabla 55: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.

Carga muerta (CM)

METRADO DE CARGAS - PISO TÍPICO							
Descripción	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Área (m ²)	N °Elementos	Pu (Tn/m ²)	Parcial (Tn)
Losa 2D	-	e = 0.18	-	8.61	1	0.30	2.57
Viga x-x	0.35	0.50	2.50	-	1	2.40	1.05
Viga y-y	0.35	0.50	3.45	-	1	2.40	1.45
Columna	0.35	0.40	3.78	-	1	2.40	0.5292
Acabados	-	-	-	8.61	1	0.10	0.86
M. albañilería	0.15	3.78	5.95	-	1	1.80	6.07
Tabique Móvil	-	-	-	8.61	1	0.10	0.86
Σ							13.39

Tabla 56: Metrado de carga muerta.

Carga viva (CV)

Área (m ²)	S/C (kg/m ²)	Peso (kg)	Peso (Tn)
8.61	500	4305.00	4.305

Tabla 57: Metrado de carga viva.

Momento en la columna

Momento originado en la columna esquinada por las cargas viva (CV) y muerta (CM).

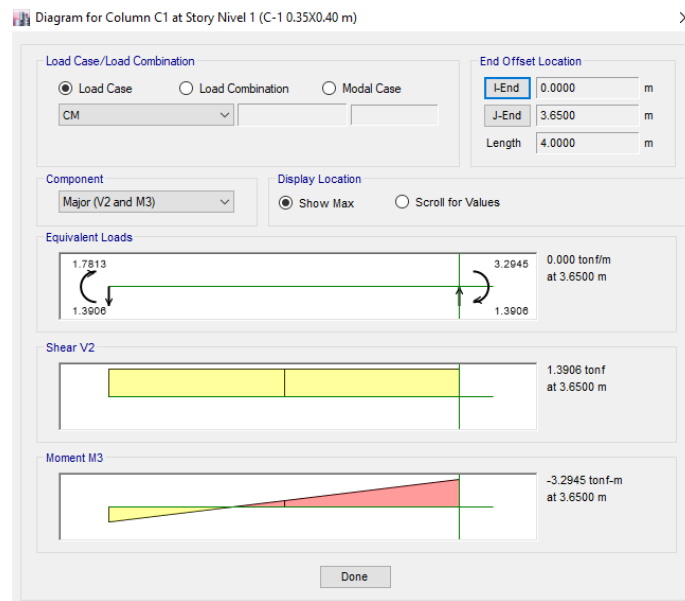


Figura 233: Momento por carga muerta (CM) en la columna esquinada.

Fuente: ETABS.

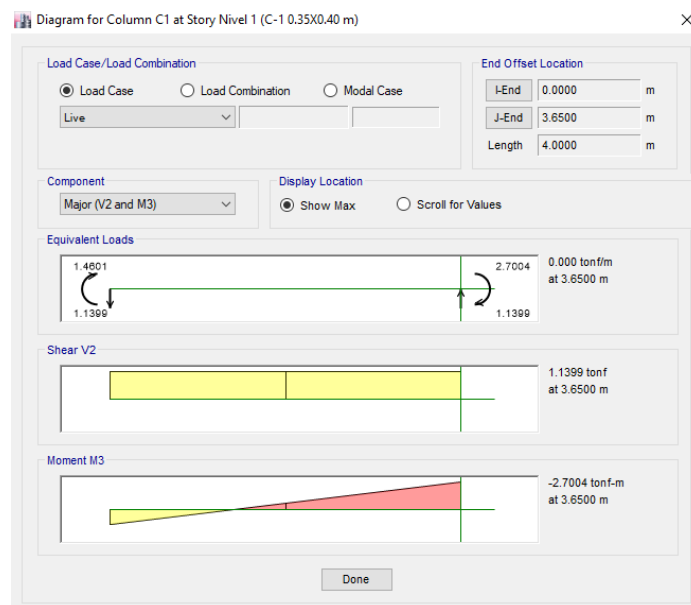


Figura 234: Momentos por viva (CV) en la columna esquinada.

Fuente: ETABS.

Diseño de la zapata esquinada

DATOS:

Concreto	F_c	210 kg/cm ²
Fluencia Acero	F_y	4200 kg/cm ²
Peso de carga muerta	P_{cm}	13.39 ton
Peso de carga viva	P_{cv}	4.31 ton
Momento Carga Muerta	M_{cm}	3.29 ton-m
Momento Carga Viva	M_{cv}	2.70 ton-m

q_a	0.85 kg/cm ²
$\gamma_c^o p$	1.80 ton/m ³
γ_s	1.54 ton/m ³
$\gamma_c^o z$	2.40 ton/m ³
$\gamma_c^o s$	1.80 ton/m ³
D_f	1.15 m

Columna detalles

$b=$	35 cm
$t=$	40 cm

Refuerzo

4	$\varnothing 1"$
2	$\varnothing 1"$

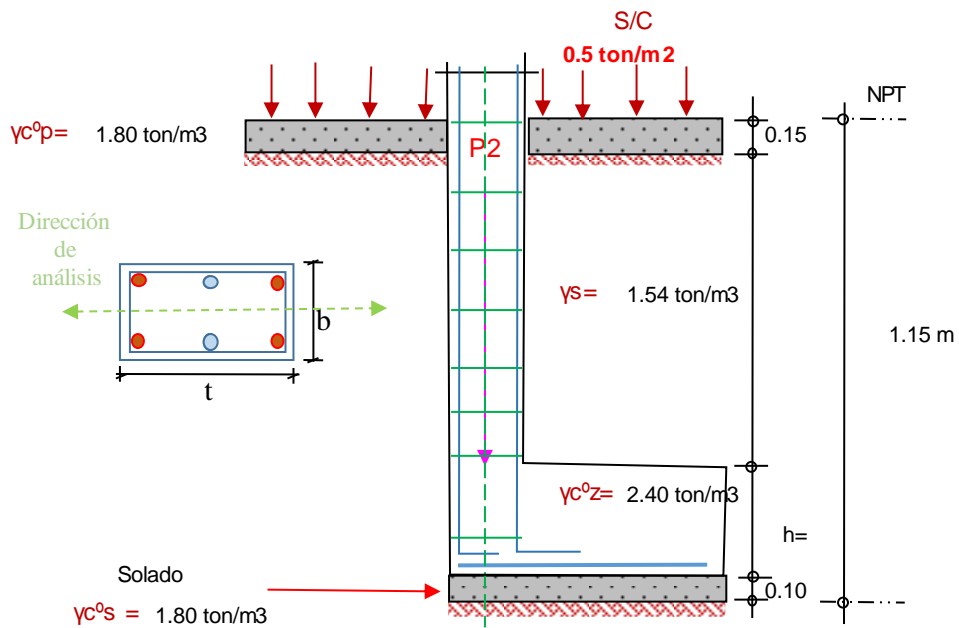


Figura 235: Detalle de zapata esquinada (Estructura 2).

1. DIMENSIONAMIENTO

Cálculo área del acero de la columna y diámetro

d_b	2.54 cm
A_b	5.07 cm ²

Cálculo peralte de la zapata normativas

$Ld1 = 0.08 * d_b * f_y / \sqrt{f'_c}$	58.89 cm	$Ld \text{ max}$	58.89 cm
$Ld2 = 0.004 * d_b * f_y$	42.67 cm	$Ld \text{ asumido}$	60.00 cm
$Ld3 \geq 20 \text{ cm}$	20.00 cm	d	70.00 cm
Altura de la zapata		h	80.00 cm

$$d = Ld \text{ asumido} + 10 \text{ cm}$$

$$h = Ld + 10 \text{ cm}$$

Capacidad portante neta del terreno (qn)

$q_n = q_a - (\gamma_c^o s \times h_s) - (\gamma_c^o z \times h_z) - (\gamma_s \times h_s) - (\gamma_c^o p \times h_p) - s/c$	qn	0.55 kg/cm ²
---	----	-------------------------

Solicitaciones de carga

Peso de servicio	$P_s = P_{cm} + P_{cv}$	Ps	17.70 ton
Momento de servicio	$M_s = M_{cm} + M_{cv}$	Ms	5.99 ton-m

Zapatas sin excentricidad

$$A = \frac{P_s}{q_n} = \frac{P_{cm} + P_{cv}}{q_n}$$

Cálculo área de la zapata	A	3.23 m ²
Tender excentricidad	$Az > 3.232 \text{ m}^2$	
Cálculo de excentricidad	$e = M_s / P_s$	0.34 m

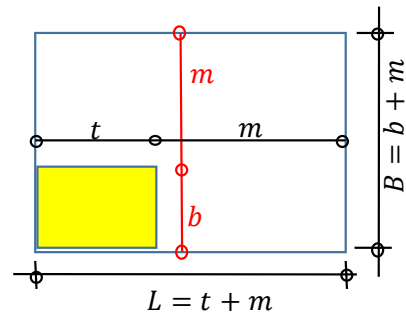
$$A = (t + m)(b + m)$$

$$3.232 = (0.4 + m)(0.35 + m)$$

$$3.232 = 0.14 + 0.75m + m^2$$

$$m^2 + 0.75m - 3.232 = 0$$

$$m = 1.46154876$$



Ancho	$B = b + m$	B	1.81 m	B	2.05 m	ANCHO
Longitud	$L = t + m$	L	1.86 m	L	2.05 m	LONGITUD
Cálculo del área definido	$Az = B \times L$	Az		Az	4.20 m ²	OK

2. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$			
	$C = L/2$	C	1.03 m
Cálculo de Inercia	$I = (B * L^3)/12$	I	1.47 m ⁴
Presión máxima	$q_{max} = \frac{P_s}{Az} + \frac{M_s * c}{I}$	q _{máx}	0.84 kg/cm ²
Verificación	$0.839 < 0.85$	q _{máx} < q _a	OK

CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

Reacción amplificada del suelo

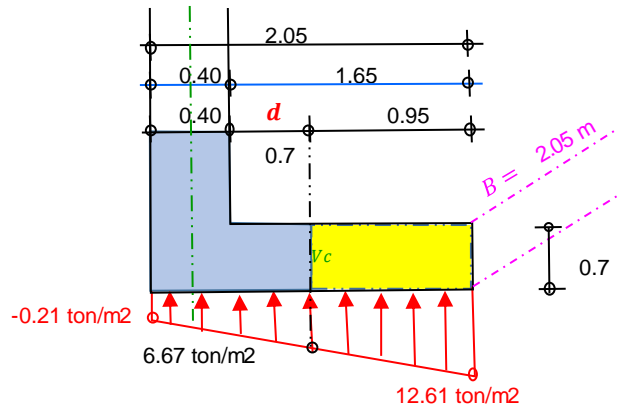
Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	Pu	26.07 ton
Momento último	$M_u = 1.7M_{cv} + 1.4M_{cm}$	Mu	9.20 ton-m
$M = F * d \Rightarrow Mu = Pu * e$	$e = Mu / Pu$	e	0.35 m
		L/6	0.34 m
Verificación Presión del suelo		$e < B/6$	TRIANGULAR

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{Az} \pm \frac{M_u * c}{I}$$

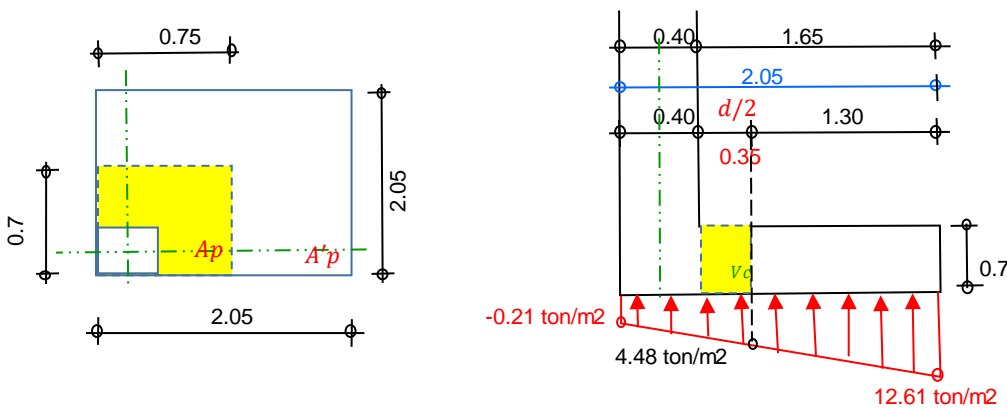
q ₁	12.61 ton/m ²
q ₂	-0.21 ton/m ²

3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE $V_u < \phi V_c$



Presion a una dist. de cara columna	$d = 70 \text{ cm}$	q'	6.67 ton/m ²
Fuerza cortante ultima		V_u	18.78 ton
Resistencia del concreto @ corte	$\phi V_c = \phi * 0.53 \sqrt{f'_c} * B * d$	ϕV_c	93.68 ton
Verificación		$V_u < \phi V_c$	CONFORME

4. VERIFICACIÓN POR FUNZONAMIENTO $V_u \leq \phi V_c$



Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = (b + d/2) + (t + d/2)$	b_o	1.45 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$ $B_o = \frac{\text{Lado mayor Col.}}{\text{Lado menor Col.}}$	B_o	1.14
Presion a distancia $d/2$ de la cara exterior derecho de columna		q''	4.48 ton/m ²
Fuerza cortante última		V_u	24.95 ton
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento		ϕV_c	186.60 ton
Verificación		$V_u \leq \phi V_c$	CONFORME

$$\phi V_c = \phi * \left(0.53 + \frac{1.10}{B_o}\right) \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

5. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL							
Cálculo de presión al cara derecho de la columna				distancia	0.4	q'''	2.30 ton/m ²
Distancia L	1.65		F1=	3.79		F2	8.51
Cálculo de momento último						Mu	12.49 ton-m

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi * f'_c * b * d^2} = 0$$

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	12.49 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d \quad \rho_{max} = 0.75 * \rho_b \quad \rho_d = w * \frac{f'_c}{fy}$$

$$A_b = \rho_b * b * d \quad \rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{fy} * \left(\frac{6000}{6000 + fy} \right) \quad A_{sd} = \rho_d * b * d$$

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d \quad 0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\phi * f'_c * b * d^2} = 0$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'_c}}{F_v}$$

Zona sísmica				Zona	Sísmica
Cuánta y acero mínimo	Pmin	0.0024		Asmin	16.91 cm ²
Cuánta y acero balanceada	Pb	0.0213		Asb	148.75 cm ²
Cuánta y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106		Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6813		w 2	0.0136
Cuánta y acero de diseño	Pd	0.0007		Asd	4.76 cm ²
Área de acero a usar				Asd	16.91 cm²

Acero a seleccionar ϕ 3/4"

$$A_s = 2.85 \text{ cm}^2$$

$$db = 1.91 \text{ cm}$$

$$N = \frac{Asd * B}{As \phi} \quad S = \frac{B - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	N° varillas	12 und
Distribución de Acero:	S	16.19 cm

Acero Longitudinal: 12 ϕ 3/4" @ 0.16 m

6. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL							
Cálculo de presión al cara derecho de la columna				q''''	6.67 ton/m ²		
Cálculo de momento último				distancia L=	1.70	Mu	9.64 ton-m

$$Mu = \frac{ql^2}{2}$$

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	9.64 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuantía y acro mínimo	P _{min}	0.0024	A _{smin}	16.91 cm ²
Cuantía y acero balanceada	P _b	0.0213	A _{sb}	148.75 cm ²
Cuantía y acero máxima 0.50 pb	P _{máx}	0.0106	A _{smáx}	74.38 cm ²
	w 1	1.6844	w 2	0.0105
Cuantía y acero de diseño	P _d	0.0005	A _{sd}	3.67 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm²

Acero a seleccionar Ø 3/4" As = 2.85 cm² db = 1.91 cm

$$N = \frac{Asd * L}{As \cdot \emptyset} \quad S = \frac{L - 2r - \emptyset - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	Nº varillas	12 und
Distribución de Acero:	S	16.19 cm

Acero Transversal: 12 Ø 3/4" @ 0.16 m

7. DETALLE FINAL

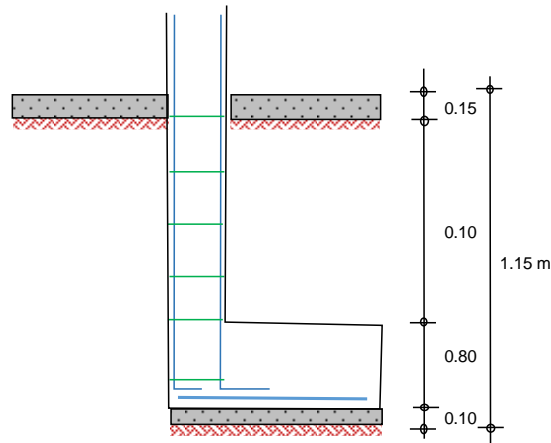


Figura 236: Detalle de sección de zapata esquinada (Estructura 2).

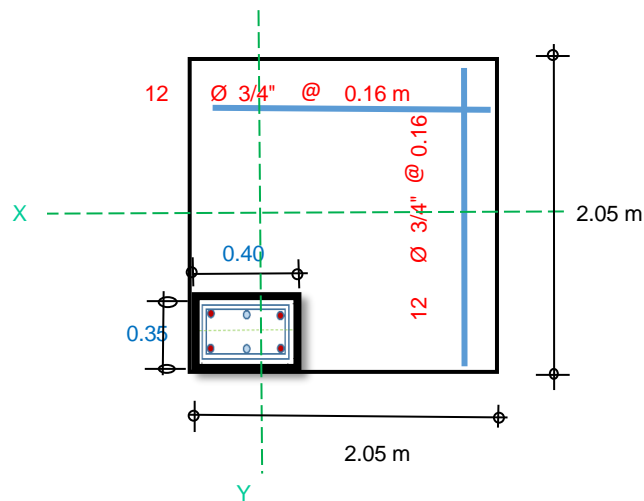


Figura 237: Detalle de planta de zapata esquinada (Estructura 2).

Zapata excéntrica

Materiales/Elementos	Peso unitario
Albañilería	1800.0 kg/m ³
Tabiquería móvil	100.00 kg/m ²
Losa aligerada 2D (h=0.18 m)	298.65 kg/m ²
Acabados	100.00 kg/m ²

Tabla 58: Lista de materiales y peso unitario por carga muerta.

Carga muerta (CM)

METRADO DE CARGAS - PISO TÍPICO							
Descripción	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	Área (m ²)	N °Elementos	Pu (Tn/m ²)	Parcial (Tn)
Losa 2D	-	e = 0.18	-	8.61	1	0.30	2.57
Viga x-x	0.35	0.50	2.50	-	1	2.40	1.05
Viga y-y	0.35	0.50	3.45	-	1	2.40	1.45
Columna	0.35	0.40	3.78	-	1	2.40	0.5292
Acabados	-	-	-	8.61	1	0.10	0.86
M. albañilería	0.15	3.78	5.95	-	1	1.80	6.07
Tabique Móvil	-	-	-	8.61	1	0.10	0.86
						Σ	13.39

Tabla 59: Metrado de carga muerta.

Carga viva (CV)

Área (m ²)	S/C (kg/m ²)	Peso (kg)	Peso (Tn)
8.61	500	4305.00	4.305

Tabla 60: Metrado de carga viva.

Momento en la columna

Momento originado en la columna esquinada por las cargas viva (CV) y muerta (CM).

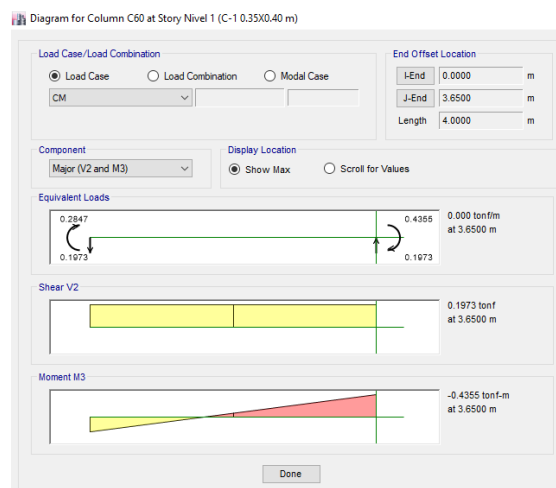


Figura 238: Momento por carga muerta (CM) en la columna esquinada.

Fuente: ETABS.

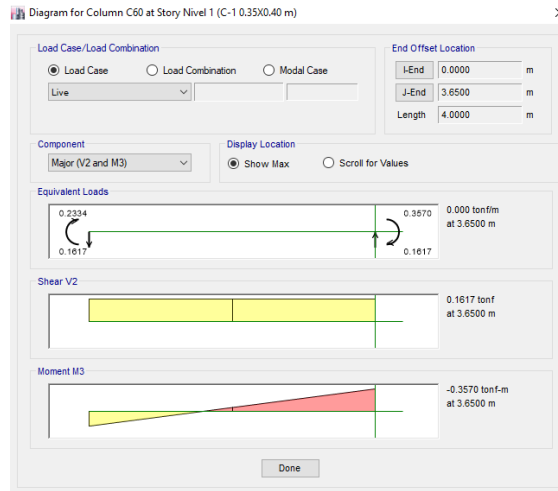


Figura 239: Momentos por viva (CV) en la columna esquinada.

Fuente: ETABS.

Diseño de la zapata excéntrica

DATOS:

Concreto	F_c	210 kg/cm ²
Fluencia Acero	F_y	4200 kg/cm ²
Peso de carga muerta	P_{cm}	21.45 ton
Peso de carga viva	P_{cv}	8.62 ton
Momento Carga Muerta	M_{cm}	0.44 ton-m
Momento Carga Viva	M_{cv}	0.36 ton-m

q_a	0.85 kg/cm ²
$\gamma_c^o p$	1.80 ton/m ³
γ_s	1.54 ton/m ³
$\gamma_c^o z$	2.40 ton/m ³
$\gamma_c^o s$	1.80 ton/m ³
$D_f =$	1.15 m

Columna detalles

b	35
t	40

Refuerzo

4	$\varnothing 1"$
2	$\varnothing 1"$

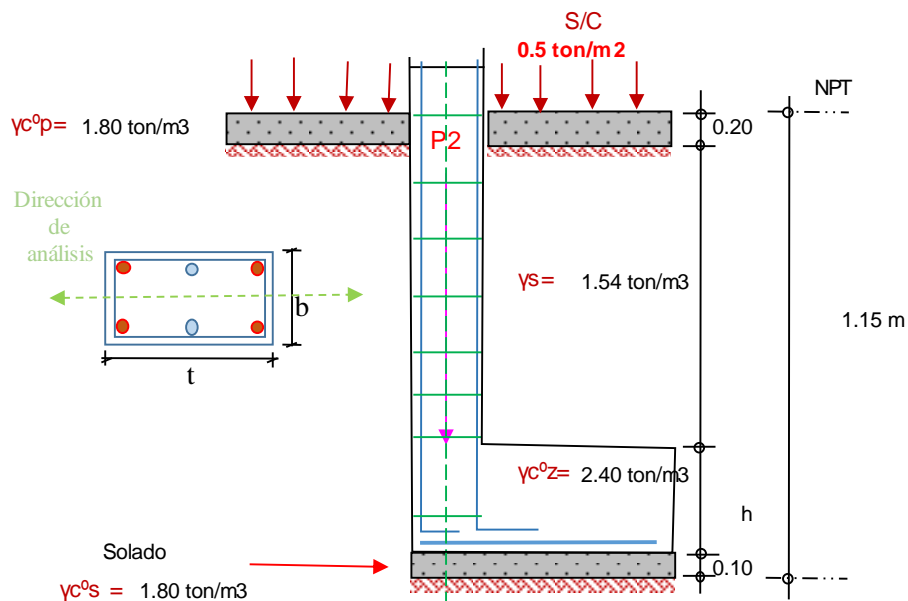


Figura 240: Detalle de zapata excéntrica (Estructura 2).

1. DIMENSIONAMIENTO

Cálculo Área del acero de la columna y diámetro	db	2.54 cm
	Ab	5.07 cm ²

Cálculo peralte de la zapata normativas

$Ld1 = 0.08 * db * fy / \sqrt{f'c}$	58.89 cm	Ld max	58.89 cm
$Ld2 = 0.004 * db * fy$	42.67 cm	Ld asumido	60.00 cm
$Ld3 \geq 20cm$	20.00 cm	Ld	70.00 cm
Altura de la zapata		h	80.00 cm

$$Ld = Ld \text{ asumido} + 10cm$$

$$h = Ld + 10cm$$

Capacidad portante neta del terreno (qn)

$qn = qa - (\gamma c^o s x hs) - (\gamma c^o z x hz) - (\gamma s x hs) - (\gamma c^o p x hp) - s/c$	qn	0.55 kg/cm ²
---	----	-------------------------

Solicitaciones de carga

Peso de servicio	$Ps = Pcm + Pcv$	Ps	30.07 ton
Momento de servicio	$Ms = Mcm + Mcv$	Ms	0.79 ton-m

Zapatas sin excentricidad

$$A = \frac{Ps}{qn} = \frac{Pcm + Pcv}{qn}$$

2. VERIFICACIÓN DE PRESION $q_{max} < q_a$

$C=B/2$	C	0.83 m	
Cálculo de Inercia	$I = (L * B^3)/12$	I	1.25 m
Presión máxima	$q_{máx} = \frac{Ps}{Az} + \frac{Ms c}{I}$	q _{máx}	0.60 m
Verificación	0.596 < 0.9	q _{máx} < q _a	OK

Cálculo área de la zapata	A	5.50 m ²		
Tender excentricidad	$Az > 5.504 m^2$			
Cálculo de excentricidad	$e = Ms/Ps$	e	0.03 m	
Cálculo de ancho mínimo	$B_{mín} = 3 * e$	B _{mín}	0.08 m	
Cálculo de ancho máximo	$B_{máx} = 2 * a$	B _{máx}	0.45 m	
$B = \sqrt{A/2}$	B	1.66 m	B	1.65 m
$L = 2B$	L	3.32 m	L	3.35 m
Cálculo del área definido	$Az=B * L$	Az	5.53 m	
			OK	

CARGAS DE DISEÑO (Pu, Mu)

Reacción amplificada del suelo

Peso último	$P_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	Pu	44.68 ton
Momento último	$M_u = 1.7P_{cv} + 1.4P_{cm}$	Mu	1.22 ton
$M = F * d \Rightarrow Mu = Pu * e$	$e = Mu/Pu$	e	0.03 ton
		B/6	0.28 ton
Verificación Presión del suelo		$e < B/6$	For. trapezoidal

PRESIONES PARA EL DISEÑO (MÉTODO DE RESISTENCIA ULTIMA)

$$q_{1,2} = \frac{P_u}{A_z} \pm \frac{M_u * c}{I}$$

q_1	8.88 ton/m ²
q_2	7.28 ton/m ²

3. VERIFICACIÓN POR CORTANTE $V_u < \emptyset V_c$					
Presión a una dist. de cara columna	d	70 cm		q'	8.35 ton/m ²
Fuerza cortante última				V_u	15.88 ton/m ²
Resistencia del concreto @ corte	$\emptyset V_c = \emptyset * 0.53 \sqrt{f'_c} * B * d$			$\emptyset V_c$	153.09 ton/m ²
Verificación				$V_u < \emptyset V_c$	CONFORME

4. VERIFICACIÓN POR PUNZONAMIENTO $V_u \leq \emptyset V_c$					
Cálculo de Perímetro de punzonamiento	$b_o = (b + d) + 2 * (t + d/2)$			b_o	2.55 m
Relación lados de columna	$B_o = t/b$	$B_o = \frac{\text{Lado mayor Col.}}{\text{Lado menor Col.}}$		B_o	1.14 m
Presión a distancia d/2 de la cara exterior derecho de columna				q''	8.01 m
Fuerza cortante última				V_u	38.66 m
Resistencia del concreto @ corte punzonamiento				$\emptyset V_c$	328.16 m
Verificación				$V_u \leq \emptyset V_c$	CONFORME

$$\emptyset V_c = \emptyset * (0.53 + \frac{1.10}{B_o}) \sqrt{f'_c} * b_o * d$$

5. DISEÑO DE REFUERZO LONGITUDINAL					
Cálculo de presión al cara derecho de la columna	Distancia	0.4		q'''	7.67 ton/m ²
Distancia L	1.25	F1	9.59	F2	0.76
Cálculo de momento último				Mu	6.63 ton-m

Datos de diseño:

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\emptyset * f'_c * b * d^2} = 0$$

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	6.63 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_b = \rho_b * b * d$$

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d$$

$$0.59w^2 - w + \frac{Mu}{\emptyset * f'_c * b * d^2} = 0$$

$$A_{sd} = \rho_d * b * d$$

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} * \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_{min} = 0.70 * \frac{\sqrt{F'_c}}{F_y}$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_d = w * \frac{f'_c}{f_y}$$

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuantía y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm ²
Cuantía y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm ²
Cuantía y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6877	w 2	0.0072
Cuantía y acero de diseño	Pd	0.0004	Asd	2.51 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm²

Acero a seleccionar Ø 3/4" As= 2.85 cm² db= 1.91 cm

$$N = \frac{Asd \cdot B}{As \cdot \phi} \quad S = \frac{B - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	Nº varillas	20 und
Distribución de Acero:	S	16.22 cm

Acero Longitudinal: 20 Ø 3/4" @ 0.16 m

6. DISEÑO DE REFUERZO TRANSVERSAL				
Cálculo de presión al cara derecho de la columna			q'''	8.35 ton/m ²
Cálculo de momento último	Distancia L	1.5	Mu	9.39 ton-m

$$Mu = \frac{ql^2}{2}$$

Datos de diseño:

b	100
β	0.85

d	70.00 cm
f'c	210 kg/cm ²

Mu	9.39 ton-m
fy	4200 kg/cm ²

Cálculo

Zona sísmica			Zona	Sísmica
Cuantía y acero mínimo	Pmin	0.0024	Asmin	16.91 cm ²
Cuantía y acero balanceada	Pb	0.0213	Asb	148.75 cm ²
Cuantía y acero máxima 0.50 pb	Pmáx	0.0106	Asmáx	74.38 cm ²
	w 1	1.6847	w 2	0.0102
Cuantía y acero de diseño	Pd	0.0005	Asd	3.57 cm ²
Área de acero a usar			Asd	16.91 cm²

$$N = \frac{Asd \cdot L}{As \cdot \phi} \quad S = \frac{L - 2r - \phi - 10}{N - 1}$$

Número de varillas:	Nº varillas	10 und
Distribución de Acero:	S	15.34 cm

Acero Longitudinal: 10 Ø 3/4" @ 0.15 m

7. DETALLE FINAL

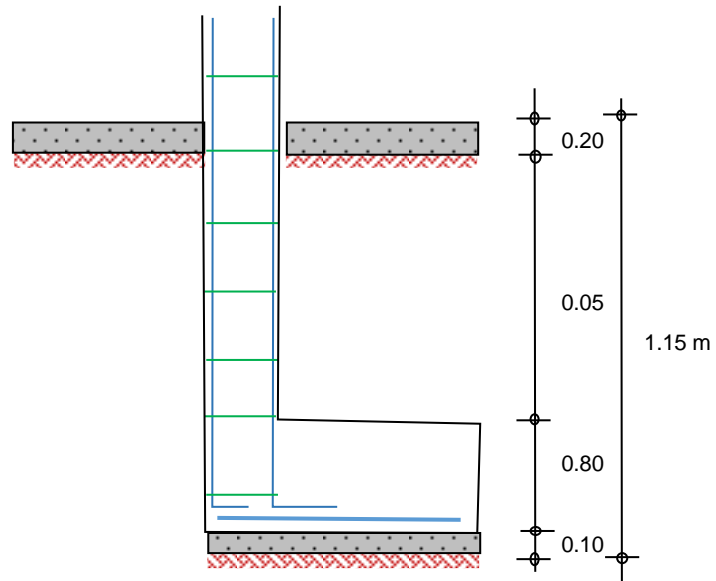


Figura 241: Detalle de sección de zapata excéntrica (Estructura 2).

