



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL

DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis sísmico para evaluar la efectividad sismorresistente de la infraestructura en la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito Cajamarca 2017”.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

Bach. MALCA VÁSQUEZ, WILDER ARTURO

ASESOR

Dr. Ing. MONDRAGÓN CASTAÑEDA, CARLOS ERNESTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

CHICLAYO – PERÚ

2017

0282



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 17:00 horas del día 28 de febrero del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0353-2019/UCV-CH, de fecha 20 de febrero, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "ANÁLISIS SÍSMICO PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD SISMORESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA EN LA I.E. N° 82015 "RAFAEL OLASCOAGA" DISTRITO CAJAMARCA 2017", presentada por: Bach. MALCA VÁSQUEZ WILDER ARTURO con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Civil, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- Presidente: Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz
- Secretario: Mgtr. Noé Humberto Marín Bardales
- Vocal: Mgtr. Miguel Berrú Camino

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 18:00 horas del mismo día, se dió por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 28 de febrero del 2019

Mgtr. Carlos Javier Ramírez Muñoz
Presidente

Mgtr. Noé Humberto Marín Bardales
Secretario

Mgtr. Miguel Berrú Camino
Vocal

DEDICATORIA

A Dios nuestro creador y guía por iluminar nuestras vidas y nuestro camino profesional, otorgándonos salud, fortaleza y esperanza.

A la memoria de mis queridos e inolvidables padres: **JORGE MALCA COTRINA** y **MARÍA HIGINIA VÁSQUEZ CHÁVEZ** como testimonio de mi eterno agradecimiento por sus sabios consejos, los momentos inolvidables de alegría que pasé a su lado y por su ejemplo de trabajo.

A mis hijos y esposa: **Kevin, Darlyn y Nimia** por su apoyo y comprensión brindados en todo momento.

A la memoria de mi querido hermano por su eterno descanso y guía desde el cielo. **ADRIÁN RICARDO MALCA V.**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su bendición y guía para tener que culminar con satisfacción los estudios de Ingeniería Civil y conducirme de manera perseverante al logro de la meta trazada al empezar mis estudios de esta noble carrera y aportar con mis conocimientos al desarrollo de mi localidad, región y de mí país.

Así mismo a los directivos de la UCV – Chiclayo por conceder la viabilidad y la factibilidad de continuar estudios profesionales de segunda titulación en la sede Cajamarca. Mi gratitud y reconocimiento.

A mi asesor: Dr. Ingeniero Civil. **CARLOS ERNESTO MONDRAGÓN CASTAÑEDA** por su dedicación, comprensión y disposición en el desarrollo de la presente investigación.

El autor

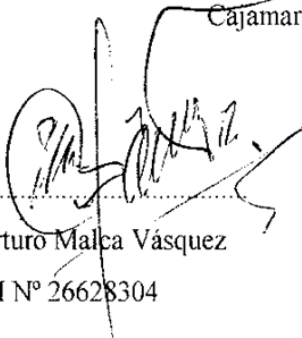
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **WILDER ARTURO MALCA VÁSQUEZ**, , identificado con DNI N° 26628304, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo , Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil , declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Cajamarca 11 de enero del 2019



Wilder Arturo Malca Vásquez

DNI N° 26628304

PRESENTACIÓN

Distinguidos integrantes del comité de evaluación, tomando como base lo dispuesto en el Estatuto de Títulos y Grados de la UCV muestro de manera deferente la investigación denominada **“Análisis sísmico para evaluar la efectividad sismorresistente de la infraestructura en la I.E.E N° 82015 “Rafael Olascoaga”**, cuyo objetivo fue Efectuar el análisis sísmico para evaluar la efectividad sismorresistente de la estructura en la I.E.E N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito Cajamarca 2017., tomando como referencia la norma técnica E.030 del 2016.

Es por ello que, presento ante ustedes la investigación esperando que reúna los requerimientos de conformidad para lograr la titulación en ingeniería civil. Además de ello presento la investigación constituida por siete capítulos. En el inicio de la investigación se explica la realidad problemática de estar en una zona muy sísmica y el avance en las actualizaciones de las normas de diseño sismorresistente; en el capítulo segundo muestro la metodología de investigación, en el capítulo tres se menciona las deducciones de la investigación. En el capítulo cuatro se explica las controversias encontradas en la investigación. En el capítulo cinco se presenta las conclusiones de la investigación. A continuación, el capítulo seis se detalla recomendaciones a considerar. Y como último capítulo se muestra la propuesta que se está planteando.

ÍNDICE

ACTA DE SUSTENTACION.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Realidad Problemática.....	19
1.2 Trabajos Previos.....	21
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	23
1.3.1 Conceptos fundamentales.....	23
1.3.2 Teorías, disciplinas, enfoques de la investigación.....	27
1.3.2.1 Estructuración.....	27
1.3.2.2 Elementos estructurales.....	27
1.3.2.3 Diseño preliminar o predimensionamiento.....	30
1.3.2.4 Cuantificación o determinación de cargas.....	30
1.3.2.5 Tipos de cargas.....	30
1.3.2.6 Evaluación o comprobación de seguridad y utilidad.....	32
1.3.2.7 Diseño sismorresistente.....	32
1.3.2.8 Análisis Estático.....	33
1.3.2.9 Análisis Dinámico.....	34
1.3.2.10 Diseño final.....	36
1.4 Formulación del problema.....	36
1.4.1 Problema General.....	36
1.5 Justificación del estudio.....	37

1.5.1	Práctica.....	37
1.5.2	Teórica.....	37
1.5.3	Social.....	37
1.6	Hipótesis de la investigación.....	38
1.7	Objetivos de la investigación.....	38
1.7.1	Objetivo General.....	38
1.7.2	Objetivos Específicos.....	38
II.	MÉTODO.....	39
2.1	Diseño de investigación.....	39
2.1.1	Diseño.....	39
2.1.2	Tipo de investigación.....	41
2.1.3	Nivel o alcance de la investigación.....	41
2.1.4	Enfoque.....	42
2.2	Variables de operacionalización.....	42
2.2.1	Variables.....	42
2.2.2	Operacionalización de variable.....	43
2.3	Población y muestra.....	44
2.3.1	Unidad de análisis.....	44
2.3.2	Población.....	44
2.3.3	Muestra.....	44
2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	45
2.4.1	Técnicas.....	45
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos.....	45
2.4.3	Confiabilidad de los instrumentos.....	46
2.4.4	Validez y confiabilidad.....	46
2.5	Métodos de análisis de datos.....	46
2.5.1	Análisis de las mediciones tomadas In situ.....	47
2.5.2	Análisis de los requerimientos utilizados por el software SAP.v18.....	47
2.5.3	Análisis de los resultados arrojados por SAP v18.....	48
2.6	Aspectos éticos.....	49

III.	RESULTADOS.....	50
3.1	Descripción de la estructura.....	50
3.1.1	Ubicación, acceso y descripción del área de estudio.....	51
3.1.2	Descripción de la arquitectura.....	52
3.1.3	Descripción de elementos estructurales.....	52
3.1.4	Condiciones de contorno de la zona.....	53
3.1.5	Estudio de suelos.....	53
3.2	Calidad de materiales utilizados.....	55
3.2.1	Concreto.....	55
3.2.2	Albañilería Confinada.....	55
3.2.3	Ladrillos de poliestireno expandido.....	55
3.2.4	Recubrimiento mínimo.....	55
3.3	Normativa empleada.....	56
3.4	Cargas.....	56
3.5	Estructuración del edificio.....	57
3.6	Modelación de la escritura en SAP V18.....	62
3.7	Evaluación Sismorresistente.....	92
3.8	Análisis sísmicos.....	94
3.9	Diseño estructural.....	114
IV.	DISCUSIÓN.....	135
V.	CONCLUSIONES.....	139
VI.	RECOMENDACIONES	141
VII.	REFERENCIAS.....	142
VIII.	ANEXOS.....	145
	REPORTE DE TURNITIN.....	166
	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	167
	FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN.....	168
	AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL.....	169

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Alturas por piso de la edificación	52
Tabla 2 Espesores típicos y luces máximas recomendadas para losas	58
Tabla 3 Espesores típicos y luces máximas para vigas	59
Tabla 4 Espesores típicos y luces máximas recomendadas para carga muerta	62
Tabla 5 Espesores típicos y luces máximas recomendadas para carga viva.....	62
Tabla 6 Verificación de la deriva en el primer piso.....	83
Tabla 7 Verificación de la deriva en el Segundo Piso	83
Tabla 8 Deriva en X para el Primer Piso	84
Tabla 9 Deriva en X para segundo piso.....	84
Tabla 10 Deriva en Y para el Primer Piso	85
Tabla 11 Deriva para Y en el segundo piso.....	85
Tabla 12 Casos de Carga	93
Tabla 13 Pesos unitarios de los elementos	93
Tabla 14 Sobrecargas norma E-020 RNE.....	93
Tabla 15 Combinaciones de Carga según E-060 RNE.....	94
Tabla 16 Factor de Zona "U" E-030 RNE	95
Tabla 17 Factor de Suelo "S" E-030 RNE	95
Tabla 18 Períodos Según E-030 RNE	96
Tabla 19 Categorías de las edificaciones según E-020 RNE.....	96
Tabla 20 Parámetros de Irregularidad en altura según E-030 RNE.....	97
Tabla 21 Parámetros de irregularidad en Planta E-030 RNE	97
Tabla 22 Factor de Sistema estructural Eje X según E.030 RNE.....	98
Tabla 23 Factor de seguridad estructural Eje Y según E.030.....	98
Tabla 24 Procedimiento de Período de suelo	99
Tabla 25 Gráfica del espectro del sismo en el eje "X", donde se tiene un Sistema de pórticos	99
Tabla 26 Tabla del espectro de sismo en el eje "Y", donde se tiene un sistema Albañilería Confinada	101
Tabla 27. Periodo y masa participativa según análisis en SAP 2000 v18	102

Tabla 28. Porcentajes (%) de Carga Viva.....	104
Tabla 29. Cuadro normativo para encontrar C (coeficiente de amplificación sísmico) ...	105
Tabla 30. Peso de la estructura según metrado de cargas.....	105
Tabla 31. Ct según norma E.030.	106
Tabla 32. Periodo Fundamental.....	106
Tabla 33 Cortante basal en la dirección X-X.....	107
Tabla 34 Cortante basal en la dirección Y-Y.....	107
Tabla 35. Distribución de fuerza sísmica por nivel en la estructura en la dirección X-X.	108
Tabla 36. Distribución de fuerza sísmica por nivel en la estructura en la dirección Y-Y.	108
Tabla 37. Calculo de coeficiente de amplificación Dinámica	108
Tabla 38. Calculo de la cortante Dinámica.....	109
Tabla 39. Cortante para el diseño de elementos estructurales.	109
Tabla 40. Cortante basal dinámica para “X”	109
Tabla 41. Cortante basal dinámica para “Y”	110
Tabla 42. Tabla Cortantes Amplificadas	110
Tabla 43. Desplazamientos máximos permisibles.....	111
Tabla 44. Desplazamientos relativo dinámico X-X.....	112
Tabla 45. Desplazamiento relativo dinámico-Y	112
Tabla 46. Cortante basal dinámica para “X”	137
Tabla 47. Cortante basal dinámica para “Y”	137
Tabla 48. Diseño de cortantes amplificadas.	138

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema Estructural de gran rigidez lateral.....	23
Figura 2 Sistema Resistente de poca rigidez lateral	24
Figura 3 Etapas del Proceso de Investigación	40
Figura 4 Modelación en SAP v18.....	47
Figura 5 Unión de Elementos Estructurales SAP v18.....	48
Figura 6 Resultados Obtenidos pos-modelación en SAP200 v18	49
Figura 7 Vista Frontal de Edificación, Cajamarca	50
Figura 8 Ingreso a Interfaz de SAP2000 v18	62
Figura 9 Selección de Grilla para la edificación irregular.....	63
Figura 10 Ingreso a 3d frames para editar Grid.....	63
Figura 11 Definición de los ejes de la edificación.....	64
Figura 12 Idealización de la estructura con vigas y columnas unidas.....	64
Figura 13 Definición de los Materiales para los elementos estructurales	65
Figura 14 Inserción de cada material a su tipo	65
Figura 15 Ingreso de la resistencia del concreto 210.....	66
Figura 16 Asignamos los valores de cada elemento estructural.....	66
Figura 17 Inserción de las secciones de las columnas.....	67
Figura 18 Definición de datos para columna irregular	67
Figura 19 Definición de la Columna C-12	68
Figura 20 Definición de la columna C-7	68
Figura 21 Definición de la Columna c-10	68
Figura 22 Definición de la columna C-11	69
Figura 23 Definición de sección para columnas tipo T.....	69
Figura 24 Definición de la sección para las vigas	69
Figura 25 Definición de la sección de la viga para diseñar	70
Figura 26 Definición para la losa aligerada.....	70
Figura 27 Selección de espesor para la losa de acuerdo al diseño	71
Figura 28 Asignación de Secciones de elementos estructurales definidos con anterioridad	71
Figura 29 Creación de elementos estructural para cada tipo que haya.....	72

Figura 30 Asignación de Secciones para vigas principales y secundarias	72
Figura 31 Verificación de todos los elementos estructurales	73
Figura 32 Asignación de Diafragma rígido para el primer nivel	73
Figura 33 Selección de paños de la losa para la creación del diafragma rígido	73
Figura 34 Verificación del supuesto de columna fuerte-viga débil.....	74
Figura 35 Selección de elementos estructurales para la creación de nodos en los puntos ..	74
Figura 36 Creación de nodos en cada punto de intercepto	74
Figura 37 Definición de los apoyos de estructura (empotrados).....	75
Figura 38 Modelado después de asignar las secciones de los elementos estructurales.....	75
Figura 39 Definición de las solicitaciones a la que está sujeta la estructura.....	76
Figura 40 Creación de Carga muerta y Carga Viva.....	76
Figura 41 Asignación de Cargas a elementos estructurales (vigas principales).....	77
Figura 42 Asignación de cargas par vigas Secundarias.....	77
Figura 43 Combinación de Cargas para efectuar la corrida del programa	78
Figura 44 Definición de los casos de Cargas para realizar el análisis modal.....	78
Figura 45 Definición de la Modal de combinación de cargas	79
Figura 46 Configuración de desplazamientos para X como para Y	79
Figura 47 Configuración de masa participativa de la estructura	79
Figura 48 Combinación de Cargas para la corrida de SAP2000 v18.....	80
Figura 49 Corrida del Programa SAP 2000 para un caso de combinación de carga.....	80
Figura 50 Deformación obtenida una vez corrido el programa SAP 2000 v18	81
Figura 51 Verificación de los resultados por cada punto	81
Figura 52 Selección de la tabla de desplazamientos para X como para Y	82
Figura 53 Selección de desplazamientos para X y Y	82
Figura 54 Verificación del período para X y Y	82
Figura 55 Consideraciones para todas las combinaciones de cargas.....	86
Figura 56 Consideración de envolvente para carga última	86
Figura 57 Aplicación de la norma ACI 318-14	87
Figura 58 Niveles para diseño de concreto en SAP 2000 v18.....	87
Figura 59 Verificación de ratios demanda/ Capacidad.....	88
Figura 60 Proceso para verificar los esfuerzos de momentos y cortantes de cada punto....	89

Figura 61 Obtención de Momentos en cada punto	89
Figura 62 Verificación de cortante y momento en el punto más alto.....	90
Figura 63 Verificación de todas las cortantes en las columnas	90
Figura 64 Verificación Columna Fuerte- Viga Débil.....	90
Figura 65 Modelación final de la estructura en el programa SAP 2000 v18	91
Figura 67 Zonas Sísmicas de acuerdo a E030 RNE	95
Figura 68 Espectro de Sismo según Norma E-030.....	100
Figura 69 Espectro de sismos Según Norma E-030 RNE	101
Figura 70. Vista de periodo de la estructura en SAP 2000 v18.....	103
Figura 71. Casos de carga para determinar el peso de la estructura según SAP 2000 v18.	104
Figura 72.Desplazamientos de diafragma de la estructura	111
Figura 73. Diagramas de momentos flectores en la estructura.....	114
Figura 74. Diagramas de fuerzas cortantes en la estructura	114
Figura 75. Diseño de acero en vigas según SAP 2000 v18	116
Figura 76. Diseño de columna 01	117
Figura 77. Diseño de columna 02.....	117
Figura 78. Diseño de columna 03	117
Figura 79. Diseño de columna 04.....	117
Figura 80. Diseño de columna 05.....	118
Figura 81. Diseño de columna 06.....	118
Figura 82. Diseño de columna 07	119
Figura 83. Diseño de columna 08.....	119
Figura 84. Diseño de columna 09.....	119
Figura 85. Diseño de columna 10.....	119
Figura 86. Diseño de columna 11	120
Figura 87. Diseño de columna 12.....	120
Figura 88. Diseño de columna 13.....	120
Figura 89. Interacción de elementos.....	121
Figura 90. Verificación de falla entre columna fuerte - Viga debil.....	122
Figura 91. Diseño de Losa De Cimentación.....	125

Figura 92. Vista En Planta De Cimentación.....	126
Figura 93. Verificación De Esfuerzos En El Suelo.	127
Figura 94. Refuerzo longitudinal (Ast1) cara interior.	128
Figura 95. Refuerzo longitudinal (Ast1) cara exterior.	129
Figura 96. Refuerzo transversal (Ast2) cara interior.	130
Figura 97. Refuerzo transversal (Ast2) cara exterior.	131
Figura 98. Diseño por fuerza cortante.	132
Figura 99. Diseño por dirección horizontal "X"	132
Figura 100. Diseño por fuerza cortante.	133
Figura 101. Diseño por dirección vertical "X"	133
Figura 102. Distribución de acero por flexión en vigas de cimentación según Sap 2000.	134
Figura 102 Realizando medida a la estructura.....	139
Figura 103. Realización medida de peralte	139
Figura 104 Realizando medida de columna	139
Figura 105 Registro medidas de la estructura	139
Figura 106 Fisura en acabado de muro portante	139
Figura 107 Fisura en acabado de columna	139
Figura 108 Fisura por falta de reforzamiento ante montante sanitaria	139
Figura 109 Fisura por confinamiento viga-columna	139
Figura 110 Estado actual de la infraestructura educativa	139

RESUMEN

La omisión del análisis sismorresistente en el diseño estructural de instituciones educativas por dar prioridad a la arquitectura de edificaciones escolares a nivel nacional surge de manera relevante e importante la idea problema de que tan seguras son las edificaciones educativas construidas en nuestro país, donde el diseño sismorresistente se considera irrelevante, en el predimensionamiento de un estructural de allí que, al culminar un movimiento sísmico, los daños y pérdidas humanas sean irreparables. Ante lo cual es imprescindible y necesario evaluar la efectividad del análisis sismorresistente para determinar los desplazamientos de la edificación.

Es por ello que se presenta la gran inquietud de que las edificaciones que brindan albergue para el desarrollo de labores pedagógicas en nuestra región cuenten con la garantía y seguridad ante un evento sísmico, considerando para esta evaluación a la I.E.E N° 82015 “Rafael Olascoaga” – de la ciudad de Cajamarca, la que fue diseñada y construida tomando como referencia a la NTE E030 sismorresistente del 2009. Actualmente si consideramos NTE indica que el criterio de sismorresistencia de una edificación escolar deben ser seguras y servir como albergue ante eventos naturales, para ello se debe prevenir este tipo de riesgos y peligros para conservar la vida humana y el deterioro de infraestructura. La finalidad de este estudio es verificar si la edificación construida verifica los criterios mínimos de sismorresistencia para lo cual se seleccionó un módulo escolar de la IE N° 82015 “Rafael Olascoaga” – de la ciudad de Cajamarca, utilizando los métodos lineal estático y dinámico. El método a utilizar considera la ejecución de modelos matemáticos que permitirán el análisis estático, dinámico tomando en cuenta las normas del RNE. Como son E-020 (cargas), E-030 (diseño sismorresistente), E-070 (albañilería), E-060 (concreto armado) y E.50 (suelos y cimentaciones), Como primer paso, se ha efectuado un diagnóstico del estado actual de la infraestructura, así como el terreno de cimentación y su profundidad de desplante. Luego se realizó la efectividad sismo resistente de la infraestructura educativa modelando la estructura con ayuda del programa Sap2000 v18 con el fin de determinar el análisis dinámico y estático, Por último se procedió a comparar los parámetros obtenidos en la modelación con la normatividad vigente, habiéndose determinado que la estructura del local escolar es efectivamente segura para el caso de sismo según la Norma E-030, cumpliendo con las distorsiones que son menores que 007 y las condiciones de rigidez, ratios, así como de columna fuerte, viga débil.

Palabras claves Análisis Sísmico, efectividad sismo resistente e infraestructura.

ABSTRACT

The omission of seismic analysis in the structural design of educational institutions, attention, architecture, buildings, buildings, buildings, editions, buildings, buildings, buildings, educational buildings, built in our country. It is considered irrelevant, in the pre-sizing of a structure there, that at the end of a seismic movement, the damages and human losses are irreparable. What is essential and it is necessary to evaluate the progress of the seismic analysis to determine the displacements of the building.

That is why the great concern of the editions that provide shelter for the development of pedagogical work in our region with the guarantee and security before a seismic event is presented, for this evaluation to the IEE N ° 82015 "Rafael Olascoaga" - of the city of Cajamarca, seismic resistant of 2009. This is a reference to the seismic resistant NTE E030 of 2009. It is currently considered NTE indicates that the criterion of seismic resistance is a wording of the buildings. This should avoid these types of risks and dangers to conserve human life and the deterioration of infrastructure. The purpose of this study is that of the building. The method of use considers the execution of the mathematical models that perform the static analysis, the dynamic taking into account the norms of the RNE. As they are E-020 "(loads), E-030 (seismic design), E-070 (masonry), E-060 (reinforced concrete) and E.50 (floors and foundations), As a first step, a Diagnosis of the current state of the infrastructure, as well as the terrain of the foundation and its depth of location. Subsequently, the educational infrastructure exercise was carried out using the Sap2000 v18 program in order to determine the dynamic and static analysis. Finally, we proceeded to compare the parameters to the parameters in the modality with the current regulations, Having determined The structure of the local school is really safe for the case of earthquake according to the E-030 standard, complying with the distortions that are less than 007 and the conditions of rigidity, ratios, as well as the strong column, weak beam.

Keywords Seismic analysis, resistant earthquake effectiveness and infrastructure

I. INTRODUCCIÓN

Nuestro país está ubicado geográficamente dentro de Sudamérica en una zona de elevada actividad sísmica, por lo cual, no está excepto a este tipo de vulnerabilidad sísmica de allí que la ciudad de Cajamarca no está libre a estos fenómenos de la naturaleza.