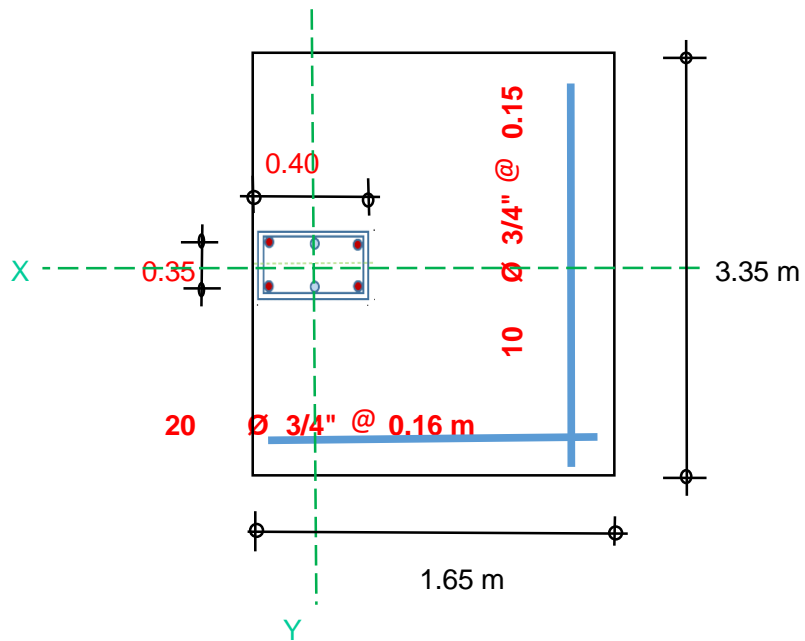


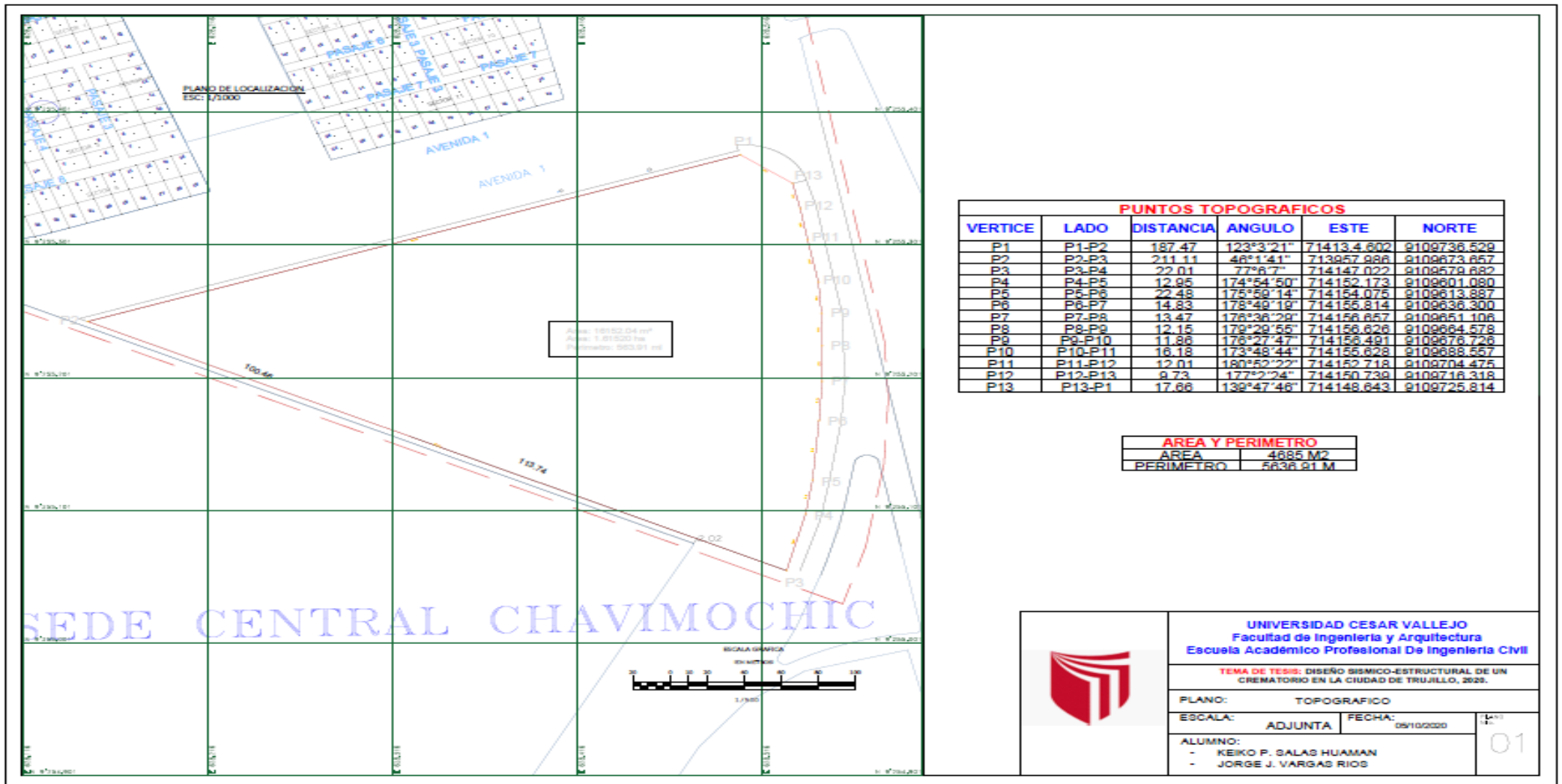
Figura 242: Detalle de planta de zapata excéntrica (Estructura 2).

IV. RESULTADOS

4.1 Levantamiento planimétrico del terreno

El terreno tiene un área de 16 152.04 m² y un perímetro de 563.91 m.

Figura 243: Plano planimétrico



4.2 Estudio de mecánica de suelos

Realizar el estudio de mecánica de suelos del sitio en donde se construirá el crematorio.

Tabla 61: Perfil estratigráfico de acuerdo a los parámetros Físicos, Mecánicos y Químicos del suelo.

PARAMETROS	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6
Gravas	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arena (%)	95	95	95	95	95	95
Finos (%)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Clasificación SUCS	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM	SP-SM
Clasificación AASHTO	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b	A-1-b
Sales solubles	0.134	0.162	0.138	0.166	0.171	0.153
Límites de consistencia	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Figura 244: Variación del contenido de humedad (%) para cada muestra extraída de la urbanización los 4 suyos aplicando los ensayos NTP 339.127.

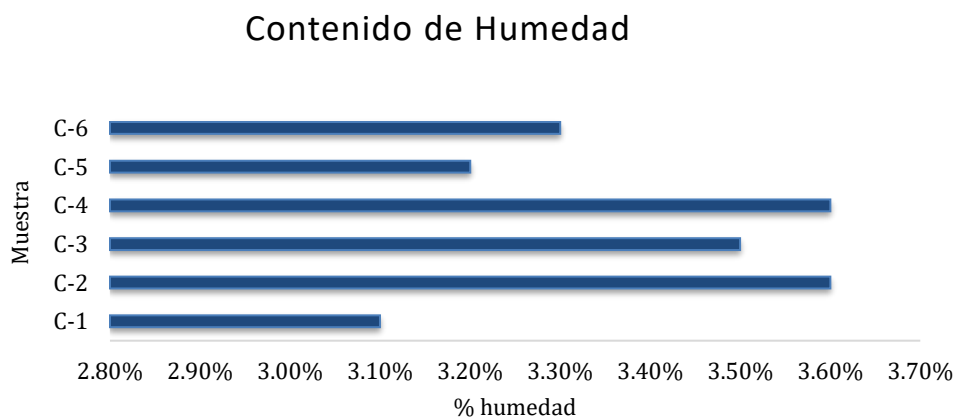


Tabla 62: Capacidad portante y los asentamientos elásticos totales para un ángulo de fricción de 27° y un $D_f = 0.8$ m.

Cimiento corrido			Se (cm)	Cimiento cuadrado			Se (cm)
B(m)	Df(m)	qa(kg/cm ²)		B(m)	Df(m)	qa(kg/cm ²)	
0.6		0.7	0.13	1		0.75	0.19
0.8	0.8	0.75	0.17	1.3	0.8	0.81	0.27
1		0.80	0.20	1.5		0.85	0.31
Asentamiento diferencial Maximo						2.8 cm.	

4.3 Diseño arquitectónico

Tabla 63: Cuadro de resumen de la distribución de los ambientes de acuerdo a la ley N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA.

DESCRIPCION DE LOS AMBIENTES				
FUNCION	CANTIDAD	AMBIENTE	AREA(m ²)	PERIMETRO(m)
PARTE CEREMONIAL	2	Sala Ceremonial	195.3	56.58
	1	Sala De Despedida	21	18.85
	1	Sala Para Familiares	25.9	20.84
	1	Sala De Ajustes Para El Cuerpo	18.67	17.56
	1	Armario De Músicos	21.4	18.64
	1	Guarda Ropa Y Cenízaros	44.01	26.92
	1	Túmulos	35.01	23.7
	1	Exposición De Ataúd	10.65	15.29
PARTE ADMINISTRATIVA	1	Recepción	44.62	26.84
	1	Mesa De Partes	10.75	13.17
	1	Cafetín	51.86	37.56
	1	Registro	10.25	12.93
	1	Relaciones Publicas	30.1	23.04
	1	Oficina Contadora		
	1	Gerencia	13.57	15.86
PARTE OPERATIVA	1	Área De Control	11.99	14.97
	1	Sala De Cremación	188.33	59.15
	1	Almacén	5.76	10.1
	1	Floristería	188.33	59.15
	1	Planta Recolectora De Residuos	6.6	10.61
	1	Salas De Refrigeración	109.15	59.57
SERVICIOS HIGIENICOS	1	Cuarto De Servicios	4.04	8.13
	1	Baño Para Hombres	37.73	66.3
	3	Baño Para Mujeres	22.88	38.05
	3	Discapacitados	18.69	35.56
ACCESOS	3	Sala De Entradas	130.56	66.09
	1	Corredor	238.16	201.12

Figura 245: Plano de distribución.

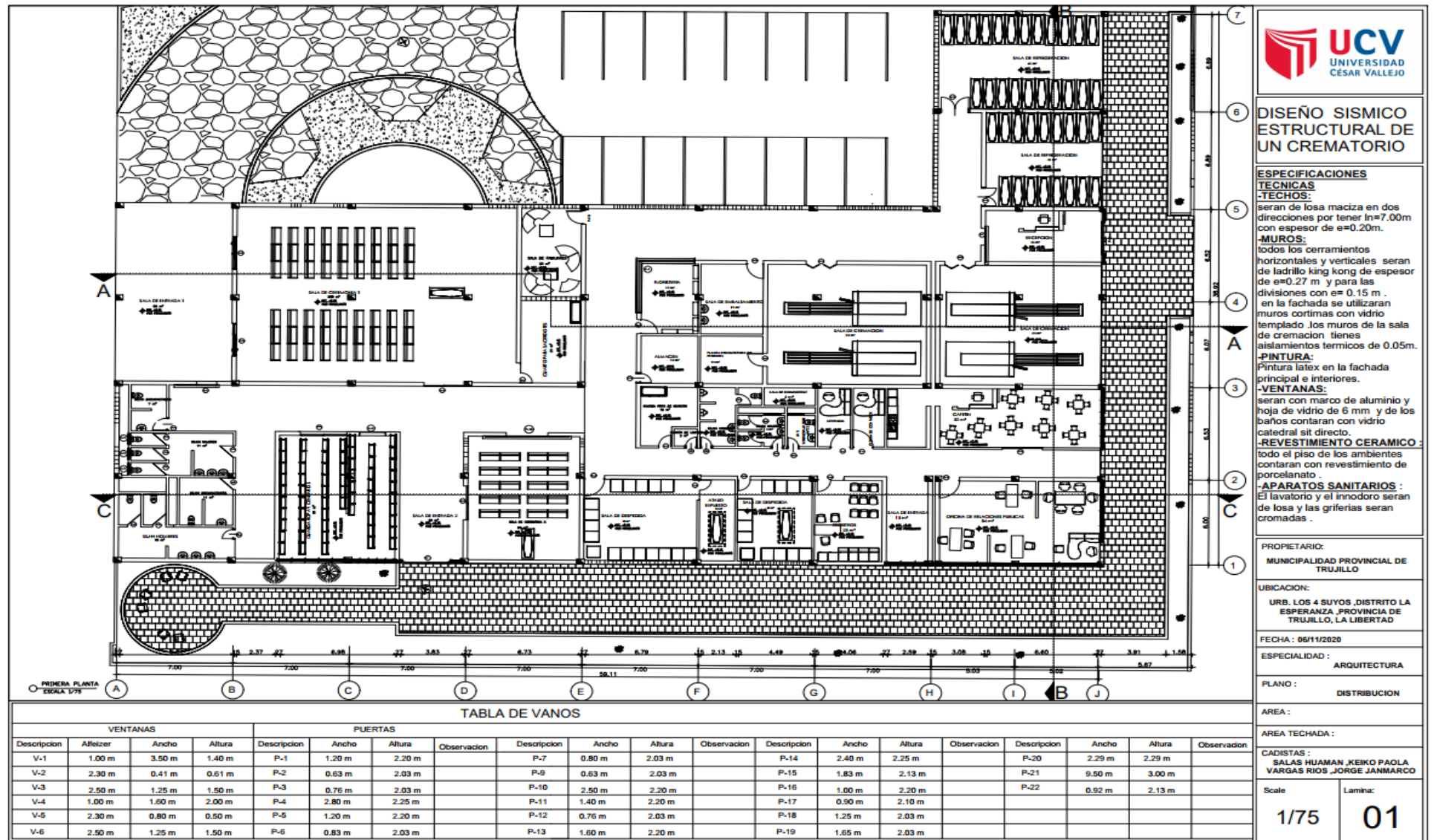
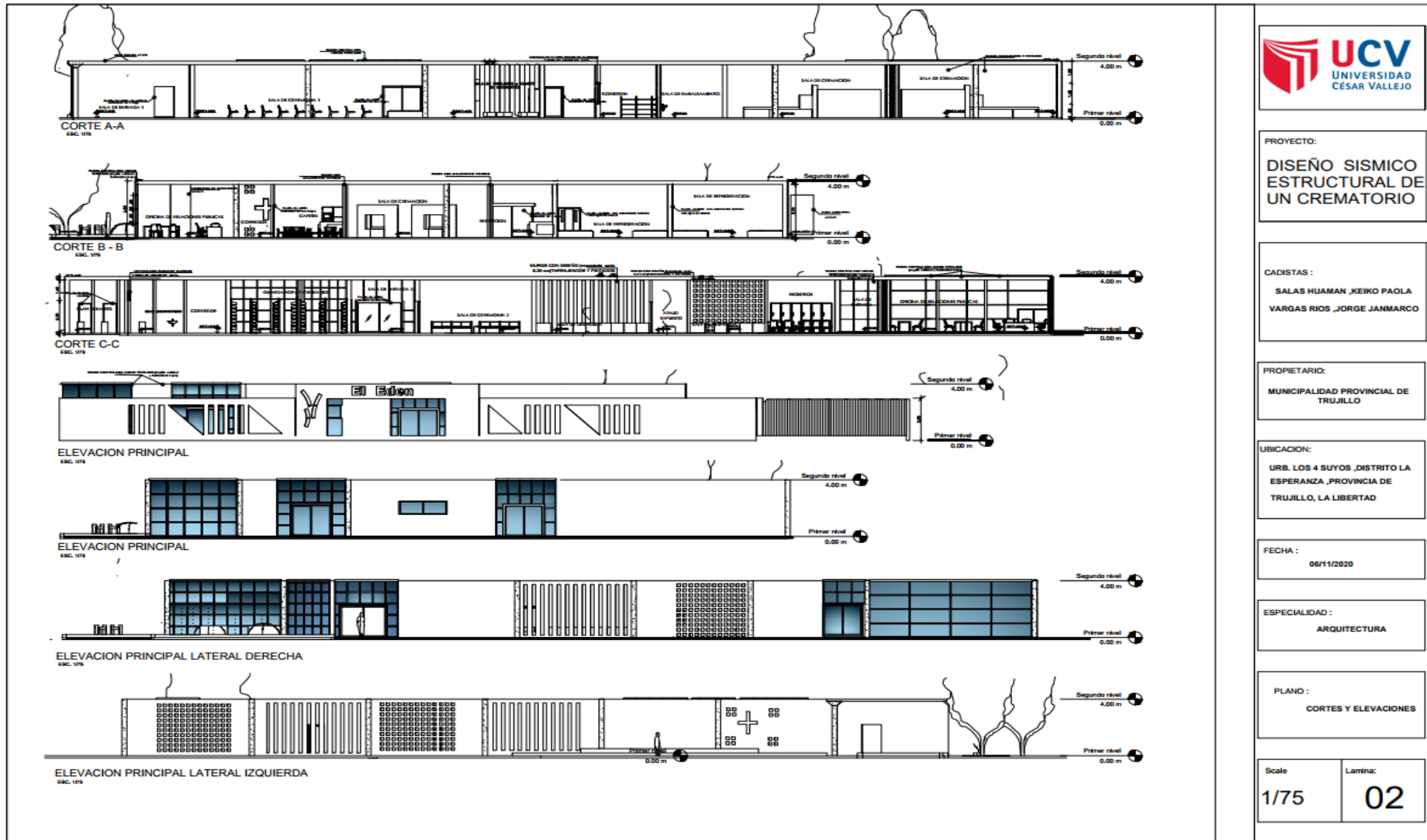


Figura 246: Plano de cortes y elevaciones.



PROYECTO:
DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO

CADISTAS :
 SALAS HUAMAN ,KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS ,JORGE JANMARCO

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO

UBICACION:
 URB. LOS 4 SUYOS ,DISTRITO LA ESPERANZA ,PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

FECHA :
 06/11/2020

ESPECIALIDAD :
 ARQUITECTURA

PLANO :
 CORTES Y ELEVACIONES

Scale
1/75

Lamina:
02

4.4. Análisis sísmico

4.4.1 Rigidez

Estructura 1

Tabla 64: Rigidez de la Estructura 1 en la dirección "X".

NIVEL	ELEVACIÓN (m)	UBICACIÓN	X-Dir tonf/m	Y-Dir tonf/m
Nivel 1	4	Top	33371.9329	0
Base	0	Top	0	0

Tabla 65: Rigidez de la Estructura 1 en la dirección "Y".

NIVEL	ELEVACIÓN (m)	UBICACIÓN	X-Dir tonf/m	Y-Dir tonf/m
Nivel 1	4	Top	0	24370.19
Base	0	Top	0	0

Estructura 2

Tabla 66: Rigidez de la Estructura 2 en la dirección "X".

NIVEL	ELEVACIÓN (m)	UBICACIÓN	X-Dir tonf/m	Y-Dir tonf/m
Nivel 1	4	Top	9835.07	0
Base	0	Top	0	0

Tabla 67: Rigidez de la Estructura 2 en la dirección "Y".

NIVEL	ELEVACIÓN (m)	UBICACIÓN	X-Dir tonf/m	Y-Dir tonf/m
Nivel 1	4	Top	0	9646.825
Base	0	Top	0	0

4.4.2 Periodos

Estructura 1

Tabla 68: Periodos de la Estructura 1.

TIPO DE ANÁLISIS	MODO	PERIODO (seg)
Modal	1	0.51
Modal	2	0.44
Modal	3	0.43

Estructura 2

Tabla 69: Periodos de la Estructura 2.

TIPO DE ANÁLISIS	MODO	PERIODO (seg)
Modal	1	0.46
Modal	2	0.42
Modal	3	0.38

4.4.3 Desplazamientos

Estructura 1

Tabla 70: Desplazamiento de la Estructura 1 en la dirección "X".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DEZPLAZAMIENTO (mm)	ALTURA DE PISO
				(m)
Nivel 1	Sx Estatico	X	9.744	4
Nivel 1	Sx Dinámico Max	X	9.704	4
Nivel 1	Comb1	X	0.049	4
Nivel 1	Comb 2	X	0.039	4
Nivel 1	Comb 3	X	0.039	4
Nivel 1	Comb 4 Max	X	9.683	4
Nivel 1	Comb 4 Min	X	9.725	4
Nivel 1	Comb 5 Max	X	9.683	4
Nivel 1	Comb 5 Min	X	9.725	4
Nivel 1	Comb 8 Max	X	9.686	4
Nivel 1	Comb 8 Min	X	9.722	4
Nivel 1	Comb 9 Max	X	9.686	4
Nivel 1	Comb 9 Min	X	9.722	4
Nivel 1	Comb 12 Max	X	9.686	4
Nivel 1	Comb 12 Min	X	9.722	4
Nivel 1	Comb 13 Max	X	9.686	4
Nivel 1	Comb 13 Min	X	9.722	4
Nivel 1	Comb 16 Max	X	9.694	4
Nivel 1	Comb 16 Min	X	9.714	4
Nivel 1	Comb 17 Max	X	9.694	4
Nivel 1	Comb 17 Min	X	9.714	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	X	9.694	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	X	9.725	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	X	9.744	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÍNIMO	X	0.039	4

Tabla 71: Desplazamiento de la Estructura 1 en la dirección "Y".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DEZPLAZAMIENTO (mm)	ALTURA DE PISO (m)
Nivel 1	Sy Estatico	Y	15.004	4
Nivel 1	Sy Dinámico Max	Y	15.004	4
Nivel 1	Comb1	Y	0.306	4
Nivel 1	Comb 2	Y	0.294	4
Nivel 1	Comb 3	Y	0.199	4
Nivel 1	Comb 4 Min	Y	1.930	4
Nivel 1	Comb 5 Min	Y	1.930	4
Nivel 1	Comb 6 Max	Y	14.786	4
Nivel 1	Comb 6 Min	Y	15.258	4
Nivel 1	Comb 7 Max	Y	14.786	4
Nivel 1	Comb 7 Min	Y	15.258	4
Nivel 1	Comb 8 Min	Y	1.922	4
Nivel 1	Comb 9 Min	Y	1.922	4
Nivel 1	Comb 10 Max	Y	14.786	4
Nivel 1	Comb 10 Min	Y	15.258	4
Nivel 1	Comb 11 Max	Y	14.788	4
Nivel 1	Comb 11 Min	Y	15.250	4
Nivel 1	Comb 12 Min	Y	1.851	4
Nivel 1	Comb 13 Min	Y	1.851	4
Nivel 1	Comb 14 Max	Y	14.858	4
Nivel 1	Comb 14 Min	Y	15.180	4
Nivel 1	Comb 15 Max	Y	14.858	4
Nivel 1	Comb 15 Min	Y	15.180	4
Nivel 1	Comb 16 Min	Y	1.796	4
Nivel 1	Comb 17 Min	Y	1.796	4
Nivel 1	Comb 18 Max	Y	14.900	4
Nivel 1	Comb 18 Min	Y	15.124	4
Nivel 1	Comb 19 Max	Y	14.900	4
Nivel 1	Comb 19 Min	Y	15.124	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	Y	14.900	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	Y	15.258	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	Y	15.258	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÍNIMO	Y	0.199	4

Estructura 2

Tabla 72: Desplazamiento de la Estructura 2 en la dirección "X".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DEZPLAZAMIENTO (mm)	ALTURA DE PISO (m)
Nivel 1	Sx Estatico	X	11.019	4
Nivel 1	Sx Dinámico Max	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 4 Max	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 4 Min	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 5 Max	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 5 Min	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 8 Max	X	11.817	4
Nivel 1	Comb 8 Min	X	11.887	4
Nivel 1	Comb 9 Max	X	11.817	4
Nivel 1	Comb 9 Min	X	11.887	4
Nivel 1	Comb 12 Max	X	11.887	4
Nivel 1	Comb 12 Min	X	11.817	4
Nivel 1	Comb 13 Max	X	11.887	4
Nivel 1	Comb 13 Min	X	11.817	4
Nivel 1	Comb 16 Max	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 16 Min	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 17 Max	X	11.852	4
Nivel 1	Comb 17 Min	X	11.852	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	X	11.887	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	X	11.887	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	X	11.887	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÍNIMO	X	11.019	4

Tabla 73: Desplazamiento de la Estructura 2 en la dirección "Y".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DEZPLAZAMIENTO (mm)	ALTURA DE PISO (m)
Nivel 1	Sy Estatico	Y	10.707	4
Nivel 1	Sy Dinámico Max	Y	10.707	4
Nivel 1	Comb1	Y	0.262	4
Nivel 1	Comb 2	Y	0.224	4
Nivel 1	Comb 3	Y	0.224	4
Nivel 1	Comb 6 Max	Y	10.489	4
Nivel 1	Comb 6 Min	Y	10.925	4
Nivel 1	Comb 7 Max	Y	10.489	4
Nivel 1	Comb 7 Min	Y	10.925	4
Nivel 1	Comb 10 Max	Y	10.489	4
Nivel 1	Comb 10 Min	Y	10.925	4
Nivel 1	Comb 11 Max	Y	10.534	4
Nivel 1	Comb 11 Min	Y	10.897	4
Nivel 1	Comb 14 Max	Y	10.534	4
Nivel 1	Comb 14 Min	Y	10.897	4
Nivel 1	Comb 15 Max	Y	10.534	4
Nivel 1	Comb 15 Min	Y	10.897	4
Nivel 1	Comb 18 Max	Y	10.603	4
Nivel 1	Comb 18 Min	Y	10.811	4
Nivel 1	Comb 19 Max	Y	10.603	4
Nivel 1	Comb 19 Min	Y	10.811	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	Y	10.603	4
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	Y	10.925	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÁXIMO	Y	10.925	4
Nivel 1	DESPLAZAMIENTO MÍNIMO	Y	0.224	4

4.4.4 Deriva

Estructura 1

Tabla 74: Derivas de la Estructura 1 para la dirección "X".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DERIVA	ALTURA DE PISO	NORMA	CONDICIÓN
				(m)		
Nivel 1	Sx Estatico	X	0.00244	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Sx Dinámico Max	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb1	X	1.20E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 2	X	1.00E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 3	X	1.00E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 4 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 4 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 5 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 5 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 8 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 8 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 9 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 9 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 12 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 12 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 13 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 13 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 16 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 16 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 17 Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 17 Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	X	0.00242	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	X	0.00243	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÁXIMA	X	0.00244	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÍNIMA	X	1.00E-05	4	0.007	CUMPLE

Tabla 75: Derivas para la Estructura 1 en la dirección "Y".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DERIVA	ALTURA DE PISO	NORMA	CONDICIÓN
				(m)	E.030	
Nivel 1	Sy Estatico	Y	0.00375	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Sy Dinámico Max	Y	0.00375	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb1	Y	7.60E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 2	Y	7.40E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 3	Y	5.00E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 4 Min	Y	0.00048	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 5 Min	Y	0.00048	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 6 Max	Y	0.00370	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 6 Min	Y	0.00382	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 7 Max	Y	0.00370	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 7 Min	Y	0.00382	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 8 Min	Y	0.00048	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 9 Min	Y	0.00048	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 10 Max	Y	0.00370	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 10 Min	Y	0.00382	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 11 Max	Y	0.00370	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 11 Min	Y	0.00381	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 12 Min	Y	0.00046	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 13 Min	Y	0.00046	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 14 Max	Y	0.00371	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 14 Min	Y	0.00380	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 15 Max	Y	0.00371	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 15 Min	Y	0.00380	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 16 Min	Y	0.00045	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 17 Min	Y	0.00045	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 18 Max	Y	0.00373	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 18 Min	Y	0.00378	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 19 Max	Y	0.00373	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 19 Min	Y	0.00378	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	Y	0.00373	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	Y	0.00382	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÁXIMA	Y	0.00382	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÍNIMA	Y	5.00E-05	4	0.007	CUMPLE

Estructura 2

Tabla 76: Derivas para la Estructura 2 en la dirección "X".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DERIVA	ALTURA DE PISO	NORMA	CONDICIÓN
				(m)		
Nivel 1	Sx Estatico	X	0.00276	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Sx Dinámico Max	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 4 Max	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 4 Min	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 5 Max	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 5 Min	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 8 Max	X	0.00295	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 8 Min	X	0.00297	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 9 Max	X	0.00295	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 9 Min	X	0.00297	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 12 Max	X	0.00297	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 12 Min	X	0.00295	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 13 Max	X	0.00297	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 13 Min	X	0.00295	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 16 Max	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 16 Min	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 17 Max	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 17 Min	X	0.00296	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	X	0.00297	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	X	0.00297	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÁXIMA	X	0.00297	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÍNIMA	X	0.00276	4	0.007	CUMPLE

Tabla 77: Derivas para la Estructura 2 en la dirección "Y".

NIVEL	CASOS DE CARGAS/COMBINACIONES	DIRECCIÓN	DERIVA	ALTURA DE PISO	NORMA	CONDICIÓN
				(m)		
Nivel 1	Sy Estatico	Y	0.00268	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Sy Dinámico Max	Y	0.00268	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb1	Y	6.50E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 2	Y	5.60E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 3	Y	5.60E-05	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 6 Max	Y	0.00262	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 6 Min	Y	0.00273	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 7 Max	Y	0.00262	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 7 Min	Y	0.00273	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 10 Max	Y	0.00262	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 10 Min	Y	0.00273	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 11 Max	Y	0.00263	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 11 Min	Y	0.00272	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 14 Max	Y	0.00263	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 14 Min	Y	0.00272	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 15 Max	Y	0.00263	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 15 Min	Y	0.00272	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 18 Max	Y	0.00265	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 18 Min	Y	0.00270	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 19 Max	Y	0.00265	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	Comb 19 Min	Y	0.00270	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Max	Y	0.00265	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	ENVOLVENTE Min	Y	0.00273	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÁXIMA	Y	0.00273	4	0.007	CUMPLE
Nivel 1	DERIVA MÍNIMA	Y	5.60E-05	4	0.007	CUMPLE

4.5. Diseño estructural

4.5.1. Dimensión de los elementos estructurales.

Tabla 78: Dimensión de los elementos estructurales

Elementos Estructurales	Dimensiones	
	b (m)	h/e(m)
Losa estructura1	-	0.18
Losa estructura 2	-	0.16
Viga -101	0.35	0.45
Viga -104	0.35	0.35
Columna E.1	0.35	0.45
Columna E.2	0.35	0.40
Zapata E1 central	3.35	3.25
Zapata E1 esquinada	2.25	2.10
Zapata E1. Excéntrica	1.85	3.70
Zapata E2. Central	3.05	3.05
Zapata E2. Esquinada	2.05	2.05
Zapata E1. Excéntrica	1.65	3.35

4.5.2. Área del acero

Tabla 79: Refuerzos distribuidos de las losas bidireccionales para cada uno de las franjas de la estructura 1 en ambas direcciones.