Según la DRE (2017) actualmente en la ciudad de Cajamarca existen aproximadamente 167 I.E. de las cuales son 71 públicas y 96 privadas construidas en diferentes épocas, con diferente arquitectura y materiales, dichas edificaciones escolares no están exceptas de daños estructurales pues en algunas eventualidades estas fueron leves y en otras ocasionaron daños de las estructuras como asentamientos diferenciados, agrietamiento de paredes, colapso de techos y de elementos horizontales y verticales de la estructura, es decir locales escolares totalmente destruidos. Es por ello que es imprescindible promover la ejecución del análisis de desempeño sísmico de edificaciones aporricadas, ubicadas en la ciudad de Cajamarca ante diferentes niveles de amenaza sísmica.

En nuestra región en una eventualidad sísmica las construcciones escolares están expuestas a colapsar, lo cual nos dice que en todos los proyectos de Ingeniería relacionados a I.E. (Edificaciones Esenciales) es necesario que en su fase de anteproyecto y ejecución deben cumplir con un riguroso control de calidad que garantice la seguridad, funcionalidad y durabilidad de dicha estructura ante eventos sísmicos e imprevistos de la naturaleza, considerando el diseño estructural y la efectividad del análisis sismorresistente para las futuras edificaciones con la finalidad de evitar la alta vulnerabilidad de estas y evitar con ello pérdidas humanas irreparables. Realizar este tipo de prevención conlleva a cumplir los requisitos mínimos de calidad, funcionalidad y seguridad estructural en concordancia al NTE actual en nuestro país, y con ello evitar la inversión de considerables sumas de dinero en la recuperación de infraestructura afectada. Por otro lado, al reforzar las construcciones escolares propensas a un evento sísmico en la ciudad de Cajamarca, hace posible que los costos de resarcimiento posterior al sismo se reduzcan o eliminen considerablemente.

El presente estudio se realizó ante la inquietante preocupación existente por parte de la comunidad educativa, referente a la seguridad que ofrecen las instalaciones del módulo escolar de dos niveles de la I.E. N° 82015 “RAFAEL OLASCOAGA” – de la ciudad de CAJAMARCA, donde se pretende evaluar la efectividad sismorresistente según los criterios establecidos en la norma (E-030) 2016. .

1.1 Realidad Problemática.

Internacionalmente, mencionamos que el XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural Acapulco-(2012) La sociedad Mexicana de ingeniería estructural, en su informe técnico: “Características del comportamiento sísmico de edificios diseñados con los reglamentos de México y Chile” (2004) y (2010) menciona que, en ambos países “ el origen de los sismos es el mismo, pero presentan diferencias asociadas a la profundidad de ocurrencia, cercanía y condiciones del subsuelo. Así para Chile se tiene registros sísmicos en los que predominan las altas frecuencias, en tanto se tiene que los movimientos telúricos que suceden en México se caracterizan por tener frecuencias bajas.” ...

Por otro lado, en México después del terremoto de 1985, ocasionó que se “incremente los coeficientes sísmicos de diseño, el aumento en las secciones de los elementos estructurales y comportamientos más dúctiles y contar con estructuras más regulares tanto de masa, elevación y planta. Así mismo en Chile se propició una tendencia de cambiar las formas estructurales tradicionales, así como a disminuir el porcentaje de muros de cortante y aumentar los claros especialmente en edificios corporativos.” Y así lograr disminuir: Grietas horizontales, fractura de acero de refuerzo longitudinal en muros, agrietamiento de losas, daño en dinteles. (p.3)

A nivel internacional también podemos mencionar en EE.UU. La universidad de California (2010), “en su informe Design Guidelines for ductility and drifts Limits elaborado para la investigación del comportamiento sísmico en una estructura, dentro de sus verificaciones menciona que el parámetro de reducción sísmica (R) se relaciona de manera intrínseca al periodo fundamental de vibración de la edificación mencionando que existen otros criterios relacionados a R: como ductilidad, amortiguamiento, tipo y condición de suelo, etc.” (p.132).

Por otra parte, mencionamos en Lima al Ing. Ángel San Bartolomé (2012, p.5), de la PUCP quien en su trabajo de investigación “Defectos que incidieron en el comportamiento de las construcciones de albañilería en el sismo de pisco del 15-08-2007” nos manifiesta que el “diseño y edificación de una estructura en suelo de arena suelta y con un alto nivel de capa freática ocasiona un alto riesgo y vulnerabilidad sísmica puesto que, la presencia de dicha fuerza sísmica propicio la licuación del terreno generando grandes hundimientos y asentamientos diferenciales. Además en la zona centro de la ciudad de pisco los muros de albañilería de las edificaciones no fueron arriostrados convenientemente, los muros de

concreto armado fueron construidos de manera muy frágil los cuales con una distorsión angular de 1/800 bastaba para que se fracture; también mencionamos que los suelos son de baja calidad de arcillo arenosa con capa freática a 1.5 m de profundidad y ante lo cual debería haberse empleado cimentaciones rígidas y de concreto armado”. Además, el autor menciona que la técnica constructiva de mayor uso en la ciudad de Pisco es híbrida, donde combina el sistema aporticado y albañilería confinada. La ejecución constructiva se basa en rellenar zapatas, cimientos, para luego construir las columnas, luego rellenar con muros de albañilería para luego realizar el vaciado en conjunto de losa aligerada, vigas y viguetas, frente a esto, los muros de albañilería tienen un comportamiento portante pero no arriostrados con las columnas debido a que no existe el confinamiento entre muro y columna (dentado de muro, mechas). Según la NTE E - 070 establece para que un muro portante este confinado, la albañilería sigue un proceso constructivo donde debe construirse en primer lugar los muros portantes con características dentadas (5cm), mechas y/o anclajes cada 3 hiladas, para luego verter el concreto a las columnas, obteniendo un confinamiento entre estos dos elementos estructurales.

Por otro lado, en la ciudad de Puno en la tesis: “Análisis y diseño estructural sismorresistente por el método de elementos finitos: pabellón de aulas I.E. Charamaya - mañazo” (2014), menciona que, “debido al incremento de movimientos telúricos en la zona, se puede ejecutar un análisis y diseño de ingeniería estructural para dar soluciones de seguridad y funcionalidad, para ello se propone utilizar un software específico donde sea posible la aplicación del método de elementos finitos”.(p.20)

La ciudad de Cajamarca, según La zonificación sísmica 2016, se sitúa en una franja de alto movimiento sísmico (Zona 3) de allí que las Edificaciones no están exentas a altos riesgos de vulnerabilidad por las características mismas del suelo y entre ellas las estructuras educativas acarrear un alto índice de inseguridad; puesto que desde el mismo diseño y construcción no se le otorga la debida importancia al diseño de sismorresistencia. Ante esta problemática nace la necesidad de desarrollar el presente proyecto de investigación en la I.E. N°82015 “RAFAEL OLASCOAGA” ubicada en el barrio “Pueblo Nuevo”, sector la Alameda en la ciudad de Cajamarca realizar la prevención correspondiente significa cumplir los requisitos mínimos de seguridad estructural y así poder disminuir los efectos directos derivados del problema central como son: Riesgos de las condiciones de habitabilidad acorde con el RNE.

1.2 Trabajos Previos.

a) Internacionalmente.

En Ecuador, los Ingenieros Espinoza y Espinoza (2013), en su investigación, “análisis y diseño Estructural de un bloque de aulas y baterías sanitarias correspondiente al proyecto Ciudad Cultura a ubicarse en los predios de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo de Manabí, de la ciudad de Portoviejo; y su incidencia en su respectiva implementación de dicho estudio se concluye que para medir la capacidad portante SPT en los laboratorios de suelo de la Universidad Técnica de Manabí y además se consideraron especificaciones del Código Ecuatoriano de la Construcción CEC-2000 lo cual fue utilizado para predimensionar la estructura lo cual fue parte de los objetivos propuestos para dicho diseño estructural; adicionalmente se utilizó la NEC 2011 para los parámetros de sismicidad los cuales fueron considerados en el análisis obtenidos con los software denominados Etabs, Autocad, Matlab con ello se obtuvo los resultados de gran precisión y se pudo brindar un diseño seguro y funcional detallando los pórticos, los materiales empleados el armado de columnas, vigas, de losas y sin olvidar las cimentación”.(p.96)

Por otra parte, en Dubái el ingeniero Ghaith (2013), en su investigación, “seismic risk assessment of buildings in Dubai Arab Emirates”, establece que la fragilidad sísmica de los edificios en Dubái es evaluada mediante el análisis IDA y fragilidad además en el desempeño de las estructuras ante un riesgo sísmico se deben analizar primero mediante la investigación de los desvíos a lo largo de la altura de la historia a nivel MCE. Determinando con la sabiduría convencional que los edificios de muros de corte de más rigidez C2,C3 Y C4 muestran las derivas más bajas en relación con los edificios de bastidor más flexibles C1 y C5 obteniendo que la deriva máxima de edificio C2 es 0.7% en relación a la altura de la historia en tanto que la deriva máxima en el edificio C1 es 1.05%” (p.20)

b) A nivel nacional.

En Amazonas, la ingeniera Seijas, Y., en su investigación, “Evaluación del comportamiento sismorresistente del módulo I del hospital central “José Gregorio Hernández de puerto Ayacucho (2012), teniendo como objetivo principal evaluar el comportamiento sismorresistente del módulo I del hospital central “José Gregorio Hernández” de la ciudad de puerto Ayacucho, aplicando los criterios establecidos en la norma COVENIN 1756 -2001 (p.7). Concluyendo que el proyecto del hospital fue objeto de modificaciones en varias

oportunidades y la consecuencia de las múltiples negativas del ente contratante en facilitar los planos por no cumplir con la norma”. (p.77)

En Puno, la ingeniera Chevarria, (2014), en su investigación, “Análisis y diseño estructural sismorresistente por el método de elementos finitos: pabellón de aulas I.E.S. Charamaya – Mañazo”, establece que “al analizar a través del método de elementos finitos (MEF) dicho sistema estructural de la institución educativa en un determinada dirección y en otra dirección la albañileara confinada obtiene resultados de cálculo estructural en los cuales verifica que dicha estructura tiene elementos rígidos que absorbe todos los esfuerzos de sismos en las dos direcciones y que por lo tanto la estructura es suficientemente resistente y posee adecuada rigidez lateral cumpliendo de esta manera el objetivo previsto”. (p.192)

c) A nivel local

En Cajamarca, el ingeniero Chávez (2014), en su tesis “Análisis del desempeño sismorresistente de un edificio de cuatro pisos para talleres y aulas tecnológicas de uso múltiple centro de formación profesional Senati Cajamarca” donde uno de sus objetivos es “analizar el comportamiento sismorresistente de un edificio de cuatro pisos para talleres y aulas tecnológicas de uso múltiple centro de formación profesional Senati - Cajamarca”. (p.5).

Concluyendo que la patología predominante encontrada en el edificio en estudio fueron las fisuras que afectaban a la apariencia de dicho edificio lo cual era debido al mal uso del adhesivo epóxico. ya que al instalarlo no se limpió adecuadamente las juntas retirándose la lechada superficial donde iba a ser situado dicho epóxico. Es por ello que se afirmó que se trata de una fisura no estructural”. (p.211).

En Cajamarca, el ingeniero Chunque (2013), en su tesis, “Nivel de desempeño sísmico del edificio "A" de la universidad privada del norte- sede Cajamarca”, tiene como objetivo “determinar la capacidad estructural de la edificación mediante el análisis estático no lineal (Análisis PUSHOVER), arribando a los resultados donde muestran que la capacidad estructural del edificio presenta gran resistencia y buena ductilidad ante cargas laterales y que en la dirección transversal posee un cortante basal máximo de 831.12 Tn, y una ductilidad 8,58 y sobre resistencia de 1.81; así mismo se obtiene que en la dirección longitudinal del edificio , de placas , se tiene un cortante basal máximo de 1175.279 Tn, una ductilidad global de 5,76 y sobre resistencia de 1,66”. (p.83)

1.3 Teorías relacionadas al tema.

1.3.1 Conceptos Fundamentales.

➤ **Estructura.** es un conjunto de elementos acoplados con el fin de resistir y/o resistentes organizados en un solo sistema que aguantan acciones externas (a estas cargas externas se les llama solicitaciones) porque la estructura es solicitada a soportar cargas; la idea de una estructura conjuga dos aspectos muy importantes :

- Resistir: soportar cargas.
- Resistentes: para soportar cargas hay que hacer elementos estructurales . (Aroca, 1999, p.3).

➤ **Análisis.** Radica en “introducir un modelo matemático más conveniente al contexto verdadero del procedimiento estructural de la construcción, se aplican las técnicas de la mecánica para establecer los esfuerzos internos y las imperfecciones que se originan en la estructura con el objeto de poder cotejar con la resistencia que corresponderán tener dichos miembros, como resultado de las cargas y las fuerzas actuantes en los segmentos determinados por la teoría de la mecánica estructural”. (Cassano, 2009, p.8).

➤ **Sistema estructural:** La rigidez lateral de una estructura es un parámetro muy importante en las estructuras ya que permite definir el comportamiento de esta frente a las cargas externas.

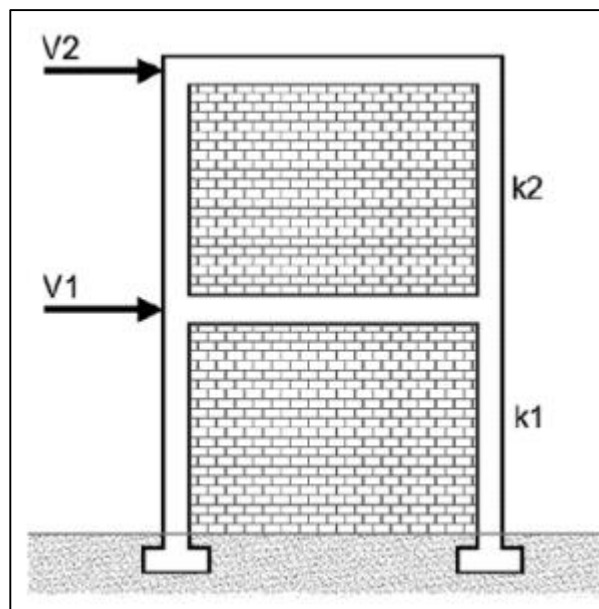


Figura 1 Sistema Estructural de gran rigidez lateral

En este trabajo de investigación estamos interesados en la rigidez de los sistemas estructurales por lo que hablaremos de los dos sistemas opuestos, es decir el sistema de pórticos de concreto armado y muros.

En la Figura 1, se muestra un sistema estructural basado en muros de concreto, es te tipo de sistemas estructurales siempre tendrán una gran rigidez lateral, esto debido a que cuando se aplican cargas laterales, los esfuerzos inducidos en la base tiene una gran área para poder distribuirse disminuyendo de manera notable los efectos de las deformaciones axiales, por tanto, disminuyendo las deformaciones totales (Xilin Lu, 2012, p.20)

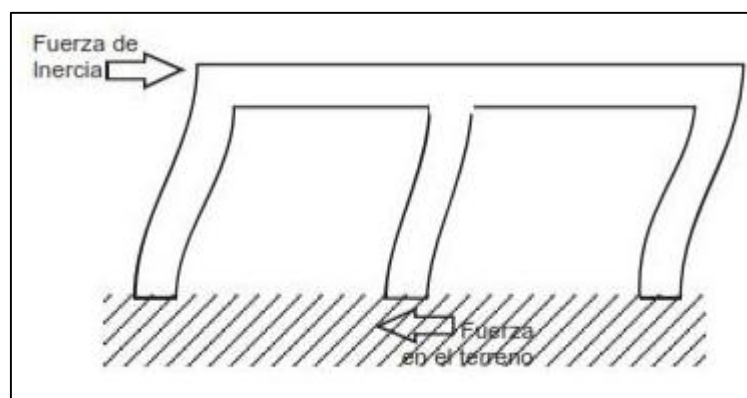


Figura 2 Sistema Resistente de poca rigidez lateral

El sistema estructural basado en pórticos, es un ensamble de elementos en los que una de sus dimensiones predomina sobre las otras dos, como el caso de las columnas y vigas, por lo que en este trabajo se dirá que un pórtico es un ensamble de vigas de concreto armado y columnas, como se muestra en Figura 2.

En este sentido de acuerdo con experiencias previas se sabe que es te es un sistema estructural con muy poca rigidez lateral, es decir, que, ante la aplicación de un conjunto de cargas externas, esta estructura terminará deformándose una cantidad considerable, que puede llegar a ser hasta veinte veces la deformación de un sistema de muros.

➤ **Acero de refuerzo.** “Compuesto por barras o varillas onduladas de acero combinado de los elementos (carbón que oscila entre 0.05 - 1.7%, silicio, magnesio, níquel, cromo, etc.); El carbono es el que define sus propiedades como la resistencia a la atracción mecánica y que a mayor contenido de carbono aumenta la dureza, disminuye la maleabilidad y la tenacidad”. (Constantin, 2012, p.15).

La fluencia es el estado del acero en el que el acero exhibe una rigidez cercana a cero, es decir, es el estado en el que el acero se deforma sin incremento de cargas, en este estado el

acero tiene una consistencia muy similar a la de un fluido, de ahí el término esfuerzo de fluencia. Es importante aclarar que el término puede ser empleado para la descripción de fenómenos similares en otros materiales (Escolano, 2015, p.15).

➤ **Concreto simple** . Es la combinación del agregado fino, agua, agregado grueso y el cemento portland. Donde el adherido grueso deberá estar completamente envuelto por la pasta de cemento, el adherido fino deberá rellenar las áreas entre el adherido grueso y a la vez estar cubiertos por las mismas mezclas . (Heyman, 2001, p.14)

➤ **Rigidez** . La colocación de cargas a los dispositivos individuales de un sistema es conforme a la rigidez de cada elemento. Cuando se diseña y busca un método de reforzamiento, la rigidez del componente no reforzado y el componente a ser reforzado deben estar cotejados . (Heyman, 2001, p.14)

➤ **Deformación**. Es la conmutación de la distancia de un cuerpo producido por el esfuerzo unitario interno producido por una fuerza externa . (Abanto, 2017, p.132)

➤ **Desplazamiento**. Es el cambio de amplitud del recorrido alcanzada entre la posición inicial y la posición final, tomando en cuenta un punto material, incluyendo el desplazamiento por corte, axial y rotaciones . (Abanto, 2017, p.136)

➤ **Diafragma**. Fragmento estructural rigurosa que soporta el esfuerzo cortante al estar cargado con una dirección paralela a un determinado plano . (Muñoz y Vásquez,2016, p. 1614-1622)

➤ **La resistencia**. Capacidad de ejecutar esfuerzos de muy larga persistencia, así como esfuerzos de intensidades. Una estructura es un sistema de reacciones y fuerzas internas competentes de equilibrar un sistema de fuerzas externas . (Bozzo y Barbat, 2000, p.134)

➤ **Esfuerzos**. Es la concentración de fuerzas internas en un elemento estructural, el esfuerzo es una fuerza por unidad de área (que se expresa como esfuerzo $f = P/A$) .(Bozzo y Barbat, 2000, p.319)

➤ **Ductilidad**. Propiedad que se muestra en los materiales, como la aleación metálica, la cual, bajo la acción de una fuerza, suele deformarse sosteniblemente sin romperse hasta llegar al momento de su esfuerzo de ruptura . (Bozzo y Barbat, 2000, p.104)

➤ **Grado de libertad**. Conjunto de imperfecciones angulares y lineales en la dirección actuante, el GDL de un dispositivo es el número de medidas independientes que se necesita para definir en cualquier instante la posición en el espacio, siendo las cuales diversas rotaciones o traslaciones solicitadas para precisar el movimiento de un nodo . (Abanto, 2017, p.136).

➤ **Peso.** Fuerza que se da debido a la aceleración de la gravedad que interactúa con la masa de un cuerpo . (Abanto, 2017, p.136)

➤ **Diseño.** Dimensionamiento y detallado de los elementos y enlaces de un edificio para compensar las exigencias de estas descripciones . (Muñoz y Vásquez,2016, p. 1614-1622)

➤ **Fuerza.** Labor de un cuerpo que opera sobre otro induciendo una aceleración del segundo cuerpo, salvo que reciba una acción semejante y opuesto que compense el efecto del primer cuerpo. Por otra parte también podemos decir que es un parámetro vectorial . (Ortega, 2009, p.24)

➤ **Concreto armado.** Llamados placas son frecuentemente reforzados aplicándoles una capa en su superficie formado de concreto proyectado. La transferencia de fuerzas cortantes puede ser transmitida por medio de anclajes, los cuales son embebidos en el concreto o fijados en el acero existente.

Para una adecuada adherencia se debe escarificar la superficie usando chorro de arena, eliminar la nata de cemento superficial del concreto, para de esta manera lograr una buena superficie de adherencia.

El sustrato debe estar saturado y con la superficie seca, sin encharcamiento. Las características del concreto a emplear las proporciona el diseñador de la mezcla. El espesor del nuevo concreto variará para satisfacer los requerimientos del diseño. El reforzamiento de placas con pos tensado externo, es también posible. (Roca, 2015, p.50)

➤ **Seguridad estructural .** Al no mostrar temblores que estimulen intranquilidad o falta de comodidad a quienes ocupan una construcción, es decir examinar deflexiones e imperfecciones de los elementos estructurales, de tal manera que no exista en partes o el edificio completo, daños que tengan origen o afecten los soportes, a la cimentación, los muros de carga u otros elementos estructurales, las vigas, los forjados, las cuales comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio . (Bozzo y Barbat, 2000, p.156)

➤ **Funcionalidad estructural.** Es certificar que las ocupaciones de una estructura en su accesibilidad y uso, relativo a las dimensiones de los espacios, soportar cargas de gravedad, dotación adecuada y sismos que una estructura debe soportar para que no se deforme . (Bozzo y Barbat, 2000, p.139)

1.3.2 Teorías, disciplinas, enfoques de la investigación.

1.3.2.1 Estructuración .

Ante una sollicitación sísmica una estructura en la cual los elementos estructurales están dispuestos y distribuidos de forma apropiada, de manera simple y uniforme de acuerdo a lo previsto en el diseño de arquitectura de la edificación para que esta posea un buen comportamiento y respuesta a un evento de sismicidad.

Distribuir, definir la ubicación y características de todos los elementos estructurales como son zapatas, columnas, vigas, etc. permitirá dotar a la edificación de una apropiada rigidez. Para lograr estas metas significa establecer lineamientos de carácter estructural como: simetría, resistencia y ductilidad, uniformidad en la estructura, rigidez lateral, diafragmas rígidos, cimentaciones y elementos no estructurales.

En la ingeniería la estructuración es crear, es dar forma a la estructura de la infraestructura y todo ello a partir de un diseño arquitectónico, distribuyendo y ordenando las partes del todo. En muchos de los casos la configuración inicial y la distribución está dirigida a satisfacer los requisitos arquitectónicos dejando de lado la parte de sismicidad ante ello es imprescindible que la estructura para que resista todas las cargas a la que estará sometida durante su vida útil se debe diseñar el análisis sismorresistente para que resista adecuadamente tanto las cargas estáticas como las sísmicas. (Bozzo y Barbat, 2000, p.104)

1.3.2.2 Elementos estructurales.

“Se les denomina a los componentes que forman conjuntamente a un sistema estructural, estrictamente hablamos de elementos que intervienen en el análisis de cualquier ingeniero estructural, para poder reconocerlos y estudiarlos, emitiendo posteriormente una clasificación de acuerdo al uso, forma, función para la que están destinados. Así mismo, estos elementos estructurales deben estar dentro de una clasificación como: tensión, compresión, flexión y flexo-compresión” (Bozzo y Barbat, 2000, p.219).

A continuación, mencionamos algunos de estos elementos que son situados en la investigación:

➤ **Zapatas:** Se caracteriza por estar ubicado dentro de la cimentación de una estructura tienen funciones específicas de repartir y transmitir las cargas directamente al suelo de cimentación, así mismo cumple las propiedades de acción y reacción al terreno, por otro lado, las cimentaciones pueden ser de distintos tipos, por ejemplo, tenemos las superficiales:

zapatas aisladas, combinadas y conectadas y profundas: pilotes y pilares. En lo que se refiere al predimensionamiento del diseño de acero estructural estas poseen magnitudes muy reducidas por la razón de que las cargas que ejercen sobre ella son mínimas y se sitúan generalmente separadas, por ello tienen la función principal de ser el apoyo de los elementos estructurales que están por encima de ella. (Roca, 2015, p.54)

➤ **Vigas de Cimentación:** Se sitúan dentro de la cimentación de la estructura, puesto que se las considera dentro del confinamiento de las zapatas o cimentación, A diferencia de una viga, estos elementos tienen un comportamiento de forma inversa a la de una viga convencional, tienen una función primordial al momento de dar arriostramiento y controlar la rotación y el asentamiento de las zapatas medianeras (excéntricas) que son propias de columnas perimetrales y de zapata aisladas que corresponden a columnas centrales, todos los anteriores mencionados conocidos como zapatas de tipo conectadas.

➤ **Columnas:** Se les denomina elementos estructurales de carácter vertical que tienen funciones de recibir y transmitir solicitaciones hacia vigas, losas, muros de albañilería o tabiquería, por otro lado, tienen una muy buena resistencia ante la aplicación de cargas axiales sometidas a esfuerzos de compresión, pero las columnas tienen un comportamiento diferente en la práctica ya que son sometidas a resistir cargas axiales y momentos flectores, estos dos componentes se les denomina un esfuerzo de flexo-compresión. Esta característica se le atribuye ya que por un lado soporta una carga axial pero que a la vez también es de compresión y está amarrado a un momento flector que es pasado propiamente por la viga, frente a ello la sección de una columna dependerá estrictamente de las cargas a la que está sujeta (momento flector y carga vertical).

➤ **Tirantes:** Tienen por definición a elementos estructurales que deben estar sometidos a una fuerza de tensión, así mismo se les conoce como tirantes o puntales de arriostramiento. Frente a esto se le atribuye características que debe tener esta carga, como la esbeltez y diseño del acero estructural, la selección de estos se los conforma por perfiles rectangulares, redondos, canales, ángulos, etc. (Roca, 2015, p.55)

➤ **Vigas:** Se las considera elementos estructurales de carácter horizontal lineal, su principal función es de sostener cargas de tipo vertical y en otros tipos como efectos de cargas horizontales como las de un sismo; en particular, si la sección varía en sus extremos

donde apoya la columna se le define como viga acartelada y el material por el cual se opta puede variar por conveniencia. Las vigas tienen a recibir cargas de un diafragma rígido para posteriormente pasarlas hacia los elementos estructurales verticales (columnas, placas). Para efectos de la modulación por ejes de la estructura, las vigas determinan por donde pasarán los ejes y donde exista una intersección se le sembrará una columna, otra característica es la actuar con resistencia ante una carga sísmica, no obstante las columnas y placas o muros de concreto armado, tienden a resistir como una unidad y dan una mayor rigidez lateral ante la fuerza horizontal de un sismo, como las fuerzas cortantes y momentos axiales, Frente a ellos en los procesos constructivos existen diversas tipologías de vigas como: peraltadas, chatas, invertidas, perfiles L, T, I, C, W, para su selección dependerá de la longitud de la mayor luz y el sentido del aligerado, viguetas (Bozzo y Barbat, 2000, p.219).

➤ **Losas:** Son diafragmas rígidos que tienen a dar mayor arriostramiento, por una parte, tienen la característica de soportar cargas verticales propiamente de tabiquerías y cargas adicionales que interactúan sobre ella, por otro lado, dan la horizontalidad a cada nivel y proporcionan el piso, techo a cada entre piso y así la estructura puede dar habitabilidad con una determinada función. Se le atribuye dos funciones primordiales para el análisis estructural; el primero está relacionado a cargas por efectos de la gravedad y la segunda por efectos del sismo; las cargas que se le relacionan las transmite a las vigas, para el diseño de una losa dependerá del tipo de estructura ya que existen losas de tipo aligerada, maciza, nervada, etc, y cada una de estas tienen a funcionar diferente para cada caso, la más utilizada dentro la construcción es la aligerada que está conformada por ladrillo de techo, acero de refuerzo, y concreto simple. (Bozzo y Barbat, 2000, p.220).

➤ **Muros o Placas:** Son elementos estructurales que están compuestos por concreto armado y que tienen la característica de ser muros verticales que dan mayor resistencia en la dirección que las ubique y otorgan mayor rigidez lateral debido a su mayor medida que es muy superior a su ancho. La placa de concreto armado posee los mismos esfuerzos a los que está sometido una columna, pero al tener una mayor sección en su longitud, les proporciona la mayor rigidez lateral y resistencia al corte, ya que las placas absorben las fuerzas del sismo (corte), para la ubicación en planta deberá ser estratégicamente ya que se debe prever las deformaciones por torsión cuando se las diseña de forma asimétrica.

1.3.2.3 Diseño preliminar o predimensionamiento.

“Ofrece las dimensiones mínimas requeridas para las secciones de elementos estructurales y de esta manera pertenezca una acertada respuesta estructural de las solicitudes por carga de gravedad y sísmicas. Por otra parte esta acción se la puede realizar en base a la experiencia, técnicas o métodos que representen la estructura como estáticamente estable”. (Muñoz, 2004, p.12)

1.3.2.4 Cuantificación de cargas.

El metrado de cargas es la determinación cuantificada de todas las sollicitaciones esperadas que actúan sobre la estructura. En primer lugar, se las debe dar una estimación de acuerdo a un cálculo aritmético, pero que se las precisa de mejor manera en las sucesivas repeticiones de su cálculo. El metrado de cargas es la técnica más efectiva para poder realizar una estimación de cargas actuantes sobre cada uno de los elementos estructurales (verticales, horizontales. Los resultados calculados en el proceso de metraje son aproximados que se desprecian efectos hiperestáticos que son propiamente de un momento flector en los elementos estructurales.

El cálculo de cargas que interactúan sobre los elementos estructurales nos ayudan además a poder identificar aquellas fuerzas exteriores que accionan sobre la estructura, y aquellos distintos efectos que pueden disminuir su comportamiento como los movimientos de los apoyos fijos, móviles; o las irregularidades de forma de la estructura. (Muñoz, 2004, p.96).

1.3.2.5 Tipos de cargas.

Toda estructura deberá poseer las condiciones necesarias para tener la capacidad de resistir las cargas que se le accione, de acuerdo a su funcionalidad, estas podrían ser de acuerdo a su carácter de acción como dinámicas, estáticas, etc. Estas al combinarse tendrán que accionar sobre la estructura y su posterior aplicación no deberá ejercer deformaciones considerables ni esfuerzos que ocasionen el colapso del elemento estructural, ya que estos no deben ser mayores a los valores de cada material estructural de acuerdo a su norma o especificación técnica (Muñoz, 2004, p.101).

a. Cargas estáticas.

Estas cargas tienen un accionar lento sobre la estructura, efecto a esto genera deformaciones y esfuerzos que alcanzarán sus valores máximos al accionarlas en conjunto con las cargas máximas cuantificadas, estas cargas no ocasionan vibraciones dentro de la estructura debido a su lenta aplicación, a la vez se las puede clasificar en carga muerta y carga viva.

- **Carga muerta.**

Este tipo de cargas comprenden al peso de cada elemento estructural que están comprendidos dentro la estructura, posee dos características como ser una carga de carácter de gravedad fija en cuanto a su posición y magnitud, ejemplos de este tipo de carga tenemos el peso de las columnas, vigas, losas, muros de concreto armado, acabados de pisos, tabiquerías, albañilerías, etc. El establecimiento total de estas cargas se determinará cuando el diseño haya finalizado, las normas como la E020 del RNE contempla datos cuantificados que dan una mayor referencia para poder realizar la magnitud de las mismas.

- **Carga viva.**

Esta carga considera aquellas cargas de gravedad, que acciona sobre la estructura cuando ésta se encuentra ya en funcionamiento, es decir establece aquellas cargas que pueden tener una variación en su ubicación y valor durante toda la utilidad que se le hará a la estructura. Dicho de otra manera, en este tipo de cargas se considera el peso de las personas ocupantes, de los mobiliarios, materiales, y aquellos elementos que tienen como característica ser movidos. Por ejemplo, el peso de las personas, el peso de las mesas o armarios, equipos de almacén, etc.

b. Cargas de sismo.

Estos tipos de cargas tienden a transmitirse a través del suelo, uno de los factores que influye en su ejecución son los terremotos que producen vibraciones horizontales y verticales. De los dos mencionados anteriormente el que genera un daño más significativo son las horizontales debido a que el terreno se mueve, y la inercia de la masa de toda la estructura tiene que soportar el movimiento, y es allí donde se produce el colapso de la estructura.

1.3.2.6 Evaluación o comprobación de seguridad y utilidad.

Una estructura debe garantizar la seguridad y utilidad para las personas que la usan, para realizar esta evaluación se debe verificar la resistencia de la estructura, que se calcula de acuerdo a un reglamento como la norma E030 del RNE sobrepasa a las demandas de las solicitaciones que se calcularon con anterioridad en la etapa previa, de acuerdo a esto si se verifica un margen de seguridad permisible por la estructura entonces se concluye el diseño de la estructura.

En esta etapa se utilizan los resultados del análisis para verificar si es que el diseño de la estructura cumple o no con lo estipulado en la norma en cuanto a seguridad. Si estos requisitos se cumplen, entonces se procede a realizar los siguientes pasos del proyecto como el diseño de la edificación, especificaciones de la estructura, y construcción de la misma. (MVCS, 2016, p. 18).

1.3.2.7 Diseño Sismorresistente.

La filosofía del diseño sismorresistente tiene como finalidad según el artículo 3; de la norma E030 del RNE-2106

- a) Evitar las pérdidas de vidas humanas ante cualquier evento de sismicidad.
- b) Asegurar la continuidad de las operaciones de los servicios básicos.
- c) Minimizar a toda costa los daños a la infraestructura. Se debe priorizar dar la protección completa y eficiente frente a todos los sismos que se puedan suscitar, ya que si existiera un sismo de gran magnitud el colapso no sería beneficioso ya que generaría costes sociales y económicos en la gran parte de las estructuras. Esta filosofía del diseño sismorresistente establece ciertos principios que ayudan a efectuar un buen diseño:

- Mediante el diseño correcto de la estructura esta no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas que la habitan, la estructura tendrá que soportar los movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el lugar.

- Si la estructura tiene un buen diseño estructural esta debería ser capaz hacer frente a movimientos telúricos moderados, ya que la estructura dentro de todo su tiempo de vida útil debe experimentar daños, pero estos deberían estar dentro los límites de los parámetros establecidos por a norma peruana. (MVCS, 2016, p. 82).

1.3.2.8 Análisis estático.

Llamado también análisis de fuerzas estáticas equivalentes, está dado por las solicitaciones sísmicas de un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masa de cada entrepiso de una edificación, su aplicación tendrá que ser en estructuras con regularidad en planta y de pisos bajos, esto se determina en el artículo 14 del RNE en la norma E030. (Wilson, 2004, p. 7).

a) Periodo fundamental.

El período fundamental en cada dirección se lo calculará de la siguiente manera:

$$T = \frac{hn}{Ct} \dots\dots\dots \text{Ec. 1}$$

Dónde:

CT = Tomará un valor de 35 para edificios que posea elementos de resistencia en cada dirección necesariamente son pórticos de concreto.

CT = 45 Este valor será efectivo para edificios que utilicen al concreto armado como material predominante cuyos elementos sismorresistente sean pórticos y comprendan placas que estén destinadas a ascensores y escaleras.

CT = 60 Este valor es referencial para estructuras de albañilería y también para todos los edificios de concreto armado donde se indique sus elementos de resistencia son muros de corte.

b) Fuerza cortante en la base.

La fuerza cortante total en la base de la estructura, para cada dirección se calcula de la siguiente manera:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P ; \text{ Se debe considerar un valor mínimo de: } \left(\frac{C}{R}\right) \geq 0.125 \dots\dots\dots \text{Ec. 2}$$

c) Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.

Mediante el cálculo del período fundamental (T), se debe determinar si este es mayor o menor que 0.70 s, si es mayor entonces una sección de la fuerza cortante V, denominada Fa, tendrá que aplicarse como fuerza en la parte superior de la estructura. Esta fuerza Fa se determinará mediante la expresión:

$$\text{Si: } T \begin{cases} > 70 \text{ seg. entonces: } Fa = 0,070.T.V \leq 0,15.V \\ \leq 70 \text{ seg. entonces: } Fa = 0 \text{ (nulo)} \end{cases} \dots\dots\dots \text{Ec. 3}$$

d) Efectos De Torsión

“El efecto de torsión actuará en el centro de masas de su nivel, por lo que para simplicidad de cálculos se supone que la fuerza para cada piso es (Fi), adicional a esto se debe prever, considerar el efecto de la excentricidad accidental como se menciona a continuación. Para cada tipo de dirección, la excentricidad accidental representada en cada nivel por (ei), se considerará como 0,05 veces la dimensión de toda la edificación en la dirección perpendicular a la de la sollicitación de las fuerzas” (MVCS, 2016, p.12).

En cada nivel adicionalmente a la fuerza actuante, se aplicará el momento accidental denominado Mti que se calcula como:

Donde:
$$Mti = \pm Fi.ei \dots\dots\dots \text{Ec. 4}$$

Mti: Momento torsor (i)

Fi: Fuerza actuante en el nivel i.

ei: Excentricidad en cada nivel i.

Considerando las excentricidades accidentales hará posible considerar el signo más desfavorable en cada nivel.

1.3.2.9 Análisis dinámico.

Para efectuar el análisis dinámico de una estructura, se utilizará la metodología de combinaciones espectrales, o también el análisis de tiempo por historia, si queremos estudiar una estructura convencional o regular se podrá utilizar la combinación espectral, pero si la edificación es de tipo no convencional o especial se tendrá que utilizar el análisis tiempo-historia. (Villarreal, 2015, p. 46).

El Análisis sísmico dinámico es el agregado de la investigación modal y espectral, sobre la base de que el examen sísmico dinámico es importante decidir, los marcos de tiempo de vibración, la base de los modos de vibración, las derivas paralelas y las cargas de configuración del terremoto, que se obtienen mediante el examen modular, los tiempos de vibración, el número básico de modos de vibración; y por un examen espectral, relocalizaciones de desplazamientos horizontales o laterales y cargas de configuración por temblor. (Villarreal, 2015, p. 46).

a) Análisis por combinación modal espectral.

Para estimar los modos de Vibración, se procede a utilizar un procedimiento de análisis que incluya las propiedades de rigidez lateral y la distribución de todas las masas que intervienen en conjunto a la estructura. (Villarreal, 2015, p. 47)

Para el análisis de Aceleración Espectral en cada una de las direcciones horizontales solicitadas se deberá utilizar un espectro inelástico que se le denomina pseudo-aceleraciones.

Donde:

Sa: Aceleración espectral

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \dots\dots\dots \text{Ec. 5}$$

g: Aceleración de la gravedad.

b) Fuerza Cortante Mínima en la Base.

Calculado las fuerzas cortantes estáticas y dinámicas se debe establecer que, para cada una de las direcciones estudiadas, la fuerza cortante mínima en la base de la estructura no debe ser menor que el 80 % del valor estimado según el Artículo 17 (17.3) de la norma E030-RNE para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares. (Villarreal, 2015, p. 48)

c) Análisis Tiempo-Historia.

El análisis tiempo historia se podrá aplicar siempre y cuando hay un comportamiento lineal y elástico, y para su posterior aplicación deberá existir por lo menos 5 registros de aceleraciones de tipo horizontal, además estas aceleraciones deberán responder a sismos reales o artificiales se podrá realizar suponiendo comportamiento lineal y elástico y deberán utilizarse no menos de cinco registros de aceleraciones horizontales, correspondientes a sismos reales o artificiales, para que exista una relación los registros deben estandarizarse para que la aceleración máxima corresponda a un valor máximo que se espera ocurra en el sitio.

Para edificaciones de uso especial se deberá realizar utilizando un comportamiento inelástico de todos los elementos estructurales que son importantes para el análisis dinámico tiempo-historia.

1.3.2.10 Diseño final.

Esta etapa comprende la última etapa del proceso de diseño de la estructura y/o selección del elemento estructural que permitirá que la estructura no colapse, en esta parte del diseño se procede a realizar los cálculos de los esfuerzos, deformaciones, etc. y se corrobora que las dimensiones iniciales del predimensionamiento cumplan con las solicitaciones, además se procede a la toma de decisiones, o sea se verifica que la estructura cumpla con los parámetros mínimos, y si los resultados son adversarios se procede a redimensionar los elementos estructurales que lo necesitan, establecido las cargas internas que hacen satisfacer a los lineamientos de estabilidad, resistencia, deflexión, seguridad y utilidad se procede a la conformidad, así mismo se ha logrado el equilibrio entre lo buscado y lo encontrado.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general :

¿Cómo evaluar la efectividad del análisis sismorresistente de la estructura en la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” de la ciudad de Cajamarca?

1.4.2 Problemas Específicos

¿Cuál es el estado actual de la infraestructura de la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito de Cajamarca?

¿Cuál es el comportamiento de los parámetros de diseño estructural de la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito de Cajamarca?

¿Cómo es el comportamiento sismorresistente de la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito de Cajamarca?

1.5 Justificación del estudio.

1.5.1 Práctica.

El carácter práctico de este estudio es de describir la situación actual de la institución educativa, explicar las posibles fallas que pueda presentar en cuanto a sismorresistencia y predecir los posibles refuerzos para un buen comportamiento sísmico, debido a que las normas vigentes de diseño en el Perú y en el mundo se actualizan constantemente por nuevas investigaciones, por lo que los parámetros de diseño sísmico van modificándose, frente a ello es necesario realizar estudios que contemplen las nuevas modificaciones en el análisis sísmico.

1.5.2 Teórica

La presente investigación se justifica teóricamente, teniendo como criterio los conceptos teóricos y prácticos de sismorresistencia, para tal efecto se tiene en cuenta el RNE, y específicamente para cálculos de evaluación de efectividad sismorresistente se utilizará las teorías de análisis sísmico estático y dinámico, que son propias de las Normas E-020, E-030, E-060, para posteriormente verificar que la I.E. “Rafael Olascoaga” cumpla con las exigencias mínimas exigidas por actual norma de diseño sismorresistente.

1.5.3 Social

La presente investigación será relevante para los moradores que residen en la ciudad de Cajamarca y de manera esencial para el personal administrativo, docente, de servicio, padres de familia y comunidad estudiantil de la I.E. “Rafael Olascoaga”-Cajamarca; ya que a través del estudio técnico de la infraestructura educativa (simetría, ductilidad, desplazamiento lateral, deformación lateral, etc) se determinará si cumple los parámetros mínimos de diseño y construcción establecidos en el RNE para ello realizamos el análisis sismorresistente aplicando el software SAP 2000 para luego en base a los resultados obtenidos verificar si cumple o no con las exigencias mínimas de seguridad señalados en la norma E-030. Y a partir de ello proponer si corresponde o no las recomendaciones de reforzamiento a la estructura a que diera lugar y con ello reducir la vulnerabilidad sísmica y el costo elevado en su mantenimiento.

1.6 Hipótesis de la investigación

El resultado del análisis sísmico aplicado a la estructura de la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito de Cajamarca, indica que cumple con las exigencias de la norma sismorresistente E-030 – 2016.

1.7 Objetivo de la investigación

1.7.1 Objetivo General

Efectuar el análisis sísmico para evaluar la efectividad sismorresistente de la estructura en la I.E N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito Cajamarca 2017.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual de la infraestructura de la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito de Cajamarca.
- Verificar los parámetros de diseño estructural de la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito de Cajamarca.
- Evaluar el comportamiento sismorresistente de la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” distrito de Cajamarca.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

2.1.1 Diseño

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), señalan que “el proceso de investigación no experimental se ejecuta sin alterar deliberadamente las variables en estudio”. (p.152).

El presente trabajo está basado en tener un esquema para la investigación no experimental, pues se basa en la descripción. En esta investigación, se considera a la evaluación sismicidad de la edificación empanzado por un marco teórico y sistemático en uso de la NTE E-030 Diseño Sismorresistente. Además, los estudios de carácter descriptivo se ciñen en tener que recoger datos que permitan describir la condición estructural y funcional de la edificación en estudio lo cual ayudara a obtener óptimos resultados.

Por otro lado, la investigación realizada es de corte transversal pues para Hernández Sampieri (2014), menciona que “los datos de corte transversal se recogen en un solo momento, o en un tiempo determinado y el objetivo es la descripción y explicación de las variables estudiadas para posteriormente analizarla y ver su incidencia en un momento dado” (p.154).

Lo que se asume en esta investigación es que no se va a alterar ni manipular las variables de estudio solo se va a observar el comportamiento sismorresistente de ellas en un tiempo determinado. Enseguida, se muestra el flujo del proceso de diseño de la investigación que siguió el presente estudio.