DESCRIPCION	losa		AS La	$\phi \frac{1}{2}''$	AS Lb	$\phi \frac{1}{2}''$
Paño =AB-12	F. Columna	M- int	5.10	4	4.58	4
		M a+	5.10	4	4.58	4
		M- EXT.	5.10	4	4.58	4
	F. Central	M- int	4.92	7	9.15	8
		M a+	10.21	7	9.15	8
		M- EXT.	10.21	7	9.15	8
Paño =AB-23	F. Columna	M- int	5.10	4	5.03	4
		M a+	5.10	4	4.98	4
		M- EXT.	5.10	4	4.98	4
	F. Central	M- int	3.96	8	9.96	8
		M a+	10.21	8	9.96	8
		M- EXT.	10.21	8	9.96	8
Paño =AB-34	F. Columna	M- int	5.10	4	4.74	4
		M a+	5.10	4	4.64	4
		M- EXT.	5.10	4	4.64	4
	F. Central	M- int	3.25	7	9.28	8
		M a+	10.21	7	9.28	8

		M- EXT.	10.21	7	9.28	8
Paño =AB-45	F. Columna	M- int	5.10	4	5.00	4
		M a+	5.10	4	5.00	4
		M- EXT.	5.10	4	5.00	4
	F. Central	M- int	6.01	8	10.00	8
		M a+	10.21	8	10.00	8
		M- EXT.	10.21	8	10.00	8
Paño BC =CD=DE=EF=FG=1-2	F. Columna	M- int	5.10	4	4.58	4
		M a+	5.10	4	4.58	4
		M- EXT.	5.10	4	4.58	4
	F. Central	M- int	6.56	7	9.15	8
		M a+	10.21	7	9.15	8
		M- EXT.	6.56	7	9.15	8
Paño BC =CD=DE=EF=FG=2-3	F. Columna	M- int	5.10	4	4.98	4
		M a+	5.10	4	4.98	4
		M- EXT.	5.10	4	4.98	4
	F. Central	M- int	5.47	8	9.96	8
		M a+	10.21	8	9.96	8
		M- EXT.	5.47	8	9.96	8
Paño BC =CD=DE=EF=FG=3-4	F. Columna	M- int	5.10	4	4.64	4
		M a+	5.10	4	4.64	4
		M- EXT.	5.10	4	4.64	4
	F. Central	M- int	4.77	7	9.28	8
		M a+	10.21	7	9.28	8
		M- EXT.	4.77	7	9.28	8
Paño BC =CD=DE=EF=FG=4-5	F. Columna	M- int	5.10	4	10.00	4
		M a+	5.10	4	10.00	4
		M- EXT.	5.10	4	-	4
	F. Central	M- int	7.44	8	10.00	8
		M a+	10.21	8	10.00	8
		M- EXT.	7.44	8	10.00	8
Paño=GH-12	F. Columna	M- int	5.10	4	9.15	4
		M a+	5.10	4	9.15	4
		M- EXT.	5.10	4	9.15	4
	F. Central	M- int	4.92	7	9.15	8
		M a+	10.21	7	9.15	8
		M- EXT.	10.21	7	9.15	8
Paño=GH-23	F. Columna	M- int	5.10	4	9.96	4
		M a+	5.10	4	9.96	4
		M- EXT.	5.10	4	9.96	4
	F. Central	M- int	3.96	8	9.96	8
		M a+	10.21	8	9.96	8
		M- EXT.	10.21	8	9.96	8
Paño=GH-34	F. Columna	M- int	5.10	4	9.28	4
		M a+	5.10	4	9.28	4
		M- EXT.	5.10	4	9.28	4
	F. Central	M- int	3.25	7	9.28	8
		M a+	10.21	7	9.28	8
		M- EXT.	10.21	7	9.28	8

Paño=GH-45	F. Columna	M- int	5.10	4	10.00	4
		M a+	5.10	4	10.00	4
		M- EXT.	5.10	4	10.00	4
	F. Central	M- int	6.05	8	10.00	8
		M a+	10.21	8	10.00	8
		M- EXT.	10.21	8	10.00	8

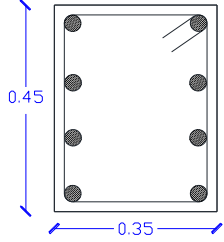
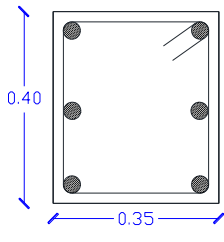
Tabla 80: Refuerzos distribuidos de las losas bidireccionales para cada uno de las franjas de la estructura 2 en ambas direcciones.

DESCRIPCION	losa	AS La	$\phi \frac{1}{2}''$	As Lb	$\phi 1/2''$	
Paño HI-12=IJ1-2	F. Columna	M-int	4.07	3	4.07	3
		M a+	4.07	3	4.07	3
		M- EXT.	4.07	3	4.07	3
	F. Central	M-int	8.14	6	8.14	6
		M a+	8.14	6	8.14	6
		M- EXT.	8.14	6	8.14	6
Paño HI-23=IJ-23	F. Columna	M-int	4.07	3	4.43	3
		M a+	4.07	3	4.43	3
		M- EXT.	4.07	3	4.43	3
	F. Central	M-int	8.14	6	8.86	7
		M a+	8.14	6	8.86	7
		M- EXT.	8.14	6	8.86	7
Paño HI-3-4=IJ-34	F. Columna	M-int	4.07	3	4.13	3
		M a+	4.07	3	4.13	3
		M- EXT.	4.07	3	4.13	3
	F. Central	M-int	8.14	6	8.25	6
		M a+	8.14	6	8.25	6
		M- EXT.	8.14	6	8.25	6
Paño HI-45=IJ-45	F. Columna	M-int	4.07	3	4.44	3
		M a+	4.07	3	4.44	3
		M- EXT.	4.07	3	4.44	3
	F. Central	M-int	8.14	6	8.88	7
		M a+	8.14	6	8.88	7
		M- EXT.	8.14	6	8.88	7
Paño HI-56=IJ-56	F. Columna	M-int	4.07	3	4.71	3
		M a+	4.07	3	4.71	3
		M- EXT.	4.07	3	4.71	3
	F. Central	M-int	8.14	6	9.42	7
		M a+	8.14	6	9.42	7
		M- EXT.	8.14	6	9.42	7
Paño HI-67=IJ-67	F. Columna	M-int	4.07	3	4.72	3
		M a+	4.07	3	4.72	3
		M- EXT.	4.07	3	4.72	3
	F. Central	M-int	8.14	6	9.43	7
		M a+	8.14	6	9.43	7
		M- EXT.	8.14	6	9.43	7

Tabla 81: Acero longitudinal y refuerzos de la viga

TIPO	V-101 (.35x45)	V-102 (.35x45)	V-103 (.35x45)	V-104 (.35x35)	V-105 (.35x35)	V-106 (.35x35)	V-107 (.35x35)
SECCION							
ACERO	2 Ø3/4" 2 Ø 1"+3 Ø 3/4"	2 Ø3/4" 2 Ø 1"+3 Ø 3/4"	2 Ø3/4" 2 Ø 1"+3 Ø 3/4"	2 Ø 5/8" 6Ø°5/8"	2 Ø 5/8" 6Ø°5/8"	2 Ø 5/8" 6Ø°5/8"	2 Ø 5/8" 6Ø°5/8"
ESTRIBOS	3/8 " 1 @ 0.05 □ 4 @ 0.10 10 @ 0.15 2 @ 0.20 3/8 " 1 @ 0.05 □ 12 @ 0.19	3/8 " 1 @ 0.05 □ 4 @ 0.09 17 @ 0.10 R @ 0.25	3/8 " 1 @ 0.05 □ 5 @ 0.08 20 @ 0.10 R @ 0.20	3/8 " 1 @ 0.05 □ 3 @ 0.10 5 @ 0.20 1 @ 0.15 3/8 " 1 @ 0.05 □ 10 @ 0.14	3/8 " 1 @ 0.05 □ 2 @ 0.15 8 @ 0.15 R @ 0.36	3/8 " 1 @ 0.05 □ 2 @ 0.15 9 @ 0.15 R @ 0.41	3/8 " 1 @ 0.05 □ 2 @ 0.15 11 @ 0.11 R @ 0.36
AREA VIGA	SUP:5.13cm2 INF:15.21cm2	SUP:5.13cm2 INF:15.21cm2	SUP:5.13cm2 INF:15.21cm2	SUP:3.33cm2 INF:10.14cm2	SUP:3.33cm2 INF:10.14cm2	SUP:3.33cm2 INF:10.14cm2	SUP:3.33cm2 INF:10.14cm2
AREA □	21.30 cm2	33.37 cm2	29.11 cm2	14.91 cm2	9.23 cm2	9.94 cm2	11.36 cm2

Tabla 82: Acero longitudinal y refuerzo transversal en columnas.

Acero longitudinal en columnas			
Estructura 1		Estructura 2	
			
Cantidad	Varilla	Cantidad	Varilla
8	1"	6	1"
Acero transversal (Estribos)			
3/8"- 1 @ 0.05,		3/8"- 1 @ 0.05,	
6 @ 0.10, resto @ 0.30		6 @ 0.10, resto @ 0.30	

V. DISCUSIÓN

En el diseño sísmico-estructural del crematorio se obtuvo una arquitectura óptima, que cuenta con una buena rigidez estructural, siendo las derivas menores a 0.007 de acuerdo a la Norma E.030 “Diseño Sismo-resistente”, en la ciudad de Trujillo 2020; hipótesis que se valida en base a resultados tales como los planos de distribución que cuentan con los ambientes requeridos y ubicados estratégicamente respetando las normas pertinentes. A partir de la estructuración se procedió a realizar el análisis sísmico de la edificación a través del software ETABS, obteniendo derivas máximas de 0.004 para el sentido “X” y de 0.003 para la dirección “Y”, valores que están por debajo de la deriva máxima (0.007) para estructuras de concreto armado establecida por la norma E0.30 Diseño Sismo-resistente.

En la **figura 238** se presenta el plano de levantamiento planimétrico que fue proporcionado de un informe técnico de Los 4 Suyos; en el cual nos muestra los linderos colindantes, el área perimétrica de 16 152.04 m² y la configuración del terreno que tiene pendientes mínimas menores a 5 %. En la **tabla 56** se puede apreciar el perfil estratigráfico de acuerdo a los parámetros físicos, mecánicos y químicos del suelo, las características mecánicas del sustrato para cada calicata en la cual se puede ver que no existe variación en cuanto a su composición ya que está conformada por 95% de arena, un 5% de finos y de acuerdo a la clasificación SUCS; el suelo predominante tiene características propias de arenas mal graduadas PS-SM y para AASHTO es un A-1-b fragmento de piedra grava y arena, puesto a que no presenta gravas y con sales solubles en el rango de 0.10 - 0.20 que está dentro de los límites aceptables. Mientras que en la **figura 239** se presenta la variación del contenido de humedad (%) para cada muestra extraída de la urbanización Los 4 Suyos aplicando los ensayos NTP 339.127, alcanzando valores de 3.1% a 3.6% siendo estos relativamente bajos, esto quiere decir que los poros del sustrato están parcialmente secos, debido a que el drenaje de agua en suelos arenosos es más rápido. En la **tabla 57** muestra la capacidad portante y los asentamientos elásticos totales

para un ángulo de fricción de 27° y un $D_f = 0.8$, aplicado en arenas mal graduadas, al producirse un exceso de presión en el suelo de la cimentación, esta no se dispersa con rapidez debido a que el coeficiente de cohesión para estos suelos es de 0 kg/cm^2 , es por eso que nuestra capacidad portante para cimientos corridos con bases de 0.6 m, 0.80 m y 1 m con una profundidad de desplante de la cimentación $D_f = 0.8$ es de 0.70 kg/cm^2 , 0.75 kg/cm^2 y 0.80 kg/cm^2 , cuyos asentamientos de cimentación flexibles para cada caso es de 0.13 cm, 0.17 cm y 0.20 cm, mientras que para un cimiento cuadrado la capacidad de carga admisible es de 0.75 kg/cm^2 , 0.81 kg/cm^2 y 0.85 kg/cm^2 . Sus asentamientos de cimentación alcanzan valores de 0.19 cm, 0.27 cm y 0.31 cm. La **tabla 58** es el resumen de la distribución de los ambientes de acuerdo a la Ley N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA y datos obtenidos de una tesis de la República Checa mediante un análisis documental. Se muestra la manera en cómo está organizada la estructura tomando consideraciones básicas de diseño de las normas A.010, A.090, dicha distribución cuenta con una parte ceremonial, administrativa, operativa, servicios higiénicos y accesos que han sido adaptados a las condiciones generales de diseño, es por eso que cada ambiente cuenta con dimensiones que han sido consideradas de acuerdo a las áreas de circulación mínima por persona establecida de la **tabla 10** de la norma A.090, así como también la ventilación de los ambientes y servicios sanitarios, estas consideraciones se ven reflejadas en la **figura 240** en la cual se puede ver plasmado el plano de distribución del crematorio, en el que se muestra el esquema gráfico de estructura funcional, así mismo la **figura 241** es el plano de cortes y elevaciones en la cual se muestra a detalle los ambientes, la fachada, los muros de la estructura así como también los niveles, con una altura de piso de 4 metros. En las **tablas 59 y 60** se presentan los valores de rigidez de la Estructura 1 en la dirección "X" y "Y" los cuales fueron obtenidos a través del análisis con el software ETABS, estos valores fueron de $33\,371.93 \text{ Tn/m}$ para el sentido "X" y $24\,370.19 \text{ Tn/m}$ para la dirección "Y", así mismo en las **tablas 61 y 62** se muestran los valores de la rigidez de la Estructura 2 que son de $9\,835.07 \text{ Tn/m}$ y $9\,646.83 \text{ Tn/m}$ para las direcciones "X" y "Y" respectivamente, datos que según Aguiar

(2008, p. 166) representan la resistencia de la estructura a las deformaciones. Lo que significa que por cada una de las fuerzas laterales (T_n) antes mencionadas la estructura se desplazaría un metro. En la **tabla 63** muestra los periodos de la Estructura 1 con valores de 0.51 segundos para un movimiento trasnacional en "X", 0.44 segundo un movimiento trasnacional en el sentido "Y" y 0.43 segundos para realizar un movimiento rotacional, por otro lado, en la **tabla 64** se aprecian los periodos de la Estructura 2, que fueron de 0.46 segundos para el movimiento trasnacional en "X", 0.42 para el sentido "Y" y 0.38 para el movimiento rotacional. Estos datos según Aguiar (2008, p. 220) representan el tiempo que tarda la estructura en realizar una oscilación completa, la cual está en función de la masa y la rigidez de la edificación. A partir de lo cual se puede deducir que si la masa está a menor distancia de la base los periodos serán más cortos. En cuanto a la **tabla 65 y 66** presentan los valores de desplazamientos laterales de la Estructura 1 para cada una de las combinaciones de carga, obteniendo valores máximos de 9.744 mm y 15.258 mm para las direcciones "X" y "Y" respectivamente. En la **tabla 67 y 68** se muestran los desplazamientos de la Estructura 2 con valores de 11.887 mm para la dirección "X" y de 10.925 para "Y". Estos valores según Aporta, Guarnieri y Seguin (2003, p. 694) representan las deformaciones que experimenta la estructura debido a fuerzas con las de sismo. Con se puede apreciar los desplazamientos de la edificación presentan valores bajos, esto se debe a que la estructura cuenta con elementos de dimensiones adecuadas para proporcionarle una buena rigidez. También se identificaron en las **tablas 69 y 70** se determinaron las derivas para cada una de las combinaciones de carga para la Estructura 1 a partir de lo cual se determinaron valores máximos de 0.002 para la dirección "X" y de 0.004 para el sentido "Y", así mismo en las **tablas 69 y 70** se puede apreciar las derivas para la Estructura 2 y con un valor máximo de 0.003 para ambas direcciones (X, Y), datos según que Luna y Heredia (2018, p. 17) se definen como el desplazamiento horizontal relativo de los niveles de una edificación. Con dichos valores se puede determinar que la estructura cumple con que lo estipulado en la norma E.030 Diseño Sismorresistente, en la cual se menciona que la deriva

máxima para estructuras de concreto armado es de 0.007. En la **tabla 73** está relacionada con la dimensión de los elementos estructurales, son el resultado del pre-dimensionamiento y análisis sísmico, análisis de corte por flexión y esfuerzos efectivos, así como también las inercias tanto para losas, vigas, columnas, zapatas. En la que podemos ver que las sesiones de las vigas son menores a las de la columna con el fin de evitar el fenómeno de las rotulas plásticas. En cuanto a las **tablas 78 y 79** se puede ver los refuerzos distribuidos de las losas bidireccionales para cada uno de las franjas de la estructura 1 y 2 en ambas direcciones, se muestra el área del acero que representa la cantidad necesarios para reforzar la losa tanto para la franja la columna como la central, en la que losa es más vulnerable y tiende a deflectarse. Así mismo en **la tabla 80** se muestra el área cero longitudinal de la viga (por diseño a flexión), es el resultado alcanzado de las cortantes más desfavorables de estructura la cuál es doblemente reforzada para evitar que la viga desarrolle grandes deformaciones en las que se usaran aceros en la parte inferior de 1" y $\frac{3}{4}$ " en parte superior. En cuanto a los estribos las fuerzas cortantes se sitúan en los apoyos de la viga (diseño por corte), el cual está distribuida uniformemente, siendo reforzada en las zonas más críticas que requieren acero.

El plano del levantamiento planimétrico obtenido del informe técnico de Los 4 Suyos proporcionado por la municipalidad provincial de Trujillo, muestra un terreno plano, cuya área fue de 16 152.04 m², mientras que Hoskova (2019) en su tesis con similar configuración arquitectónica, diseño su proyecto sobre una topografía accidentada cuya área parcial de 31.731 m² la cual está cubierta de bosques, esta variación se debe a la ubicación y a la tipología de cada terreno en diversas partes del mundo, por ende el levantamiento topográfico será diferente al de la presente investigación y a lo que se estipula en la E0.50 para terrenos con pendientes menores a 5%.

El estudio de mecánica de suelos en la urbanización 4 suyos, muestra un PS-SM arenas mal graduadas con presencia de limos color marrón claro con un D_f=0.80 m, mientras que Cruz y Diéguez (2015) en su proyecto de investigación, Obtuvo un resultado de arenas PS-SM color beige claro y

$D_f=1.5$ m, esta variación se debe a la profundidad en la que se encuentra un estrato estable para la cimentación y a la variación del contenido de humedad. Por otro lado, en cuando al diseño de la estructura se obtuvieron las dimensiones de las columnas con secciones que median 25 cm x 35 cm, a partir de lo cual realizo el análisis estructural de la edificación en el software ESTABS, procedimiento con que permitió obtener desplazamientos máximos de 59.3 mm en la dirección “X” y 57.7 mm en “Y”, obteniendo una deriva máxima para ambas direcciones de 0.0054; mientras para la Estructura 1 del presente proyecto de han obtenido columnas de 35 cm x 45 cm, desplazamientos máximos de 9.744 mm y de 15.258 mm para las direcciones “X” y “Y” respectivamente y derivas de 0.002 para la dirección “X” y de “0.004” para “Y”. Por otro lado, para la Estructura 2 se determinaron columnas de 35 cm x 40 cm, desplazamientos de máximos de 11.887 mm para la dirección “X” y de 10.925 mm para “Y”, a partir de lo cual se pudo determinar una deriva máxima para ambas direcciones de 0.003. Como se puede observar en el presente trabajo se obtuvieron columnas de mayor sección, esto se debe a que no se han utilizado muros estructurales, en cambio en los desplazamientos y derivas se han obtenido menores valores, esto es porque la estructura planteada en esta investigación es de un solo nivel y presenta una buena rigidez.

En el diseño arquitectónico se obtuvo a través de una ficha resumen, a partir de lo cual se pudo determinar la distribución de ambientes los que dieron forma una planta irregular en forma de L, de un nivel y su distribución está organizada de acuerdo a la **tabla 58**, a diferencia de *Bixquert (2018)*, en su tesis el crematorio de Pardubice, la distribución en planta es simétrica y es de dos pisos, la cual tiene 1 sala de cremación, 2 almacenes de urnas, en la segunda planta tiene 1 sala para sacerdotes 1 sala de ceremonial, 1 sala para familiares, 2 almacenes y un acceso principal; dicha distribución varia por el área del terreno, por el diseño de la fachada, por la época y por los diferentes criterios del diseñador y también por las normas .

Ramírez (2013), determino las dimensiones de los elementos estructurales tales como el peralte de la losa de 20 cm, las secciones de las vigas de 25

cm x 50 cm para las portantes y 20 cm x 40 cm para las no portantes y para los elementos verticales se utilizaron columnas en forma de "T" y "L" de sección variable según su posición, estructuración con la cual se realizó el análisis de la edificación en el software SAP 2000, obteniendo como desplazamientos máximos 0.02 cm para el sentido "X" y 0.0026 cm para "Y". En el presente trabajo se determinó utilizar una losa en dos direcciones con un peralte de 18 cm para las dos estructuras por otro lado, las secciones de las vigas para la Estructura 1 fueron de 30cm x 45 cm y las columnas que se utilizaron fueron de sección rectangular (35 cm x 45 cm), con un desplazamiento máximo de 0.974 cm para el sentido "X" y 1.52 mm para "Y". En cuanto a la Estructura 2 se utilizaron vigas de 35 cm x 35 cm y columnas de sección rectangular (35 cm x 40 cm), con desplazamientos laterales de 1.189 mm para el sentido "X" y 1.093 mm para "Y", esta variación se debe a que en nuestra estructura se ha considerado una losa de menor peralte en dos direcciones y la sección de las vigas son uniformes, por lo cual las cargas son transmitidas en ambos sentidos (X, Y), por otro lado, el tipo de sistema utilizado es a porticado con columnas y vigas de sección rectangular.

Según Espinosa (2018), realizó el diseño de una edificación para los cual en primer lugar se determinó la capacidad admisible del terreno que fue 2.20 kg/cm², y seguidamente se obtuvieron las dimensiones de los elementos estructurales como las columnas de 25 cm x 25 cm conformadas por 6 varillas ½", así como también vigas con dimensiones de 25 cm x 40 cm, una losa en una dirección de 20 cm y muros de ladrillos de 15 cm. Para el presente trabajo a partir de realizar el estudio de mecánica de suelos se determinó que la capacidad admisible del terreno era de 0.85 kg/cm², con los cual se puede deducir que es un terreno de poca resistencia y se ha requerido una cimentación de dimensiones considerables. En cuanto a los elementos de la edificación para la Estructura 1 se determinaron columnas de sección rectangular de 35 cm x 45 cm y 8 varillas de 1", vigas de 35 cm x 45 cm, losa de 18 cm y muros de albañilería de 15 cm, y para la Estructura 2 se han utilizado columnas de 35 cm x 40 cm, vigas de 35 cm x 35 cm, losa de 18 cm y muros de albañilería de 15 cm. A partir de estos resultados se

puede ver que la estructura de la presente investigación tiene columnas y área de acero de refuerzo mucho mayores la tesis citada, sobre todo con la Estructura 1, esto se debe la edificación planteada tiene pórticos con mayores luces y cargas debido al tipo de servicio que brindara; en cuanto a las losas se puede apreciar que a pesar de tener mayores dimensiones la estructura cuenta con una losa de menor peralte, esto por porque se ha utilizado una losa en dos direcciones lo que ofrece una mayor resistencia ante la acción de las cargas.

López (2015), realizo un análisis sismo resistente de una edificación con secciones de columnas de las cuales para el primer piso eran de 50 cm x 50 cm, para el segundo 50 cm x 50 cm y para el tercer nivel 45 cm x 45 cm, en cuanto a las vigas tenían dimensiones de 50 cm x 60 cm para el primero y segundo nivel, mientras que para el tercero se utilizaron y losas nervadas. Obteniendo una deriva máxima a través del software ETABS para ambas direcciones de 0.001. En cuanto a la presente investigación de han obtenido secciones de elementos como las vigas con dimensiones máximas de 30 cm x 45 cm y columnas de 35 x 45 cm y una losa en dos direcciones de 18 cm. En cuanto al análisis dinámico con la ayuda de software ETABS se ha obtenido una deriva máxima de 0.003 para el sentido "X" y 0.004 para la dirección "Y". Como se puede apreciar hay una gran diferencia en cuanto a las dimensiones de los elementos estructurales, puesto que la estructura planteada en la presente investigación cuenta con otro tipo de servicio, las normativas para cada país varían, por lo cual los datos de cálculo también cambian, a pesar de tener el mismo criterio al comparar las derivas máximas.

Este proyecto de investigación aporta conocimientos e información de diseño sísmico-estructural mediante procedimientos y criterios técnicos basados en las normas peruanas, con la finalidad de que los resultados puedan plasmarse como una propuesta de diseño sísmico-estructural a futuras edificaciones y pueda ser incorporada en futuros tesis que deseen realizar la línea de investigación de diseño sísmico y estructural. Durante nuestra investigación se presentaron limitaciones en cuando a la facilidad

de realizar las calicatas, por pertenecer a una entidad pública se requiere permisos especiales motivo por el cual se realizó en una casa aledaña. En cuanto al levantamiento planimétrico se obtuvo de un informe técnico por tema de pandemia COVID 2019.

Todos nuestros resultados están enmarcados dentro de la urbanización Los 4 Suyos del distrito de La Esperanza, desde levantamiento planimétrico, estudio de suelos y diseño estructural; algunos datos a nivel de diseño fueron tomados de un informe técnico y tesis mediante análisis documental.

Se concluye que los hallazgos encontrados en la investigación se ven reflejados en los resultados, en los que se cumple con las diferentes normas técnicas actuales de diseño arquitectónico, sísmico y estructural del Reglamento Nacional de Edificaciones otorgadas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

VI. CONCLUSIONES

- Se realizó el diseño sísmico-estructural de un crematorio obteniendo una estructura irregular rígida con derivas máximas de 0.004 para el sentido “X” y de 0.003 para la dirección “Y”, valores que están dentro de los criterios de diseños establecidos en la norma E.0.30. y E.0.60.
- Se obtuvo el plano del levantamiento planimétrico mediante la técnica de análisis documental de un informe técnico de la urbanización Los 4 Suyos “Creación de ambiente de depósito para compactadoras”, teniendo un terreno con pendientes menores a 5% y un área de 16 152.04 m².
- Se realizó el estudio de mecánica de suelos en la urbanización los 4 suyos, a través de exploraciones geotécnicas, teniendo un suelo PS-SM arenas mal graduadas con sales solubles moderada y un D_f=0.80 cm, siendo este un terreno apto para construir.
- Se realizó mediante una ficha de recolección de datos el diseño arquitectónico, el cual fue adaptado de acuerdo a las consideraciones de diseño del RNE. A.0.10, A.090 y a la ley N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA, la cual presenta una estructura en forma de “L” con un área construida de 1657.97 m².
- Se realizó el diseño sísmico cumpliendo con los requerimientos mínimos del RNE E.030 “Diseño sismorresistente”, obteniendo derivas máximas para la Estructura 1 de 0.002 para la dirección “X” y de 0.004 para el sentido “Y”, así mismo para la Estructura 2 sus derivas fueron de 0.003 para ambas direcciones (X, Y), valores menores a 0.007 dato estipulado en la norma E.030 Diseño Sismo Resistente, valores que fueron verificados mediante el modelamiento de la estructura en el software ETABS.
- Se realizó el diseño estructural en base a requerimientos del reglamento nacional de edificaciones E.060 y ACI-318, con lo cual se obtuvo una viga de 0.35 cm*0.45 cm, 0.35 cm*0.35 cm doblemente reforzadas y columnas de 0.35 cm*0.45 cm, 0.35 cm*0.40 cm de acuerdo a las inercias actuantes.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el levantamiento planimétrico ir a campo con un profesional capacitado y utilizar la estación total para la toma de datos exactos, y a su vez también el plano debe ser comparado en los registros públicos de la SUNARP.
- Se recomienda para el estudio de suelo realizar las exploraciones de campo proveer con los implementos necesarios para evitar la contaminación de la muestra y que a su vez estas sean analizadas por laboratorios especializados para la obtención de datos confiables.
- Se recomienda a la municipalidad provincial de Trujillo y al gobierno regional de la libertad buscar otras alternativas que ayuden a solucionar la deficiencia que presentan los servicios exequiales, ya que gran mayoría de los cementerios se encuentran saturados, con áreas de terrenos limitados puesto a que la población sigue creciendo y la tasa de mortalidad también.
- Se recomienda a las empresas dedicadas a la prestación de servicios exequiales que cumplan con los protocolos de sanidad y al mismo tiempo incorporen nuestra propuesta de diseño en sus futuras edificaciones.
- Se recomienda incorporar la creación o planificación de un cementerio como complemento para nuestra edificación, ya que cuenta con un área extensa disponible, así mismo también se recomienda realizar un estudio de impacto ambiental y el presupuesto de la edificación a los futuros tesisistas que estén interesados en esta línea de investigación.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ACHAWANGKUL, Yaowateera [et al]. Biomass Gasification Utilization for Double-chambered Crematory. *Energy Procedia* [en línea]. 2014, vol. 52. [fecha de consulta:22 de abril del 2020], pp.308-315.Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.082>.
ISSN 1876-6102
2. Alday, Guillermo. Cremación, tendencia mundial en aumento [en línea]. [diarioeldia.cl](http://www.diarioeldia.cl).27 enero del 2013[fecha de consulta:22 de abril del 2020]. Disponible en <http://www.diarioeldia.cl/region/cremacion-tendencia-mundial-en-aumento>
3. AFUSO, Minoru. Diseño estructural de un edificio de concreto armado de cinco pisos y tres sótanos y ubicado en el distrito de Barranco. Trabajo de titulación (Ingeniero civil). Lima: Pontífice Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2017. pp. 47.
4. AFZAL, Muhammad [et al]. Reinforced concrete structural design optimization: A critical review. *Journal of Cleaner Production* [en línea].1 de julio 2020, Vol. 260, nº.120623 [fecha de consulta:20 de junio del 2020], pp. 474-480. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120623>
También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620306703>
ISSN 0959-6526
5. AGYEKUM, Kofi, KISSI, Ernest, COFIE, James. Professionals´ views of vernacular building materials and techniques for green building delivery in Ghana. *Scientific African* [en línea]. Julio 2020, Vol. 9, [fecha de consulta: 18 junio 2020]. Diponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227620301629>
6. ALHADDAD, Mohammd, ABOBAKER, Abadel, ALRUBAIDI, Mohammed. Seismic performance of R.C buildings with Beam-Column joints upgraded using FRP laminates. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences* [en línea]. Junio 2020, Vol. 1, [fecha de consulta 21 de junio de 2020]. Disponible es:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1018363920302488>
7. AUERSCH, Lutz , ROMERO, Antonio y GALVÍN, Pedro. Respuesta

- dinámica de edificaciones producida por campos de ondas incidentes considerando la interacción suelo-estructura. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería* [en línea]. Octubre –diciembre 2014, Vol. 30, Issue 4 [fecha de consulta:18 de junio del 2020], pp. 256-263. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2013.09.001> también disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131514000042> . ISSN 0213-1315
8. BERNAL, Jorge. Zapatas. 1ª ed. Buenos Aires: Nobuko,2005. pp. 17-24. ISBN: 987-584-019-8
 9. BRAJA, Dan. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4ª. ed. México: Cengage Learning, 2013. pp. 479-480. ISBN: 978-1-111-57675-2
 10. CABRERA, Manuel, PÉREZ, Adela y AGRELA, Francisco. Leaching issues in recycled aggregate concrete. *Woodhead Publishing Series en Ingeniería Civil y Estructural* [en línea],2019. [fecha de consulta:30 de abril del 2020], pp. 329-356. Disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102480-5.00012-9>. ISBN: 978-008-102-48-05
 11. CACHO, Mariano y LORENZANA, Antolín. Pandeo 3D de estructuras de barras de sección de tipo doble-T. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería* [en línea]. Enero-junio de 2017, Vol. 33, Issues 1–2 [fecha de consulta:19 de junio del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2015.09.005> También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131515000632> . ISSN 0213-1315
 12. CANCHAYA, Sócrates; VARGAS, Rey. Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y el dinámico, del nuevo aulario de ingeniería civil de la universidad científica del Perú – UCP- Tarapoto – 2017. Tesis. Loreto: Universidad Científica Del Perú-UCP,2017. 118pp.