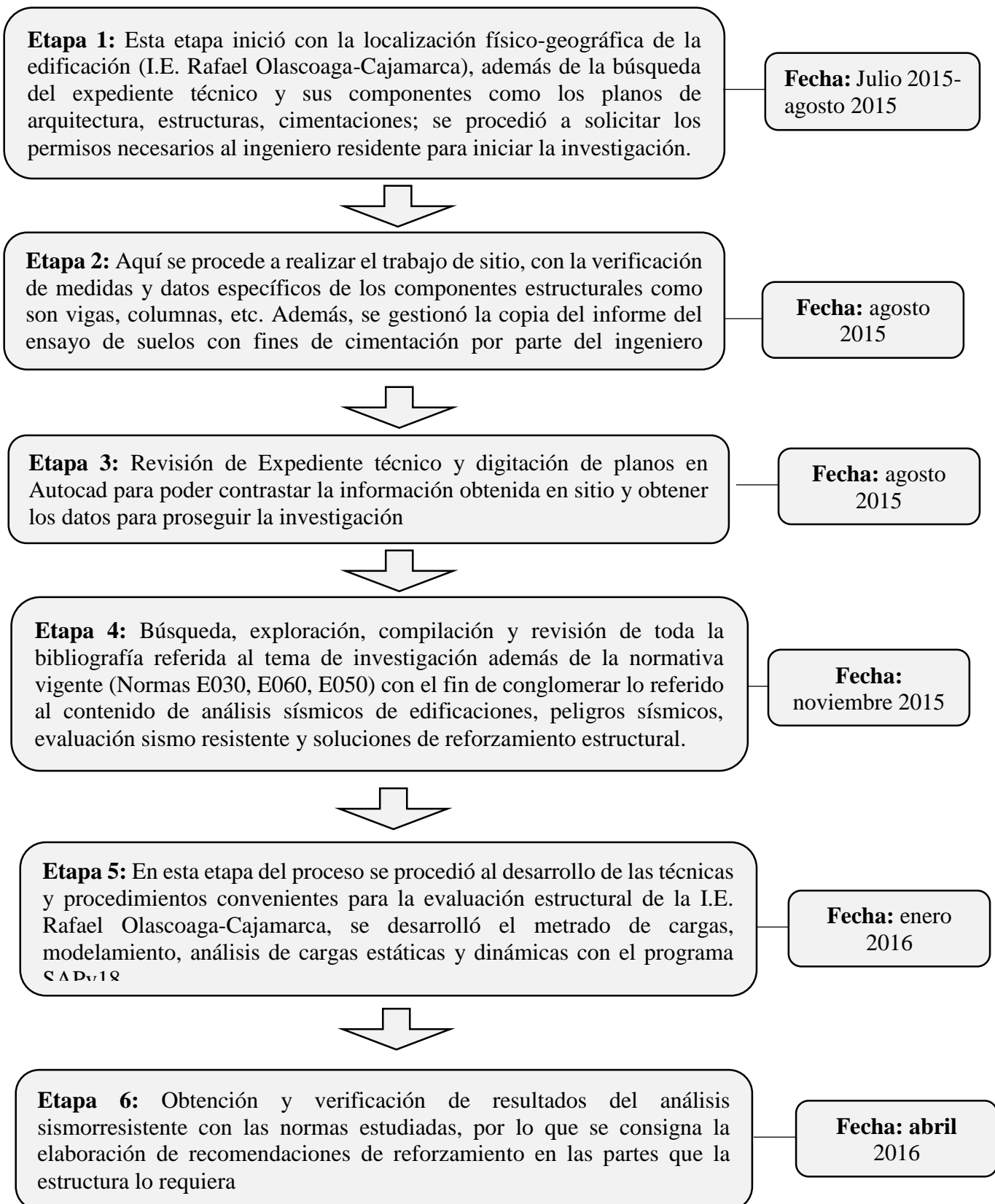


Figura 3 Etapas del Proceso de Investigación

2.1.2 Tipo de Investigación

Para Carrasco (2013), las investigaciones de carácter aplicado deben “poseer propuestas prácticas, inmediatas y bien definidas, donde se realiza el estudio para un saber actuar, modificar y producir cambios en cierto sector de la realidad” (p.43). De allí que el tipo de estudio es aplicado, ya que se orienta en un propósito práctico de observar el comportamiento de la variable de estudio, ante una evaluación de la efectividad sismorresistente aplicando conocimientos asociados a la normativa de sismorresistencia (E030)

2.1.3 Nivel o alcance de la Investigación

El autor Hernández Sampieri (2014, p.82), menciona que “el nivel de una investigación es la profundidad en la que el investigador desarrolla su trabajo. Por lo que categoriza a los niveles en, exploratorio, descriptivo, correlacional y el explicativo. Menciona que una investigación es exploratoria, cuando está orientada a definir las variables que definen un problema de investigación, este tipo de investigación es aplicada cuando no existe mucha información sobre el tema estudiado. El segundo nivel de investigación es llamado descriptivo y esto nos permite puntualizar contextos y sucesos, donde indica como es y cómo se manifiesta un determinado fenómeno y buscar dar una especificidad de criterios relevantes de individuos, grupos, etc. o de cualquier fenómeno sujeto a análisis, el tercer nivel de una investigación, es llamado correlacional, y establece las relaciones causales o correlacionales existentes entre variables de investigación. El último nivel, es llamado nivel explicativo, este pretende dar explicaciones a los fenómenos que se encuentran en el camino de la investigación, el autor considera que este último contiene a los dos anteriores.”

Definido estos niveles podemos establecer que la investigación es del tipo descriptivo ya que contempla el análisis e interpretación del fenómeno estudiado y trabaja sobre una realidad concreta, en este caso busca describir la evaluación de la efectividad sismorresistente de la I.E. Rafael Olascoaga de acuerdo a la norma técnica de sismorresistencia E030. Y además pretende dar explicaciones de los fenómenos encontrados en el proceso de evaluación.

2.1.4 Enfoque

Para Hernández Sampieri et al. (2014) menciona que el planteamiento de tipo cuantitativo es “secuencial y probatorio, donde el orden es riguroso, y parte de una idea donde se determinan metas e interrogantes para la investigación construyendo un alcance o lineamiento de carácter teórico” (p.4). Por lo que esta investigación tiene enfoque cuantitativo ya que tiene un proceso secuencial desde el inicio a fin, ya que se recolectan datos de la institución educativa, para poder probar la hipótesis de efectividad de sismorresistencia, y así poder llegar a nuestro objetivo de evaluación.

2.2 Variable y operacionalización de variable

2.2.1 Variables

Hernández Sampieri et al. (2014) menciona que “una variable es una propiedad que puede cambiar y que esta debe cumplir dos criterios para que sea susceptible, debe medirse y debe ser observable” (p. 105). Por lo que para efectos de esta investigación las variables que se han establecido son las siguientes.

V1 Independiente: Análisis Sísmico

2.2.1.1 Definición conceptual

Según Ghali, A. y Neville, A. (1983) en su libro “Análisis estructural” define el análisis sísmico como la determinación de las fuerzas de inercia inducidas por el sismo sobre la edificación; para luego, con dichas fuerzas, calcular los esfuerzos internos correspondientes en ella. Desde hace mucho tiempo atrás el método más frecuente considerado para el análisis de sismicidad en estructuras es el de Superposición modal espectral. (p.28)

2.2.1.2 Definición operacional

A través de la aplicación del análisis sismorresistente, se obtendrán los resultados estándar de la edificación a las tensiones sísmicas, que son:

- Los desplazamientos por cada piso corresponderán a las derivas laterales a las que está sujeta la estructura.
- Los esfuerzos que se dan debido a las fuerzas sísmicas en dirección horizontal que resultan entre los entrepisos que contienen los elementos de carácter estructural: placas, zapatas, columnas, vigas, muros, placas.
- La edificación en estudio se deberá analizar acorde con los criterios señalados en la norma de sismorresistencia.

2.2.2 Operacionalizacion de variable

VARIABLE	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ÍTEM
ANÁLISIS SÍSMICO	Según Ghali, A. y Neville, A. (1983) en su libro “Análisis estructural” define el análisis sísmico como la determinación de las fuerzas de inercia inducidas por el sismo sobre la edificación; para luego, con dichas fuerzas, calcular los esfuerzos internos correspondientes en ella. Desde hace mucho tiempo atrás el método más utilizado para el análisis sísmico de estructuras es el de Superposición modal espectral. (p.28)	A través del análisis sísmico, se obtendrán las respuestas estándar de la estructura a las tensiones sísmicas, que son: - Los desplazamientos por cada piso corresponderán a las derivas laterales a las que está sujeta la estructura. - Los esfuerzos que se producen ante las fuerzas de sismo horizontal generan sobre los entrepisos que contienen elementos de carácter estructural (zapatas, placas, columnas, losas, vigas y muros). - La estructura materia de investigación se deberá analizar acorde a como lo especifican los criterios desarrollados por la norma de sismorresistencia..	Estructura	Vigas y Viguetas	Ficha de observación
				Losas	
				Zapatas y Columnas	
				Muros	
			Metrado de cargas	Carga muerta	E-020
				Carga viva	
				Peso específico de los materiales	
			Análisis sismorresistente	Análisis Estático	E-030
				Análisis Dinámico	E-060
			Desplazamiento y distorsiones	Desplazamientos	E-030 E-060
				Distorsiones de entepiso	
				Esfuerzos	

2.3 Población y muestra

2.3.1 Unidad de Análisis

Según Hernández Sampieri, (2014, p.172) Menciona una definición sobre las unidades de análisis, ubicándolas como “los entes a los que el investigador tiene el interés o está interesado en obtener algún tipo de documentación. Por lo que una unidad de análisis podemos definirla como aquella que guarda características y/o atributos similares, y que tienen como objetivo ser la razón de interés de la investigación.” Frente a estos conceptos descritos anteriormente, procedemos a definir las unidades de análisis a utilizarse en la razón de ser de la presente investigación:

- Los agentes partícipes de la investigación son la edificación construida como es la institución educativa, construida con el diseño de planos, con la ejecución de maestros de obra y guiados por el ingeniero residente, y el uso de materiales de construcción de acuerdo a las características de la edificación.

2.3.2 Población

Hernández Sampieri, (2014, p.174) define a la población como “el universo o conjunto de todo siendo el caso en que concuerden con determinadas especificaciones.”

- Por lo que para interés de la presente investigación la población está dada por todas las I.E. de la ciudad de Cajamarca.

2.3.3 Muestra

Hernández Sampieri, (2014, p.175) menciona que la muestra es, “en esencia un subconjunto de la población, elegida bajo ciertos criterios, que dependen del estudio realizado, según este autor y otros existen principalmente dos tipos de muestra, las probabilísticas y no probabilísticas.”

- En la presente investigación se utilizará una muestra no probabilística, con una técnica de muestreo por conveniencia. Por lo tanto, se delimita la muestra de estudio en función al objetivo del presente trabajo que es efectuar el análisis sísmico para verificar la efectividad de sismorresistencia de la estructura en la I.E “Rafael Olascoaga”, frente a esto no es necesario el uso de muestras probabilísticas, en razón que la investigación se desarrollará

mediante el uso de contrastaciones numéricas con el objetivo de probar la hipótesis, por ello no es necesario el calcular el tamaño de la muestra ni de unidades muestrales. La muestra corresponde a la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga” – ciudad Cajamarca. Dicha edificación está compuesta por muros de albañilería y pórticos de concreto armado.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnicas

En correspondencia con los objetivos del presente estudio, se emplearon como técnicas la observación en sus modalidades directa e indirecta, ya que se observará el comportamiento sismorresistente de la estructura, teniendo en cuenta la norma técnica E.030 del 2016. Además, se tomará todos los datos necesarios como los expedientes técnicos, planos, toma de datos de campo y fotografías para llevar a cabo el análisis sísmico. Por otra parte, para Hernández (2014), “recoger datos involucra elaborar organizar un plan sistemático de etapas que conduzcan a recolectar datos con un determinado propósito” (p. 198). y la entrevista, ésta última orientada a la indagación de información de los módulos existentes referente a su antigüedad y antecedentes constructivos. Por último, los datos obtenidos se ingresarán al software SAP 2000 V18, para realizar un modelamiento y obtener los resultados del análisis sísmico.

2.4.2 Instrumentos de Recolección De Datos

El principal instrumento a considerar es la ficha de recolección de datos donde se introducirán los datos obtenidos y luego se procesarán para obtener los resultados de nuestros objetivos. Ver Anexo 1.

- Dimensiones en planta: esta característica implica la distancia que presenta el frontis de la institución y la profundidad; para la medición se utilizará la cinta métrica, la recolección de la información se realizará utilizando la ficha de recolección de datos.
- Niveles de la edificación: referido básicamente a la altura que presenta las muestras, la medición se realizará mediante el uso de una cinta métrica, y el recojo de los datos.

- Distribución de los elementos verticales: la medición y recolección de los datos relativos a la distribución de los elementos verticales se realizará utilizando una ficha de recojo de datos.

2.4.3 Confiabilidad de los instrumentos

Según Hernández (2014) “La confiabilidad se sintetiza al grado en que la aplicación de un instrumento de medición sea repetitiva, a los mismos objetos o individuos, producen resultados similares” (p.200).

Los datos recopilados confiables serán parámetros de diseño para desplazamientos laterales en base al modelado con el software SAP 2000 V18, y se contrastara con los valores especificados en la norma E.030 -2016.

2.4.4 Validez y Confiabilidad

Según Hernández (2014) “la validez, en términos generales, se refiere al grado que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir” (p. 200).

En este caso los instrumentos a utilizarse serán sometidos a juicio de expertos, los cuales tendrán que ser 3 profesionales de la carrera profesional de ingeniería civil especializados en el tema de estudio.

2.5 Métodos de análisis de datos

Hernández (2014) menciona que “los métodos de análisis de datos proponen representaciones de los roles en que se mostraron los investigadores en el campo y los tipos de observaciones que se utilizaron, siguiendo un procedimiento de codificación, y desarrollo de hipótesis” (p.202)

Por lo que los métodos de análisis de datos son procedimientos sistematizados que tienen por finalidad extraer y obtener toda la información relevante de un conjunto de datos medidos deliberadamente. Para interés de la presente investigación, que es evaluar la efectividad sismorresistente de una infraestructura en específico, se tiene en cuenta como guía la NTE E-030, de diseño sismorresistente y además se realizará un análisis en el programa computacional SAPv18, Autocad versión 2017 y Excel 2017, por lo cual está dividida en tres fases, el análisis

de las mediciones tomadas in situ, el análisis de los requerimientos utilizados por el software de modelamiento estructural SAP.v18, y finalmente el análisis de los resultados arrojados por el programa computacional estructural SAP v18. A continuación, se detallan cada uno de estos pasos:

2.5.1 Análisis de las mediciones tomadas In Situ

Este paso es considerado la base medular para los siguientes ya que da inicio con la medición de las características de la estructura de interés. Frente a esto, se debe proceder a medir las dimensiones, características, morfología, materiales estructurales intervinientes (horizontales, verticales), como columnas, vigas, losa aligerada, e incluso a elementos no considerados estructurales. La caracterización de los materiales que componen el sistema estructural es otro componente que tendrá que ser tomado en cuenta, para efectos de estos datos se hará uso de las especificaciones técnicas que están dentro del expediente técnico. Por ejemplo, para el concreto y acero tendrá que verificarse si se la resistencia ante la compresión y tracción. Finalmente, se determinará las condiciones del tipo de sistema estructural. En esta parte se procede a identificar el tipo de sistema estructural predominante, el cual tendrá que tener la naturaleza de los sistemas estructurales que menciona la norma de diseño sismorresistente E030 (2016): Sistemas de pórticos de concreto, Sistemas mixtos, Albañilería Confinada.

2.5.2 Análisis de los requerimientos utilizados por el software SAP.v18

Una vez tomados los datos in situ, estos deben ser analizados para efectuar la evaluación de la efectividad de sismorresistencia de la edificación, por lo que la información requerida por el software SAP v18, deberá ser completada para obtener un análisis confiable y exacto.

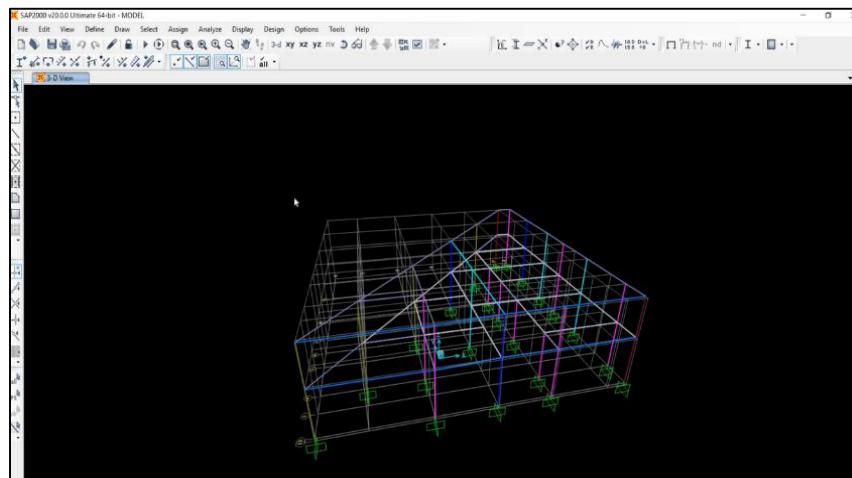


Figura 4 Modelación en SAP v18

2.5.2.1 Propiedades mecánicas de los materiales

Para cualquier tipo material las principales propiedades mecánicas más relevantes son la resistencia a la compresión (f_c) y el módulo de elasticidad (E_c), estos parámetros determinan los comportamientos de la estructura ante cualquier evento sísmico, por lo tanto, la obtención de estos datos dentro del reconocimiento in situ es de vital importancia.

2.5.2.2 Propiedades de las secciones de los elementos estructurales

Para cualquier elemento estructura es imprescindible conocer características más importantes de sus secciones, para ello se debe verificar y contrastar estas mediciones de ancho y profundidad, así como la cantidad y la disposición del acero en todo el elemento estructural.

2.5.2.3 Disposición de los elementos estructurales

Deben tener una distribución ordenada y regular dentro del espacio en donde van a forma su unificación, es decir, Digitar en el software donde se ubica cada elemento estructural y cómo interactúan unos con otros, esto nos permitirá generar vistas como por ejemplo veremos la figura 5.

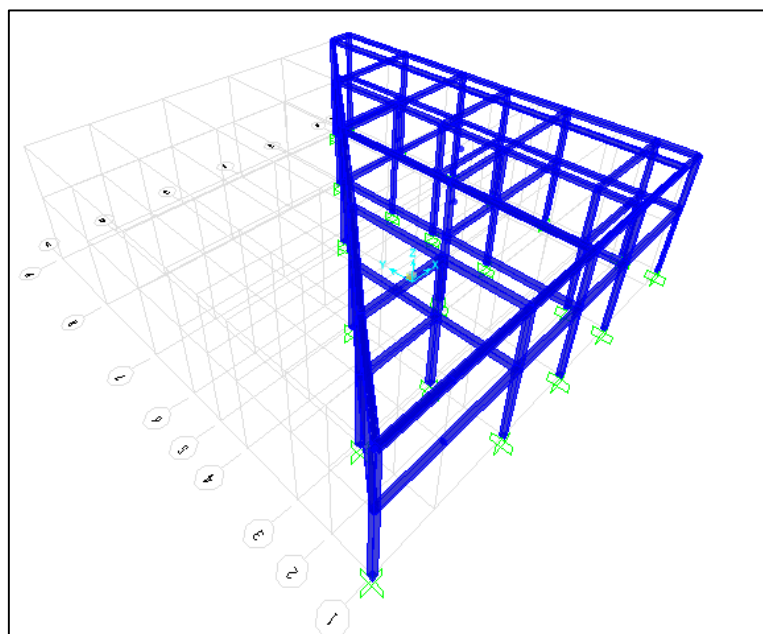


Figura 5 Unión de Elementos Estructurales SAP v18

2.5.3 Análisis de los resultados arrojados por SAP v18

Una vez procesado y contrastado toda la información es muy importante poder procesar, analizar los resultados del análisis obtenido, ya que el software solo nos arroja un valor numérico y el usuario es quien interpreta estos valores, para esto el software cuenta con una presentación que nos permite evaluar los resultados del análisis. En tal sentido podemos llegar a las siguientes conclusiones, que serán muy importantes para la investigación y serán usadas y para diagramar las deformaciones como se muestran en la figura 6.

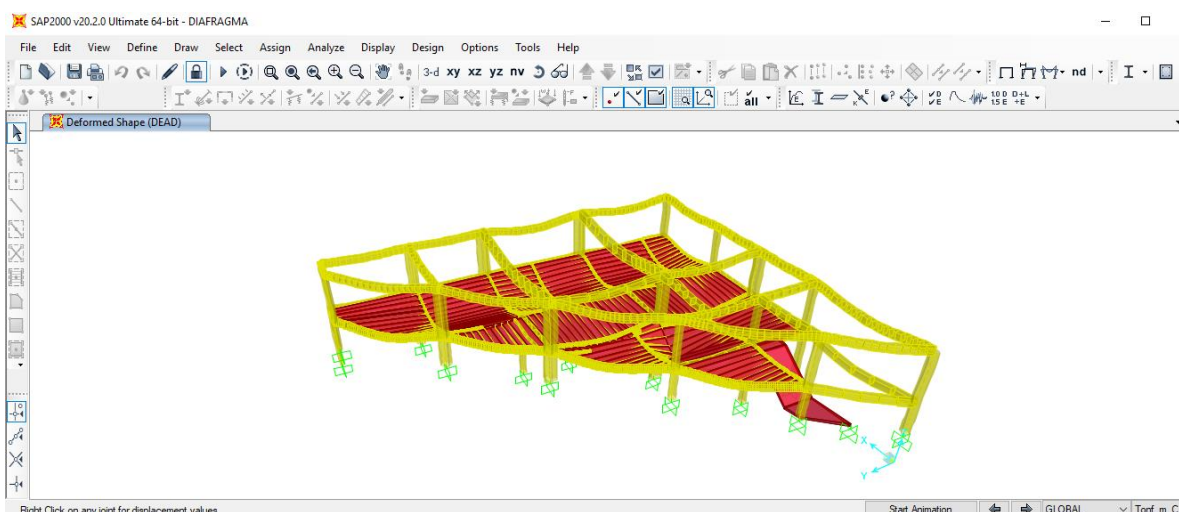


Figura 6 Resultados Obtenidos pos-modelación en SAP200 v18

2.6 Aspectos éticos

La información obtenida de fuentes de terceros ha sido citada cuidadosamente, de tal forma que se le brinde el reconocimiento específico a quienes generaron esta información. Además, conviene aclarar que todas citas de este trabajo han sido realizadas usando los estándares de la ISO 690, de igual manera los datos obtenidos serán descritos en la parte de discusión y análisis de resultados.

Por otra parte, el investigador promete que el documento brindado tan solo se usara para este proyecto sin ningún otro fin que no se el estudio y así mismo a no alterar los resultados obtenidos a través del proceso de estudio.

III. RESULTADOS



Figura 7 Vista Frontal de Edificación, Cajamarca

3.1 Descripción de la estructura

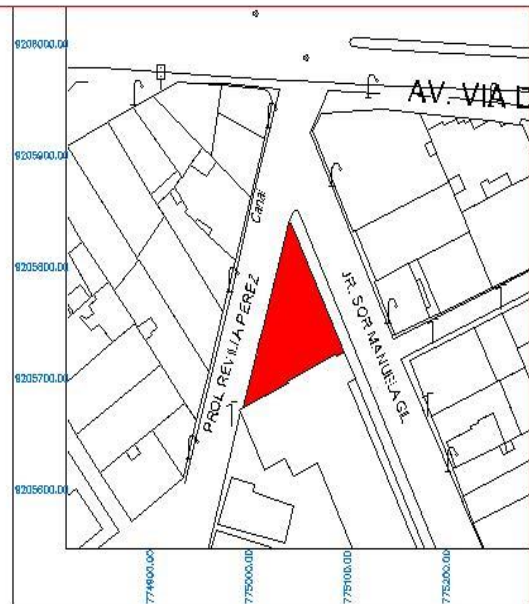
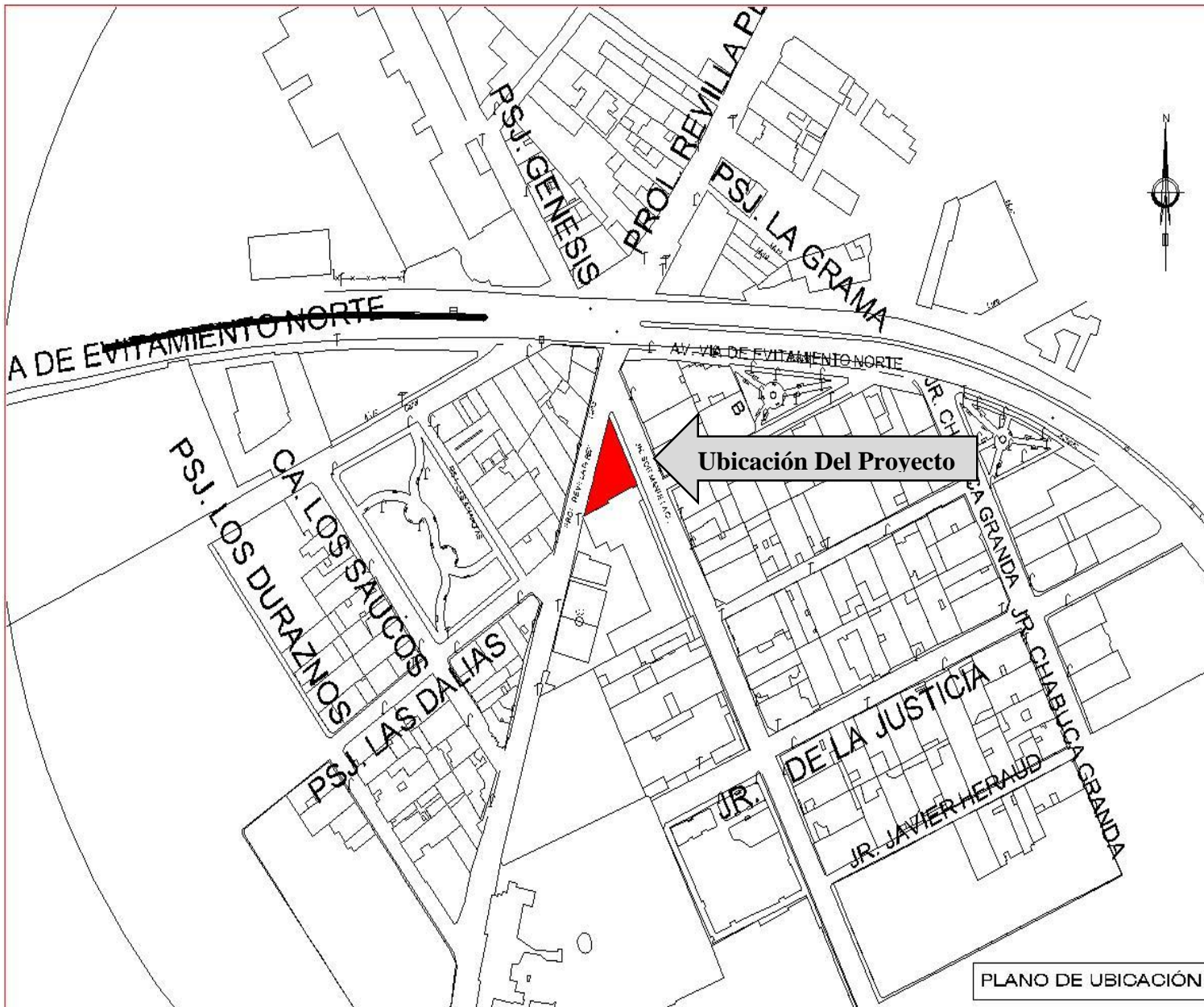
3.1.1 Ubicación, acceso y descripción del área de estudio.

Ubicación. La edificación por analizar es la I.E. N° 82015 “Rafael Olascoaga”, ubicado en el jr Revilla Pérez manzana 6 sector la Alameda barrio Pueblo Nuevo a 1,5km del centro de la ciudad de Cajamarca

- Provincia : Cajamarca
- Distrito : Cajamarca
- Coordenadas UTM : Este 774894 Norte 9209427
- Altitud : 2750 msnm
- Zona Residencial : RDM
- Sector Urbano : 5
- Altura de Edificación : 2 pisos
- Área Libre : 15.04%
- Área Total : 2489.36 m²
- Área construida : 287 m²

Aprobación De Proyecto Aprobado Con Resolución N°212-13-GI-MPC.

A continuación, presentamos el plano de Ubicación, planos de estructura que son parte de la presente investigación, los planos completos se pueden ver en el Anexo 3



Ubicación Del Proyecto

ZONIFICACIÓN
 AREA ESTRUCTURACIÓN URBANA
ESQUEMA DE LOCALIZACIÓN

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA
 PROVINCIA : CAJAMARCA
 DISTRITO : CAJAMARCA
 BARRIO : PUEBLO LIBRE
 DIRECCION : JR. REVILLA PEREZ

PROPIETARIOS:

FIRMA Y SELLO :

PROFESIONAL :

PROYECTO: LOTE MATRIZ PLANO:

UBICACION: jr. REVILLA PEREZ

ESPECIALIDAD:
 PLANO DE UBICACIÓN

ESCALA:
 INDICADA FECHA:
 Febre - 2019

PLANO DE UBICACIÓN

DATOS INFORMATIVOS		AREAS Y PERIMETRO		
		AREA LOTE MATRIZ	TOTAL	TOTAL
INSTITUCIÓN	RAFAEL OLASCOAGA - CAJAMARCA	PERIMETRO	287.02m ² .	287.02m ² .
DEPARTAMENTO	CAJAMARCA		79ml.	79ml.
PROVINCIA	CAJAMARCA			
DISTRITO	CAJAMARCA			
BARRIO	LA ALAMEDA			
DIRECCIÓN	JR. REVILLA PEREZ			



3.1.2 Descripción de la Arquitectura

La edificación consta de dos niveles distribuidos de la siguiente manera en el primer nivel ambientes para taller de carpintería uno, ambiente para aula uno, ambiente para guardianía uno; en el segundo nivel ambiente para almacén uno, ambiente para auditorio uno ambos niveles son interconectados a través de una escalera y a la vez cada nivel esta acondicionado con sus respectivos ambientes de servicios higiénicos.

Altura de edificación: La edificación posee dos pisos, el primer piso tiene una altura de 3,85m de entre piso y el segundo nivel tiene una altura de 3m de entre piso

Tabla 1 Alturas por piso de la edificación

Pisos	Altura (m)	Altura acumulada (m)
1	3.85	3.85
2	3.00	6.85
Total de altura de edificación		6.85

Fuente. Planos de arquitectura. Anexo 3.

3.1.3 Descripción de Elementos Estructurales

La edificación de estudio está constituida por 22 columnas distribuidas en el primer piso y 16 en el segundo nivel de forma. Rectangular, en T, pentagonal y hexagonal; cuyas dimensiones se anexan al final en la página de metrados.

Muros: Los muros que constituyen la estructura son muros de carácter portante; de albañilería y de tabiquería en las direcciones X-X e Y-Y cuyas dimensiones se especifican al final en el anexo de la página de metrados.

Vigas: Las vigas diseñadas y construidas en la estructura tienen las siguientes características:

- Primer piso: 35 Vigas en total diseñadas y construidas en la estructura en las direcciones X-X e Y-Y de las cuales 15 son vigas principales y 20 son vigas secundarias y cuyas dimensiones se especifican al final en la página de metrados.
- Segundo piso: Se tienen 23 Vigas en total diseñadas y construidas en la estructura de las cuales 10 son vigas principales y 13 son vigas secundarias y cuyas dimensiones se especifican al final en la página de metrados.

Vigas peraltadas: Se consideraron: 7 vigas peraltadas de 40cm, 1 de 60cm y 1 de 65cm de peralte en el diseño y ejecución de la construcción.

Losa aligerada: Solo se tiene una losa aligerada que está ubicada en el primer nivel con una altura de 20 cm y cuyas áreas de cada paño se diseñaron entre los ejes longitudinales y transversales sus dimensiones se especifican al final en la página de metrados. Así mismo se diseñaron y construyeron viguetas para el aligerado de diferentes dimensiones especificadas al final en la página de metrados.

Cercha metálica: Se ubica como cumbrera metálica en el segundo nivel cuyas dimensiones son: cercha A: 9,82 m; cercha B: 16,80 m y cercha C: 17.68 m. complementadas con viguetas metálicas que poseen una longitud en total de 138,09 m y correas metálicas de longitud total 375.94 m y la cobertura es de teja andina con un área total de 393m².

3.1.4 Condiciones de contorno de la zona

Está consolidada como zona urbana, a su alrededor existe la edificación del ministerio público de cuatro niveles y las demás son edificaciones que no son de alto riesgo que puedan poner en peligro la edificación que se proyecta, solo viviendas unifamiliares en su mayoría de dos pisos.

3.1.5 Estudio de suelos.

Según el estudio de microzonificación la edificación estaría emplazada en la zona urbana del distrito de Cajamarca el cual pertenece al sector 5, el suelo de fundación está constituido básicamente por arenas arcillosas de color marrón oscuro a claro, mezcladas con apreciable proporción de bolones aislados, arena y buena cantidad de finos plástico, se encuentran húmedas medianamente consolidadas; así mismo la calicata presenta en su primer estrato materia orgánica y un segundo estrato conformado por una arcilla inorgánica de alta plasticidad de color marrón oscuro mezclada con escasa cantidad de arena y exentos de grava, se encuentran húmedas medianamente consolidadas.

3.1.5.1 Calicatas

Para la determinación del perfil estratigráfico del área en estudio se realizó excavación de calicatas a una profundidad de -2,90 m donde no se encontró nivel freático; se tomó muestras disturbadas o alteradas de cada uno de los estratos realizándose el registro de las calicatas,

el tipo y profundidad de cimentación de la estructura es con zapatas interconectadas con las siguientes medidas 2,85 m de largo, 2,40 m de ancho y 1,90 m de alto con viga de cimentación de 5.45 m, 5,50 m, 3,40 m, 2,81 m , 3,80 m de longitud y sobre una arena arcillosa de color oscura con bolones aislados, grava, arena y finos plásticos. El factor de seguridad se considera 3.00, debido a la presencia de sales agresivas presentes en el estrato donde va a cimentarse se recomienda cemento portland tipo MS (proporción de sulfatos mayor a 150 p.p.m).

Según especificaciones técnicas del estudio de mecánica de suelos con objeto de cimentación:

- Tipo de Suelo : SC
- Peso Específico (γ_s) :1800 Kg/m³.
- Capacidad portante (σ'_t) :1.05 Kg/cm².
- Nivel freático : 2.90 m No se encontró nivel freático
- Profundidad mínima de desplante :-1.80 m (referido al N= NTN).
- Capacidad admisible del terreno : 1.14 Kg/ cm².

3.1.5.2 Profundidad Recomendada de Cimentación

Debido a las características del terreno a cimentar y a las cargas transmitidas debidas al peso muerto y vivo se recomienda cimentar a una profundidad de -2,90 m y con una profundidad mínima de desplante -1,80m por las consideraciones descritas en el estudio de suelos Se cimentará sobre zapatas de dimensiones: 2.40 m x 2,85 m; 2.00m x 2.40m ;1.80m x 1.50m y de 1.80m x 2.85m ; interconectadas con vigas de cimentación de 0,25m x 0,40m para una capacidad admisible del terreno de 1,14 kg/cm² y sus respectivos asentamientos máximos inmediatos son 0,58 cm focalizados en el centro, además se señala que no se pudo encontrar el nivel freático en la calicata de mayor profundidad de -2,9 0 m.

3.1.5.3 Perfil Estratigráfico

En base al trabajo de campo y ensayos de laboratorio se tiene una estratigrafía variada la cual tiene las siguientes características el segundo estrato es una arena arcillosa con boloneria y proporciones apreciables de grava (48,6% arena (27,3%) y finos plásticos, se encuentra húmeda medianamente consolidada así con los siguientes porcentajes de 1m a 1.80m 19,45% de 1.80m a 2.90m 19,44% ; En suelo : de 1m a 1.80m suelo de grano fino inorgánico y con arcilla de alta plasticidad; de 1,80m a 2,90m suelo granular grueso y con arena arcillosa.

3.2 Calidad de los materiales usados.

3.2.1 Concreto:

Es un material compuesto en su mayoría por cuatro elementos básicos como: piedra, arena, cemento y agua, el cual es reforzado con acero de refuerzo. En la edificación mayormente se usó concreto armado cuya resistencia a la compresión se detalla a continuación.

- Módulo de Elasticidad (E) = 2000 000 Kg/cm²
- Columnas, vigas, vigas de cimentación, losas, zapatas: resistencia ($f'c$) = 210 kg/cm²
- Peso Específico (γ_c) : 2400 Kg/m³ (concreto armado)
- Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm² (G° 60)
- Acero Corrugado. (ASTM A 615)
- Resistencia ($f'c$) : 210 Kg/cm² (Columnas, Placas, Vigas y Losas)
- Módulo de Elasticidad (E) : 217370.6512 Kg/cm² ($f'c = 210$ Kg/ cm²)
- Módulo de Poisson (u) : 0.20

3.2.2 Albañilería confinada :

- Resistencia ($f'm$) : 65 Kg/cm² (Muros de Albañilería Confinada)
- Módulo de Poisson (u) : 0.15
- Módulo de Elasticidad (E) : 32500 Kg/cm² ($f'm = 65$ Kg/ cm²)
- Acero corrugado (astm a605)
- Peso Específico (γ_c) : 1800 Kg/m³ C.
- Módulo de Elasticidad (E) : 2100,000 Kg/ cm².
- Resistencia a la fluencia (f_y) : 4,200 Kg/ cm² (G° 60).

3.2.3 Ladrillos de poliestireno expandido (techos aligerados):

- Peso Específico (γ_c) : 200 g/Und. (Unid. .30x.30x.15m).
- El peso unitario (0.30x0.30x0.15m) en poliestireno expandido es: 200 g/und.

3.2.4 Recubrimientos mínimos (r):

- Vigas, Columnas : 4.00 cm.
- Losa Aligerada : 2.50 cm.
- Escaleras, vigas chatas : 2.50 cm

3.3 Normatividad Empleada

Según el reglamento nacional de edificaciones (Perú) NTE tenemos:

- A.C.I. 318 – 2011 (American Concrete Institute) - building code requirements for structural concrete
- NTE E.030 “Diseño sismorresistente”- 2016 .- D.S 0030-2016
- NTE E.090 “estructuras metálicas”
- NTE E.070 “albañilería”. - Resolución N° 290-2005
- NTE E.050 “suelos y cimentaciones”. - Resolución N° 290-2005
- NTE E.060 “concreto armado”. - D.S. 0.10 -2009
- NTE E.020 “Cargas” .- Resolución Ministerial. N° 290-2005-

3.4 Cargas.

Peso. Según norma E 030 de la NTE la edificación está ubicada dentro de la clasificación A2 edificaciones esenciales y su factor de uso $U = 1,5$ por ello según dicha norma se aplicará el 50% de carga viva

3.4.1 Carga Muerta

Son los pesos propios de los elementos estructurales que se transmiten estos pueden ser: losas, vigas, columnas, placas, al cual se le agrega el peso de acabados 100kg/m^2 y el peso de tabiquería de 150kg/m^2

3.4.2 Carga Viva

Según el tipo de ocupación que tendrá la estructura se asigna una carga mínima de 300kg/m^2 de acuerdo a lo especificado en norma E.020 cargas.

3.4.3 Combinación de cargas

Según lo establecido por el RNE en la norma E.060 de concreto armado se pueden mencionar las combinaciones de cargas últimas de diseño para la edificación en estudio las cuales figuran en la tabla 15.

3.5 Estructuración del edificio

Para la estructuración del edificio se emplea en primer lugar una distribución de aulas, talleres en el primer piso y de auditorio en el segundo piso, posteriormente esto servirá como apoyo para poder estructurar a la institución educativa, a continuación, mencionamos algunos de los procedimientos para su desarrollo.

- a. El sistema a emplear en este tipo de edificación será de pórticos de concreto armado, que está formado por vigas peraltadas, columnas, losas, y que se ubicarán para soportar fuerzas en la dirección X-X, para proceder con la estructuración siempre se debe buscar la simetría tanto en planta como en la elevación, ya que esto nos permitirá que estructura pueda resistir deformaciones por torsión.
- b. Para el caso de la dirección Y-Y, estableceremos un elemento estructural de tipo albañilería confinada, esto será posible si es que la distribución arquitectónica permita establecer muros de carácter portante, así mismo se siembran columnas dentro la estructura, estas a su vez otorgarán la capacidad de transmitir cargas de las vigas y aportarán una mayor rigidez de la estructura. Es por ello que en la presente edificación se diseñaron 12 columnas de morfología irregular, debido a la irregularidad en planta del terreno
- c. Establecido los elementos estructurales verticales se procede a realizar su amarre mediante vigas, estos elementos son necesarios ya que en conjunto con las columnas establecen los pórticos, y dan una mayor resistencia, además se optará por utilizar vigas peraltadas en donde exista mayores distancias de luz; (en la presente estructura se utilizó un peralte máximo de 40cm), por otro lado, también se utilizarán las vigas chatas en para los tabiques que estén paralelos al sentido del aligerado.
- d. Para el diafragma rígido en el primer nivel se utilizará una losa de tipo aligerada, está tendrá dos direcciones, ya que en algunos paños conviene aligerar para el sentido “X” y para otra sección conviene la dirección “Y”, en el caso del segunda nivel se utilizará una cobertura con tijerales metálicos con teja andina.

3.5.1 Predimensionamiento.

Una vez idealizado los elementos estructurales procedemos a predimensionar cada uno de ellos de acuerdo a la norma RNE, donde establece criterios para el predimensionamiento.. (Blanco, 1999, p.35)

3.5.1.1 Predimensionamiento losas aligeradas.

El primer paso para el predimensionamiento de la losa aligerada en el primer nivel, debemos considerar el espesor que esta tendrá, este valor tendrá que determinarse de acuerdo a la mayor luz libre, cabe resalta que esta sección contemplará los 5 centímetros de sobre losa. (Blanco, 1999, p.35)

Tabla 2 *Espesores típicos y luces máximas recomendadas para losas*

H= 17 cm	Luces menores de 4 m.
H= 20 cm	Luces comprendidas entre 4 y 5.5 m.
H= 25 cm	Luces comprendidas entre 5 y 6.5 m.
H= 30 cm	Luces comprendidas entre 6 y 7.5 m.

Fuente: Blanco. (1999)

El espesor elegido deberá ser uniforme tanto para los aligerados en dirección X e Y, y tendrán un orden peso según el RNE de 300 kg/m².

En nuestro caso el peso de la losa aligerada diseñada será de 300 kg/m² y el paño de mayor luz libre (ln), según los planos ubicados en el anexo 3 del presente trabajo, tiene una luz libre (ln) igual a 5.06m, siendo la luz más crítica, por lo tanto, por convencionalidad se opta una losa con un espesor de e=0.20m.

3.5.1.2 Predimensionamiento de vigas.

El predimensionamiento de estas dependerá exclusivamente de los sentidos de los aligerados, para tal efecto debemos establecer las vigas que son parte del sistema de sismorresistencia en este caso se las denomina principales, en estas será donde apoyará las

viguetas y las vigas secundarias, cabe mencionar que para la formación de pórtico será establecido por columnas y vigas de responsabilidad sísmica (principales), en el caso de la secundaria no recién cargas de sismo. (Blanco, 1999, p.35)

Para no tener deflexiones a cada distancia entre columnas se tendrá que elegir la dimensión de la viga de acuerdo a la siguiente tabla, en el caso de la presente estructura se utilizó distancias menores a 6.5m

Tabla 3 *Espesores típicos y luces máximas para vigas*

$L \leq 5.5 \text{ m}$	25x50, 30x50
$L \leq 6.5 \text{ m}$	25x60, 30x60, 40x60
$L \leq 7.5 \text{ m}$	25x70, 30x70, 40x70, 50x70
$L \leq 8.5 \text{ m}$	30x75, 40x75, 30x80, 40x80
$L \leq 9.5 \text{ m}$	30x85, 30x90, 40x85, 40x90

Fuente: Blanco. (1999)

Vigas con responsabilidad sísmica.

La norma E.060 en el artículo 25 menciona que para efectos de una viga con responsabilidad sísmica (principal) esta deberá tener un peralte que multiplicado cuatro veces sea menor a la distancia de la luz libre, debido que, si tenemos una luz libre muy pequeña, estará sujeta a esfuerzos cortantes, y así mismo serán mayores los momentos flectores y estaremos aludiendo el principio diseño por flexión.

Para el caso de la presente estructura las luces más críticas se encuentran ubicada en los tramos I-J, I-H, 1-3, 1-2 La longitud más crítica para este caso se encuentra entre los ejes 1-2 con 1.50.m. Aplicando la siguiente ecuación tenemos:

$$h < \frac{ln}{4}, \quad h < \frac{1.50}{4} = 0.37 \quad \text{.....Ec. 6}$$

Por otro lado, se recomienda que las vigas sísmicas deberán poseer un peralte dentro las proporciones 1/12 a 1/10 de la longitud de la luz libre (Blanco, 1994, p.36).

En los ejes 2-3, 5-6, 4-5 de los dos niveles típicos tienen la mayor luz libre de 6.43 m, siendo esta la mayor luz libre que se presenta en toda la estructura:

$$h = \frac{ln}{12} = \frac{6.43}{12} = 0.53 \quad \text{ó} \quad h = \frac{ln}{10} = \frac{6.43}{10} = 0.64 \quad \text{.....Ec. 7}$$

De acuerdo a lo anterior se procede a realizar un promedio aritmético de los dos, dando como resultado un peralte de 60cm para todas las vigas de responsabilidad sísmica que forme pórticos de concreto armado, cabe resaltar que para el caso de otras vigas se considera un peralte de 40cm debido a su menor a distancia de luz libre, Por otro lado en cuanto al ancho de las vigas según la Norma E.060 en el artículo 21 indica que ésta no debe tener una longitud menor a 0.25 veces el peralte ni deberá ser menor a 25 cm. En el caso de que las vigas tengan gran peralte, se la debe planificar de acuerdo a la condición más favorable en el caso de la presente estructura se utilizó la sección de 30x60 cm para las vigas que se encuentran en los ejes: B-B, C-C, E-E, F-F G-G, H-H, I-H. Y de 25x40 para las vigas 1-1, 3-3, 4-4, 5-5, 8-8 que también tiene una responsabilidad sísmica. (Blanco, 1994, p.36).