13. Cubana Med Gen Integr [en línea].2015, vol.31, n.1[fecha de consulta:27 de abril del 2020], pp.120-128.Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252015000100016 .ISSN0864-2125
14. CRUZ, Iván, DIEGUEZ, Valia. Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la urbanización Soliluz-Trujillo. Trabajo de titulación (Ingeniero civil). Trujillo: UPAO, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2015, 112 p.
15. Defensoría del pueblo Andaluz. 2011. *Crematorios junto a viviendas*. Defensoría del pueblo Andaluz. Andalucía, España: s.n., 2011. págs. 56,57, resumen del informe anual 2011.Disponible en: <https://www.defensordelpuebloandaluz.es/sites/default/files/24%20Crematorios%20junto%20a%20viviendas-web.pdf>
16. ESPINOSA, Lenin, MORENO, Jhon. Rediseño estructural de una edificación familiar de dos niveles en la Urbanización San Miguel, Huaraz 2018. Trabajo de titulación (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018, 238 p.
17. ESTRADA, Martin. Análisis estructural básico: apuntes de clase [en línea]. 1^a.ed. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia, 2016[fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. pp124.
Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=3ptYDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq= analisis+estructural&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjz7ruWtq7pAhWIT98KHWpcDgsQ6AEIJzAA#v=onepage&q&f=false>
ISBN:9789588957463
18. FUENTES, Jose.Topografía, 1^aEd. México, editorial TERCER MILENIO S.C ,2012, pp99.
ISBN:9786077330363
Disponible en <http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/ingenieria/Topografia.pdf>

19. GAGGINO, Rosana. Diseño experimental de elementos constructivos utilizando materiales reciclados, para viviendas de interés social. síntesis de tesis doctoral. *Revista argentina Pensum* [en línea]. 2019, vol.5, n.5 [fecha de consulta:29 de abril del 2020], pp. 43-68. Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/pensu/article/view/26301> .
ISSN: 2469-0724
20. GIMENEZ, Mayra, JANQUI, Leonidas. Análisis del diseño estructural del concreto armado sismo-resistente en edificaciones: multifamiliar de cinco pisos. Trabajo de titulación (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad de San Martín de Porres, Escuela de Ingeniería Civil, 2016. pp. 66.
21. GONZÁLEZ, Griselda [et al]. PM2.5 emissions from urban crematoriums. *Energy Procedia* [en línea]. octubre 2018, Vol. 153 [fecha de consulta:14 de junio del 2020], pp. 359-363. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.10.047> también disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610218308592> .
ISSN 1876-6102
22. GROLI, Giancarlo y PÉREZ, Alejandro. Mejora de la sostenibilidad y el comportamiento en servicio de estructuras de hormigón mediante el uso de fibras metálicas recicladas. *Hormigón y Acero* [en línea],2018. vol.69, Issue. 286 [fecha de consulta:29 de abril del 2020], pp. 223. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.07.002> . ISSN 0439-5689
23. GUTIÉRREZ, Enrique [et al]. Identificación de modos cercanos de vibración de una estructura cuasi-axisimétrica: estudio complementario. *Ingeniería, Investigación y Tecnología* [en línea]. Abril–junio 2013, Vol. 14, Issue 2 [fecha de consulta:19 de junio del 2020], pp. 207-222. Disponible en [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72237-6](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72237-6) También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1405774313722376> .
ISSN 1405-7743
24. HARMSSEN, Teodoro. Diseño de estructuras de concreto armado. 5ª. ed. Lima: pontificia universidad católica del peru,2017, pp.967.
ISBN: 9786123172978

25. HÄUSSLER, Ulrich, PANTEKI, Evmorfia. Modeling of concrete spallation with damaged viscoelasticity and retarded damage. *International Journal of Solids and Structures* [en línea]. Julio 2016, vol. 90. [fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020768316300075>
26. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos, BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5^a. ed. México: McGRAW-HILL, 2015, pp. 149.
 ISBN: 978-607-15-0291-9
27. HIBBELER, Russell. Mecánica de materiales. 8^a.ed. México: Pearson, 2011. pp. 257. ISBN: 978-607-32-0559-7
28. HLAVÁČOVÁ, Eva. Cesta k prvniku prazskemu krematoriu. Bakalarska prace. Praga: Univerzita 238Katolika Teologika Fakulta usatv dejin krestanskeho umeni,2018.99pp
 Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.11956/103876>
29. HOŠKOVÁ, Monika. krematorion se smutečni sini. Bachelor`s thesis. Brno: VYSOKE UCENI TECHNICKE V BRNE .2019.89pp.
 Disponible en <https://dspace.vutbr.cz/xmlui/handle/11012/137839>
30. JARAMILLO, JOSE. analisis clásico de estructuras [en línea]. 1^a.ed. Bogotá: Universidad nacional de Colombia, 2004[fecha de consulta: 15 de mayo de 2020], pp.276.
 Disponible en <https://books.google.com.pe/books?id=mwohfYq9zC8C&pg=PA187&dq=sistemas+duales++en+estructuras+de+concreto&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi30J2kkrvpAhXBHLkGHSAAnDX0Q6AEILzAB#v=onepage&q=sistemas%20duales%20%20en%20estructuras%20de%20concreto&f=false>
 ISBN:9587013921
31. JÍMENES, Rosa. Metodología de la investigación elementos básicos para la investigación clínica. 1^a. ed. Cuba: Editorial de Ciencias Médicas del Centro Nacional de información de Ciencias Médicas, 1998, pp. 12-14.

32. Juliaca: Construirán crematorio para muertos por COVID-19 en 40 días [en línea]. *larepublica.pe*. 19 de abril 2020 [fecha de consulta: 22 de abril del 2020]. Disponible en <https://larepublica.pe/sociedad/2020/04/19/juliaca-construiran-crematorio-para-muertos-por-covid-19-en-40-dias-puno-lrsd/>
33. Kai Hu [et al]. Study on High-rise Structure with Oblique Columns by ETABS, SAP2000, MIDAS/GEN and SATWE. *Procedia Engineering* [en línea]. 2012, Vol. 31. [fecha de consulta: 20 de junio del 2020], pp. 474-480. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.1054> También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812010788> . ISSN 1877-7058
34. KASSIMALI, Aslam. Análisis estructural. 5^a.ed. México: Cengage Learning, 2015. pp. 29-32. ISBN: 978-1-133-94389-1
35. KRASOJEVIĆ ,Margot . Eco Cremation - Holographic Recycling Crematorium [en línea]. *v2com-newswire.com* . 02 de julio del 2019 [fecha de consulta: 27 de abril del 2020] . Disponible en: <https://www.v2com-newswire.com/en/newsroom/categories/industrial-architecture/press-kits/2121-12/eco-cremation-holographic-recycling-crematorium>
36. La cremación está aquí para quedarse: el envejecimiento de los Baby Boomers es un catalizador probado en el cambio más allá del entierro tradicional. *nfd.org* . 15 de julio 2019 [fecha de consulta: 24 de abril del 2020]. Disponible en <https://www.nfda.org/news/media-center/nfda-news-releases/id/4395/cremation-is-here-to-stay-aging-baby-boomers-proved-catalyst-in-shift-beyond-traditional-burial>
37. LAMBE, William. Mecánica de suelos. 1^a. ed. México: Limusa, 2004. pp. 15. ISBN: 968-18-1894-6
38. LÓPEZ, Javier, MÉNDEZ, Jesús. Propuesta para el cálculo estructural sismorresistente de una edificación auxiliar de tres pisos en el núcleo "Armando Mendoza" en la F.L.U.C.V. Trabajo de titulación (Ingeniero

- Civil). Venezuela: Universidad Central de Venezuela, Escuela de Ingeniería Civil, 2015, 194 p.
39. LÓPEZ, Andrés, TOMÁS, Antonio, SÁNCHEZ, Gregorio. Influencia del tipo de rótula plástica en el análisis no lineal de estructuras de hormigón armado. *Hormigón y Acero* [en línea]. Mayo-agosto 2017, Vol. 68, Issue. 282. [fecha de consulta: 20 de junio del 2020], pp.107-119. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.hya.2017.04.006>. También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0439568917300189>
ISSN 0439-5689
40. LUGONES, Miguel, RAMÍREZ, Marieta, RÍOS, Juan. La cremación. *Revista Cubana De Medicina General Integral*. 31 (1):126, 2015.
41. MELI, Roberto. Diseño estructural. 2ª. Ed. México, D.F: Editorial Limusa, 2014 .596p
ISBN: 9789681853914
42. Ministerio de la mujer y desarrollo social. 2011. *Sociedades de Beneficencia Pública y Junta de Participación Social: Transferencia de funciones y competencias*. Beneficencia Pública. s.l.: Impresiones DEMAR SRL, 2011. pág. 15, Boletín Informativo.
43. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, *Norma Técnica E.030 Diseños sismorresistente*, Lima, 2018 .77pp
44. Ministerio de salud, Reglamento de la Ley de Cementerios y Servicios Funerarios D.S. N.º 03-94-SA, Lima, 2001. 19pp
45. MORALES, Roberto. Diseño en concreto armado. 10ª. Ed. Lima: Instituto de la Gerencia y Construcción, 2013, pp.334. 2019 [fecha de consulta: 28 de junio del 2020]. Disponible en https://www.academia.edu/36765239/Dise%C3%B1o_de_concreto_armado_roberto_morales
46. NAWY, Edward. Concreto reforzado un enfoque básico. 1ª. ed. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1988, pp. 68-69.
ISBN: 968-880-075-0
47. MORENO, R. y BAIRÁN, Jesús. Evaluación sísmica de los edificios de mampostería típicos de Barcelona aplicando la metodología Risk-UE. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en*

- Ingeniería* [en línea]. Julio–Setiembre 2012, Vol. 28, Issue 3 [fecha de consulta:18 de junio del 2020], pp. 161-169. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2012.03.007> también disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131512000211> .
ISSN 0213-1315
48. OCHOA, Juan. Memoria de cálculo de una casa habitación de dos pisos en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Trabajo de titulación (Ingeniero civil). Veracruz: Universidad Veracruzana, Facultad de Ingeniería Civil, 2011, 47 p.
49. Olivares, Daniel. Planta de reciclaje de neumáticos de caucho Comercialización de miga de caucho. Tesis (Magister en Administración).Antofagasta: posgrado Economía y negocios Universidad de Chile.2016.49.pp.Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140906/Olivares%20Carmona%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
50. PAN, Yuxin [et al]. Effects of ground motion duration on the seismic damage to and collapse capacity of a mid-rise woodframe building. *Engineering Structures* [en línea]. 15 de octubre de 2019, Vol. 197, nº 109451 [fecha de consulta:19 de junio del 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.109451> También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029619305553> .
ISSN 0141-0296
51. PATIÑO, Faustino [et al]. Integration of Agents in the Construction of a Single-family House through Use of BIM Technology. *Energy Procedia* [en línea].2014, Vol. 69 [fecha de consulta:14 de junio del 2020], pp. 584-593. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.03.029> también disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814002756> .
ISSN 584-593
52. Pedimos asociación no subcontratación por Cámara Mexicana de La Industria de la Construcción [en línea]. febrero 2020, n.642. [fecha de

consulta:24 de abril del 2020]. Disponible en https://issuu.com/helios_comunicacion/docs/rmc6-42fin

53. PEREIRA, Michell, FONSECA, Lucas, DA SILVA, Larissa, FONTES, Carlos, SOARES, Ulisses, BORLINI, Monica, SOUSA, Michelle, SANTOS, Fernanda, NEVES, Sergio. Evaluation and application of sintered red mud and its incorporated clay ceramics as materials for building construction. *Journal of Materials Research and Technology* [en línea]. Marzo- abril 2020, Vol. 9 [fecha de consulta 18 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785419304600>
54. RACKAUSKAITE, Egle, KOTSOVINOS, Panagiotis, REIN, Guillermo. Model parameter sensitivity and benchmarking of the explicit dynamic solver of LS-DYNA for structural analysis in case of fire. *Fire Safety Journal* [en línea]. Junio 2017, vol. 90. [fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0379711217302473>
55. RAMÍREZ, José. Diseño estructural de un edificio multifamiliar de 8 pisos en Surquillo. Tesis (Titulo de ingeniera civil). Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias e Ingeniería .2019.98pp. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/13530/RAMIREZ_OROZCO_JOSE_Dise%c3%b1o%20Estructural%20de%20un%20Edificio%20Multifamiliar_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
56. RAMIREZ, Aracelle. Diseño estructural de la Institución Educativa Primaria de la I.E. N° 821130 en el caserío de Cochapampa, distrito de San Juan, provincia de Cajamarca-Cajamarca. Trabajo de titulación (Ingeniero civil). Trujillo: UPAO, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2013, 142 p.
57. RECONDO, Ramon. La Arquitectura del Crematorio. Función, estética y medio ambiente. *Revista De Arquitectura e Ingeniería*, 7, (2), 2013.
58. RIVERA, Kevin. Estudio comparativo entre el análisis sísmico estático y dinámico para nuestra estructura regular mayor de 30m de altura en la ciudad de Huancayo. Tesis(Titulo de ingeniera civil).Huancayo:

- universidad continental facultad de ingeniería.2018.172.pp.Disponible en https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/4835/1/INV_FIN_105_TE_Rivera_Santana_2018.pdf
59. ROCHEL, Roberto. Hormigón Reforzado. 1ª. Ed. Medellín, Colombia: Editorial universidad EAFIT,2007. pp.368.
ISBN:9789588281667
Disponible en https://drive.google.com/file/d/1MDGaPI5Tk57Jm5Drq8V9ghOz4264OjKy/view?fbclid=IwAR3ICzhDiPH7b6v6kgjay2_vg8JjUv_5Wj9x_NGRtuvUDGD1soNLnuJhbE8
60. SABERI, Maid, ANNAN, Charles y KONRAD, Jean. On the mechanics and modeling of interfaces between granular soils and structural materials. *Archives of Civil and Mechanical Engineering* [en línea]. setiembre del 2018, Vol. 18, Issue 4 [fecha de consulta:15 de junio del 2020], pp. 1562-1579. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.acme.2018.06.003> también disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1644966518300736> .
ISSN 1644-9665
61. SALGADO, Mario [et al]. Evaluación probabilista del riesgo sísmico en Lorca mediante simulaciones de escenarios. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería* [en línea]. Abril –junio 2016, Vol. 32, Issue 2 [fecha de consulta:17 de junio del 2020], pp. 70-78. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2014.12.001> también disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131515000024> .
ISSN 0213-1315
62. SALGADO, BERNAL, CARDONA. Evaluación probabilista de la amenaza sísmica de Colombia con fine de actualización de la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP-14. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Calculo y Diseño en Ingeniería* [en línea]. Octubre-diciembre 2016, vol. 32, [fecha de consulta: 18 junio 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131515000528>

63. SAN BARTOLOMÉ, Ángel, QUIUN, Daniel, SILVA, Wilson. Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería. 2^a. ed. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 2018. pp. 98-99.
ISBN: 978-612-317-366-1
64. Sotiriadis, Klimis, Margaritis y Sextos. Analytical expressions relating free-field and foundation ground motions in buildings with basement, considering soil-structure interaction. *Journal of Engineering Structures* [en línea]. 01 de agosto, 2020, vol.216, n. 110757. [fecha de consulta:20 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110757> También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029619344529> ISSN 0141-0296.
65. SHAW, Sayan, SIL, Arjun. Experimental study on cyclic loading characteristics of fly ash as partial replacement of cement in beam-column joint. *Case Studies in Construction Materials*. [en línea]. Diciembre 2020, Vol.23, [fecha de consulta 16 de junio de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520300346>
66. Yong, Kang, Keun y Klemencic. Seismic performance evaluation of a tall building: Practical modeling of surrounding basement structures. *Journal of Building Engineering* [en línea]. setiembre, 2020, vol. 31, n. 101420. [fecha de consulta:20 de setiembre del 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101420> También disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710219328761> ISSN: 2352-7102.
67. WILSON, Edward. Análisis estático y dinámico de estructuras un enfoque físico con énfasis en la ingeniería sísmica. 4^a. ed. California: Morrison Ingenieros, 2044, pp. 235-263 .

ANEXOS

Anexo 1. Declaratoria de autenticidad (autores)

DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD DEL LOS AUTORES

Nosotros, Keiko Paola Salas Huamán y Jorge Janmarco Vargas Ríos alumnos de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura / Escuela de pregrado y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil / Programa académico presencial de la Universidad Cesar Vallejo con sede en la ciudad Trujillo, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado “Diseño estructural de un crematorio con materiales reciclados, Trujillo, 2020”, son:

1. De nuestra autoría.
2. El presente Trabajo de Investigación / Tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El trabajo de Investigación / Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente Trabajo de Investigación / Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

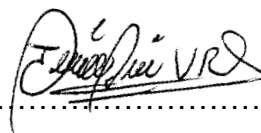
En tal asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.



.....
Salas Huaman, Keiko Paola

DNI: 75441517

Trujillo, 03 / 07 / 2020



.....
Vargas Rios, Jorge Janmarco

DNI: 70227071

Anexo 2: Declaratoria de autenticidad (asesor)

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Josualdo Carlos Villar Quiroz docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura / Escuela de pregrado y Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil / Programa académico presencial de la Universidad Cesar Vallejo con sede en la ciudad Trujillo, revisor del Trabajo de Investigación / Tesis titulada “Diseño estructural de un crematorio con materiales reciclados, Trujillo, 2020”, de los estudiantes Keiko Paola Salas Huaman y Jorge Janmarco Vargas Rios, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 7% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 24 de diciembre del 2020

.....

Villar Quiroz,

Josualdo Carlos

DNI: 40132759



Anexo 3

Anexo 3.1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 83: Matriz operacionalización de variables.

Variables	Definición	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Escala de medición
Variable independiente: Diseño sísmico-estructural.	El diseño sísmico - estructural de una edificación está relacionado con el dimensionamiento y detalle de elementos estructurales que sean capaces de absorber las fuerzas externas que ejercen esfuerzos en la estructura en las diferentes etapas de su servicio y a su vez desarrollen mecanismos de deformación inelástica que al ser sometidas a fuerzas laterales de sismo permitan reducir o disipar la magnitud de estas fuerzas, sin que la edificación llegue a colapsar. (Bazán y Meli, 1962, pp. 189)	se realizan los estudios básicos del sitio en donde se desarrolla el proyecto; Así mismo El diseño de una estructura se inicia con los planos de distribución a partir de lo cual se realiza el pre dimensionamiento de los elementos, en donde se hace uso de las cargas que nos especifica la Norma E.020, para después realizar un diseño sismo resistente dinámico basa en la Norma E.030 y su posterior modelamiento en un software especializa con la finalidad de obtener un comportamiento tridimensional de la estructura, así como también su modelamiento arquitectónico.	Levantamiento Planimétrico	Área (m ²)	Razón
				Perímetro (m)	
				Plano planimétrico (und)	
			Estudio de mecánica de suelos	Análisis granulométrico (%)	Razón
				Contenido de humedad (%)	
				Clasificación de suelos en el sistema SUCS (%)	
				Clasificación de suelos por AASHTO (%)	
				Capacidad portante (kg/cm ²)	
				Sales solubles (ppm)	
			Diseño arquitectónico	Distribución de ambientes (m ²)	Razón
				Cortes y elevaciones (ml)	
				Plano de distribución (und)	
			Análisis sísmico	Rigidez (Tn/m)	Razón
				Periodos (seg)	
				Desplazamiento (mm)	
Deriva					
Diseño estructural	Dimensión de los elementos estructurales (cm ²)	Razón			
	Área del acero (cm ²)				

Anexo 3.2: Indicadores de variables

Tabla 84: Indicadores de variables.

OBJETIVO ESPECÍFICO	DIMENSIÓN	INDICADORES	DESCRIPCIÓN	TÉCNICA / INSTRUMENTO	TIEMPO EMPLEADO	MODO DE CÁLCULO
Obtener el levantamiento planimétrico	Levantamiento planimétrico	Área	Se obtendrá información de un expediente donde se realizó el levantamiento planimétrico del sector norte-este distrito de la esperanza de la Urbanización los 4 suyos, en el que se tomara las coordenadas, áreas perimetrales.	Técnica: Análisis documental Instrumentos: ✓ Estación total. ✓ Ficha de datos	1 día	Se tomará las coordenadas, áreas y perímetro del terreno.
		Perímetro				
		Plano planimétrico				
Realizar el estudio de mecánica.	Estudio de mecánica de suelos.	Análisis granulométrico (%)	A partir del área obtenida del levantamiento planimétrico se realizará 6 exploraciones geotécnicas (calicatas) del terreno en estudio, las cuales serán ubicadas de acuerdo a la distribución arquitectónica del proyecto serán analizadas, dichas muestras serán extraídas y analizadas en el laboratorio bajo las siguientes normas. NTP 339.128	Técnica: La observación Instrumentos: ✓ Guía de observación. ✓ Ficha resumen	10 días	
		Contenido de humedad (%)				

Realizar el estudio de mecánica	Estudio de mecánica de suelos.		ASTM D 4318 NTP 339.127			
		Clasificación de suelos en el sistema SUCS (%)	Las muestras que se obtienen de las calicatas que realizarán en el terreno de estudio, serán clasificadas según la granulometría y los límites de consistencia, estas se clasificarán mediante el sistema unificado de clasificación (SUCS) y la asociación americana de carreteras estatales y transportes (AASHTO)	Técnica: La observación Instrumentos: ✓ Formatos estandarizados de clasificación SUCS. ✓ Guía de observación.	6 días	El suelo será se clasificarán mediante el sistema unificado de clasificación (SUCS) y la asociación americana de carreteras estatales y transportes (AASHTO).
		Clasificación de suelos en el sistema AASHTO (%)				
		Capacidad portante (kg/cm ²)	Para determinar la capacidad portante que se tiene el suelo se realizaran una seria de ensayos con las muestras obtenidas a través de las calicatas.	Técnica: La observación Instrumentos: ✓ Ecuaciones de terzagui	1 día	En base al perfil stratigráfico se aplicarán las fórmulas Ecuaciones de terzagui y norma E050.
		Sales solubles				


Realizar el diseño arquitectónico de un crematorio aplicando los parámetros de la norma A.090y A.130 en el software REVIT.	Diseño arquitectónico	Distribución de ambientes (m2)	La distribución de ambientes se. realizará en base a lo estipulado en las normas técnicas, las cuales cuentan con criterios establecidos por especialistas con la finalidad de darle comodidad y seguridad a las personas que harán uso de la edificación.	Técnica: Análisis documental Instrumentos Programa: ✓ Software AutoCAD. Normas: ✓ Ley de cementerios y servicios funerarios N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA. ✓ Norma A.090 ✓ Norma A.130	4 Días	Se determinará a partir de lo estipulado en las respectivas normas.
		Cortes y elevaciones				
		Plano de distribución				
		Modelamiento en el software REVIT.	Los planos de la edificación realizados en el programa AutoCAD (2D) serán exportados al software REVIT, en donde se iniciará el modelamiento basado en un diseño que consta objetos inteligentes y tridimensionales, los que debido a su interrelación pueden cambiar automáticamente ante cualquier modificación que se realice.	Técnica: La observación Instrumentos ✓ Ficha resumen. ✓ Software REVIT ✓ Software AutoCAD	6 días	Procesamiento por software.

<p>Efectuar el análisis sísmico de la estructura aplicando los parámetros de la norma E.030 en el ETABS.</p>	<p>Análisis sísmico</p>	<p>Modelamiento en el software ETABS.</p>	<p>ETABS es un programa orientado al diseño y análisis estructural basado en el método de elementos finitos. los que nos permitirá crea un modelo estructural tridimensional a partir de sistemas de pisos, marcos laterales y verticales</p>	<p>Técnica: La observación</p> <p>Instrumentos Programa: ✓ Software ETABS</p> <p>Normas: ✓ Norma E. 020 ✓ Norma E-030 ✓ Norma E-060</p>	<p>12 Días</p>	<p>Procesamiento por software.</p>
<p>Realizar el diseño estructural para la construcción de un crematorio en la ciudad de Trujillo aplicando los parámetros de</p>	<p>Diseño estructural</p>	<p>Pre-dimensionamiento (m2)</p>	<p>Se determinarán preliminarmente las dimensiones de las secciones transversales de los elementos estructurales. Este cálculo se podrá realizar utilizando fórmulas matemáticas estandarizadas, procedimiento en el cual se tiene en cuenta especificaciones técnicas acorde con las dimensiones y tipo de uso de la estructura.</p>	<p>Técnica: La observación</p> <p>Instrumentos Programa ✓ Programa Excel.</p> <p>Norma: ✓ Norma E. 020 Cargas.</p> <p>Matriz: ✓ Matriz de categorías.</p>	<p>2 Días</p>	<p>Formulas Columna esquinada y excéntrica: $A_c = \frac{P_s * A_t * N^o_p}{0.35 * f'c}$ Columna centrada: $A_c = \frac{P_s * A_t * N^o_p}{0.45 * f'c}$ Viga: $h = \frac{ln}{\sqrt{wu}}$</p>

la norma E.020 y E.060					Losa: $h = \frac{L}{25}$
	Metrado de de cargas (m3)	Se estiman las cargas que actúan en los distintos elementos estructurales que constituyen la edificación, proceso en el cual se debe tener en cuenta la norma técnica E. 020 Cargas. Se pueden identificar distintos tipos de cargas: Cargas estáticas, cargas permanentes o muertas, carga viva o sobrecarga, cargas dinámicas, cargas por viento, cargas por sismos, etc.	Técnica: La observación Instrumentos Programa ✓ Programa Excel. Norma: ✓ Norma E. 020 Matriz: ✓ Matriz de categorías.	10 días	Este cálculo se realiza en una hoja de Excel, para lo cual se considera todas las cargas que estipulas las normas y las dimensiones de las estructuras.

Anexo 4: Instrumentos de recolección de datos


Anexo 4.1: Ficha datos de levantamiento topográfico

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA DE DATOS LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO		TESIS: DISEÑO SISMICO- ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO , TRUJILLO-2020.		
Numero de guía		N° 01				
I.DATOS CARTOGRAFICOS						
Titulo del proyecto						
Propietario						
Fecha del proceso						
Ubicación del area en estudio						
Area del terreno				Perimetro		
Lindero de la propiedad	Frontal					
	Lateral derecho					
	Lateral izquierdo					
1.1. Descripción general						
II.FUNDAMENTACION TEORICA		Respaldo legal				
Fase del levantamiento planimetrico						
Equipos	Marca		Modelo		Serial	
Certificado de calibracion						
3.1.2 Cordenadas UTM del levantamiento						
Vertice	Lado	Distancia	Angulo	Este	Norte	
Referentes bases						
		Evaluador 1		Evaluador 2		

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA DE DATOS DISEÑO ARQUITECTONICO		TESIS: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO ,TRUJILLO-2020.	
Numero de guía					
Titulo de la investigacion					
Tema					
Año de publicacion					
Autores					
Pagina					
I.DATOS GENERALES					
Ubicación del area de estudio					
Uso de la edificacion					
Zonificacion					
Area construida del terreno					
n° de Niveles					
Distribucion		Sotano			
		primer piso			
		Segundo piso			
1.1.Resumen					
II.FUNDAMENTACION TEORICA					
Respaldo legal					
III.METODOLOGIA DEL PROCESO DEL DISEÑO ARQUITECTONICO					
Recurso					
Referentes bases					
		Evaluador 1		Evaluador 2	

Anexo 4.4:

Anexo 4.4.1: Ficha datos de levantamiento topográfico

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA DE DATOS LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO		TESIS: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO ,TRUJILLO-2020.	
Numero de gula		N° 02			
I.DATOS CARTOGRAFICOS					
Titulo del proyecto		CREACIÓN DE DEPOSITO PARA COMPACTADORAS – MPT DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO – LA LIBERTAD			
Propietario		Municipalidad provincial de Trujillo (MPT)			
Fecha del proceso		Noviembre ,2019			
Ubicación del area en estudio		Urbanización 4 suyos del Distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo – La Libertad			
Area del terreno		4685.00 m2	Perimetro	563.91 m	
Lindero de la propiedad		Frontal	165,33 m		
		Lateral derecho	211.11 m		
		Lateral izquierdo	187.47 m		
1. 1. Descripción general		La zona del terreno presenta una topografía plana, presentando mínimas pendientes			
II.FUNDAMENTACION TEORICA		Respaldo legal	E050		
III.METODOLOGIA DEL PROCESO DEL LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO					
Fase del levantamiento planimetrico			Ubicacion y Radiacion de puntos topograficos		
Equipos	Marca :	LEICA	Modelo	TS-02 POWER	Serial 1329480
Certificado de clibracion		GE OINSO S.A.C		N°2845/EM	
3.1.2 Coordenadas UTM del levantamiento					
Vertice	Lado	Distancia	Angulo	Este	Norte
P1	P1-P2	187.47	123°3' 21"	714134.602	9109736.529
P2	P2-P3	211.11	46°1' 41"	713957.986	9109673.657
P3	P3-P4	22.01	77°8' 7"	714147.022	9109579.682
P4	P4-P5	12.95	174°54' 50"	714152.173	9109601.08
P5	P5-P6	22.48	175°59' 14"	714154.075	9109613.887
P6	P6-P7	14.83	178°49' 19"	714155.814	9109636.3
P7	P7-P8	13.47	176°36' 29"	714156.657	9109651.106
P8	P8-P9	12.15	179°29'55"	714156.626	9109664.578
P9	P9-P10	11.86	176°27' 47"	714156.491	9109676.726
P10	P10-P11	16.18	173°48' 44"	714155.628	9109688.557
P11	P11-P12	12.01	180°52' 22"	714152.718	9109704.475
P12	P12-P13	9.73	177°2' 24"	714150.739	9109716.318
P13	P13-P1	17.66	139°47' 46"	714148.643	9109725.814
Referente base : Expediente Técnico de los 4 suyos -cerco perimetrico ,MPT					
		Evaluador 1		Evaluador 2	