Vigas secundarias.

Estas vigas solo están diseñadas para ser accionadas por cargas de gravedad, para el procedimiento de sus dimensiones pueden ser menores a las de vigas principales con responsabilidad sísmica, teniendo en cuenta a los requerimientos de la estructura se utilizó una sección 25x40, ya que estas no forman pórticos de concreto armado con las columnas.

3.5.1.3 Predimensionamiento de columnas.

Para el predimensionamiento de las columnas se establecen dos tipos de casos para poder dar un criterio de estructuración (Blanco, 1999, p.41)

- a) “Si se trata de estructuras con pocos pisos de uso y luces de importancia relevante, se debe considera que los momentos producirán excentricidades importantes y por lo tanto se debe buscar que las secciones tengan un peralte importante para el momento más crítico” (p.41)
- b) “Por otro lado para estructuras que utilicen a la albañilería confinada como muros de corte en ambas direcciones (X e Y), donde la rigidez lateral y la resistencia van a estar sujetos a los muros portantes, por lo tanto, las columnas que soporten valores mayores a 200tn según el metrado de cargas se debe utilizar la siguiente ecuación” (p.41)

$$\boxed{\text{Área de columna} = \frac{P_{\text{Servicio}}}{0.45 f'c}} \dots\dots\dots\text{Ec. 8}$$

c) “Para el mismo tipo de estructura, el dimensionamiento de las columnas con una menor carga axial por el centro del elemento estructural como las columnas esquinas o exteriores, también se podrá utilizar la siguiente fórmula” (p.41)

$$\boxed{\text{Área de columna} = \frac{P_{\text{Servicio}}}{0.35 f'c}} \dots\dots\dots \text{Ec. 9}$$

Este tipo de fórmula se debe a que las columnas de tipo esquineras tienen una menor área tributaria y por lo tanto una menor carga axial que las columnas de tipo central o interiores, así mismo, para estructuras de pocos niveles que contemplan cargas menores a 200tn, las columnas deben tener secciones de la siguiente manera $1,500\text{cm}^2$ a $2,000\text{cm}^2$

d) El peralte de una columna en las de tipo esquineras o exteriores debe ser dimensionado con minuciosidad, además se debe buscar que la dirección transversal sea mencionada en el proceso de dimensionamiento de las direcciones que resistirá. Para este caso es muy importante el diseño de columnas o placas de concreto armado en forma de “L”, o de tipo “T” que garantizarán mejores características de amarre o confinamiento, frente a esto se debe utilizar una combinación de formas como las rectangulares, cuadradas; que cumplan la resistencia en la dirección principal para columnas exteriores y de dirección secundaria para interiores.

3.5.2 Metrado de cargas de gravedad.

Para realizar un análisis sísmico se debe utilizar un metrado de cargas de gravedad, donde se procede a calcular cada área tributaria de cada elemento estructural. Esta área es específicamente el área donde someten cargas de los demás elementos estructurales como vigas, losas, albañilería, tabiquería. Para el proceso de cálculo de los elementos estructurales verticales debemos definir todos los pesos que estipula la sección de cargas en la norma E.020, estos pesos serán de gran utilidad al momento de calcular la carga muerta (CM), así la siguiente tabla específica los índices por metro cuadrado para cada caso. (Morales, 2006, p. 1)

Para la Carga Muerta (CM):

Tabla 4 *Espesores típicos y luces máximas recomendadas para carga muerta*

Peso del concreto	2.4	tn/m ³
Peso del aligerado	0.3	tn/m ²
Peso piso terminado	0.1	tn/m ²

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

Para la Carga Viva (CV):

Tabla 5 *Espesores típicos y luces máximas recomendadas para carga viva*

s/c aulas	0.3	tn/m ²
s/c corredores y escaleras	0.4	tn/m ²
s/c techo inclinado	0.05	tn/m ²
Peso tabique	0.1	tn/m ³

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

3.6 Modelación de la estructura en SAP v18

3.6.1 Definición de Malla

Para la realización del análisis sismorresistente de la edificación se ha usado el programa SAP2000 Versión 18, Por lo que iniciamos ingresando al software, “File” -> ”New Model” para realizar el nuevo modelo.

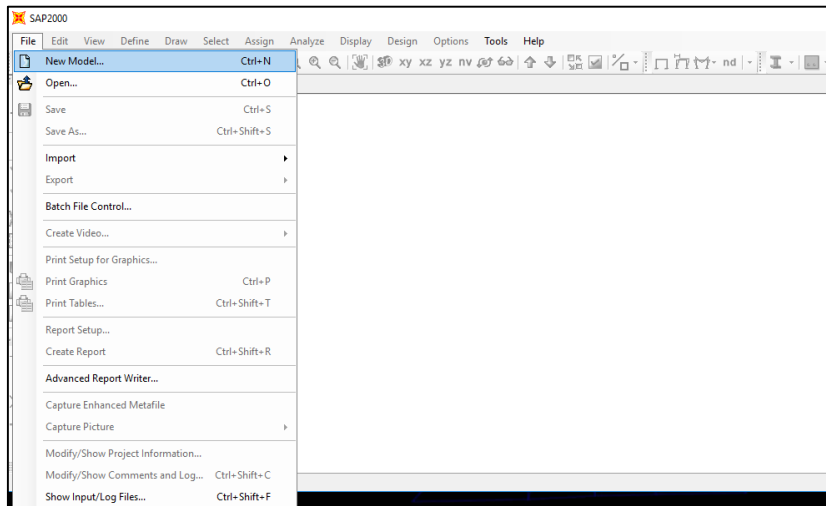


Figura 8 Ingreso a Interfaz de SAP2000 v18

- a. Procedemos a insertar la grilla de la edificación que no es otra que la intersección de los ejes estructurales

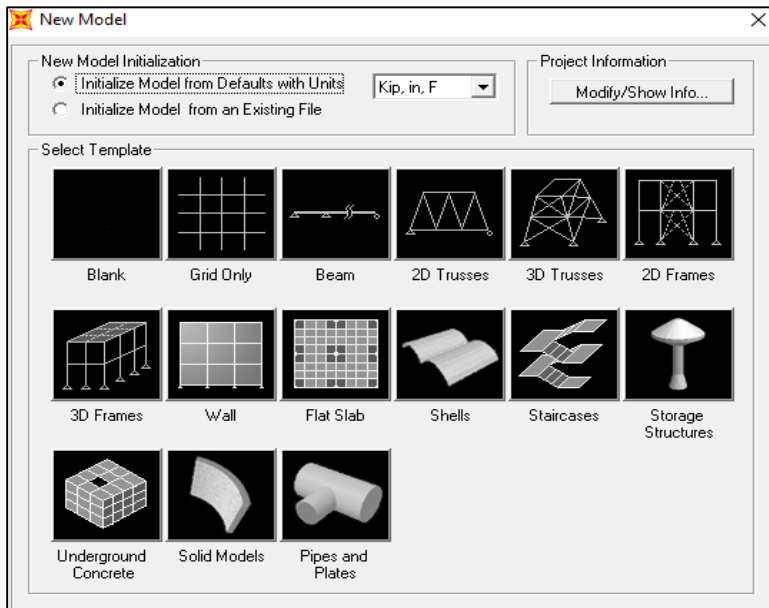


Figura 9 Selección de Grilla para la edificación irregular

- b. Ingresamos a 3D frames para editar la Grid

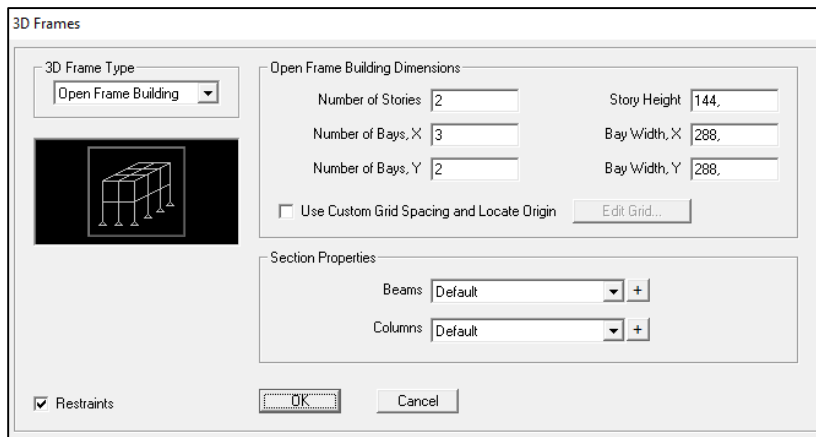


Figura 10 Ingreso a 3d frames para editar Grid

- c. Definimos los ejes ingresando las distancias acumulativas en el eje x, y e z, para ello tomaremos como referencia la planimetría de la I.E. Rafael Olascoaga, cabe mencionar que los nodos serán determinados en cada eje de la estructura.

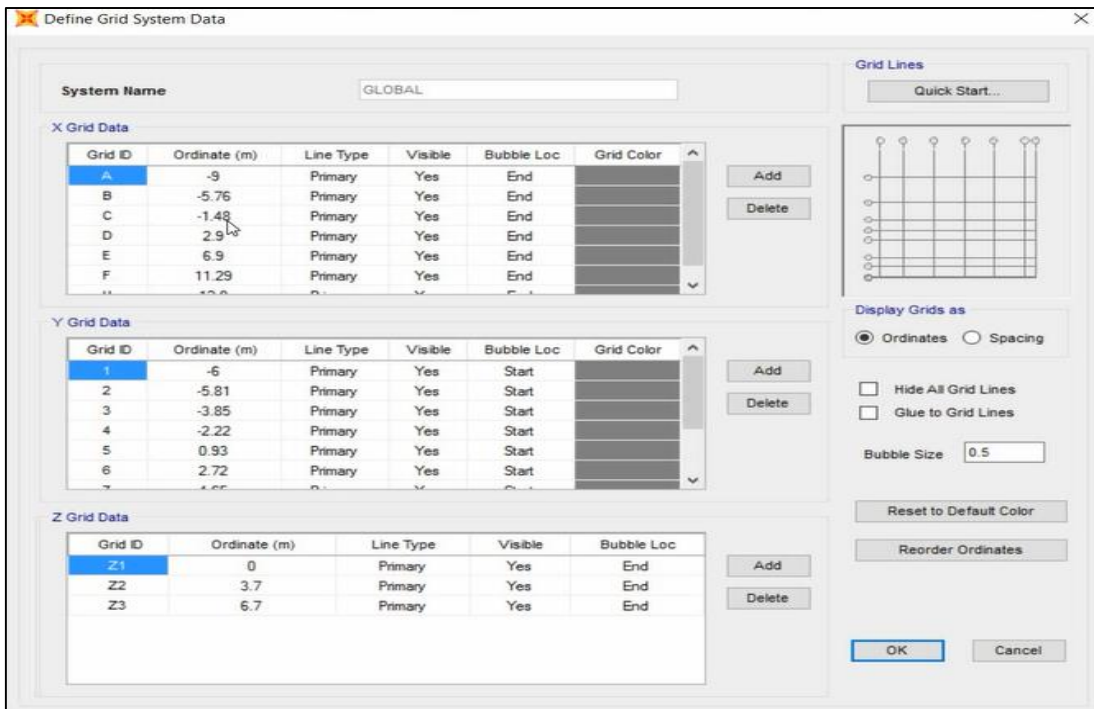


Figura 11 Definición de los ejes de la edificación

d. Aparecerá la idealización gráfica en líneas de la estructura, y a partir de aquí empezaremos a asignar valores a cada elemento de la estructura según establece la planimetría en la edificación.

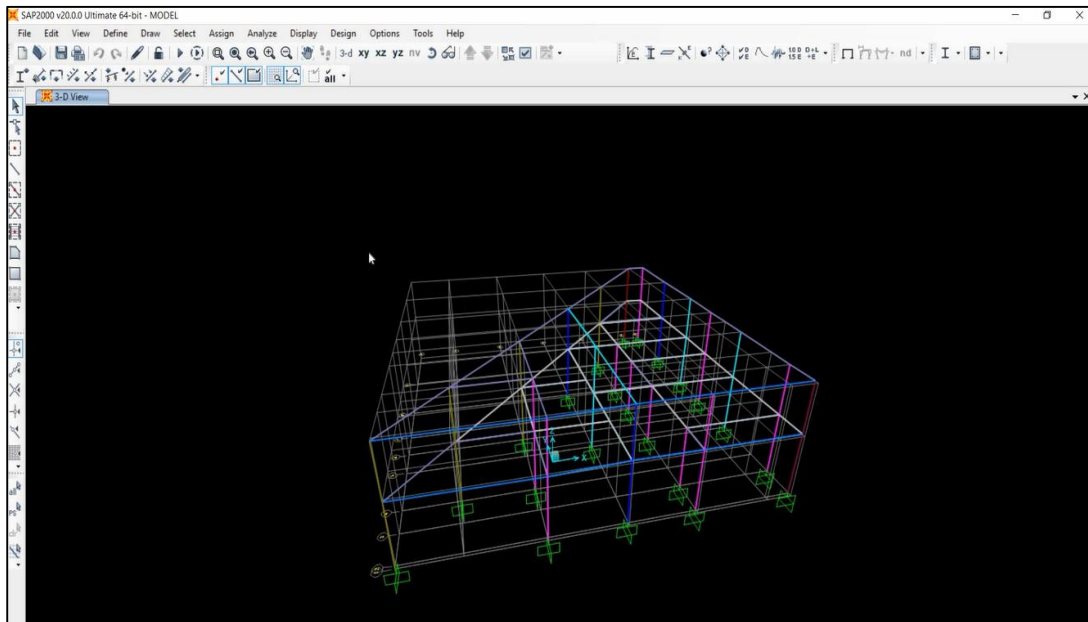


Figura 12 Idealización de la estructura con vigas y columnas unidas

3.6.2 Definición De Los Materiales:

- a. En esta sección aplicaremos la definiciones y características específicas de los materiales utilizados en la edificación, para el concreto se utiliza $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

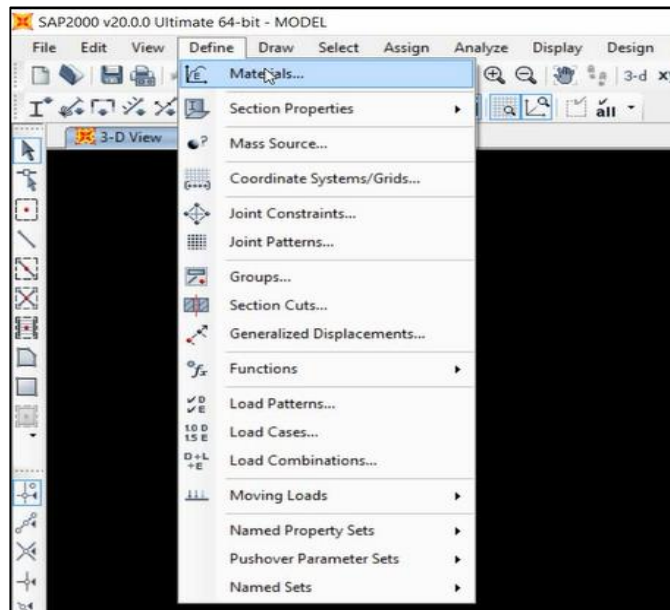


Figura 13 Definición de los Materiales para los elementos estructurales

- b. Luego procedemos a insertar a cada material de acuerdo a su tipo, iniciamos con el concreto 210 kg/cm².

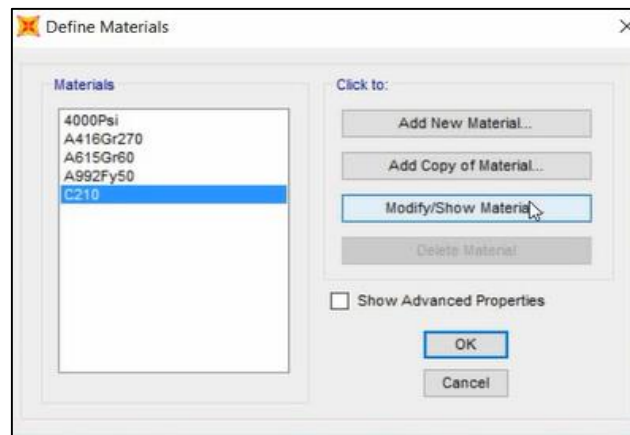


Figura 14 Inserción de cada material a su tipo

- c. Ahora procedemos a dar definición a todas las especificaciones técnicas del concreto, tal y como se muestra en la figura.

- Anotamos 1 módulo de elasticidad = 2170000
- Asignamos el valor del peso específico del concreto = 2.4
- Asignamos la resistencia del concreto $f'c = 2100$

- Ingresamos el módulo de POISSON = 0.25



Figura 15 Ingreso de la resistencia del concreto 210

3.6.3 Definición De Las Secciones

- Ahora procedemos a ingresar las secciones de los elementos estructurales tanto verticales, como horizontales.

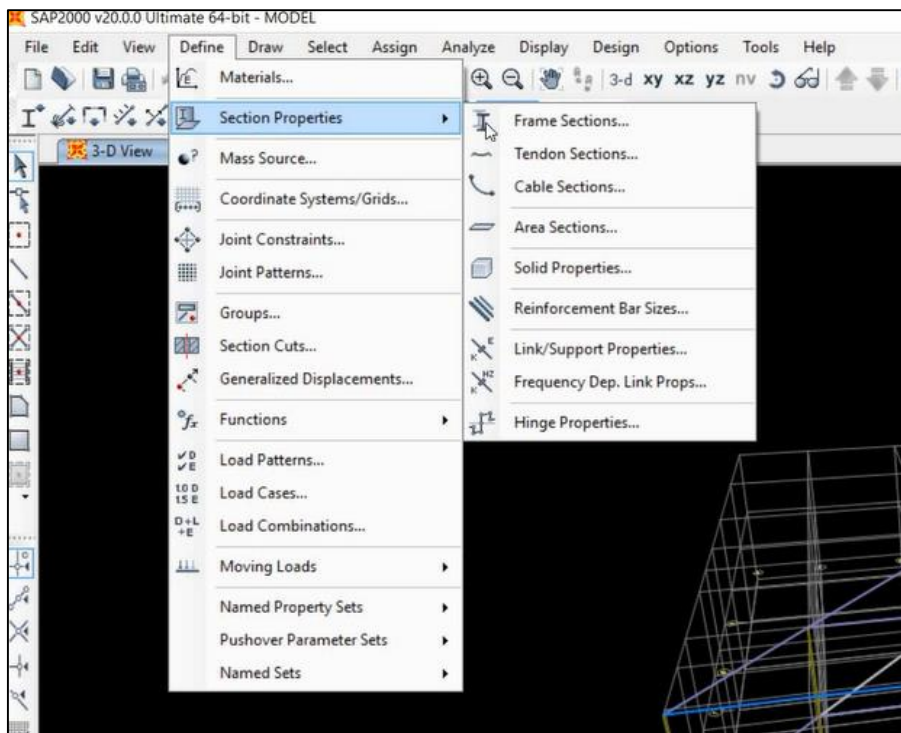


Figura 16 Asignamos los valores de cada elemento estructural.

b. **Columna:** Para la asignación de columnas se sigue la siguiente ejecución de comandos:

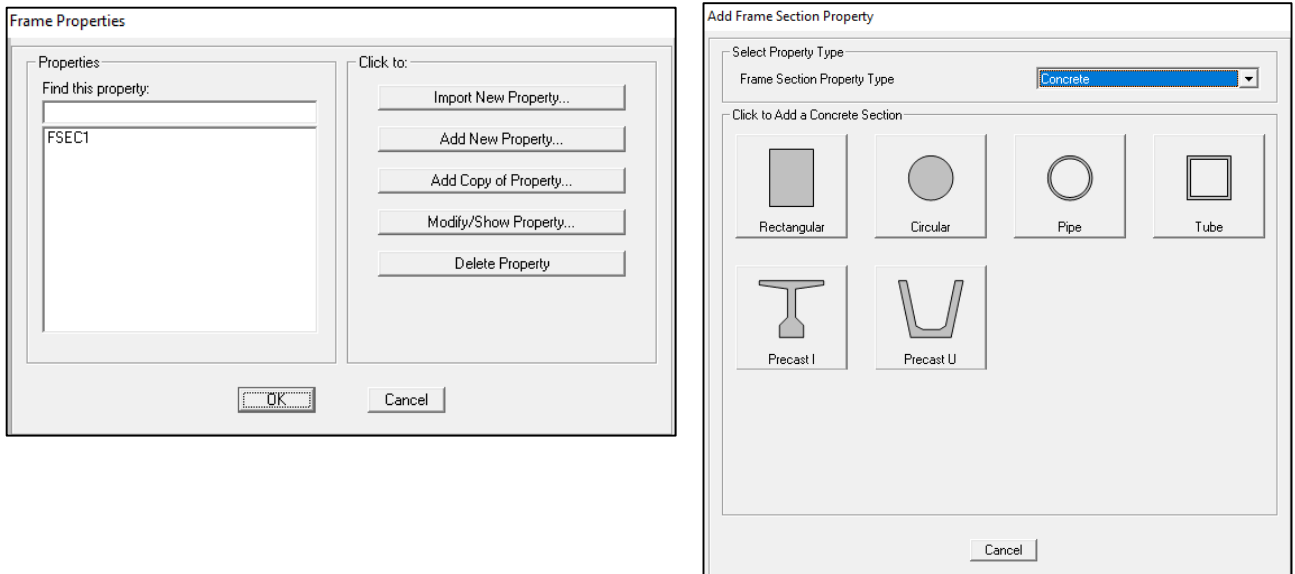


Figura 17 Inserción de las secciones de las columnas

Ingresamos los valores para columna C-1 que por sus dimensiones es irregular:

- Modificamos el nombre del elemento po “C-1”
- En “Base Material” asignamos como material a C210 que no es otra cosa que concreto que ya especificamos anteriormente
- Luego ingresamos a section designer donde dibujaremos a la columna ya que es irregular.