Anexo 4.4.2: Guia de observacion de estudios de mecanica de suelos

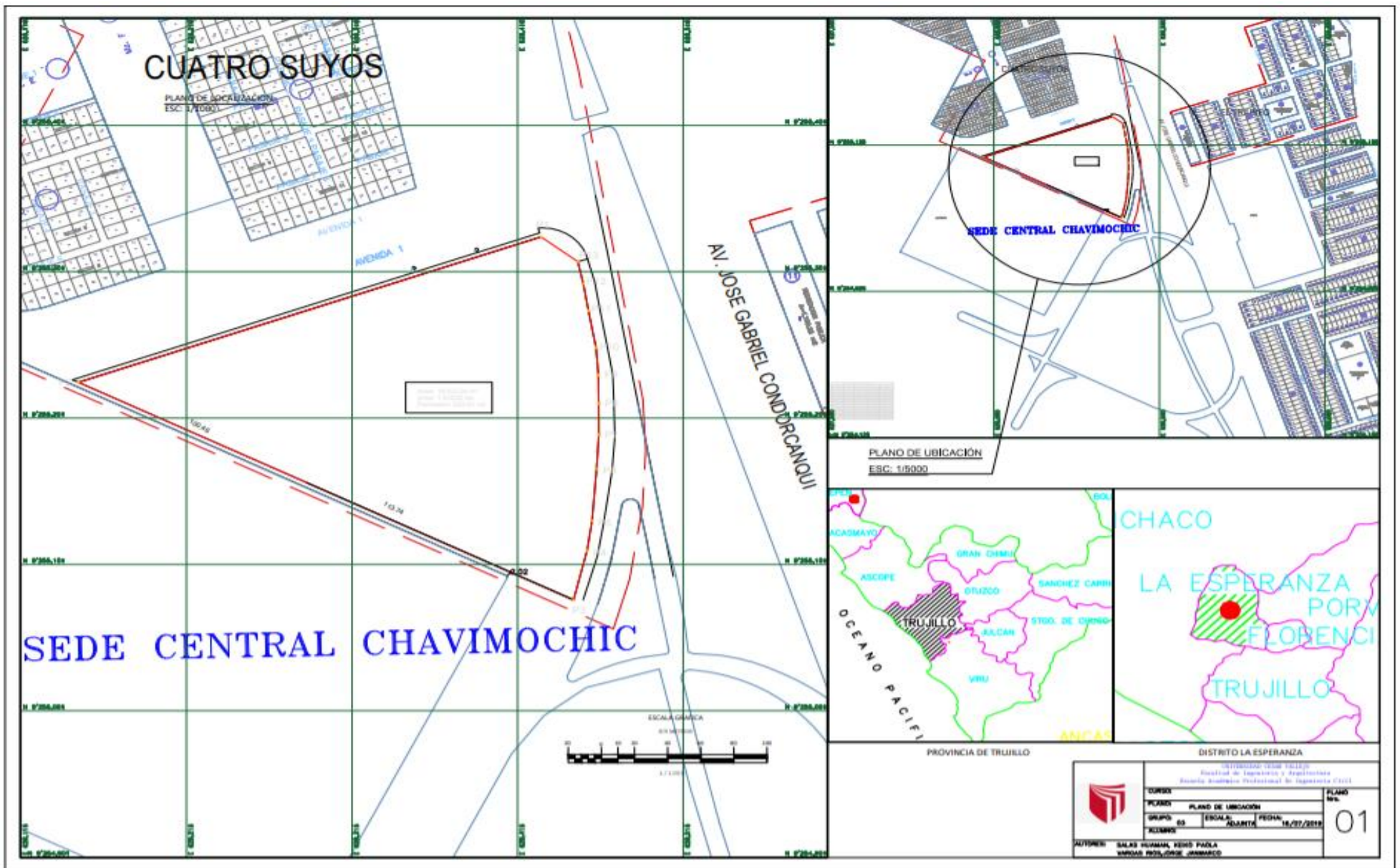
 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		GUIA DE OBSERVACION DE MECANICA DE SUELOS	TESIS: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO ,TRUJILLO-2020.		
Numero de guia I.GENERALIDADES					
Título del proyecto :		"DISEÑO SISMICO -ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO ,2020".			
Responsables :		Salas Huaman ,Keiko Paola Vargas Rios ,Jorge Janmarco			
Elaborado por		Barrantes Villanueva ,Jorge Alejandro (jefe de laboratorio)			
II.LOCALIZACION					
sector : Norte- este	Urbanizacion : 4 suyos	Distrito: La esperanza	Provincia: Trujillo		
			Departamento: La libertad		
Laboratorio :		Laboratorio de ceramicos y suelos de la universidad nacional de Trujillo			
III. DESCRIPCION GENERAL DEL ENTORNO					
1. Material parietal :					
<input type="checkbox"/> ROCA	<input type="checkbox"/> IGNEA <input type="checkbox"/> SEDIMENTARIA <input type="checkbox"/> METAMORFICA	Tipo: Presenta un estrato arenoso mal granulado	<input type="checkbox"/> MINERALES <input checked="" type="checkbox"/> SEDIMENTOS <input type="checkbox"/> ORGANICOS		
			<input type="checkbox"/> ALUVIALES <input type="checkbox"/> MARINOS <input type="checkbox"/> GENIZAS VOLCAN.		
2. Geomorfología					
2.1. Paisaje : Planicie		2.2. Forma del terreno : regular	2.3. forma de la pendiente		
3. Clima					
3.1. Provincia de humedad : Humeda		3.3. Cobertura: Suelos desnudos			
3.2. Clima ambiental: Templado		3.4.Tipo de uso : Urbano e industrial			
4. Indicadores de salinizacion					
4.1. visuales moderado		4.2. Forma de sales solubles			
IV.FUNDAMENTACION TEORICA		Respaldo legal	NTP.E050 ,ASTM D-422,ASTM D-4318,ASTM D-2216,ASTM D-2487,ASTM D-3282		
III.METODOLOGIA DEL PROCESO DEL ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS					
Fase del EMS: Extraccion de muestra y analisis de las muestras en el laboratorio con fines de cimentacion					
Recursos : Pico ,palana ,bolsas hermeticas , juego de tamices ,horno , copa de casa grande ,entre otros					
3.1. Ensayos de laboratorio (ASTM)					
3.1.1.Análisis Granulométrico por Tamizado: C-1 ,C-2,C-3,C-4,C-5,C-6 (95%a rena,5%finos)					
3.1.2. Límites de Atterberg : Sin limites de consistencia					
3.1.3. Contenido de Humedad:					
C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
3.10%	3.60%	3.50%	3.60%	3.20%	3.30%
3.1.4. Clasificación SUCS:				SP-SM (Arena mal graduada)	
3.1.4. Clasificacion AASHTO :				A-1-b (Fragmentos de roca ,grava y arena)	
3.1.2 Perfil estigrafico				la superficie del terreno tiene forma regular ,presenta una humedad natural promedio de 3.38% ,el estrato esta compuesto por 5 %de finos(limo) y 95% arena , el suelo tiene un color mostaza , asi mismo presenta sales solubles entre 0.134 y 0.166	
3.1.6. Nivel freatico				No presenta	
Evaluador 1		Evaluador 2			

Anexo 4.4.3: Ficha de datos diseño arquitectónico

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FICHA DE DATOS DISEÑO ARQUITECTÓNICO	TESIS: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO ,TRUJILLO-2020.
Numero de guía	N°03		
Titulo de la investigacion	Krematorium se smuteční síni (Crematorio con atrio funerario)		
Tema	Elaboración de la documentación del proyecto para la construcción de un crematorio con salón de duelo.		
Año de publicacion	2019		
Autores	Monika Hošková		
Página	pp25-56		
I.DATOS GENERALES			
Ubicación del area en estudio	El edificio está ubicado en la zona catastral de Paradise en la localidad de Karviná, parcela número 524/1, de la Republica Checa		
Uso de la edificación	Crematorio		
zonificación	Z108 (OH)		
Area construida del terreno	1530,9 m2		
n° de Niveles	3 Nivel		
Distribucion	sotano: cuartos para tecnología, cuarto de servicio, y almacenamiento		
	primer piso :	Parte ceremonial,parte administrativa,camara s frigorificas y congeladoras,parte operativa	
	segundo piso: balcón para producir música y hay órgano colocado.		
1.1.Resumen			
<p>El crematorio es un edificio de 3 pisos , es de construccion irregular, tiene 2 salones cermonial ,el primero tiene una capacidad para 150 personas y el segundo tiene una capacidad para 30 personas , en la parte administrativa cuenta con 5 despachos ,en cuanto a la parte operativa tiene 2 hornos crematorios y por ultimo posee un almacen frigorifico de 2 x 16 cuerpos y congelador de 12 cuerpos, el tipo de sistema estructural es de muros estructurales ,techados con losas monolíticas de hormigon armado , así como tambien posee una banda de impermeabilizante de banda de asfalto para islar la humedad y aisladores termicos de dos capas de poliestireno estabilizado S 150; en cuanto a los exteriores se tiene zonas pavimentadas en lo que a transita bilidad se refiere con pendientes de o.5%.</p>			
II.FUNDAMENTACION TEORICA			
Respaldo legal	Ley de cementerios y servicios funerarios N.º 26298 - D.S N.º 03-94-SA y Norma A-090 y A .130		
III.METODOLOGIA DEL PROCESO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL			
Recursos	Autocad		
Referentes bases	HLAVÁČOVÁ, Eva. Cesta k prvni mu prazskemu krematoriu. Bakalarska prace. Praga : Univerzita 79Katolika Teologika Fakulta usatv dejn krestanskeho umeni,2018.99pp Disponible en http://hdl.handle.net/20.500.11956/103876		
	Evaluador 1		Evaluador 2

Anexo 5:

Anexo 5.1: Plano de ubicación



Anexo5.2: Renderizados en Revit





Anexo 5.3: Plano de losas en dos direcciones



PROYECTO:
DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO

CADISTAS :
 SALAS HUAMAN ,KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS ,JORGE JANMARCO

PROPIETARIO:
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO

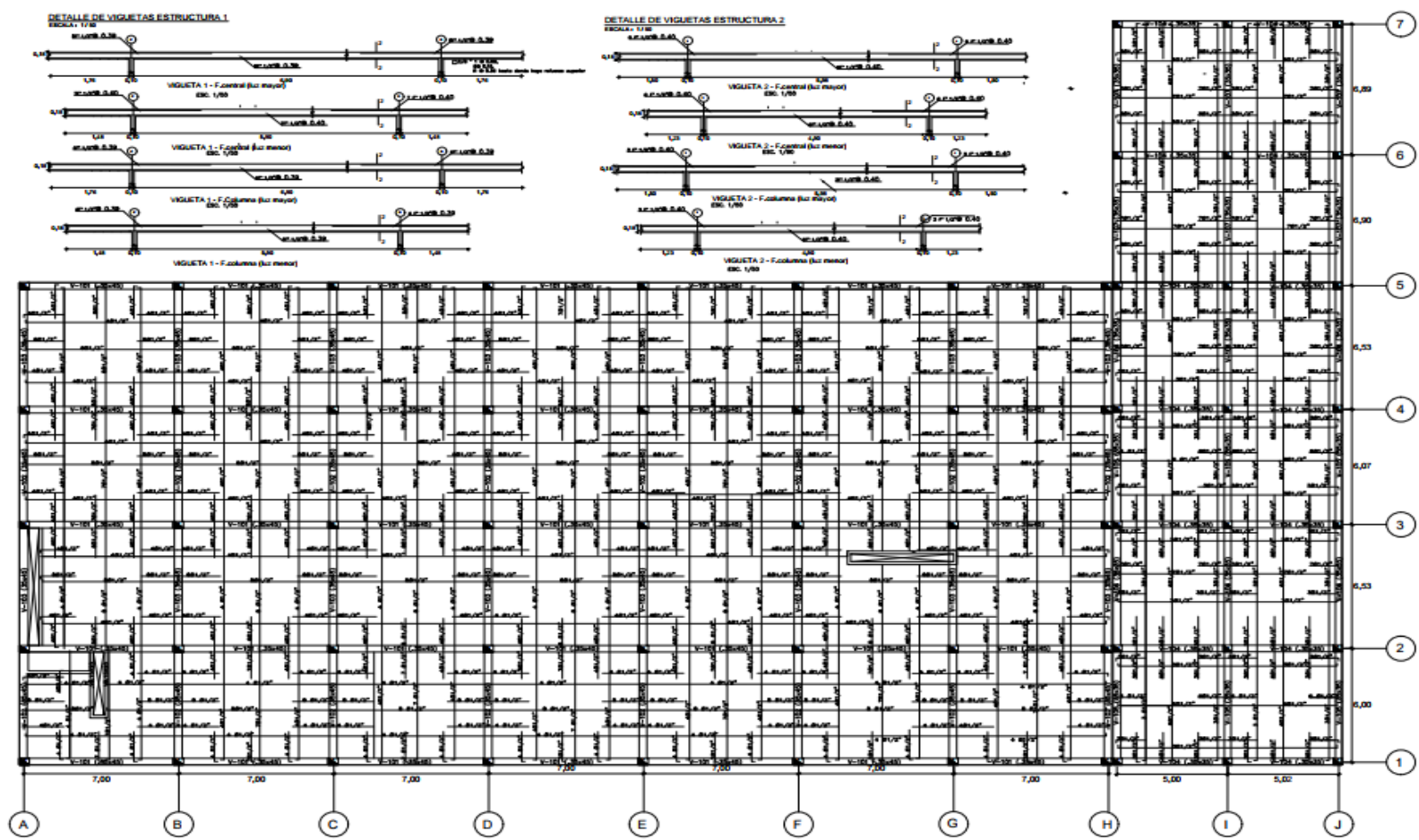
UBICACION:
 URB. LOS 4 SUYOS ,DISTRITO LA ESPERANZA ,PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD

FECHA :
 06/11/2020

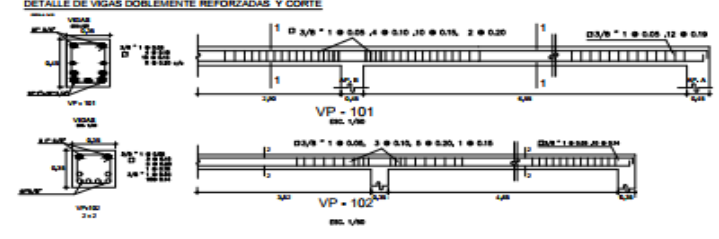
ESPECIALIDAD :
 ESTRUCTURA

PLANO :
 LOSAS BIDIRECCIONALES

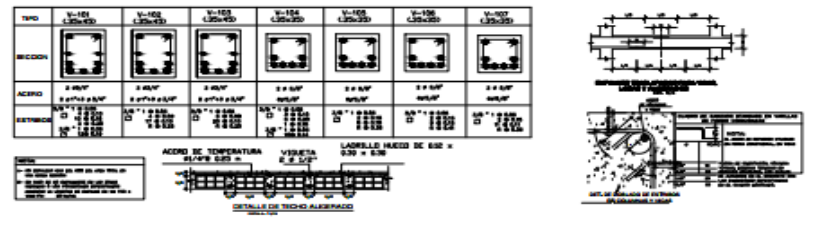
Scale: 1/75
 Lamina: 03



LOSA BIDIRECCIONAL ESTRUCTURAL1
 ESCALA 1/50

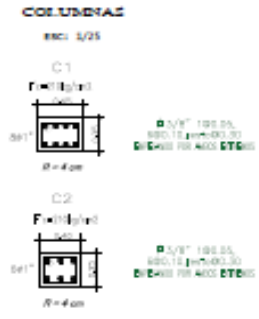
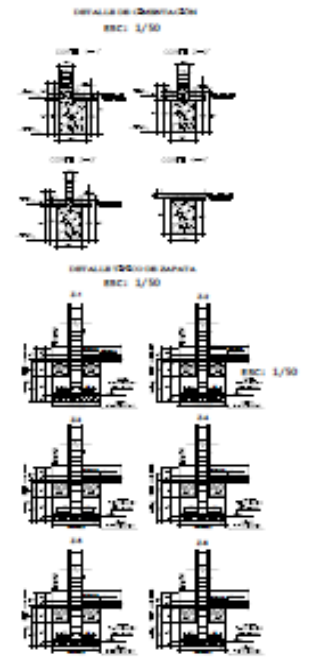
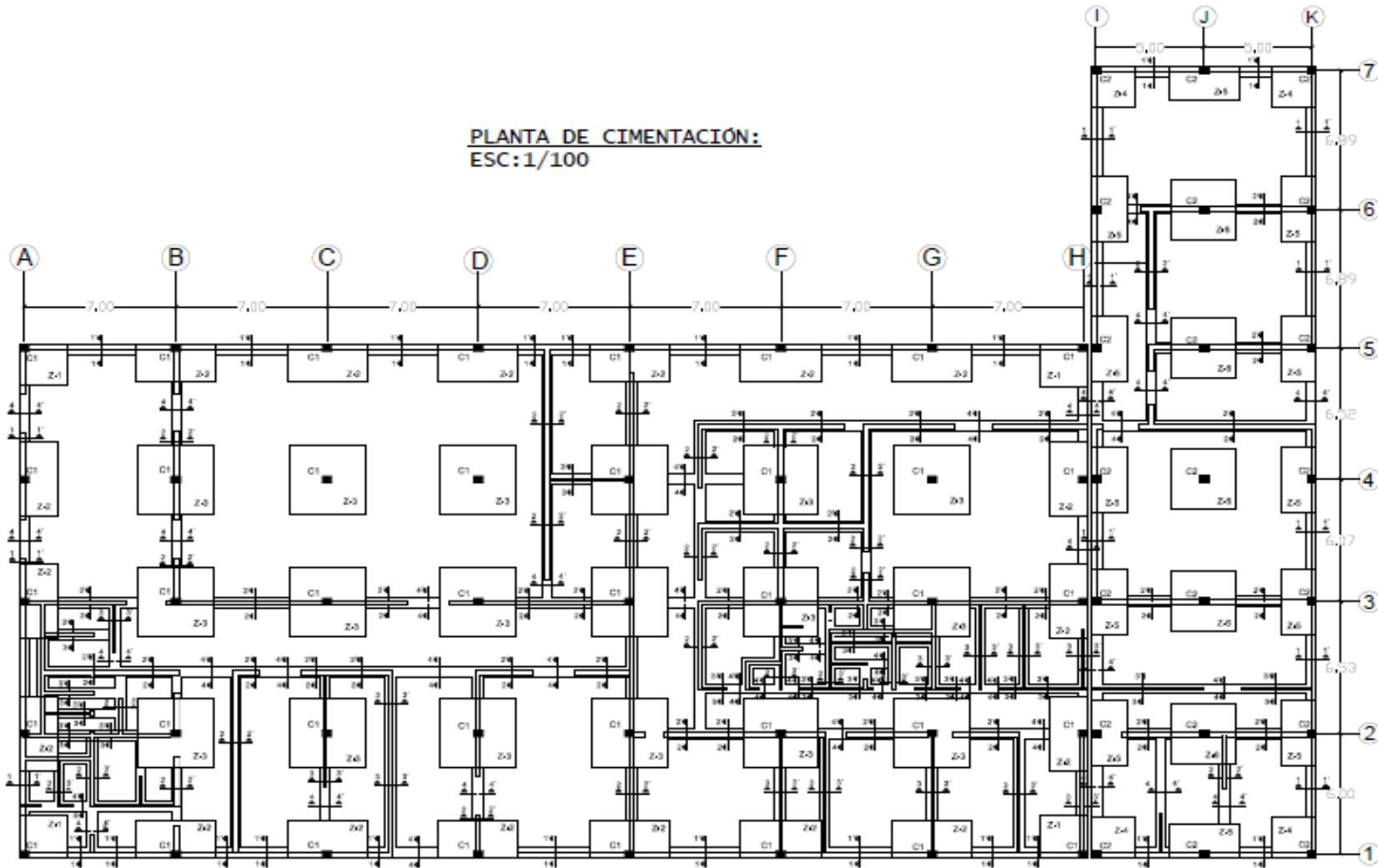


LOSA BIDIRECCIONAL ESTRUCTURAL2
 ESCALA 1/50



Anexo 5.4: Plano de cimentación

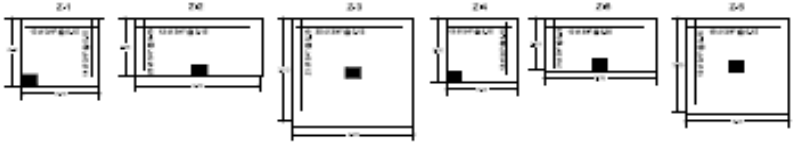
PLANTA DE CIMENTACIÓN: ESC:1/100



PLANTA TIPO DE ZAPATAS
ESC: 1/25

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

L=1.80 m
 Concreto: Cilindrada $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 Acero: Cilindrada $F_s = 210 \text{ kg/cm}^2$
 Acero $F_s = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 Bruto del terreno $\gamma_T = 0.85 \text{ kg/cm}^2$



UCV UNIVERSIDAD CATHOLICA DEL URUGUAY GRAN VILLAS	INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLOS I.I.D.E.	NOMBRE: LA BARRERA PROFESOR: FERRAZ TÍTULO: LA BARRERA	01 1 DE 2
--	---	--	---------------------

Anexo 6: Validez y confiabilidad de los instrumentos.

Anexo 6.1: Validez

Anexo 6.1.1: Validación de la ficha resumen para el levantamiento topográfico.

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

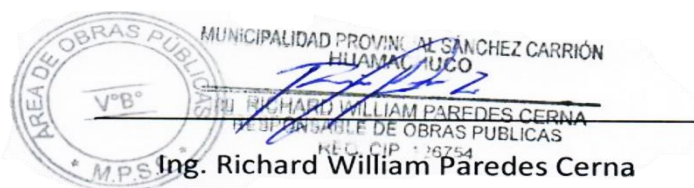
APELLIDOS Y NOMBRES DEL JUEZ VALIDADOR	PROFESIÓN
Ing. Richard William Paredes Cerna	Ingeniero Civil
NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	AUTORES DEL INSTRUMENTO
FICHA RESUMEN DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO	1. Keiko Paola Salas Huaman 2. Jorge Janmarco Vargas Ríos
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	
DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD TRUJILLO, 2020.	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.			✓		
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.			✓		
3. Actualidad	Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio.			✓		
4. Organización	Hay una organización lógica.			✓		
5. Suficiencia	Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad y calidad.			✓		
6. Intencionalidad	Es adecuado para valorar la variable seleccionada.				✓	
7. Consistencia	Está basada en aspectos teóricos y científicos.			✓		
8. Coherencia	Hay relación entre indicadores dimensiones e índice.			✓		
9. Metodología	El instrumento se relaciona con el método planteado en el proyecto.			✓		
10. Aplicabilidad	El instrumento en fácil de aplicar.			✓		

III. SUGERENCIAS

.....
.....
.....
.....



DNI: 43068452

Anexo 6.1.2: Validación de la ficha resumen para el estudio de mecánica de suelos.

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

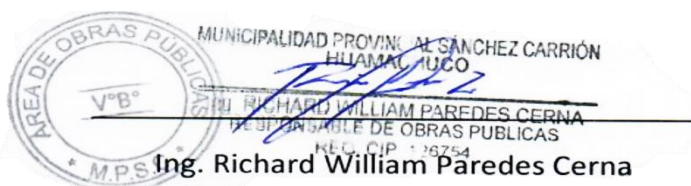
I. DATOS GENERALES

APELLIDOS Y NOMBRES DEL JUEZ VALIDADOR	PROFESIÓN
Ing. Richard William Paredes Cerna	Ingeniero Civil
NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	AUTORES DEL INSTRUMENTO
GUIA DE OBSERVACION DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS	3. Keiko Paola Salas Huaman 4. Jorge Janmarco Vargas Ríos
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	
DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD TRUJILLO, 2020.	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado. DNI: 43068452			✓		
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.			✓		
3. Actualidad	Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio.			✓		
4. Organización	Hay una organización lógica.			✓		
5. Suficiencia	Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad			✓		
6. Intencionalidad	Es adecuado para valorar la variable seleccionada.			✓		
7. Consistencia	Está basada en aspectos teóricos y científicos.			✓		
8. Coherencia	Hay relación entre indicadores dimensiones			✓		
9. Metodología	El instrumento se relaciona con el método planteado en el proyecto.			✓		
10. Aplicabilidad	El instrumento en fácil de aplicar.			✓		

III. SUGERENCIAS



Ing. Richard William Paredes Cerna

DNI: 43068452

Luis Anibal Cerna Rondón
 Ing. Civil
 CIP N° 123512

Anexo 6.1.3: Validación de la guía de

observación para el diseño arquitectónico y análisis estructural.

FICHA DE JUICIO DE EXPERTOS

I. DATOS GENERALES

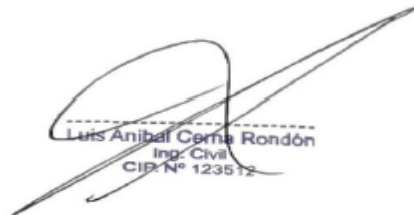
APELLIDOS Y NOMBRES DEL JUEZ VALIDADOR	PROFESIÓN
Ing. Richard William Paredes Cerna	Ingeniero Civil
NOMBRE DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN	AUTORES DEL INSTRUMENTO
FICHA RESUMEN DEL DISEÑO ARQUITECTONICO Y ESTRUCTURAL	5. Keiko Paola Salas Huaman 6. Jorge Janmarco Vargas Ríos
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	
DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD TRUJILLO, 2020.	

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

INDICADORES	CRITERIOS	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.			✓		
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.			✓		
3. Actualidad	Esta acorde a los aportes recientes en la disciplina de estudio.				✓	
4. Organización	Hay una organización lógica.			✓		
5. Suficiencia	Comprende las dimensiones de la investigación en cantidad			✓		
6. Intencionalidad	Es adecuado para valorar la variable seleccionada.				✓	
7. Consistencia	Está basada en aspectos teóricos y científicos.			✓		
8. Coherencia	Hay relación entre indicadores dimensiones			✓		
9. Metodología	El instrumento se relaciona con el método planteado en el proyecto.			✓		
10. Aplicabilidad	El instrumento en fácil de aplicar.			✓		

III. SUGERENCIAS


 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL SÁNCHEZ CARRIÓN
 HUAMACHUCO
 Ing. RICHARD WILLIAM PAREDES CERNA
 RESPONSABLE DE OBRAS PUBLICAS
 REG. CIP: 16754
Ing. Richard William Paredes Cerna
 DNI: 43068452


 Luis Anibal Cerna Rondón
 Ing. Civil
 CIP N° 123512

Anexo 6.2: Confiabilidad

Anexo 6.2.1: Certificado de calibración de equipo topográfico (Estación total)



Gerente General	Enrique Montero 978 069 882
Jefe Técnico	Alberto Narvaez

N°	2845/EM
----	---------

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CALIBRATION CERTIFICATE

Nuevo **Calibración** Mantenimiento Reparación Garantía

IDENTIFICACION DEL CLIENTE

Señores : GIANCARLO FERNANDO GERONIMO ECHEVARRIA
Ruc ó Dni : 44444614

IDENTIFICACION DEL INSTRUMENTO

Instrumento : ESTACION TOTAL
Marca : LEICA Modelo : TS-02 POWER Serie : 1329480
Código de Cliente : ET-04



CONDICIONES DE VERIFICACION Y CONDICIONES AMBIENTALES

Lugar de Calibracion : Talleres de mecanica de Precisión y Óptica GEOINSO S.A.C
Vencimiento de Garantía : 13 de Noviembre de 2020
Temperatura : 20 °C con variaciones que no excedieron ± 0.5 °C

ESPECIFICACIONES DE FABRICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Lectura en pantalla : 5"
Incertidumbre estandar según DIN 18723 : 1"
Precisión del distanciómetro : ±(3+2ppm x D)mm

TRAZABILIDAD DE LA VERIFICACION

Equipo patrón utilizado : Set Colimador Marca SOUTH, Modelo f420-3, con Certificado de Calibración N° DKM1 de KERN.

RESULTADOS DEL AJUSTE Y VERIFICACION

VERIFICACION DE ESTACION TOTAL

Error vertical : (**OK** / Ajustado _____)
Verticalidad del telescopio : (**OK** / Ajustado _____)
Doble centro : (**OK** / Ajustado _____)
Plomada óptica : (**OK** / Ajustado _____)

Excentricidad círculo vertical y horizontal

Lecturas

Ang. Vertical

Izquierda

Derecha

Áng. Hz.

90°	89°	59'	60"
+30°	60°	8'	27"
+30°	299°	51'	33"
	359°	59'	60"
Izq.	0°	00'	00"

270°	270°	00'	00"
-30°	120°	8'	30"
-30°	239°	51'	30"
	359°	59'	60"
Der.	180°	00'	00"

Vertical (**OK** / 5 err. centrado) Horizontal (**OK** / 6 err. centrado)

VERIFICACION DEL DISTANCIOMETRO

Medida Inicial (metros)	Diferencia Medida Patrón Medida Inicial	Medida patrón (metros)	Medida Corregida (metros)	Diferencia Medida Patrón Medida Corregida
4,7926	0	4,7926	-	-
9,3626	0,0002	9,3628	-	-
13,5553	0,0001	13,5554	-	-

Observaciones:

1. Antes del ajuste el instrumento indicaba : Ang. Vertical 5" Ang. Horizontal 6"

El cliente es responsable de recalibrar el instrumento a intervalos que estime apropiados

Este documento no puede ser reproducido en forma parcial ni total sin la autorización de GEOINSO S.A.C.

Dpto. de Servicio Técnico	Fecha de Calibracion	Central Lima	Sucursal Arequipa
	13 de Mayo de 2020	Ca. Pedro Unanue 106	Residencial La Explanada
	Fecha de Vencimiento	Dpto 402, Urb. Antares	Mz. B Lt 13
	13 de Noviembre de 2020	San Martín de Porres Email: Geoinso@gmail.com	Cayma - Arequipa Email: Geoinso@gmail.com

Este documento solo certifica y ofrece garantía por la calibración de el equipo.



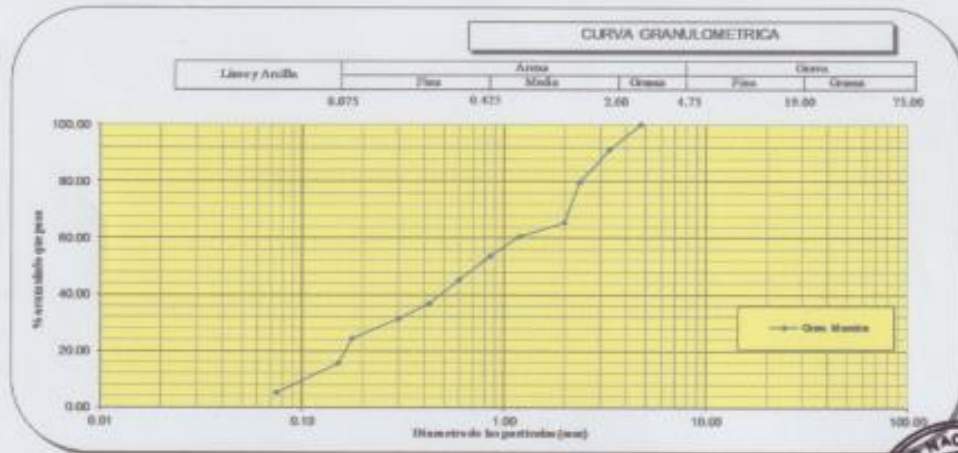
Anexo 6.2.2: Certificado de laboratorio del estudio de mecánica de suelos (EMS)



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS ROS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-1
FECHA DE RECEPCIÓN: 29/09/2020

MALLA SIEBE AMERICANA	GRANULOMETRIA M.P. 338.98 (88)					OBSERVACIONES
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
75"	75.000					Muestra tomada e identificada por el solicitante CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (G) - Arena (A) 95 Fina (F) 5 D30 - D60 - D10 - Cu NP Co NP DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Humedad natural 3.1 Arena mal graduada con limo LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP SM AASHTO A-1-B
2 1/2"	62.500					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.250					
Nº4	4.750				100	
Nº8	2.350	42.5	8	9	91	
Nº16	1.180	23.8	5	39	61	
Nº30	0.600	41.9	8	55	45	
Nº40	0.425	39.0	8	63	37	
Nº50	0.300	26.9	8	69	31	
Nº80	0.177	32.6	7	75	25	
Nº100	0.150	42.9	8	84	16	
Nº200	0.075	50.3	10	95	5	
< Nº200	Fondo	25.0	5	100		
Total		481.3	100.0			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATOARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-1
 FECHA DE RECEPCION: 29/05/2020

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _a + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W' CRISTAL (grs)	W _a (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	------------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							

OBSERVACIONES
 Ensayo efectuado al material pasando la malla N°40. Muestra tomada e identificada por el solicitante




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384





CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-1
FECHA DE RECEPCIÓN: 29/09/2020

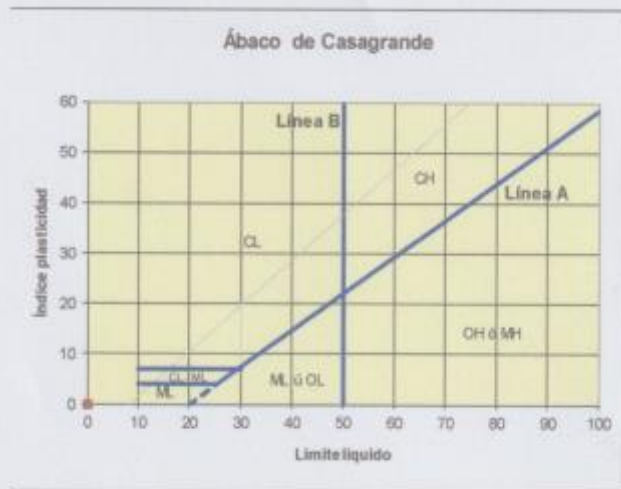
No.	W _n *	W _s *	W	W	W _s	HUMEDAD	HUMEDAD
	CRISTAL	CRISTAL	AGUA	CRISTAL		(%)	(%)
	(grs)	(grs)	(grs)	(grs)	(grs)		
1	56.9	55.89	1.01	23.22	32.67	3.1	3.1
2	62.1	60.74	1.36	19.81	40.93	3.3	
3	51.3	50.29	1.01	15.86	34.63	2.9	

Jorge Alejandro Carrasco
ING. DE MATEMÁTICAS
R. O. P. N° 19734



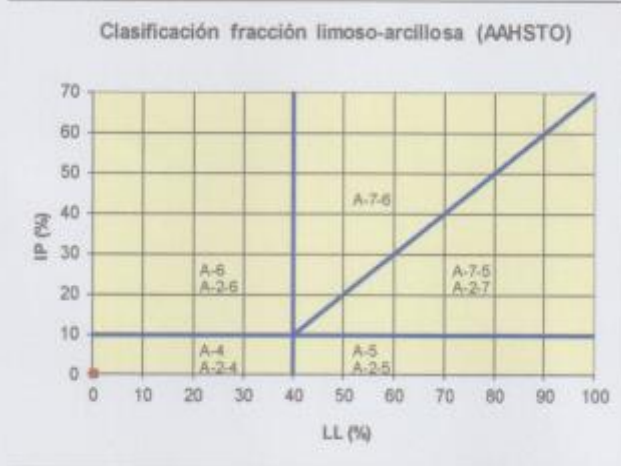
CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-1
 FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo doble).
 Arena mal graduada con limo SP SM

Clasificación AAHSTO



Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
 A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Jorge Alejandro Barantes Viloria -
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO:	DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020		
UBICACIÓN:	URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	FECHA DE RECEPCION:	29/09/2020
SOLICITANTE:	SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO	FECHA DE EJECUCION:	30/09/2020

DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA:	URBANIZACION 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	CÓDIGO DE MUESTRA:	CALICATA C-1
MUESTRA:	C-1	CONDICIÓN:	MAB
PROFUNDIDAD:	3.00 m		

Método de excavación:	Manual	Fecha:	29/09/2020	Largo :	1.20 m.	Perforación Calicata:	
Superficie :	Plana	Fondo:	3.00 m.	Ancho :	0.60 m.		C - 1
		Nivel Freático :	No presenta	Profundidad :	3.00 m.		

Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
			Arena mal graduada con Limo; 5% de finos que pasa la malla N°200 y 95% de Arenas, el suelo es de color mostaza. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP SM", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-b, no presenta indice de plasticidad y una humedad natural de 3.1%.				
	SP SM			C-1	Mab	0.00-3.00	
3.00							

Mab = muestra en bolsa Mis = muestra en shelby Pm = penetrómetro manual
 Mib = muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión
 N (SPT) = ensayo de penetración (golpes/30 cm)


 Jorge Alejandro Barrantes Villar
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384





**DENSIDAD RELATIVA
ASTM D 2049**

PROYECTO : DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
MUESTRA : C-1
SOLICITADO : SALAS HUAMAN KEIKO PAOLA
VARGAS RIOS JORGE JANMARCO
UBICACIÓN : DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/09/2020
FECHA DE ENSAYO : 30/09/2020

G _s	2.65	
W ₁ max	1.35	T/m ³
W ₁ min	1.81	T/m ³
W ₁ med	1.54	T/m ³
D Relativa	75.55	%

Peso del molde +	3439	gr.			
Volumen del molde (V) ¹	2832	cm ³			
Peso del molde + muestra ¹	7254	gr.			
Peso de muestra W _m ¹	3815	gr.			
Diámetro del molde	15.01	cm.			
h ¹	2.65	cm.	V1=	2363.1	cm ³
h ²	2.85	cm.	V2=	2362.1	cm ³
h ³	2.66	cm.	V3=	2361.3	cm ³
Volumen m _{comp} ¹	2832	cm ³			
Volumen m _{med} ¹	2362.5	cm ³			
ρ _s ¹	1	T/m ³			

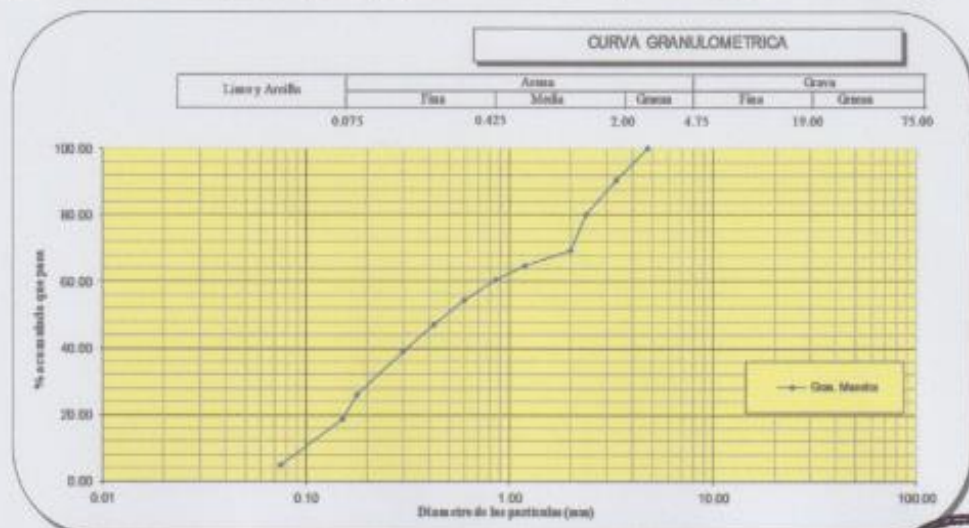


Jorge Alejandro Barantes Vilarueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACION: URBANIZACION 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-2
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP 338.01 (19)					OBSERVACIONES Muestra tomada e identificada por el solicitante
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUEPASA	
3"	75.000					CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arena (%) 95 Fines (%) 5 D30 - D60 - D10 - Cu NP Co NP DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Humedad natural 3.6 Arena mal graduada con limo LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP SM AASHTO A-1-b
2 1/2"	62.500					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.250					
N°4	4.750				100	
N°6	3.350	47.9	10	10	90	
N°8	2.360	51.3	10	20	80	
N°10	2.000	54.4	11	31	69	
N°16	1.180	22.9	5	35	65	
N°20	0.850	21.5	4	39	61	
N°30	0.600	30.0	5	45	55	
N°40	0.425	36.9	7	53	47	
N°50	0.300	41.7	8	61	39	
N°60	0.177	63.9	13	74	26	
N°100	0.150	36.8	7	81	19	
N°200	0.075	70.4	14	95	5	
< N°200	Fondo	24.0	5	100		
Total		501.4	100.0			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES





DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: DISEÑO SISMO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2000
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-2
 FECHA DE RECEPCIÓN: 29/09/2020

CRISTAL No.	W _b + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

OBSERVACIONES
 Ensayo efectuado al material pasante a malla N°40
 Muestra tomada e identificada por el solicitante.



Jorge
 Jorge Alejandro Benites Villacueva
 ING. DE MATERIALES
 R.C.P. N° 197384





CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-2
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

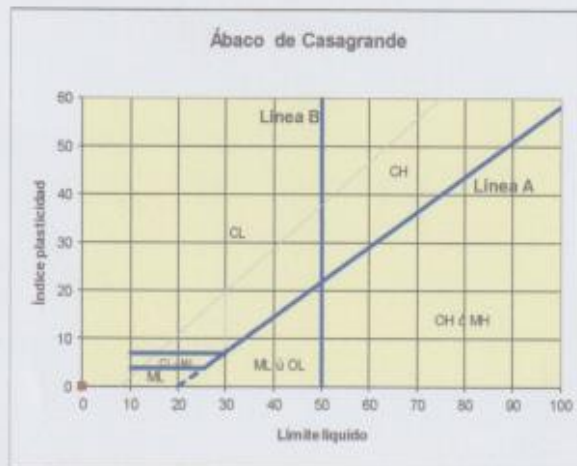
No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	61.09	60.23	0.86	36.23	24	3.6	3.6
2	56.41	55.12	1.29	20.85	34.27	3.8	
3	51.31	50.23	1.08	19.74	30.49	3.5	



Jorge
Jorge Alejandro Barrantes Vilarueva
ING. DE MATERIALES
R. O.P. N° 197384

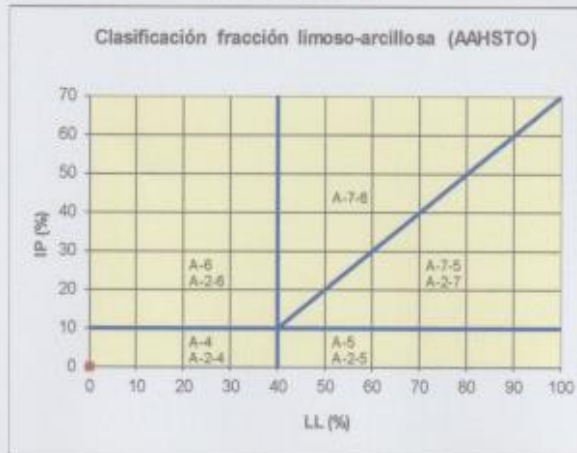
CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-2
 FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble)
 Arena mal graduada con limo SP SM

Clasificación AASHTO



Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
 A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO:	DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020		
UBICACIÓN:	URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	FECHA DE RECEPCION:	29/09/2020
SOLICITANTE:	SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO	FECHA DE EJECUCION:	1/10/2020

DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA:	URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	CÓDIGO DE MUESTRA:	CALICATA C-2
MUESTRA:	C-2	CONDICIÓN:	MAB
PROFUNDIDAD:	3.00 m		

Método de excavación:	Manual	Fecha:	29/09/2020	Largo:	1.20 m.	Perforación:	Calicata
		Fondo:	3.00 m.	Ancho:	0.60 m.		C - 2
Superficie:	Plana	Nivel Freático:	No presenta	Profundidad:	3.00 m.		

Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
3.00	SP SM		Arena mal graduada con Limo: 5% de finos que pasa la malla N°200 y 95% de Arenas, el suelo es de color mostaza. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP SM", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-b, no presenta indice de plasticidad y una humedad natural de 3.8%	C-2	Mab	0.00-3.00	

Mab = muestra en bolsa Mis = muestra en shelby Pm = penetrómetro manual
 Mib = muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión
 N (SPT) = ensayo de penetración (golpes/30 cm)



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384



**DENSIDAD RELATIVA
ASTM D 2049**

PROYECTO : DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATDRIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 MUESTRA : C-2
 SOLICITADO : SALAS HUAMAN KEINO PAOLA
 VARGAS RIOS JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN : DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/09/2020
 FECHA DE ENSAYO : 30/09/2020

G _s	2.65	
V ₁ (cc)	1.34	T/m ³
V ₂ (cc)	1.61	T/m ³
V ₃ (cc)	1.54	T/m ³
D Relativa	76.33	%

Peso del molde =	3430	gr			
Volumen del molde (V _m) =	2332	cm ³			
Peso del molde + muestra =	7247	gr			
Peso de muestra (W _m) =	3808	gr			
Diámetro del molde =	10.01	cm			
h ₁ =	2.66	cm	V1 =	2361.3	cm ³
h ₂ =	2.66	cm	V2 =	2361.3	cm ³
h ₃ =	2.66	cm	V3 =	2361.3	cm ³
Volumen teórico =	2832	cm ³			
Volumen real =	2361.3	cm ³			
ρ _r =	1	T/m ³			



Jorge Alejandro Barreras Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-3
 FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

CRISTAL No.	W ₀ + CRISTAL (grs)	W ₁ + CRISTAL (grs)	W' AGUA (grs)	W' CRISTAL (grs)	W ₁ (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------	------------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							

OBSERVACIONES
 Ensayo efectuado al material pesante la malla N° 40
 Muestra tomada e identificada por el solicitante



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-3
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

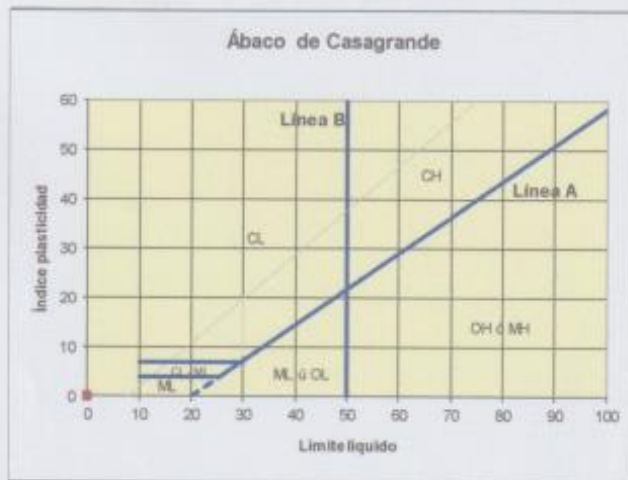
No.	W ₁ + CRISTAL (grs)	W ₂ + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _a (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	62.6	61.3	1.3	25.61	35.69	3.6	3.5
2	51.5	50.83	0.67	24.85	25.78	3.4	
3	56.36	55.23	1.13	22.35	32.87	3.4	




Jorge Alejandro Barrantes Vilanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP N° 197384

CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-3
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

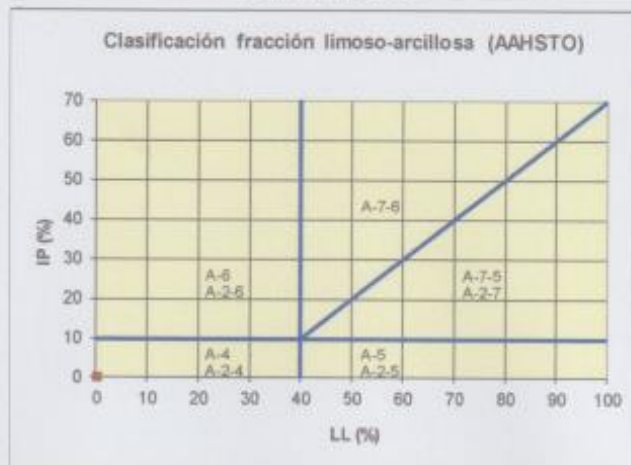


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo doble).

Arena mal graduada con limo SP SM

Clasificación AAHSTO



Material granular

Excelente a bueno como subgrado

A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO:	DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020		
UBICACIÓN:	URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	FECHA DE RECEPCIÓN:	29/09/2020
SOLICITANTE:	SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO	FECHA DE EJECUCIÓN:	1/10/2020

DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA:	URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	CÓDIGO DE MUESTRA:	CALICATA C-3
MUESTRA:	C-3	CONDICIÓN:	MAB
PROFUNDIDAD:	3.00 m		

Método de excavación	Manual	Fecha	29/09/2020	Largo	1.20 m	Perforación Calicata C - 3
		Fondo	3.00 m	Ancho	0.60 m	
Superficie :	Plana	Nivel Freático	No presenta	Profundidad	3.00 m	

Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
3.00	SP SM		Arena mal graduada con Limo; 5% de finos que pasa la malla N°200 y 95% de Arenas, el suelo es de color mostaza. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP SM", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-b, no presenta índice de plasticidad y una humedad natural de 3.5%	C-3	Mab	0.00-3.00	

Mab = muestra en bolsa Mis = muestra en shelby Pm = penetrómetro manual
 Mib = muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión
 N (SPT) = ensayo de penetración (golpes/30 cm)



Jorge Alejandro Barrantes Vilanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP N° 197384



**DENSIDAD RELATIVA
ASTM D 2049**

PROYECTO : DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 MUESTRA : C-3
 SOLICITADO : SALAS HUAMAN KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN : DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/09/2020
 FECHA DE ENSAYO : 30/09/2020

ρ_c	2.65	
$\rho_{d_{sicc}}$	1.36	T/m ³
$\rho_{d_{sicc}}$	1.64	T/m ³
$\rho_{d_{sicc}}$	1.54	T/m ³
D Relativa	66.88	%

Peso del molde =	5439	gr.			
Volumen del molde (V _m) =	2532	cm ³			
Peso del molde + muestra =	7301	gr.			
Peso de muestra libre =	1862	gr.			
Diámetro del molde	15.01	cm			
h ₁ =	2.65	cm	V1 =	2361.3	cm ³
h ₂ =	2.65	cm	V2 =	2361.3	cm ³
h ₃ =	2.65	cm	V3 =	2361.3	cm ³
Volumen molde =	2832	cm ³			
Volumen molde =	2361.3	cm ³			
ρ_c =	1	T/m ³			

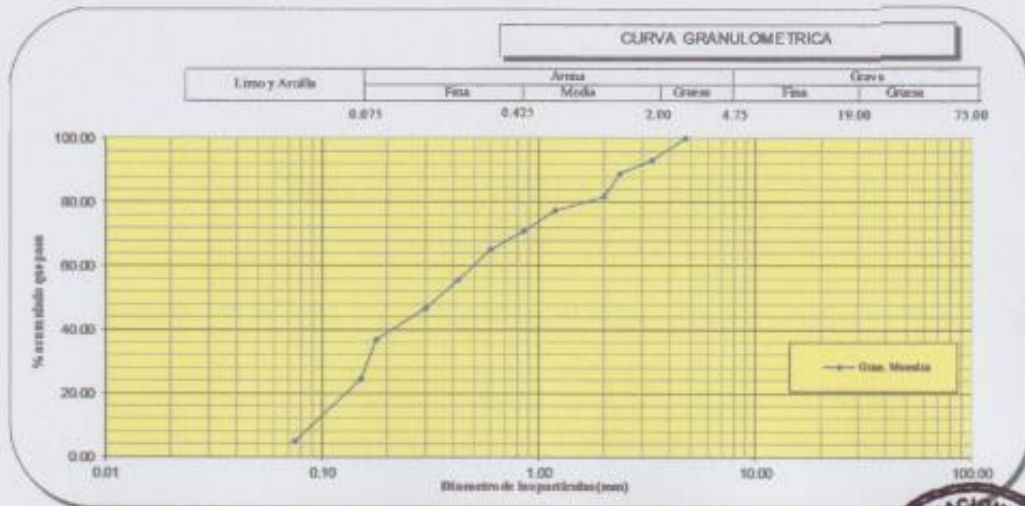


Jorge Alejandro Barrientes Vilanueva
 ING. DE MATERIALES
 R.-C.I.P. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-4
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

MALLA SIEVE AMERICANA	GRANULOMETRIA N° 1P. 339.024 (192)					OBSERVACIONES Muestra tomada e identificada por el solicitante
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	
3"	75.000					CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arena (%) 95 Finos (%) 5 D30 - D60 - D10 - Cu NP Co NP DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Humedad natural 3.1 Arena mal graduada con limo LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP SM AAHSTO A-1-b
2 1/2"	62.500					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.250					
N°4	4.750				100	
N°6	3.350	35.6	7	7	93	
N°8	2.360	21.8	4	11	89	
N°10	2.000	36.7	7	18	82	
N°16	1.180	21.9	4	23	77	
N°20	0.850	32.9	6	29	71	
N°30	0.600	30.0	6	35	65	
N°40	0.425	50.2	10	44	56	
N°50	0.300	45.2	9	53	47	
N°60	0.250	50.9	10	63	37	
N°100	0.150	63.2	12	75	25	
N°200	0.075	100.9	20	95	5	
< N°200	Fondo	25.6	5	100		
Total		514.9	100.0			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384





DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-4
 FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							

OBSERVACIONES

Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40
 Muestra tomada e identificada por el solicitante



JMV
 Jorge Alejandro Barantes Vilanova
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYDOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-4
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

Nb.	W ₁ + CRISTAL (grs)	W ₂ + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W ₁ (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	57.7	56.85	0.85	30.54	26.31	3.2	3.1
2	50.71	49.8	0.91	19.85	29.95	3.0	
3	53.4	52.6	0.8	26.85	25.75	3.1	



Jorge
Jorge Alejandro Barranillo Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-4
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	57.7	56.85	0.85	30.54	26.31	3.2	3.1
2	50.71	49.8	0.91	19.85	29.95	3.0	
3	53.4	52.6	0.8	26.85	25.75	3.1	



JAV
Jorge Alejandro Barraltes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CiP. N° 197384



DENSIDAD RELATIVA
ASTM D 2049

PROYECTO : DISEÑO SÍSMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 MUESTRA : C-4
 SOLICITADO : SALAS HUAMAN KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN : DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/09/2020
 FECHA DE ENSAYO : 30/09/2020

V_0	2.65	
$V_0_{\text{máx}}$	7.36	cm^3
$V_0_{\text{mín}}$	1.63	cm^3
V_0_{neto}	1.54	cm^3
D Relativa	69.24	%

Peso del molde	3435	gr.			
Volumen del molde (V_0)	2632	cm^3			
Peso del molde + muestra	7201	gr.			
Peso de muestra líquida	3662	gr.			
Dámetro del molde	14.39	cm.			
h_1	2.65	cm	V1=	2364.3	cm^3
h_2	2.65	cm	V2=	2364.3	cm^3
h_3	2.65	cm	V3=	2362.6	cm^3
Volumen líquido	2822	cm^3			
Volumen líquido	2362.7	cm^3			
γ_w	1	cm^3			

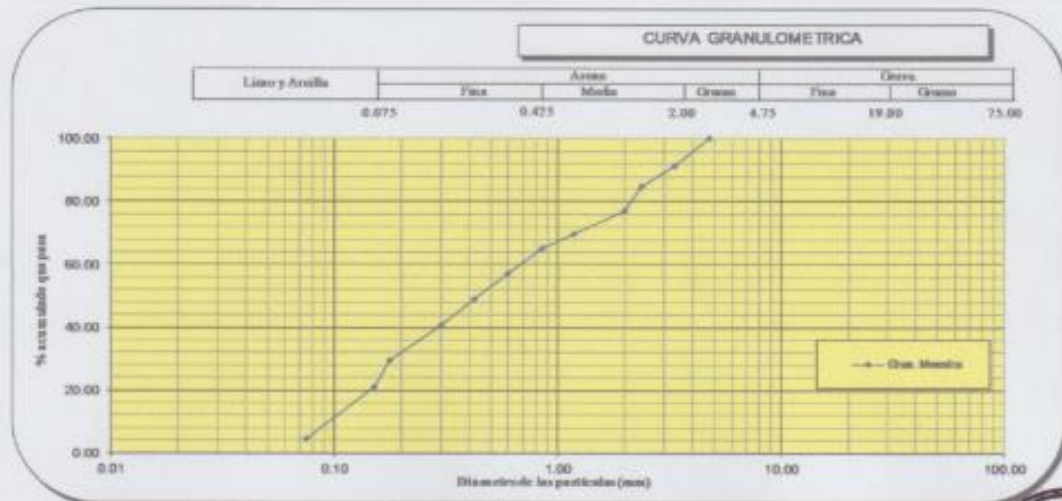


Jorge Alejandro Barrantes Vilancueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREAMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-5
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

MALLA SIEVE AMERICANA	GRANULOMETRIA N° TP - 339.04 (99)					OBSERVACIONES Muestra tomada e identificada por el solicitante
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUEPASA	
3"	75.000					CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arena (%) 95 Finos (%) 5 D30 - D60 - D10 - Cu NP Co NP DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Humedad natural 3.2 Arena mal graduada con limo LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP SM AAHSTO A-1-b
2 1/2"	62.500					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.250					
N°4	4.750				100	
N°6	3.350	41.0	9	9	91	
N°8	2.360	32.8	7	15	85	
N°10	2.000	36.8	8	23	77	
N°16	1.180	35.8	7	30	70	
N°20	0.850	21.5	4	35	65	
N°30	0.600	41.0	8	43	57	
N°40	0.425	39.0	8	51	49	
N°50	0.300	40.0	8	59	41	
N°80	0.177	56.0	11	71	29	
N°100	0.150	40.0	8	79	21	
N°200	0.075	80.5	17	95	5	
< N°200	Fondo	22.0	5	100		
Total		487.1	100.0			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384



DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-5
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

CRISTAL No.	W _s + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _a (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							

OBSERVACIONES
 Ensayo efectuado al material pasando la malla N°40
 Muestra tomada e identificada por el solicitante




 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197364




CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-5
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

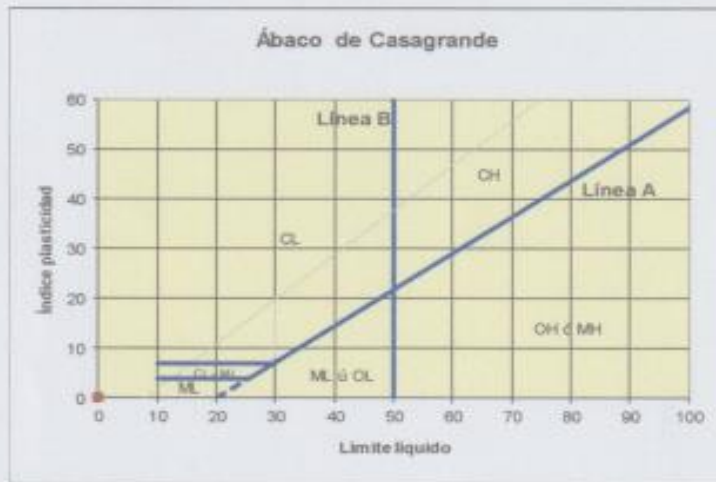
No.	Wb + CRISTAL (grs)	Ws + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	Ws (grs)	HUMEDAD (%)	HUMEDAD (%)
1	49.5	48.74	0.76	23.6	25.14	3.0	3.2
2	54	52.98	1.02	22.14	30.84	3.3	
3	54.06	53.26	0.8	28.97	24.29	3.3	




 Jorge Alejandro Barrantes Vilanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-5
 FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas (Nomenclatura con símbolo doble).
 Arena mal graduada con limo SP SM

Clasificación AAHSTO



Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
 A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. C.I.P. N° 197384



PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO:	DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020		
UBICACIÓN:	URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	FECHA DE RECEPCIÓN:	29/09/2020
SOLICITANTE:	SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO	FECHA DE EJECUCIÓN:	1/10/2020

DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA:	URBANIZACION 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	CÓDIGO DE MUESTRA:	CALICATA C-5
MUESTRA:	C-5	CONDICIÓN:	MAB
PROFUNDIDAD:	3.00 m		

Método de excavación: Manual	Fecha: 29/09/2020	Largo: 1.20 m.	Perforación Calicata
	Fondo: 3.00 m.	Ancho: 0.60 m.	C - 5
Superficie: Plana	Nivel Freático: No presenta	Profundidad: 3.00 m.	

Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
3.00	SP SM		Arena mal graduada con Limo, 5% de finos que pasa la malla N°200 y 95% de Arenas, el suelo es de color mostaza. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP SM", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-b, no presenta índice de plasticidad y una humedad natural de 3.2%.	C-5	Mab	0.00-3.00	

Mab = muestra en bolsa Mis = muestra en shelby Pm = penetrómetro manual
 Mib = muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión
 N (SPT) = ensayo de penetración (golpes/30 cm)

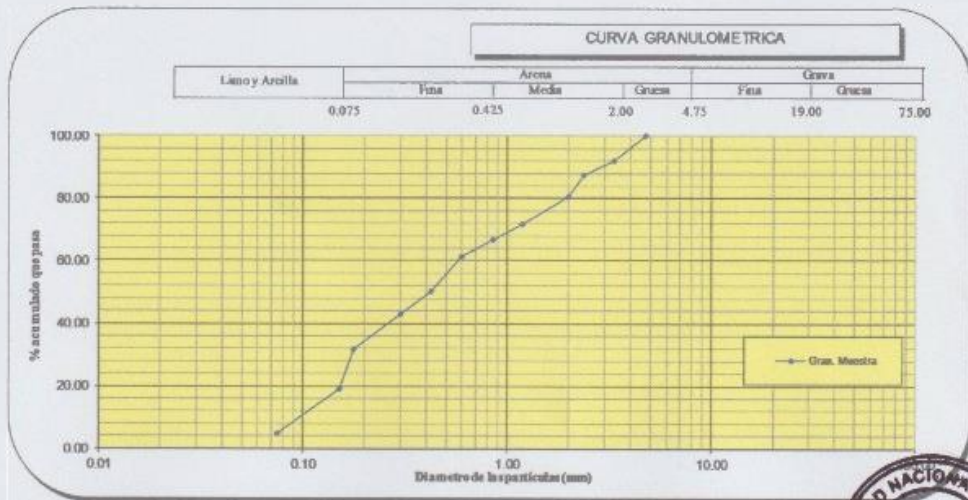
Jorge Alejandro Barrantes Villarueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-6
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA W.P. 339.128 (99)					OBSERVACIONES Muestra tomada e identificada por el solicitante
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUEPASA	
3"	75.000					CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS Grava (%) Arena (%) 95 Finos(%) 5 D30 - D60 - D10 - Cu NP Co NP DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA Humedad natural : 33 Arena mal graduada con limo LIMITES DE CONSISTENCIA LL NP LP NP IP NP CLASIFICACION DE SUELOS SUCS SP SM AAHSTO A-1-b
2 1/2"	62.500					
2"	50.000					
1 1/2"	37.500					
1"	25.000					
3/4"	19.000					
1/2"	12.500					
3/8"	9.500					
1/4"	6.250					
Nº4	4.750				100	
Nº6	3.350	38.9	8	8	92	
Nº8	2.360	21.5	4	13	87	
Nº10	2.000	32.8	7	19	81	
Nº16	1.180	42.6	9	28	72	
Nº20	0.850	23.6	5	33	67	
Nº30	0.600	26.8	6	39	61	
Nº40	0.425	53.6	11	50	50	
Nº50	0.300	33.8	7	57	43	
Nº80	0.177	53.9	11	68	32	
Nº100	0.150	60.2	13	81	19	
Nº200	0.075	70.0	15	95	5	
< Nº200	Fondo	22.3	5	100		
Total		480.0	100.0			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. C.I.P. N° 197384





DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA NTP 339.129

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
 SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
 MUESTRA: C-8
 FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
-------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------	-----------------	----------------------	-------------	------------

LÍMITE LÍQUIDO

1							
2							
3							

L.L.	NP
L.P.	NP
I.P.	NP

LÍMITE PLÁSTICO

1							
2							

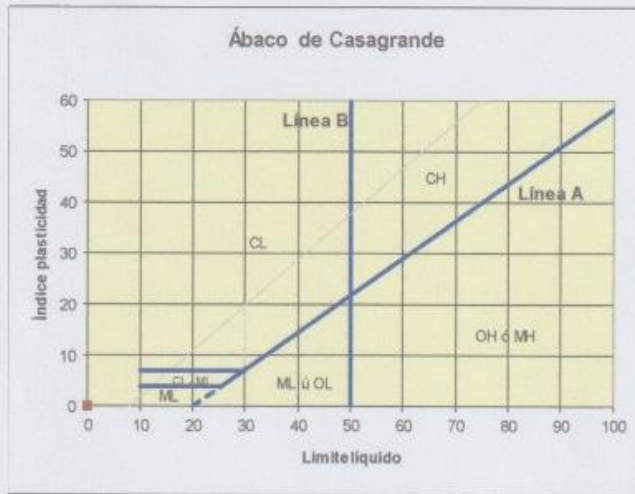
OBSERVACIONES
 Ensayo efectuado al material pasante la malla N°40
 Muestra tomada e identificada por el solicitante



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197364

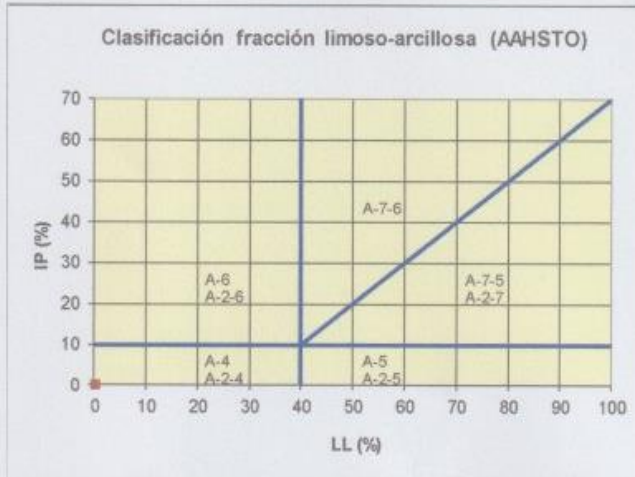
CLASIFICACION DE SUELOS

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITANTE: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA
 VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA
MUESTRA: C-6
FECHA DE RECEPCION: 29/09/2020



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Arena mal graduada con limo SP SM

Clasificación AAHSTO



Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

PERFIL ESTRATIGRAFICO

PROYECTO:	DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020		
UBICACIÓN:	URBANIZACIÓN 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	FECHA DE RECEPCION:	29/09/2020
SOLICITANTE:	SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO	FECHA DE EJECUCION:	1/10/2020

DATOS DE LA MUESTRA			
PROCEDENCIA:	URBANIZACION 4 SUYOS, DISTRITO DE LA ESPERANZA	CÓDIGO DE MUESTRA:	CALICATA C-6
MUESTRA:	C-6	CONDICIÓN:	MAB
PROFUNDIDAD:	3.00 m		

Método de excavación	Manual	Fecha	29/09/2020	Largo	: 1.20 m.	Perforación Calicata C - 6
Superficie :	Plana	Fondo	: 3.00 m.	Ancho	: 0.60 m.	
		Nivel Freático	: No presenta	Profundidad	: 3.00 m.	