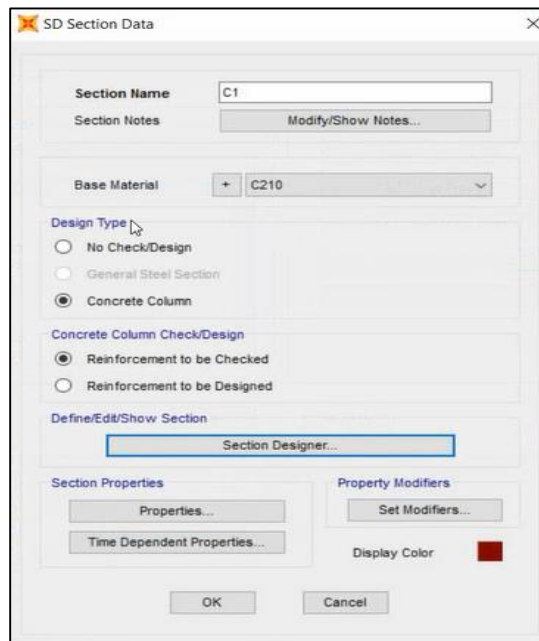


Figura 18 Definición de datos para columna irregular

Después de dibujar la columna C-12 manualmente obtenemos el siguiente resultado:

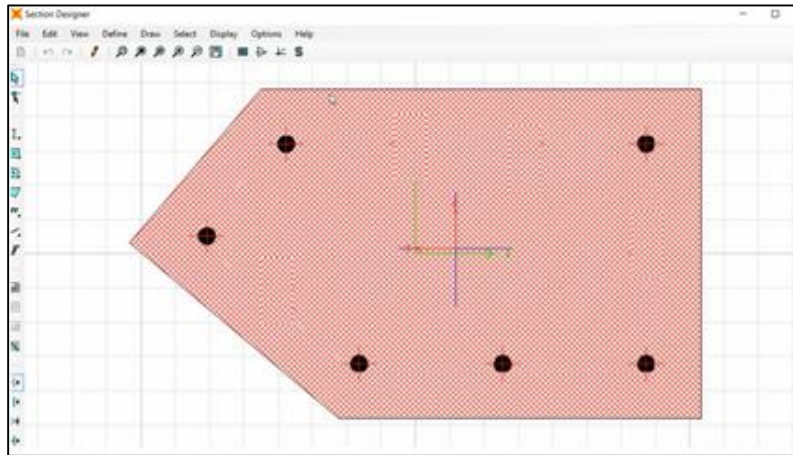


Figura 19 Definición de la Columna C-12

El proceso indicado en la sección de la columna C-12 será el mismo que se utilizará para las demás columnas, y aquí obtenemos los gráficos correspondientes:

Para el caso de la sección de la columna C-7, la idealización se asemeja a lo siguiente:

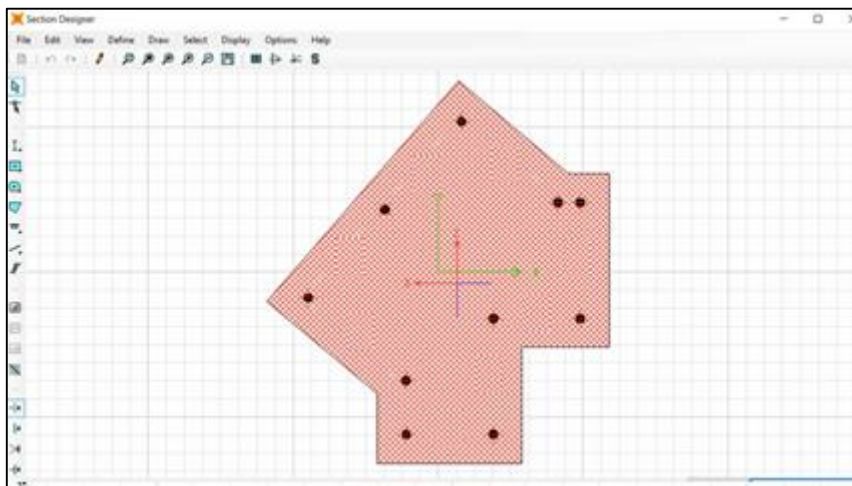


Figura 20 Definición de la columna C-7

Para la columna C-10, la idealización fue la siguiente:

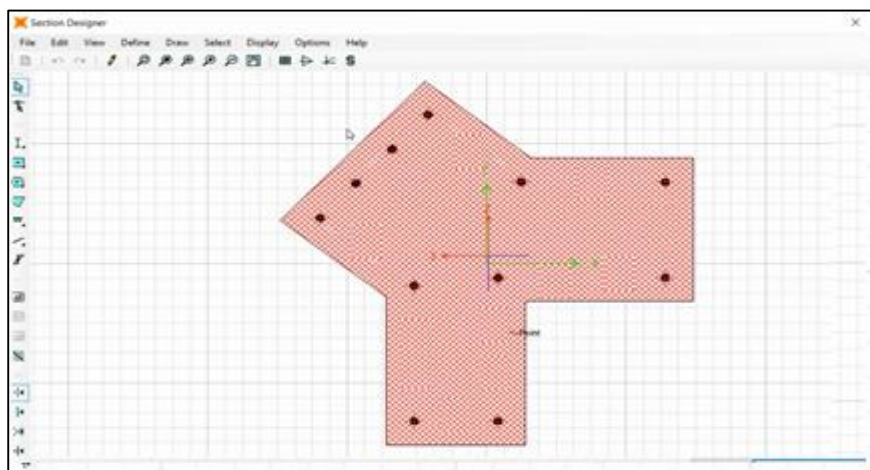


Figura 21 Definición de la Columna c-10

Para la columna C-11, la idealización fue la siguiente:

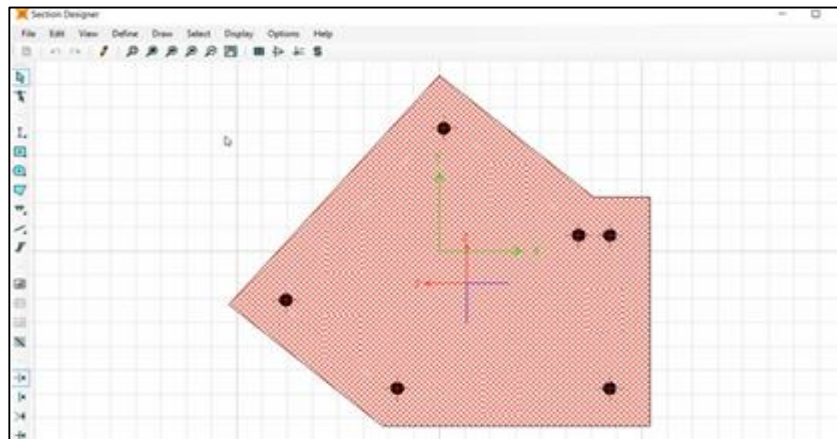


Figura 22 Definición de la columna C-11

Para las columnas en formas de T, c03, c04, c09, c08, obtuvimos la idealización de la siguiente manera:

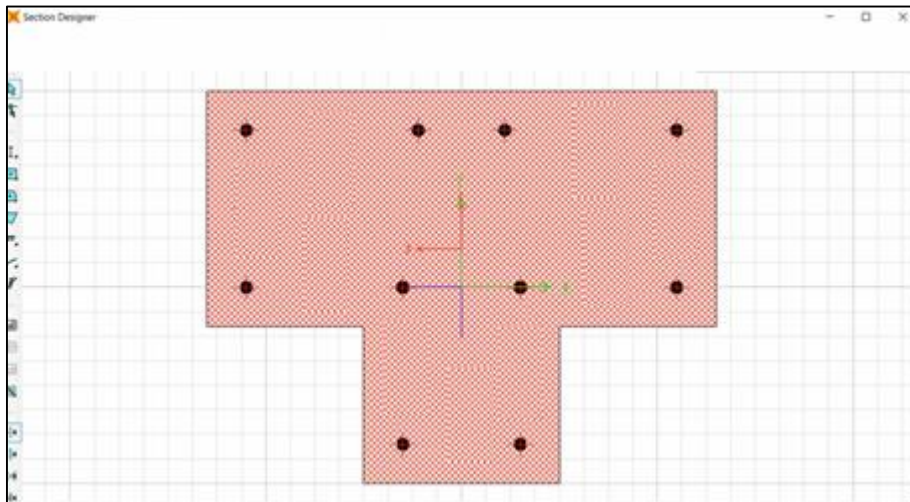


Figura 23 Definición de sección para columnas tipo T

c. **Vigas:** Definimos ahora la sección de las vigas, utilizamos la siguiente secuencia:

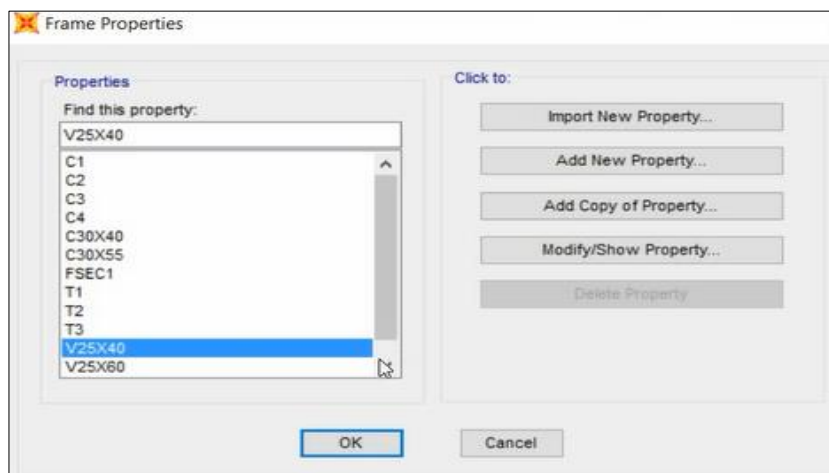


Figura 24 Definición de la sección para las vigas

- Modificamos el nombre de la sección a V25x40
- En la lista de materiales seleccionamos la opción C210
- Definimos las dimensiones bxh de cada viga
- Agregamos de forma similar para las secciones rectangulares de las V25X60 y la V25X40

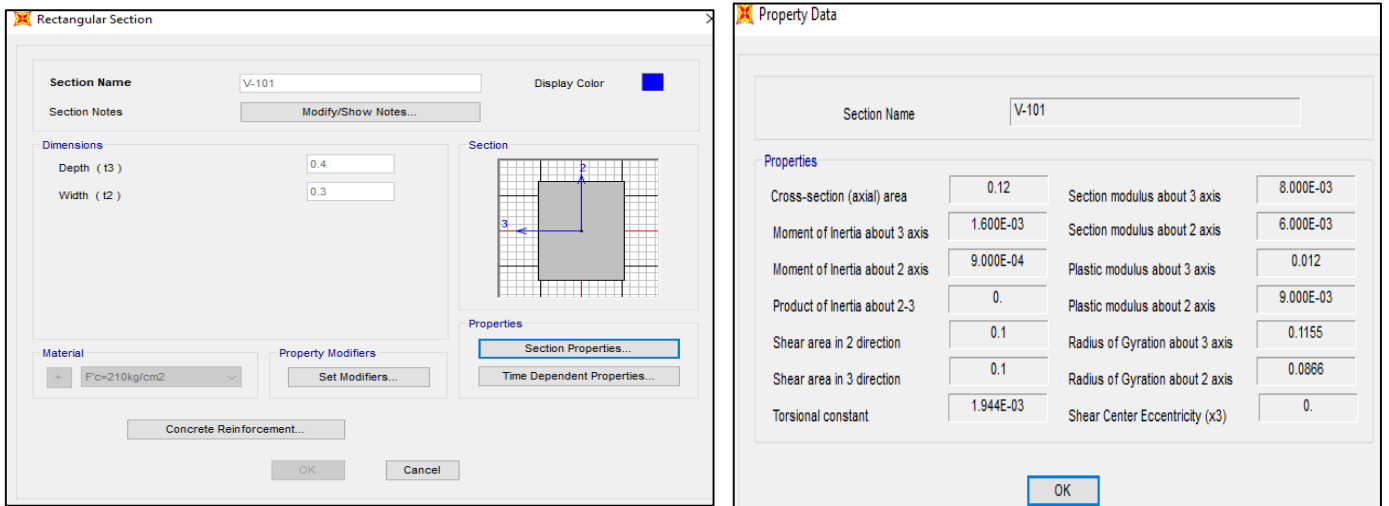


Figura 25 Definición de la sección de la viga para diseñar

Como se ve a continuación dependiendo la viga que estamos trabajando.

- d. **Losas:** Para la losa aligerada se insertará en área section y a partir de acá iremos insertando los parámetros que requiera el programa.

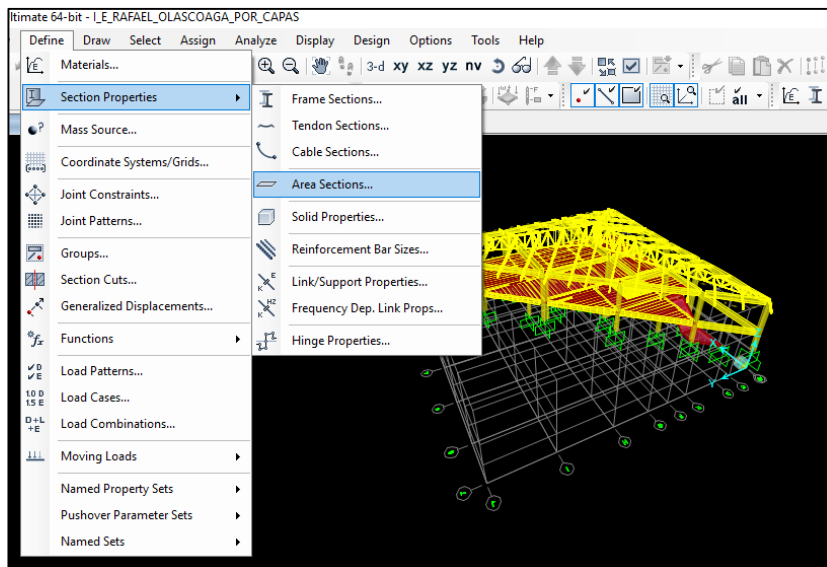


Figura 26 Definición para la losa aligerada

- Modificamos el nombre por el de losa
- En la opción de definición de materiales utilizamos el de c210
- Seleccionamos la opción Shell – Thin (Cascara delgada), con un espesor de espesor de acuerdo al diseño.

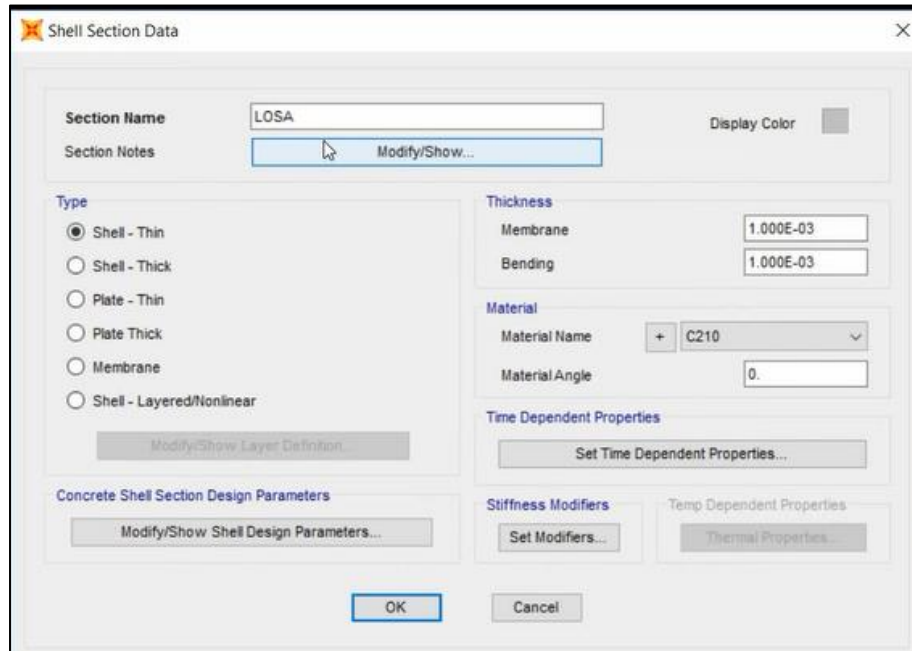


Figura 27 Selección de espesor para la losa de acuerdo al diseño

3.6.4 Asignamos Secciones:

En este apartado Asignaremos secciones de elementos estructurales ya definidos anteriormente, este proceso será de acuerdo a los planos, en primer lugar, procederemos con vigas y después con columnas.

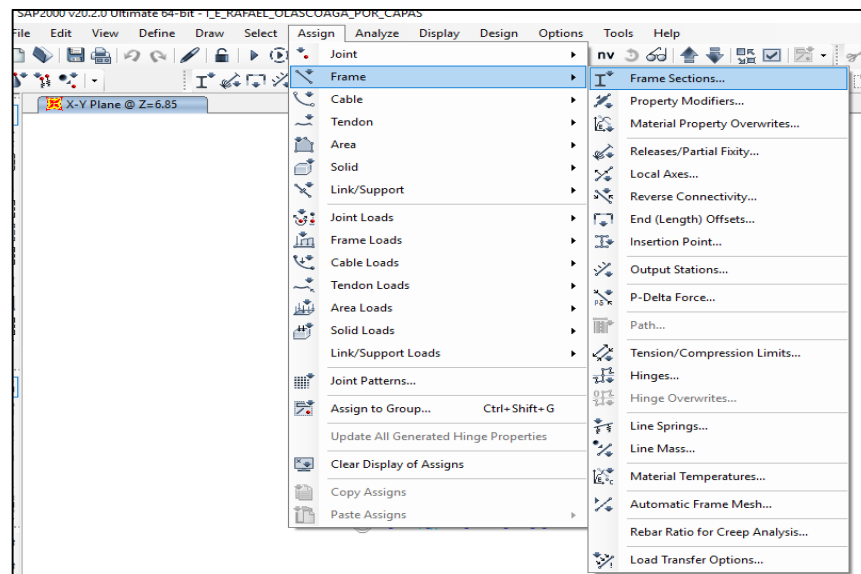


Figura 28 Asignación de Secciones de elementos estructurales definidos con anterioridad

- a. Aparecerá este recuadro donde a los elementos seleccionados se le asignará la sección de columna y así repetitivamente para cada elemento estructural.

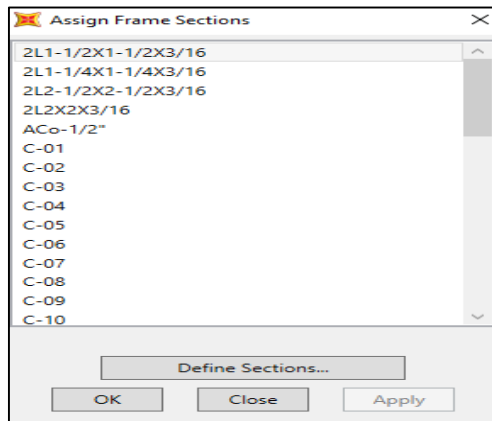


Figura 29 Creación de elementos estructural para cada tipo

- b. Para dar las secciones a las vigas principales y secundarias se seguirá el mismo procedimiento se seleccionarán cada elemento y se le definirá su correspondiente elemento.

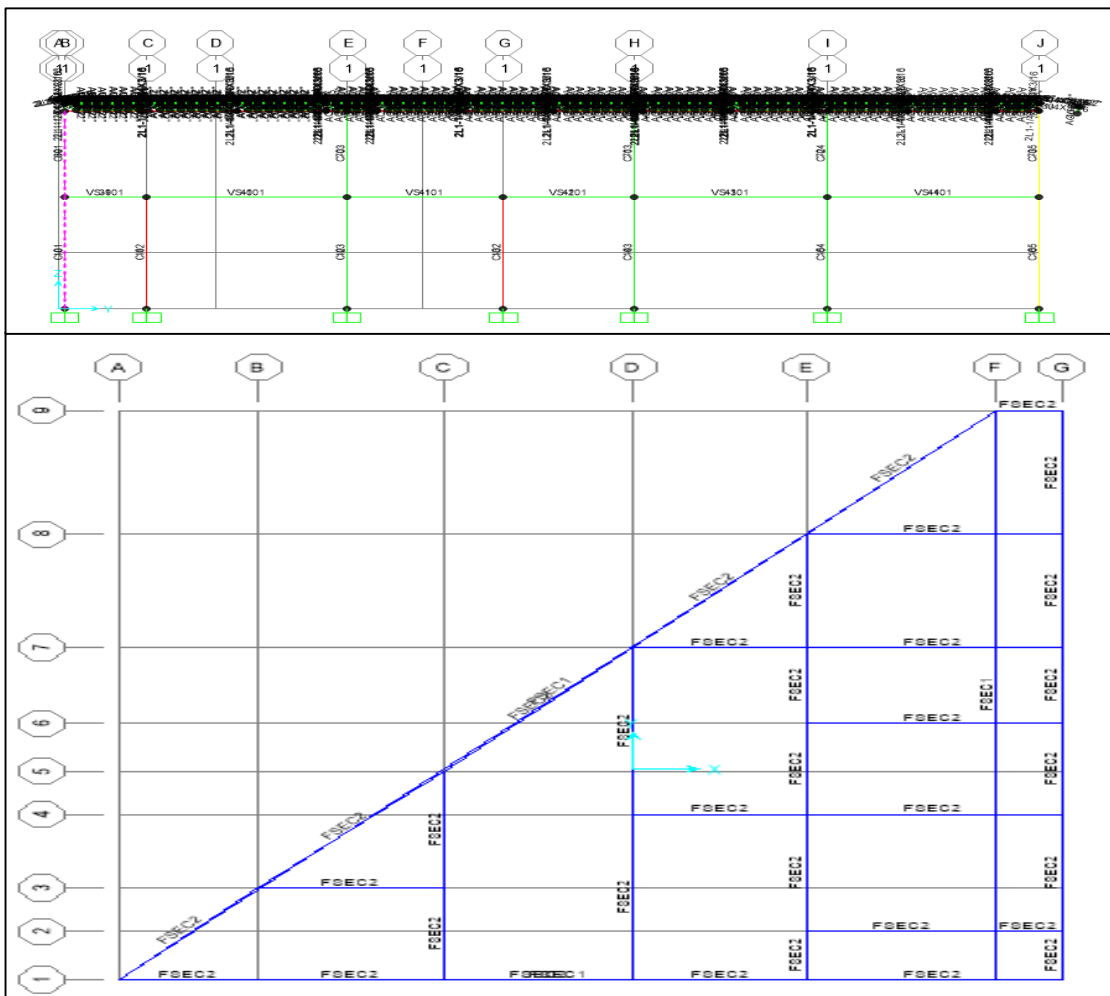


Figura 30 Asignación de Secciones para vigas principales y secundarias

Así mismo para comprobar que todos los elementos estén definidos con un frame ingresamos a la ventana frame properties y allí verificamos por partes si es que están definidos todos los elementos.