Prof. m.	SUCS	GRAFICO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	MUESTRA			Hum. (%)
				N°	Tipo	Prof. m.	
3.00	SP SM		Arena mal graduada con Limo; 5% de finos que pasa la malla N°200 y 95% de Arenas, el suelo es de color mostaza. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP SM", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-1-b, no presenta índice de plasticidad y una humedad natural de 3.3%	C-6	Mab	0.00-3.00	

Mab = muestra en bolsa Mis = muestra en shelby Pm = penetrómetro manual
 Mib = muestra en bloque Dn = densidad natural qu = resistencia a la compresión
 N (SPT) = ensayo de penetración (golpes/30 cm)

Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. OIP. N° 197384





**DENSIDAD RELATIVA
ASTM D 2049**

PROYECTO : DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO. 2020
 MUESTRA : C-6
 SOLICITADO : SALAS HUAMAN KEIKO PAOLA
 VARGAS RÍOS JORGE JANMARCO
 UBICACIÓN : DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO. DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

FECHA DE RECEPCIÓN : 29/09/2020
 FECHA DE ENSAYO : 30/09/2020

D _s	2.65	
γ _d min.	1.36	T/m ³
γ _d max.	1.63	T/m ³
γ _d med.	1.54	T/m ³
D Relativa	71.49	%

Peso del molde =	3458	gr.			
Volumen del molde (V) ^o =	2832	cm ³			
Peso del molde + muestra=	7305	gr.			
Peso de muestra W _m =	3847	gr.			
Diámetro del molde=	15	cm			
h1=	2.64	cm.	V1=	2365.5	cm ³
h2=	2.65	cm.	V2=	2363.7	cm ³
h3=	2.64	cm.	V3=	2365.5	cm ³
Volumen máximo=	2832	cm ³			
Volumen mínimo=	2364.9	cm ³			
γ _w =	1	T/m ³			



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384



ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020
SOLICITADO : SALAS HUAMAN KEIKO PAOLA
VARGAS RIOS JORGE JANMARCO
UBICACIÓN : DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD
FECHA DE RECEPCIÓN : 29/09/2020
FECHA DE ENSAYO : 30/09/2020

Resultados del ensayo

MUESTRA	PROPIEDAD	ENSAYO			
		1	2	3	Promedio
C1	SULFATOS(ppm)	0.137	0.131	0.134	0.134
C2	SULFATOS(ppm)	0.165	0.168	0.154	0.162
C3	SULFATOS(ppm)	0.134	0.141	0.139	0.138
C4	SULFATOS(ppm)	0.165	0.166	0.167	0.166
C5	SULFATOS(ppm)	0.174	0.168	0.171	0.171
C6	SULFATOS(ppm)	0.156	0.149	0.155	0.153



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. O.P. N° 197384

CALCULOS DE LA CARGA ADMISIBLE
CIMIENTOS CORRIDOS Y CUADRADOS

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATARIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020

SOLICITA: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA

VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO

UBICACIÓN: DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD

CARGA ADMISIBLE

Cimiento Corrido:

$$q_a = \frac{(0.5 * \gamma * B * N_\gamma + c * N_c + \gamma * D_f * N_q)}{F}$$

Cimiento Cuadrado:

$$q_a = \frac{(0.42 * \gamma * B * N_\gamma + 1.2c * N_c + \gamma * D_f * N_q)}{F}$$

Datos generales:

Tipo de suelo: ARENA MAL GRADUADAS

Angulo de fricción: 27°

Coefficiente de cohesión: 0Kg/cm²

Peso específico = 1.54g/cm³

PARAMETROS DE CORTE		Cohesión :	$\zeta =$	0	Kg/cm ²
		Angulo de Fricción	$\phi =$	27	
Factores de Capacidad de Carga			Datos del Suelo		
N _q =	13.20	Peso Específico del Suelo	$\gamma =$	1.54	gr/cm ³
N _c =	23.94	Cora de Fundación	D _f =	0.80	m
N _γ =	9.46		$\gamma \cdot D_f =$	1.23	Tn / m ²

Cimientos Corridos			
F.S	3.0		
B	q_d	$q_{adm.}$	$q_{adm.}$
(m)	(Tn / m ²)	(Tn / m ²)	kg/cm ²
0.60	20.63	6.88	0.70
0.80	22.09	7.36	0.75
1.00	23.55	7.85	0.80

Zapatras Cuadradas			
F.S	3.0		
B	q_d	$q_{adm.}$	$q_{adm.}$
(m)	(Tn / m ²)	(Tn / m ²)	kg/cm ²
1.00	22.09	7.36	0.75
1.30	23.84	7.95	0.81
1.50	25.00	8.33	0.85



Jorge Alejandro Barantes Villanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384

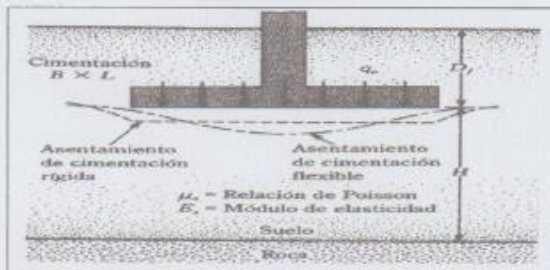
CALCULO DEL ASENTAMIENTO ELASTICO
CIMIENTOS CORRIDOS Y CUADRADOS

PROYECTO: DISEÑO SISMICO-ESTRUCTURAL DE UN CREMATORIO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2020

SOLICITA: SALAS HUAMAN, KEIKO PAOLA

VARGAS RIOS, JORGE JANMARCO

UBICACIÓN: DISTRITO DE LA ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD



Datos generales:

Tipo de suelo: ARENAS MAL GRADUADAS
 Angulo de fricción: 27°
 Coeficiente de cohesión: 0Kg/cm²
 Peso específico = 1.54 g/cm³
 μ=0.4
 E=5600 KPa
 D_f= 0.8 m

Método Elástico

$$S_r = \frac{Bq_u}{E_r} (1 - \mu_r^2) \frac{\alpha}{2} \quad (\text{esquina de la cimentación flexible})$$

$$S_c = \frac{Bq_u}{E_r} (1 - \mu_r^2) \alpha \quad (\text{centro de la cimentación flexible})$$

$$S_v = \frac{Bq_u}{E_r} (1 - \mu_r^2) \alpha_{prom} \quad (\text{promedio para cimentación flexible})$$

Cimientos Corridos				S _c
F.S	3.0			
B	q _d	q _{adm.}	q _{adm.}	(cm)
(m)	(Tn / m ²)	(Tn / m ²)	kg/cm ²	
0.60	20.63	6.88	0.70	0.13
0.80	22.09	7.36	0.75	0.17
1.00	23.55	7.85	0.80	0.2

Zapatas Cuadradas				S _c
F.S	3.0			
B	q _d	q _{adm.}	q _{adm.}	(cm)
(m)	(Tn / m ²)	(Tn / m ²)	kg/cm ²	
1.00	22.09	7.36	0.75	0.19
1.30	23.84	7.95	0.81	0.27
1.50	25.00	8.33	0.85	0.31



JMV
 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva
 ING. DE MATERIALES
 R. CIP. N° 197384

Anexo 7: Análisis de similitud con el programa Turnitin.

Diseño sísmico-estructural de un crematorio en la ciudad de Trujillo, 2020.

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

7%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

www.slideshare.net

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Cesar Vallejo

Trabajo del estudiante

<1%

4

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

livrosdeamor.com.br

Fuente de Internet

<1%

6

hdl.handle.net

Fuente de Internet

<1%

7

epdf.pub

Fuente de Internet

<1%

8


Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1%

Fuente: Turnitin

Anexo 8: Análisis de similitud con el programa Turnitin.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico-estructural de un crematorio en la ciudad de Trujillo, 2020.

AUTORES:

Salas Huamán, Keiko Paola (0000-0001-7300-9426)
 Vargas Ríos, Jorge Janmarco (0000-0002-1184-3420)

ASESOR:

Ing. Villar Quiroz, Josualdo Carlos (0000-0003-3392-9580)
 Ing. Cerna Rondón, Luis Aníbal (0000-0001-7643-7848)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Trujillo-Perú
 2020



Resumen de coincidencias		
8 %		
<	>	
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 % >
2	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 % >
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 % >
4	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 % >
5	livrosdeamor.com.br Fuente de Internet	<1 % >
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 % >
7	epdf.pub Fuente de Internet	<1 % >
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 % >
9	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 % >

Anexo 09:

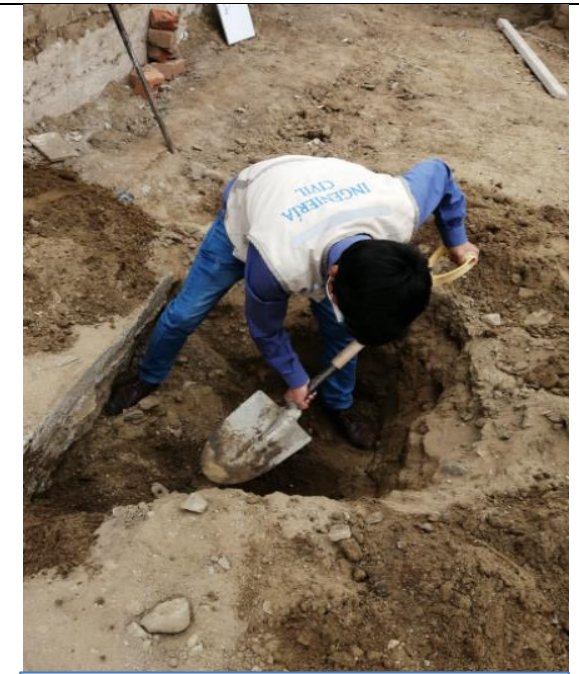
Anexo 9.1:



Reconocimiento del lugar de estudio



Excavación de calicatas



Excavación de calicata



Calicata 1



Calicata 2



Calicata 3



Excavación de calicatas día 2



Calicata 4



Calicata 5



Calicata 6

Anexo 9.2: Normas técnicas peruanas

CAPÍTULO II PELIGRO SÍSMICO

Artículo 10.- Zonificación

- 10.1. El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo II contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.
- 10.2. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. 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.

Tabla N° 1
FACTORES DE ZONA "Z"

ZONA	
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Artículo 11.- Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio

11.1. Microzonificación Sísmica

- 11.1.1. Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.
- 11.1.2. Para los siguientes casos deben ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:
- a) Áreas de expansión de ciudades.
 - b) Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos fenómenos asociados.

11.2. Estudios de Sitio

- 11.2.1. Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.
- 11.2.2. Los estudios de sitio se realizan, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.
- 11.2.3. No deben emplearse parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

c) Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- c.1) Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT N_{60} , entre 15 y 50.
- c.2) Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{S}_u , entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d) Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte \bar{V}_s , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- d.1) Arena media a fina o grava arenosa, con valores del SPT N_{60} menor que 15.
- d.2) Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condiciones no drenada \bar{S}_u , entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- d.3) Cualquiera de los suelos que no corresponda al tipo S₁ y que tenga más de 30% de agua con las siguientes características: Índice de plasticidad P_I mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40% y resistencia al corte en condición no drenada \bar{S}_u menor que 20 kPa.

CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES

Artículo 15.- Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

Cada estructura está clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 6, se usa según la clasificación que se haga. Para edificios no aislados se toma en general $U = 1$.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN DE EDIFICACIONES	FACTORES
A	Edificaciones Esenciales	1,5
B	Edificaciones Importantes	1,3
C	Edificaciones Comunes	1,0
D	Edificaciones Tem orales	0,7

Perfil	\bar{V}_s (m/s)	\bar{S}_u (kPa)
S ₁	> 1500	> 100
S ₂	500 m/s a 1500 m/s	50 kPa a 100 kPa
S ₃	180 m/s a 500 m/s	15 a 50
S ₄	< 180	< 15

Perfil	\bar{V}_s (m/s)	\bar{S}_u (kPa)
S ₁	> 1500 m/s	> 100 kPa
S ₂	500 m/s a 1500 m/s	50 kPa a 100 kPa
S ₃	180 m/s a 500 m/s	15 a 50
S ₄	< 180 m/s	< 15

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentran en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

12.3. Consideraciones Adicionales

- 12.3.1. En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.
- 12.3.2. En el caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el perfil de suelo es el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

Artículo 13.- Parámetros de Sitio (S, TP y TL)

Se considera el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo S y de los períodos T_L dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

Artículo 16.- Sistemas Estructurales

16.1. Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente cumplen con lo previsto en la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

- a) **Pórticos.** Por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos se diseñan para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.
- b) **Muros Estructurales.** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base.
- c) **Dual.** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros es mayor que 20% y menor que 70% del cortante en la base del edificio.
- d) **Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL).** Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa. Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

16.2. Estructuras de Acero

Los Sistemas que se indican a continuación forman parte del Sistema Estructural Resistente a Sismos:

- a) **Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)**
Estos pórticos proveen una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas son diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación.
- b) **Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)**
Estos pórticos proveen una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- c) **Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)**
Estos pórticos proveen una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.
- d) **Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)**
Estos pórticos proveen una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los arriostres en compresión y fluencia en los arriostres en tracción.
- e) **Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)**
Estos pórticos proveen una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.



- 18.2. Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se toma el menor coeficiente R_o que corresponda.

**Tabla N° 7
SISTEMAS ESTRUCTURALES**

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_o
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos SMF	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos IMF	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos OMF	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados SCBF	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados OCBF	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados EBF	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7 **

(*) Estos coeficientes se aplican únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

(**) Para diseño por esfuerzos admisibles.

- 18.3. Para construcciones de tierra se remite a la Norma E.080 "Diseño y Construcción con Tierra Reforzada" del RNE. Este tipo de construcción no se recomienda en suelos S_3 , ni se permite en suelos S_4 .

Artículo 19.- Regularidad Estructural

- 19.1. Las estructuras se clasifican como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de la Tabla N° 10.
- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente R de reducción de fuerzas sísmicas.

- 19.2. **Estructuras Regulares** son las que, en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9. En estos casos, el factor I_a e I_p es igual a 1,0.

- 19.3. **Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

Artículo 20.- Factores de Irregularidad (I_a, I_p)

- 20.1. El factor I_a se determina como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis.

- 20.2. El factor I_p se determina como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

- 20.3. Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieran valores distintos de los factores I_a o I_p para las dos direcciones de análisis, se toma para cada factor el menor valor de los dos direcciones.

**Tabla N° 9
IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA**

**Factor de
Irregularidad
I**

Irregularidad Torsional

Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).

0,75

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.

Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)

Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}).

0,60

Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.

Esquinas Entrantes

La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.

0,90

Discontinuidad del Diafragma

La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.

0,85

Sistemas no Paralelos

Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.

0,90

Artículo 21.- Restricciones a la Irregularidad

21.1. Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a su categoría y la zona donde se ubique, la edificación se proyecta respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

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

Artículo 24.- Consideraciones Generales para el Análisis

Artículo 27.- Procedimientos de Análisis Sísmico

- 24.1. Para estructuras regulares, el análisis puede hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares se supone que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.
- 27.1. e utiliza uno de los procedimientos siguientes:
- a) Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (artículo 28).
 - b) Análisis dinámico modal espectral (artículo 29).
- 24.2. Las sollicitaciones sísmicas verticales se consideran en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post tensionados y en los elementos de albañilería. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.
- 27.2. El análisis se hace considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas.
- 27.3. El procedimiento de análisis dinámico tiempo - historia, descrito en el artículo 30, puede usarse con fines de verificación, pero en ningún caso es exigido como sustituto de los procedimientos indicados en los artículos 28 y 29.

Artículo 26.- Modelos para el Análisis

- 26.1. El modelo para el análisis considera una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para representar los aspectos más significativos del comportamiento de la estructura.

Artículo 28.- Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

- 28.1. **Generalidades** Para propósitos de esta Norma, las estructuras de concreto armado y albañilería pueden ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.
- 28.1.1. Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.
- 25.3. Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se puede usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos desplazamientos ortogonales y un desplazamiento vertical. En el caso de diafragmas rígidos y la distribución de las fuerzas horizontales se hace en función a las rigideces de los elementos resistentes.
- 28.1.2. Pueden analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica. En las otras zonas sísmicas puede emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares, según el artículo 19, de no más de 30 m de altura, y para las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.
- 25.4. Se verifica que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia suficiente para asegurar la distribución antes mencionada, en caso contrario, se toma en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

28.2. Fuerza Cortante en la Base

- 28.2.1. La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determina por la siguiente expresión:

25.7. En los edificios cuyos elementos estructurales predominantes sean muros, se considera un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros en direcciones perpendiculares (muros en H, muros en T y muros en L).

28.2.2. valor de C/R no se considera menor que:

Artículo 26.- Estimación del Peso (P)

El peso (P) se calcula adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga, $\geq 0,11$ se determina de la siguiente manera:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se toma el 50% de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se toma el 25% de la carga viva.
- c) En depósitos, se toma el 80% del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se toma el 25% de la carga viva.



Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

45 Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

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

28.4.2. Alternativamente puede usarse la siguiente expresión:

$$\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2 \right) \\ \left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i \right)$$

Donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.
- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calculan suponiendo lineal elástico de la estructura y, para el caso de

estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

28.4.3. Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental T se toma como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente $T = \frac{P(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P(h_j)}$

28.5. Excentricidad Accidental

28.3.2. Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente. Para estructuras con diafragmas rígidos, se supone que la fuerza de atracción (F_i) actúa en el centro de masas de cada nivel, respectivamente y se considera además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.
- a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplica un momento torsor accidental (M_{ti}) que se calcula como:

28.4. Período Fundamental de Vibración

28.4.1. El período fundamental de vibración para cada dirección se estima con la siguiente expresión:

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i) , se considera como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis $T = \frac{h_n}{C_T}$

- b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se consideran únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

28.6. Fuerzas Sísmicas Verticales

28.6.1. La fuerza sísmica vertical se considera como una fracción del peso igual a $2/3 Z \cdot U \cdot S$.

28.6.2. En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requiere un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 29.2.

Artículo 29.- Análisis Dinámico Modal Espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

29.1. Modos de Vibración

29.1.1. Los modos de vibración pueden determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

29.1.2. En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total, pero se toma en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

29.4. Fuerza Cortante Mínima

- 29.4.1. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no puede ser menor que el 80% del valor calculado según el artículo 25 para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.
- 29.4.2. Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se escalan proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

29.5. Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considera mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso se considera el signo más desfavorable.

Artículo 30.- Análisis Dinámico Tiempo - Historia

El análisis dinámico tiempo - historia puede emplearse como un procedimiento complementario a los especificados en los artículos 28 y 29. En este tipo de análisis se utiliza un modelo matemático de la estructura que considere directamente el comportamiento histerético de los elementos, determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante integración directa de las ecuaciones de equilibrio.

30.1. Registros de Aceleración

- 30.1.1. Para el análisis se usan como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluye dos componentes en direcciones ortogonales.
- 30.1.2. Cada conjunto de registros de aceleraciones del terreno consiste en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Las historias de aceleración son obtenidas de eventos cuyas magnitudes, distancia a las fallas, y mecanismos de fuente sean consistentes con el máximo sismo considerado. Cuando no se cuente con el número requerido de registros apropiados, se pueden usar registros simulados para alcanzar el número total requerido.
- 30.1.3. Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construye un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5% de amortiguamiento. Ambas componentes se escalan por un mismo factor, de modo que en el rango de períodos entre $0,2 T$ y $1,5 T$ (siendo T el período fundamental), el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 29.2 con $R = 1$.
- 30.1.4. Para la generación de registros simulados se consideran los valores de C , definidos en el artículo 14, excepto para la zona de períodos muy cortos ($T < 0,2 T_p$) en la que se considera:



30.2. Modelo para el Análisis

- 30.2.1. El modelo matemático representa correctamente la distribución espacial de masas en la estructura.
- 30.2.2. El comportamiento de los elementos es modelado de modo consistente con resultados de ensayos de laboratorio y toma en cuenta la fluencia, la degradación de resistencia, la degradación de rigidez, el estrechamiento de los lazos histeréticos, y todos los aspectos relevantes del comportamiento estructural indicado por los ensayos.
- 30.2.3. La resistencia de los elementos es obtenida en base a los valores esperados sobre resistencia del material, endurecimiento por deformación y degradación de resistencia por la carga cíclica.
- 30.2.4. Se permite suponer propiedades lineales para aquellos elementos en los que el análisis demuestre que permanecen en el rango elástico de respuesta.
- 30.2.5. Se admite considerar un amortiguamiento viscoso equivalente con un valor máximo del 5% del amortiguamiento crítico, además de la disipación resultante del comportamiento histerético de los elementos.
- 30.2.6. Se puede suponer que la estructura está empotrada en la base, o alternativamente considerar la flexibilidad del sistema de cimentación si fuera pertinente.

30.3. Tratamiento de Resultados

- 30.3.1. En caso se utilicen por lo menos siete juegos de registros del movimiento del suelo, las fuerzas de diseño, las deformaciones en los elementos y las distorsiones de entrepiso se evalúan a partir de los promedios de los correspondientes resultados máximos obtenidos en los distintos análisis. Si se utilizaran menos de siete juegos de registros, las fuerzas de diseño, las deformaciones y las distorsiones de entrepiso son evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.
- 30.3.2. Las distorsiones máximas de entrepiso no exceden de 1,25 veces de los valores indicados en la Tabla N° 11.
- 30.3.3. Las deformaciones en los elementos no exceden de $\frac{2}{3}$ de aquellas para las que perderían la capacidad portante para cargas verticales o para las que se tendría una pérdida de resistencia en exceso a 30%.
- 30.3.4. Para verificar la resistencia de los elementos se dividen los resultados del análisis entre $R = 2$, empleándose las normas aplicables a cada material.

CAPÍTULO VII CIMENTACIONES

Artículo 44.- Generalidades

- 44.1. Las suposiciones que se hagan para los apoyos de la estructura son concordantes con las características propias del suelo de cimentación.
- 44.2. La determinación de las presiones actuantes en el suelo para la verificación por esfuerzos admisibles, se hace con las fuerzas obtenidas del análisis sísmico multiplicadas por 0,8.

Artículo 45.- Capacidad Portante

En todo Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se consideran los efectos de los sismos para la determinación de la capacidad portante del suelo de cimentación. En los sitios en que pueda producirse licuación del suelo, se efectúa una investigación geotécnica que evalúe esta posibilidad y determine la solución más adecuada.

Artículo 46.- Momento de Volteo

Toda estructura y su cimentación son diseñadas para resistir el momento de volteo que produce un sismo, según los artículos 28 o 29. El factor de seguridad calculado con las fuerzas que se obtienen en aplicación de esta Norma es mayor o igual que 1,2.

Artículo 47.- Cimentaciones Sobre Suelos Flexibles o de Baja Capacidad Portante

- 47.1. Para zapatas aisladas con o sin pilotes en suelos tipo S_3 y S_4 y para las Zonas 3 y 4, se provee elementos de conexión, los que soportan en tracción o compresión, una fuerza horizontal mínima equivalente al 10% de la carga vertical que soporta la zapata.
- 47.2. Para suelos de capacidad portante menor que 0,15 MPa, se provee vigas de conexión en ambas direcciones.
- 47.3. Para el caso de pilotes y cajones de cimentación, se debe proveer vigas de conexión tomando en cuenta los giros y deformaciones por efecto de la fuerza horizontal diseñando pilotes y zapatas para estas solicitaciones. Los pilotes tienen una armadura en tracción equivalente por lo menos al 15% de la carga vertical que soportan.

CAPÍTULO 8 ANÁLISIS Y DISEÑO — CONSIDERACIONES GENERALES

8.1 MÉTODOS DE DISEÑO

8.1.1 Para el diseño de estructuras de concreto armado se utilizará el Diseño por Resistencia. Deberá proporcionarse a todas las secciones de los elementos estructurales Resistencias de Diseño (ϕR_n) adecuadas, de acuerdo con las disposiciones de esta Norma, utilizando los factores de carga (amplificación) y los factores de reducción de resistencia, ϕ , especificados en el Capítulo 9.

Se comprobará que la respuesta de las elementos estructurales en condiciones de servicio (deflexiones, agrietamiento, vibraciones, fatiga, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento sea satisfactorio.

8.2 CARGAS

8.2.1 Las estructuras deberán diseñarse para resistir todas las cargas que puedan obrar sobre ella durante su vida útil.

8.2.2 Las cargas serán las estipuladas en la Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas, con las reducciones de sobrecarga que en ella se permiten, y las acciones sísmicas serán las prescritas en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.

8.2.3 Deberá prestarse especial atención a los efectos ocasionados por el preesforzado, las cargas de montaje y construcción, cargas de puentes grúa, vibración, impacto, retracción, variaciones de temperatura, flujo plástico, expansión de concretos de retracción compensada y asentamientos diferenciales de los apoyos.

8.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS

8.3.1 Todos los elementos estructurales deberán diseñarse para resistir los efectos máximos producidos por las cargas amplificadas, determinados por medio del análisis estructural, suponiendo una respuesta lineal elástica de la estructura, excepto cuando se modifiquen los momentos flectores de acuerdo con 8.4. Se permite simplificar el diseño usando las suposiciones indicadas en 8.6 a 8.9.

8.3.2 Excepto para elementos de concreto preesforzado, se pueden emplear métodos aproximados de análisis estructural para edificaciones con luces, alturas de entrepisos y tipos de construcción convencional.

8.3.3 En pórticos arriostrados lateralmente, para calcular los momentos debidos a cargas de gravedad en las vigas y columnas construidas monolíticamente con la estructura, se podrán considerar empotrados los extremos lejanos de las columnas de ambos entrepisos.

8.3.4 Como alternativa a los métodos de análisis estructural, se permite utilizar para el análisis por cargas de gravedad de vigas continuas, losas armadas en una dirección y vigas de pórticos de poca altura, los siguientes momentos y fuerzas cortantes aproximados, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- (a) Haya dos o más tramos.
- (b) Las luces de los tramos sean aproximadamente iguales, sin que la mayor de dos luces adyacentes exceda en más de 20% a la menor.
- (c) Las cargas sean uniformemente distribuidas y no existan cargas concentradas. Las cargas uniformemente distribuidas en cada uno de los tramos deben tener la misma magnitud.
- (d) La carga viva en servicio no sea mayor a tres veces la carga muerta en servicio.
- (e) Los elementos sean prismáticos de sección constante.
- (f) Si se trata de la viga de un pórtico de poca altura, este debe estar arriostrado lateralmente para las cargas verticales.

- Momento positivo
 - (a) Tramos extremos
 - El extremo discontinuo no está restringido $(1/11) wu^2$
 - El extremo discontinuo es monolítico con el apoyo $(1/14) wu^2$
 - (b) Tramos interiores $(1/16) wu^2$
- Momento negativo en la cara exterior del primer apoyo interior
 - (a) Dos tramos: $(1/9) wu^2$
 - (b) Más de dos tramos: $(1/10) wu^2$
- Momento negativo en las demás caras de apoyos interiores $(1/11) wu^2$
- Momento negativo en la cara de todos los apoyos para losas con luces que no excedan de 3 m y vigas en las cuales el cociente entre la suma de las rigideces de las columnas y la rigidez de la viga exceda de 8 en cada extremo del tramo: $(1/12) wu^2$
- Momento negativo en la cara interior de los apoyos exteriores para los elementos construidos monolíticamente con sus apoyos:
 - Cuando el apoyo es una viga de borde: $(1/24) wu^2$
 - Cuando el apoyo es una columna: $(1/16) wu^2$
- Fuerza Cortante
 - Cara exterior del primer apoyo interior: $1,5(1/2) wu$
 - Caras de todos los demás apoyos: $(1/2) wu$

El valor de n es la luz libre del tramo. Para el cálculo de los momentos negativos en las caras de los apoyos interiores, n se tomará como el promedio de las luces libres adyacentes.

8.4 REDISTRIBUCIÓN DE MOMENTOS EN ELEMENTOS CONTINUOS SOMETIDOS A FLEXIÓN

- 8.4.1 Excepto cuando se empleen métodos aproximados para el cálculo de los momentos flectores, se permite disminuir los momentos amplificados (M_u) - calculados asumiendo comportamiento lineal elástico de la estructura - en las secciones de máximo momento negativo o máximo momento positivo en cualquier vano de un elemento continuo sometido a flexión, para cualquier distribución de carga supuesta, en no más de:

$$1000 \epsilon_t \quad (\text{en porcentaje}) \quad (8-1)$$

ϵ_t es la deformación unitaria neta de tracción en el acero más alejado del borde comprimido de la sección, cuando esta alcanza su resistencia nominal (M_n). La deformación neta excluye las deformaciones unitarias causadas por: el preesfuerzo efectivo, el flujo plástico, la retracción de fraguado y la variación de temperatura.

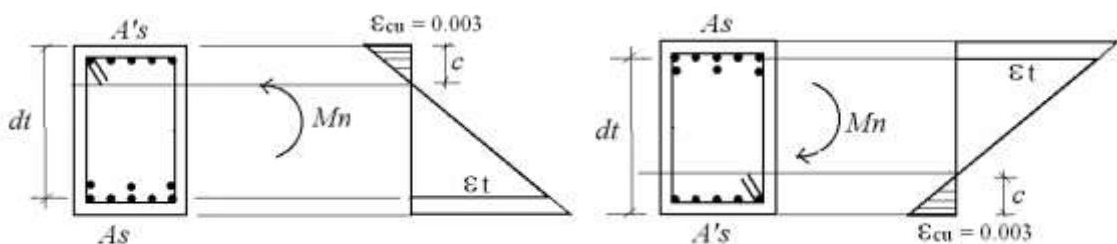


Fig. 8.4.1 Deformación del acero ϵ_t para flexión positiva y negativa en una sección rectangular.

8.8 COLUMNAS

8.8.1 Las columnas se deben diseñar para resistir las fuerzas axiales que provienen de las cargas amplificadas de todos los pisos, y el momento máximo debido a las cargas amplificadas, considerando la carga viva actuando en solo uno de los tramos adyacentes del piso o techo bajo consideración. También debe considerarse la condición de carga que produzca la máxima relación (excentricidad) entre el momento y carga axial.

8.8.2 En pórticos o en elementos continuos deberá prestarse atención al efecto de las cargas no balanceadas de los pisos, tanto en las columnas exteriores como en las interiores, y a la carga excéntrica debida a otras causas.

8.9 DISPOSICIÓN DE LA CARGA VIVA

8.9.1 Para la determinación de los momentos flectores y fuerzas cortantes en las vigas y columnas ocasionados por las cargas de gravedad en pórticos arriostrados lateralmente, se permitirá utilizar el modelo simplificado indicado en 8.3.3.

8.9.2 Se permite suponer que la disposición de las cargas está limitada a las combinaciones siguientes:

- (a) Carga muerta amplificadas en todos los tramos con la carga viva amplificadas en dos tramos adyacentes.
- (b) Carga muerta amplificadas en todos los tramos con la carga viva amplificadas en tramos alternados.

8.10 DISPOSICIONES PARA VIGAS T

8.10.1 Para que una sección de concreto armado pueda considerarse como viga T, las alas y el alma deberán construirse monolíticamente o, de lo contrario, deben estar efectivamente unidas entre sí.

8.10.2 El ancho efectivo de la losa usada como ala de las vigas T no debe exceder de la cuarta parte de la luz libre de la viga, y el ancho sobresaliente efectivo del ala a cada lado del alma no debe exceder:

- (a) Ocho veces el espesor de losa.
- (b) La mitad de la distancia libre a la siguiente alma

8.10.3 Para vigas que tengan losa a un solo lado, el ancho sobresaliente efectivo del ala no debe exceder:

- (a) La doceava parte de la luz libre de la viga.
- (b) Seis veces el espesor de la losa.
- (c) La mitad de la distancia libre a la siguiente alma.

8.10.4 En vigas aisladas, en las que solamente se utilice la forma T para proporcionar con el ala una área adicional de compresión, el ala debe tener un espesor no menor de la mitad del ancho del alma y un ancho efectivo no mayor de cuatro veces el ancho del alma.

8.10.5 Cuando el refuerzo principal por flexión en una losa que se considere como ala de una viga T (excluyendo las losas nervadas) sea paralelo a la viga, se debe disponer de refuerzo perpendicular a la viga en la parte superior de la losa de acuerdo con lo siguiente:

- (a) El refuerzo transversal se debe diseñar para resistir la carga amplificadas que actúa sobre el ala suponiendo que esta trabaja en voladizo. Para vigas aisladas debe considerarse el ancho total del ala. Para otros tipos de vigas T, sólo es necesario considerar el ancho sobresaliente efectivo del ala.
- (b) El espaciamiento del refuerzo transversal no debe exceder de cinco veces el espesor de la losa ni de 400 mm

DISPOSICIONES PARA LOSAS NERVADAS

- 8.11.1** Las losas nervadas consisten en una combinación monolítica de nervios o viguetas regularmente espaciados y una losa colocada en la parte superior que actúa en una dirección o en dos direcciones ortogonales.
- 8.11.2** El ancho de las nervaduras no debe ser menor de 100 mm y debe tener una altura no mayor de 3,5 veces su ancho mínimo.
- 8.11.3** El espaciamiento libre entre las nervaduras no debe exceder de 750 mm.
- 8.11.4** Las losas nervadas que no cumplan con las limitaciones de 8.11.1 a 8.11.3, deben diseñarse como losas y vigas comunes.
- 8.11.5** El espesor de la losa no debe ser menor que 1/12 de la distancia libre entre las nervaduras, ni menor de 50 mm.
- 8.11.6** La losa debe llevar refuerzo perpendicular a los nervios diseñado para resistir la flexión, considerando las cargas concentradas si las hubiera, pero no menor que el que se estipula en 9.7.
- 8.11.7** Cuando se requiera embeber ductos o tuberías en la losa según lo permitido en 6.3, el espesor de ésta en cualquier punto deberá ser, como mínimo, 25 mm mayor que la altura total del ducto o tubería. Se deberán considerar refuerzos o ensanches de los nervios o viguetas en caso que estos ductos o tuberías afecten a la resistencia del sistema.
- 8.11.8** La resistencia a la fuerza cortante V_c proporcionada por el concreto de las nervaduras podrá ser considerada 10% mayor a la prevista según lo señalado en el Capítulo 11 de esta Norma. Adicionalmente, podrá incrementarse la resistencia al corte disponiendo armadura por corte o ensanchando los nervios o viguetas en las zonas críticas.
- 8.12** **ACABADO DE LOS PISOS, REVESTIMIENTOS, ESPESOR DE DESGASTE**
- 8.12.1** Los acabados de los pisos (falso piso o sobrelosa) no deben considerarse como parte de la sección resistente del elemento estructural, a menos que se coloquen monolíticamente con la losa o que se diseñen como un elemento compuesto según lo indicado en el Capítulo 17. Si se utilizan los acabados de piso como parte de la sección resistente, estos no deberán estar expuestos a desgaste o deterioro.
- 8.12.2** En superficies expuestas a abrasión, tal como la que produce el tránsito intenso, no se tomará en cuenta como parte de la sección resistente el espesor que pueda desgastarse. A éste se le asignará una dimensión no menor de 10 mm, salvo que la superficie expuesta se endurezca mediante algún tratamiento.

CAPÍTULO 9 REQUISITOS DE RESISTENCIA Y DE SERVICIO

9.1 GENERALIDADES

9.1.1 Las estructuras y los elementos estructurales deberán diseñarse para obtener en todas sus secciones **resistencias de diseño** (ϕRn) por lo menos iguales a las **resistencias requeridas** (Ru), calculadas para las cargas y fuerzas amplificadas en las combinaciones que se estipulan en esta Norma. En todas las secciones de los elementos estructurales deberá cumplirse:

$$\phi Rn \geq Ru$$

9.1.2 Las estructuras y los elementos estructurales deberán cumplir además con todos los demás requisitos de esta Norma, para garantizar un comportamiento adecuado bajo cargas de servicio.

PARTE 1 - REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA

9.2 RESISTENCIA REQUERIDA

9.2.1 La resistencia requerida para cargas muertas (CM) y cargas vivas (CV) será como mínimo:

$$U = 1,4CM + 1,7CV \quad (9-1)$$

9.2.2 Si en el diseño se tuviera que considerar cargas de viento (CVi), además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV \pm CVi) \quad (9-2)$$

$$U = 0,9CM \pm 1,25 CVi \quad (9-3)$$

9.2.3 Si en el diseño se tuviera que considerar cargas de sismo (CS), además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS \quad (9-4)$$

$$U = 0,9CM \pm CS \quad (9-5)$$

9.2.4 No será necesario considerar acciones de sismo y de viento simultáneamente.

9.2.5 Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto del peso y empuje lateral de los suelos (CE), la presión ejercida por el agua contenida en el suelo o la presión y peso ejercidos por otros materiales, además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,4CM + 1,7CV + 1,7CE \quad (9-6)$$

En el caso en que la carga muerta o la carga viva reduzcan el efecto del empuje lateral, se usará:

$$U = 0,9CM + 1,7CE \quad (9-7)$$

9.2.6 Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de cargas debidas a peso y presión de líquidos (CL) con densidades bien definidas y alturas máximas controladas, además de lo indicado en 9.2.1, la resistencia requerida será como mínimo:

$$U = 1,4CM + 1,7CV + 1,4CL \quad (9-8)$$

9.2.7 Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de cargas de impacto, éstas deberán incluirse en la carga viva (CV).

9.2.8 Si fuera necesario incluir en el diseño el efecto de las cargas de nieve o granizo, éstas deberán considerarse como cargas vivas (CV).

9.2.9 Si fuera necesario incluir los efectos (CT) de los asentamientos diferenciales, flujo plástico del concreto, retracción restringida del concreto, expansión de concretos con retracción

compensada o cambios de temperatura, la resistencia requerida, además de lo indicado en 9.2.1, deberá ser como mínimo:

$$U = 1,05 CM + 1,25 CV + 1,05 CT \quad (9-9)$$

$$U = 1,4CM + 1,4CT \quad (9-10)$$

9.2.10 Las estimaciones de los asentamientos diferenciales, flujo plástico del concreto, retracción restringida, la expansión de concretos de retracción compensada o cambios de temperatura deben basarse en una determinación realista de tales efectos durante la vida útil de la estructura.

9.2.11 Para el diseño de zonas de anclaje de tendones de postensado, se aplicará un factor de carga de 1,2 a la fuerza máxima aplicada por el gato.

9.3 RESISTENCIA DE DISEÑO

9.3.1 Las resistencias de diseño (ϕR_n) proporcionada por un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión, deben tomarse como la resistencia nominal calculada de acuerdo con los requisitos y suposiciones de esta Norma, multiplicada por los factores ϕ de reducción de resistencia especificados a continuación.

9.3.2 El factor de reducción de resistencia, ϕ , debe ser el especificado en 9.3.2.1 a 9.3.2.8:

9.3.2.1 Flexión sin carga axial..... 0,90

9.3.2.2 Carga axial y carga axial con flexión:

(a) Carga axial de tracción con o sin flexión..... 0,90

(b) Carga axial de compresión con o sin flexión:

Elementos con refuerzo en espiral según 10.9.3..... 0,75

Otros elementos..... 0,70

Para elementos en flexocompresión ϕ puede incrementarse linealmente hasta 0,90 en la medida que ϕP_n disminuye desde $0,1 f'_c A_g$ ó ϕP_b , el que sea menor, hasta cero.

9.3.2.3 Cortante y torsión..... 0,85

9.3.2.4 Aplastamiento en el concreto (excepto para las zonas de anclajes de postensado).... 0,70

9.3.2.5 Zonas de anclaje de postensado..... 0,85

9.3.2.6 Las secciones en flexión en los elementos pretensados donde la longitud embebida del torón (*strand*) es menor que la longitud de desarrollo, como se establece en 12.9.1.1:

(a) Desde el extremo del elemento hasta el extremo de la longitud de transferencia..... 0,75

(b) Desde el extremo de la longitud de transferencia hasta el extremo de la longitud de desarrollo, ϕ puede incrementarse linealmente desde 0,75 hasta 0,9.

Donde la adherencia del torón no se extiende hasta el extremo del elemento, se debe asumir que el embebido del torón se inicia en el extremo de la longitud no adherida (véase también 12.9.3).

9.3.2.7 Las longitudes de desarrollo especificadas en el capítulo 12 no requieren de un factor ϕ .

9.3.2.8 En el Capítulo 22, concreto estructural simple, ϕ debe ser 0,65 para flexión, compresión, cortante y aplastamiento.

9.4 RESISTENCIA MÍNIMA DEL CONCRETO ESTRUCTURAL

9.4.1 Para el concreto estructural, f'_c no debe ser inferior a 17 MPa, salvo para concreto estructural simple (véase 22.2.4). No se establece un valor máximo para f'_c salvo que se encuentre restringido por alguna disposición específica de esta Norma (véase 21.3.2).

CAPÍTULO 13 LOSAS EN DOS DIRECCIONES

13.1 ALCANCE

- 13.1.1 Las disposiciones del Capítulo 13 se deben aplicar al diseño de sistemas de losas reforzadas para flexión en dos direcciones, con o sin vigas entre apoyos.
- 13.1.2 En este Capítulo se incluyen las losas macizas y las losas nervadas en dos direcciones.
- 13.1.3 El espesor mínimo de las losas diseñadas de acuerdo con este Capítulo deberá cumplir los requisitos de 9.6.3.

13.2 DEFINICIONES

- 13.2.1 En un sistema de losas apoyado en columnas o muros, las dimensiones c_1 , c_2 y ℓ_n deberán basarse en un área de apoyo efectiva definida por la intersección de la superficie inferior de la losa, o del ábaco si lo hubiera, con el mayor cono circular recto, pirámide recta o cuña, cuyas superficies estén localizadas dentro de la columna y el capitel o ménsula, y que estén orientadas a un ángulo no mayor de 45° con respecto al eje de la columna.
- 13.2.2 Una franja de columna es una franja de diseño con un ancho a cada lado del eje de la columna igual a $0,25 \ell_2$ ó $0,25 \ell_1$, el que sea menor. Las franjas de columna incluyen las vigas, si las hubiera.
- 13.2.3 Una franja central es una franja de diseño ubicada entre dos franjas de columna.
- 13.2.4 Un paño de losa está limitado por los ejes de las columnas, vigas o muros que existan en sus bordes.
- 13.2.5 Para elementos monolíticos o totalmente compuestos, una viga incluye la parte de losa que está situada a cada lado de la viga, a una distancia igual a la proyección de la viga hacia arriba o hacia abajo de la losa, la que sea mayor, pero no mayor que 4 veces el espesor de la losa.
- 13.2.6 Cuando se usa un ábaco para reducir la cantidad de refuerzo por momento negativo sobre una columna o el espesor mínimo requerido para una losa, el ábaco debe proyectarse bajo la losa al menos un cuarto del espesor de la losa fuera del ábaco y debe extenderse en cada dirección desde la línea central de apoyo una distancia no menor a un sexto de la longitud del vano medida al centro de los apoyos en esa dirección.

13.3 REFUERZO DE LA LOSA

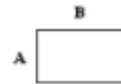
- 13.3.1 El área de refuerzo en cada dirección para sistemas de losas en dos direcciones deberá determinarse a partir de los momentos en las secciones críticas, pero no debe ser menor que la requerida en 9.7
- 13.3.2 El espaciamiento del refuerzo en las secciones críticas no deberá exceder de dos veces el espesor de la losa. Este requisito no es aplicable a las zonas de losas comprendidas entre las nervaduras de las losas nervadas, donde el refuerzo deberá colocarse como se indica en 9.7
- 13.3.3 Por lo menos un tercio del refuerzo para momento positivo perpendicular a un borde discontinuo deberá prolongarse hasta el borde de la losa y tener una longitud embebida recta o en gancho, de por lo menos 150 mm en las vigas, muros o columnas perimetrales.
- 13.3.4 El refuerzo para momento negativo perpendicular a un borde discontinuo deberá anclarse en las vigas, muros o columnas perimetrales, para que desarrolle su capacidad a tracción en la cara del apoyo, de acuerdo con las disposiciones del Capítulo 12.

TABLA 13.1 COEFICIENTES PARA MOMENTOS NEGATIVOS

$$M_{a \text{ neg}} = C_a w u A^2$$

wu = carga amplificada total

$$M_{b \text{ neg}} = C_b w u B^2$$



Relación $m = \frac{A}{B}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00	C_a	0,045		0,050	0,075	0,071		0,033	0,061
	C_b	0,045	0,076	0,050			0,071	0,061	0,033
0,95	C_a	0,050		0,055	0,079	0,075		0,038	0,065
	C_b	0,041	0,072	0,045			0,067	0,056	0,029
0,90	C_a	0,055		0,060	0,080	0,079		0,043	0,068
	C_b	0,037	0,070	0,040			0,062	0,052	0,025
0,85	C_a	0,060		0,066	0,082	0,083		0,049	0,072
	C_b	0,031	0,065	0,034			0,057	0,046	0,021
0,80	C_a	0,065		0,071	0,083	0,086		0,055	0,075
	C_b	0,027	0,061	0,029			0,051	0,041	0,017
0,75	C_a	0,069		0,076	0,085	0,088		0,061	0,078
	C_b	0,022	0,056	0,024			0,044	0,036	0,014
0,70	C_a	0,074		0,081	0,086	0,091		0,068	0,081
	C_b	0,017	0,050	0,019			0,038	0,029	0,011
0,65	C_a	0,077		0,085	0,087	0,093		0,074	0,083
	C_b	0,014	0,043	0,015			0,031	0,024	0,008
0,60	C_a	0,081		0,089	0,088	0,095		0,080	0,085
	C_b	0,010	0,035	0,011			0,024	0,018	0,006
0,55	C_a	0,084		0,092	0,089	0,096		0,085	0,086
	C_b	0,007	0,028	0,008			0,019	0,014	0,005
0,50	C_a	0,086		0,094	0,090	0,097		0,089	0,088
	C_b	0,006	0,022	0,006			0,014	0,010	0,003

TABLA 13.2 COEFICIENTES PARA MOMENTOS POSITIVOS DEBIDOS A LA CARGA MUERTA

$M_{a \text{ pos } d} = C_a w_{ud} A^2$ $w_{ud} = \text{carga muerta amplificada}$ 

 $M_{b \text{ pos } d} = C_b w_{ud} B^2$










Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$									
1,00	C_a 0,036	0,018	0,018	0,027	0,027	0,033	0,027	0,020	0,023
	C_b 0,036	0,018	0,027	0,027	0,018	0,027	0,033	0,023	0,020
0,95	C_a 0,040	0,020	0,021	0,030	0,028	0,036	0,031	0,022	0,024
	C_b 0,033	0,016	0,025	0,024	0,015	0,024	0,031	0,021	0,017
0,90	C_a 0,045	0,022	0,025	0,033	0,029	0,039	0,035	0,025	0,026
	C_b 0,029	0,014	0,024	0,022	0,013	0,021	0,028	0,019	0,015
0,85	C_a 0,050	0,024	0,029	0,036	0,031	0,042	0,040	0,029	0,028
	C_b 0,026	0,012	0,022	0,019	0,011	0,017	0,025	0,017	0,013
0,80	C_a 0,056	0,026	0,034	0,039	0,032	0,045	0,045	0,032	0,029
	C_b 0,023	0,011	0,020	0,016	0,009	0,015	0,022	0,015	0,010
0,75	C_a 0,061	0,028	0,040	0,043	0,033	0,048	0,051	0,036	0,031
	C_b 0,019	0,009	0,018	0,013	0,007	0,012	0,020	0,013	0,007
0,70	C_a 0,068	0,030	0,046	0,046	0,035	0,051	0,058	0,040	0,033
	C_b 0,016	0,007	0,016	0,011	0,005	0,009	0,017	0,011	0,006
0,65	C_a 0,074	0,032	0,054	0,050	0,036	0,054	0,065	0,044	0,034
	C_b 0,013	0,006	0,014	0,009	0,004	0,007	0,014	0,009	0,005
0,60	C_a 0,081	0,034	0,062	0,053	0,037	0,056	0,073	0,048	0,036
	C_b 0,010	0,004	0,011	0,007	0,003	0,006	0,012	0,007	0,004
0,55	C_a 0,088	0,035	0,071	0,056	0,038	0,058	0,081	0,052	0,037
	C_b 0,008	0,003	0,009	0,005	0,002	0,004	0,009	0,005	0,003
0,50	C_a 0,095	0,037	0,080	0,059	0,039	0,061	0,089	0,056	0,038
	C_b 0,006	0,002	0,007	0,004	0,001	0,003	0,007	0,004	0,002

TABLA 13.3 COEFICIENTES PARA MOMENTOS POSITIVOS DEBIDOS A LA CARGA VIVA

$M_{a \text{ pos } l} = C_a w_{ul} A^2$ $w_{ul} =$ carga viva amplificada

$M_{b \text{ pos } l} = C_b w_{ul} B^2$



Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$									
1,00	C_a 0,036 C_b 0,036	0,027 0,027	0,027 0,032	0,032 0,032	0,032 0,027	0,035 0,032	0,032 0,035	0,028 0,030	0,030 0,028
0,95	C_a 0,040 C_b 0,033	0,030 0,025	0,031 0,029	0,035 0,029	0,034 0,024	0,038 0,029	0,036 0,032	0,031 0,027	0,032 0,025
0,90	C_a 0,045 C_b 0,029	0,034 0,022	0,035 0,027	0,039 0,026	0,037 0,021	0,042 0,025	0,040 0,029	0,035 0,024	0,036 0,022
0,85	C_a 0,050 C_b 0,026	0,037 0,019	0,040 0,024	0,043 0,023	0,041 0,019	0,046 0,022	0,045 0,026	0,040 0,022	0,039 0,020
0,80	C_a 0,056 C_b 0,023	0,041 0,017	0,045 0,022	0,048 0,020	0,044 0,016	0,051 0,019	0,051 0,023	0,044 0,019	0,042 0,017
0,75	C_a 0,061 C_b 0,019	0,045 0,014	0,051 0,019	0,052 0,016	0,047 0,013	0,055 0,016	0,056 0,020	0,049 0,016	0,046 0,013
0,70	C_a 0,068 C_b 0,016	0,049 0,012	0,057 0,016	0,057 0,014	0,051 0,011	0,060 0,013	0,063 0,017	0,054 0,014	0,050 0,011
0,65	C_a 0,074 C_b 0,013	0,053 0,010	0,064 0,014	0,062 0,011	0,055 0,009	0,064 0,010	0,070 0,014	0,059 0,011	0,054 0,009
0,60	C_a 0,081 C_b 0,010	0,058 0,007	0,071 0,011	0,067 0,009	0,059 0,007	0,068 0,008	0,077 0,011	0,065 0,009	0,059 0,007
0,55	C_a 0,088 C_b 0,008	0,062 0,006	0,080 0,009	0,072 0,007	0,063 0,005	0,073 0,006	0,085 0,009	0,070 0,007	0,063 0,006
0,50	C_a 0,095 C_b 0,006	0,066 0,004	0,088 0,007	0,077 0,005	0,067 0,004	0,078 0,005	0,092 0,007	0,076 0,005	0,067 0,004

CAPÍTULO 15 ZAPATAS

15.1 ALCANCE

- 15.1.1** Las disposiciones del Capítulo 15 deben usarse en el diseño de zapatas aisladas y, cuando sean aplicables, a zapatas combinadas y losas de cimentación.
- 15.1.2** En 15.10 se indican los requisitos adicionales para el diseño de zapatas combinadas y losas de cimentación.

15.2 CARGAS Y REACCIONES

- 15.2.1** Las zapatas deben diseñarse para resistir las cargas amplificadas (Diseño por Resistencia) y las reacciones inducidas, de acuerdo con los requisitos de diseño apropiados de esta Norma y conforme a lo dispuesto en el Capítulo 15.
- 15.2.2** El área de la base de la zapata o el número y distribución de pilotes debe determinarse a partir de las fuerzas y momentos no amplificados (en servicio) transmitidos al suelo o a los pilotes a través de la zapata. El área de la zapata debe determinarse a partir de la resistencia admisible del suelo o de la capacidad admisible de los pilotes, establecida en el estudio de mecánica de suelos.
- 15.2.3** En el cálculo de las presiones de contacto entre las zapatas y el suelo no se deberán considerar las tracciones.
- 15.2.4** Se podrá considerar un incremento del 30% en el valor de la presión admisible del suelo para los estados de cargas en los que intervengan cargas temporales, tales como sismo o viento.
- 15.2.5** Para determinar los esfuerzos en el suelo o las fuerzas en pilotes, las acciones sísmicas podrán reducirse al 80% de los valores provenientes del análisis, ya que las solicitaciones sísmicas especificadas en la NTE E.030 Diseño Sismorresistente están especificadas al nivel de resistencia de la estructura.
- 15.2.6** En terrenos de baja capacidad portante ó cimentaciones sobre pilotes, deberá analizarse la necesidad de conectar las zapatas mediante vigas, evaluándose en el diseño el comportamiento de éstas de acuerdo a su rigidez y la del conjunto suelo-cimentación.
- En los casos de muros de albañilería, se podrá lograr esta conexión mediante cimientos o sobrecimientos armados.
- 15.2.7** El cálculo de los momentos y cortantes en las zapatas apoyadas sobre pilotes puede basarse en la suposición que la reacción de cualquier pilote está concentrada en el eje del mismo.

15.3 ZAPATAS QUE SOPORTAN COLUMNAS O PEDESTALES DE FORMA CIRCULAR O DE POLÍGONO REGULAR

Para la localización de las secciones críticas para momentos, cortantes, y longitud de desarrollo del refuerzo en las zapatas, se permite considerar las columnas o pedestales de concreto de forma circular o de polígono regular como elementos cuadrados con la misma área.

15.4 MOMENTOS FLECTORES EN ZAPATAS

- 15.4.1** El momento flector en cualquier sección de una zapata debe determinarse pasando un plano vertical a través de la zapata, y calculando el momento de las fuerzas que actúan sobre el área total de la zapata que quede a un lado de dicho plano vertical.
- 15.4.2** Para una zapata aislada el momento máximo amplificado, M_u , debe calcularse en la forma indicada en 15.4.1, en las secciones críticas localizadas como se indica a continuación:

- (a) Para zapatas que soporten una columna, pedestal o muro de concreto, en la cara de la columna, pedestal o muro.
- (b) Para zapatas que soporten muros de albañilería, en el punto medio entre el eje central y el borde del muro.
- (c) Para zapatas que soporten una columna con plancha de apoyo de acero, en el punto medio entre la cara de la columna y el borde de la plancha de acero

15.4.3 En zapatas armadas en una dirección y en zapatas cuadradas armadas en dos direcciones, el refuerzo debe distribuirse uniformemente a lo largo del ancho total de la zapata.

15.4.4 En zapatas rectangulares armadas en dos direcciones, el refuerzo debe distribuirse como se indica en 15.4.4.1 y 15.4.4.2.

15.4.4.1 El refuerzo en la dirección larga debe distribuirse uniformemente en el ancho total de la zapata.

15.4.4.2 Para el refuerzo en la dirección corta, una porción del refuerzo total, $\gamma_s A_s$, debe distribuirse en forma uniforme sobre una franja (centrada con respecto al eje de la columna o pedestal) cuyo ancho sea igual a la longitud del lado corto de la zapata. El resto del refuerzo requerido en la dirección corta, $(1 - \gamma_s) A_s$, debe distribuirse uniformemente en las zonas que queden fuera de la franja central de la zapata.

$$\gamma_s = \frac{2}{\beta} \quad (15-1)$$

donde β es la relación del lado largo al lado corto de la zapata.

15.5 FUERZA CORTANTE EN ZAPATAS

15.5.1 La resistencia al cortante de zapatas apoyadas en suelo o en roca, debe cumplir con lo estipulado en 11.12. La resistencia al cortante, ϕV_n , de las zapatas debe determinarse según 11.12.1.1 y 11.12.1.2.

15.5.2 La ubicación de la sección crítica para cortante de acuerdo con el Capítulo 11 debe medirse desde la cara de la columna, pedestal o muro. Para zapatas que soporten una columna con plancha de apoyo de acero, la sección crítica debe ubicarse de acuerdo a lo indicado en 15.4.2 (c).

15.5.3 El cálculo del cortante en cualquier sección de una zapata apoyada sobre pilotes debe cumplir con 11.12, 15.5.3.1, 15.5.3.2 y 15.5.3.3.

15.5.3.1 Se debe considerar que la reacción total de todo pilote con su centro localizado a $dp/2$ (dp = diámetro del pilote) o más hacia el lado de afuera de la sección produce cortante en dicha sección.

15.5.3.2 Se debe considerar que la reacción de cualquier pilote con su centro localizado $dp/2$ o más hacia el lado interior de la sección no produce cortante en dicha sección.

15.5.3.3 Para posiciones intermedias del centro del pilote, la parte de la reacción del pilote que produce cortante en la sección debe basarse en una interpolación lineal entre el valor total a $dp/2$ hacia afuera de la sección y el valor cero correspondiente a $dp/2$ hacia adentro de la sección.

15.6 DESARROLLO DEL REFUERZO EN ZAPATAS

15.6.1 El desarrollo del refuerzo en las zapatas debe hacerse de acuerdo con el Capítulo 12.

15.6.2 La tracción o compresión calculadas en el refuerzo en cada sección debe desarrollarse a cada lado de dicha sección ya sea mediante una longitud embebida, ganchos (sólo en tracción) o dispositivos mecánicos, o bien mediante una combinación de los mismos.

Las secciones críticas para el desarrollo del refuerzo deben suponerse en los mismos planos definidos en 15.4.2 para el momento máximo amplificado y en todos los demás planos verticales en los cuales se presentan cambios de sección o de refuerzo. Véase también 12.10.6.

15.7 PERALTE MÍNIMO DE LAS ZAPATAS

La altura de las zapatas, medida sobre el refuerzo inferior no debe ser menor de 300 mm para zapatas apoyadas sobre el suelo, ni menor de 400 mm en el caso de zapatas apoyadas sobre pilotes. El peralte de la zapata deberá ser compatible con los requerimientos de anclaje de las armaduras de las columnas, pedestales y muros que se apoyen en la zapata.

15.8 TRANSMISIÓN DE FUERZAS EN LA BASE DE COLUMNAS, MUROS O PEDESTALES

15.8.1 Las fuerzas y los momentos en la base de columnas, muros o pedestales deben transmitirse a la zapata a través del concreto por aplastamiento y mediante refuerzo longitudinal que ancla en la zapata.

15.8.1.1 El esfuerzo de aplastamiento en la superficie de contacto entre el elemento de apoyo y el elemento apoyado, no debe exceder la resistencia al aplastamiento del concreto para ninguna de las superficies, de acuerdo con lo dispuesto en 10.17.

15.8.1.2 El refuerzo, los pasadores (*dowels*) o los conectores mecánicos entre elementos apoyados y de apoyo deben ser adecuados para transmitir:

- (a) Las fuerzas de compresión que excedan de la resistencia al aplastamiento del concreto de cualquiera de los elementos.
- (b) Las fuerzas de tracción calculadas a través de la interfase.

Además, el refuerzo, los pasadores (*dowels*) o los conectores mecánicos deben satisfacer las disposiciones de 15.8.2 ó 15.8.3.

15.8.1.3 Cuando los momentos calculados se transmiten a la zapata, el refuerzo, los pasadores (*dowels*) o los conectores mecánicos deben tener las características necesarias para satisfacer las disposiciones de 12.17.

15.8.1.4 Las fuerzas laterales deben transmitirse a la zapata de acuerdo con las disposiciones de cortante por fricción de 11.7, o mediante otros medios apropiados.

15.8.2 En estructuras construidas en obra, debe proporcionarse el refuerzo requerido para satisfacer 15.8.1, ya sea prolongando las barras longitudinales dentro de las zapatas, o mediante pasadores (*dowels*).

15.8.2.1 Para columnas y pedestales construidos en obra, el área de refuerzo a través de la junta no debe ser menor de $0,005 A_g$, donde A_g es el área bruta del elemento soportado.

15.8.2.2 Para muros construidos en obra, la cuantía del refuerzo a través de la interfase (junta) no debe ser menor que 0,0015.

15.8.2.3 Cuando se utilice una conexión que permita giro (articulada) en estructuras construidas en obra, dicha conexión debe cumplir con lo especificado en 15.8.1 y 15.8.3.

15.8.3 En construcciones prefabricadas, se permite usar pernos de anclaje o conectores mecánicos apropiados para satisfacer lo estipulado en 15.8.1.

15.8.3.1 La conexión entre columnas prefabricadas o pedestales y los elementos de apoyo debe cumplir los requisitos de 16.5.1.3(a).

15.8.3.2 La conexión entre muros prefabricados y elementos de apoyo debe cumplir los requisitos de 16.5.1.3 (b) y (c).

15.8.3.3 Los pernos de anclaje y los conectores mecánicos deben diseñarse para alcanzar su resistencia de diseño antes de que se presente la falla de anclaje o la falla del concreto que los circunda.