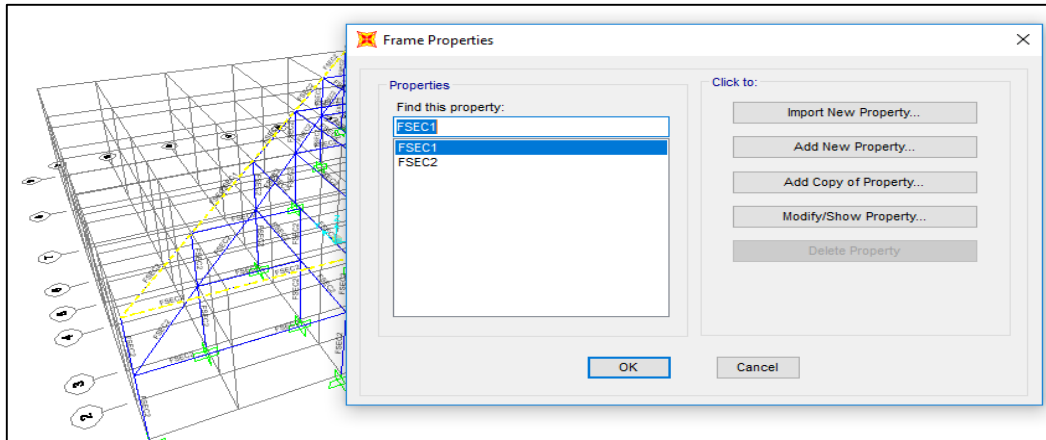


Figura 31 Verificación de todos los elementos estructurales

c. **Diagrama Rígido:** En el caso de los diafragmas se le asignará solo para el primer nivel

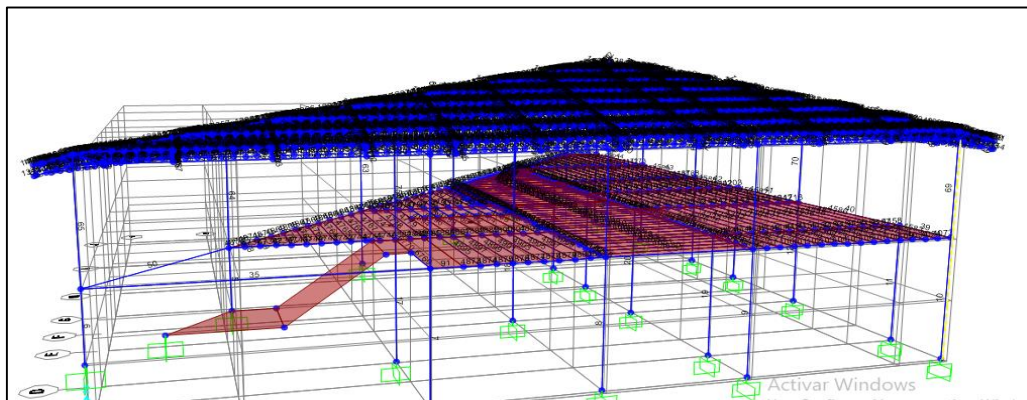


Figura 32 Asignación de Diafragma rígido para el primer nivel

El proceso consiste en ingresar al apartado assign y seleccionar de nodo a nodo hasta que se seleccione todos los paños de la losa.

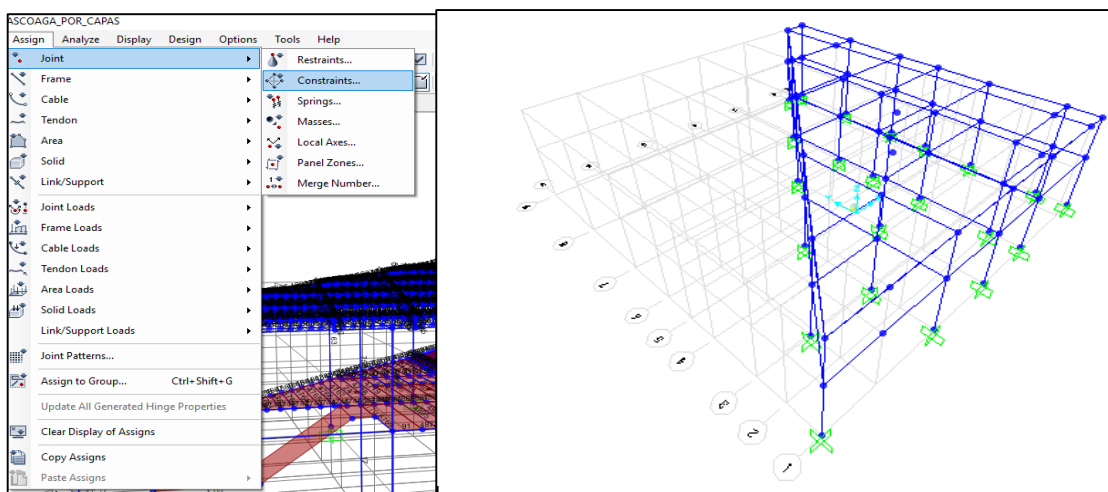


Figura 33 Selección de paños de la losa para la creación del diafragma rígido

d. Definición De Nudo Rígido:

Para realizar este proceso seleccionamos todas las columnas, con la finalidad de asegurar la relación columna-viga

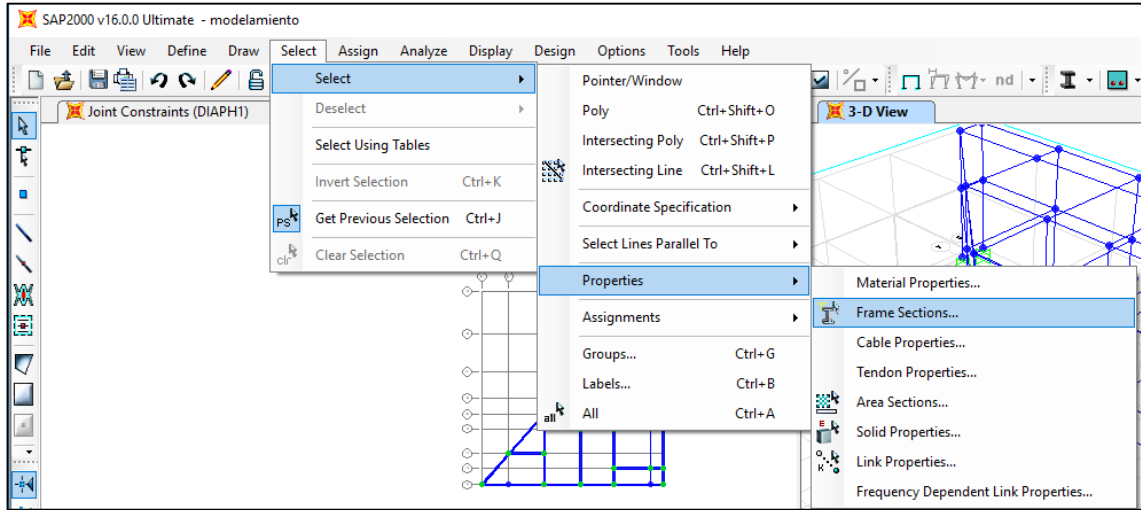


Figura 34 Verificación del supuesto de columna fuerte-viga débil

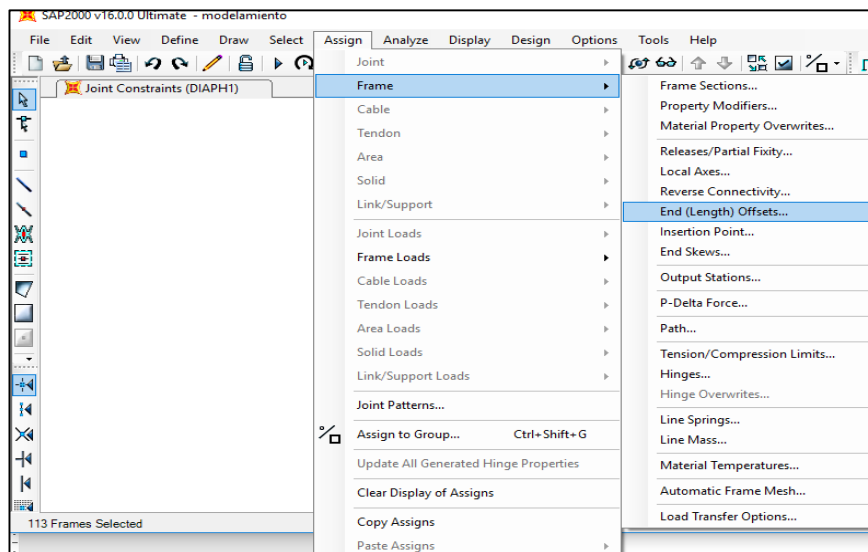


Figura 35 Selección de elementos estructurales para la creación de nodos en los puntos

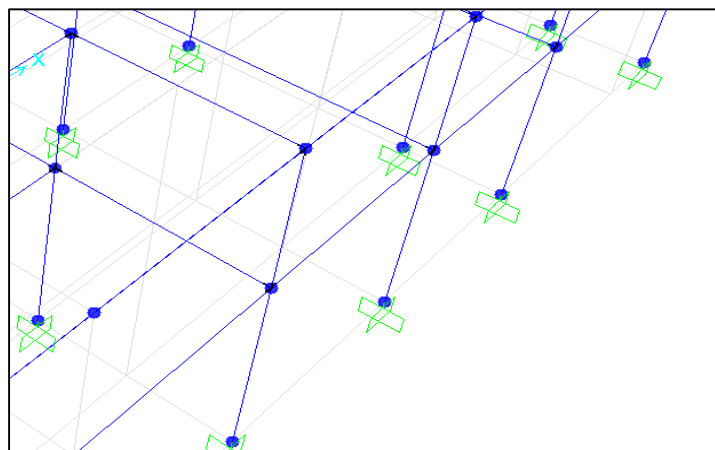


Figura 36 Creación de nodos en cada punto de intersección

e. *Definimos Apoyos De La Estructura:* En este apartado definiremos los apoyos (zapatas) de la estructura que por su naturaleza son fijos en toda la edificación.

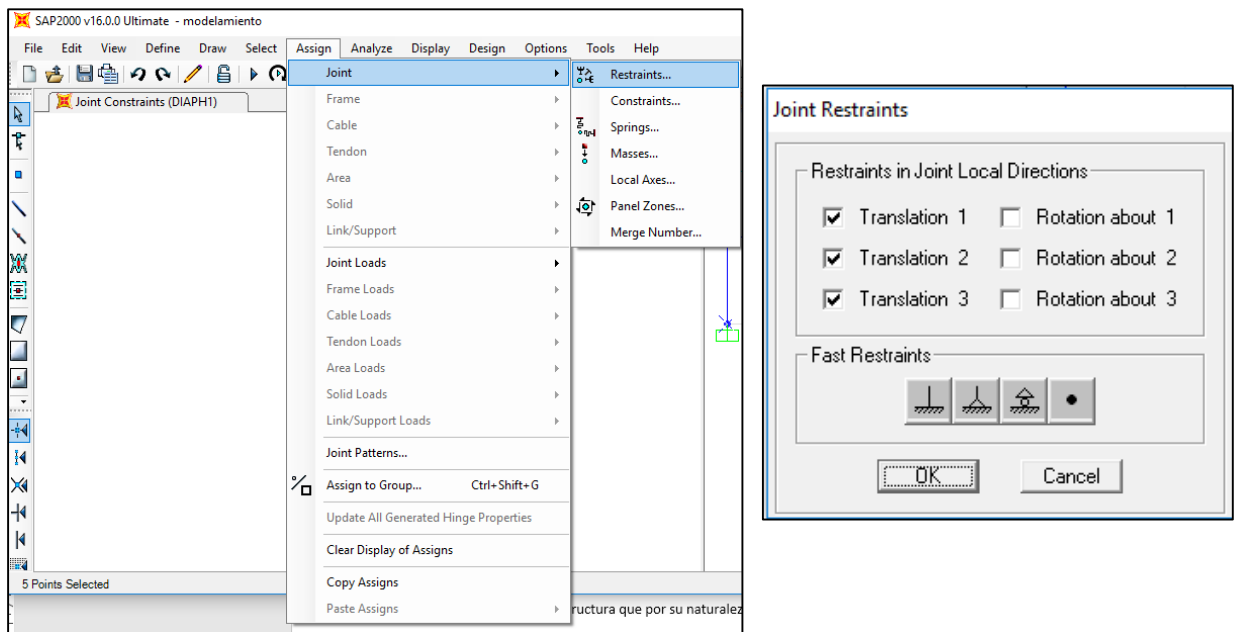


Figura 37 Definición de los apoyos de estructura (empotrados)

Como se puede observar ya se han definido las medidas de cada elemento estructural y a la vez se han cambiado los apoyos de la estructura.

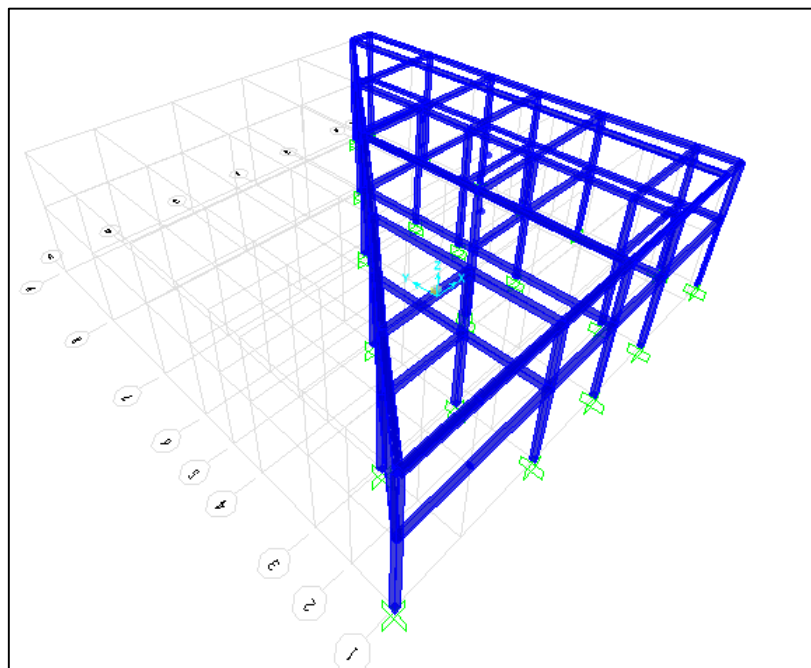


Figura 38 Modelado después de asignar las secciones de los elementos estructurales

3.6.5 Definición De Cargas:

Ahora definiremos las solicitaciones a la que está sujeta la estructura para ello vamos definir las cargas muertas y cargas vivas en los elementos estructurales, estas cargas nos servirán para realizar el análisis sísmico estático.

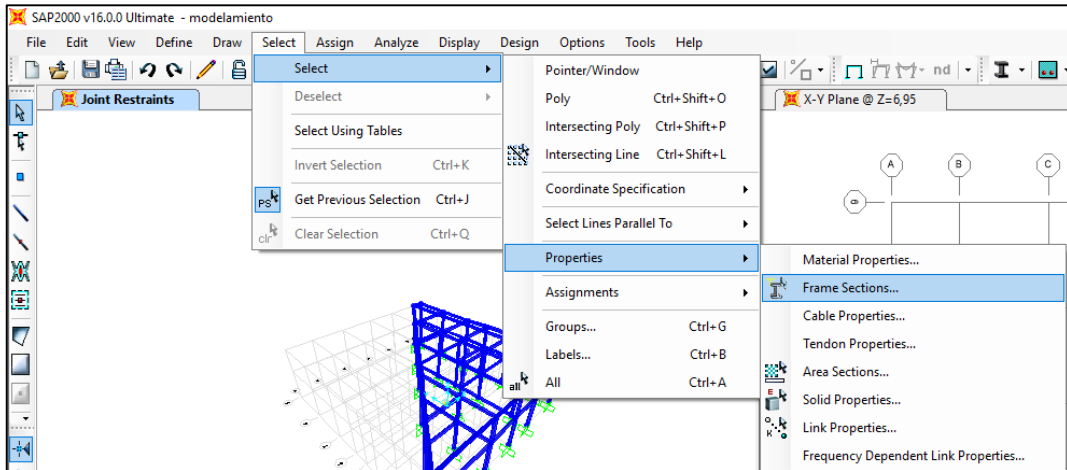


Figura 39 Definición de las solicitaciones a la que está sujeta la estructura

a. *Creación de Cargas: Creamos nuestra carga muerta, carga viva.*

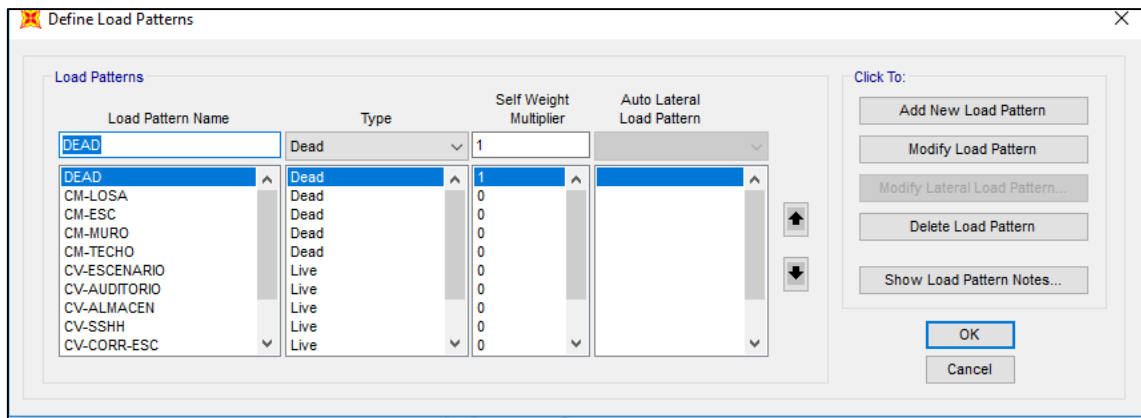


Figura 40 Creación de Carga muerta y Carga Viva

En la carga Muerta se considera uno para la casilla self weight multiplier 1 pues se considera el peso de cada elemento estructural.

b. *Asignación de Cargas:*

Procedemos a asignar las cargas para cada elemento estructural según el metrado de cargas, para el caso de las vigas procedemos a ingresar una carga distribuida de la siguiente manera:

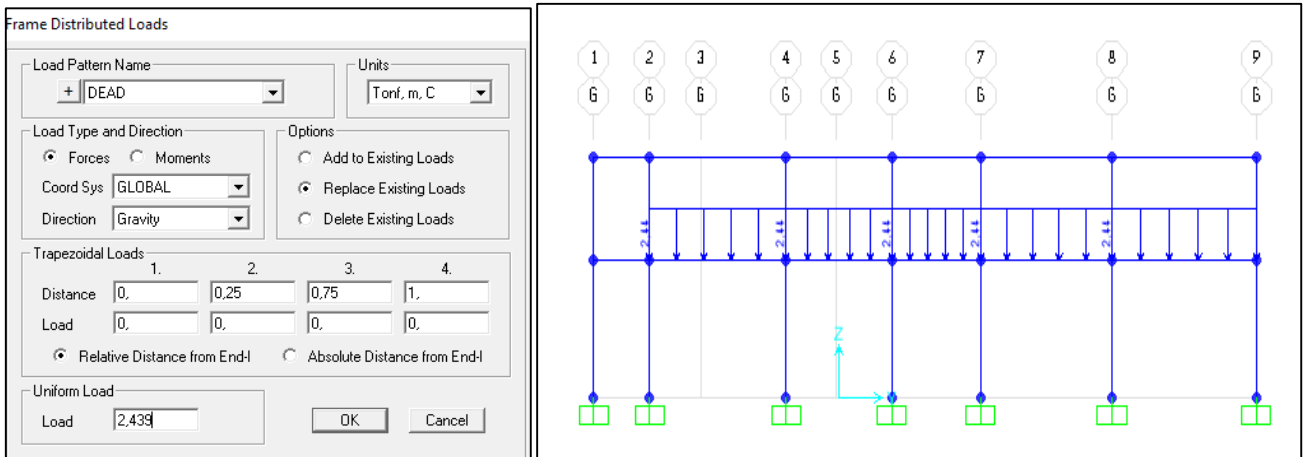


Figura 41 Asignación de Cargas a elementos estructurales (vigas principales)

Este proceso se repetirá tanto para vigas secundarias como para vigas principales. Ahora para definir las cargas para las columnas procedemos a ingresar cargas puntuales, en este caso seleccionaremos las columnas e ingresaremos su carga correspondiente haciendo click en Assing – Frame Loads - Point.

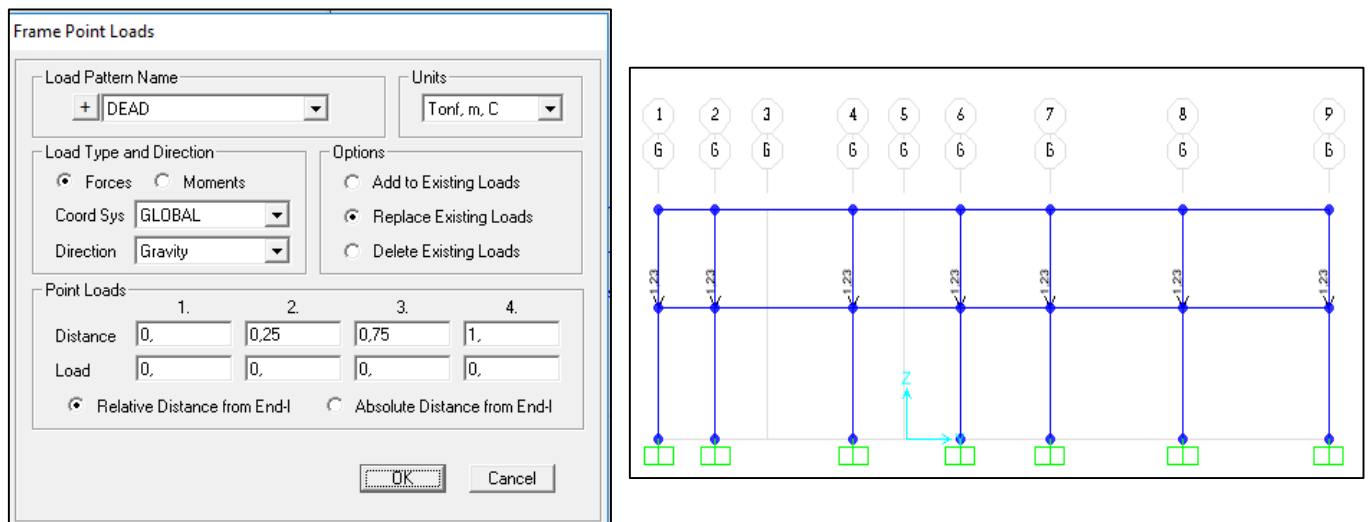


Figura 42 Asignación de cargas par vigas Secundarias

Este proceso se repite otra vez hasta poder definir la carga para todas las columnas.

3.6.6 Combinación De Cargas:

Tenemos que realizar la combinación 1.4CM + 1.7 CV (Reducción de Cargas), ahí una carga que crea el SAP 2000 V18 y otra que creamos nosotros, para ello hacemos

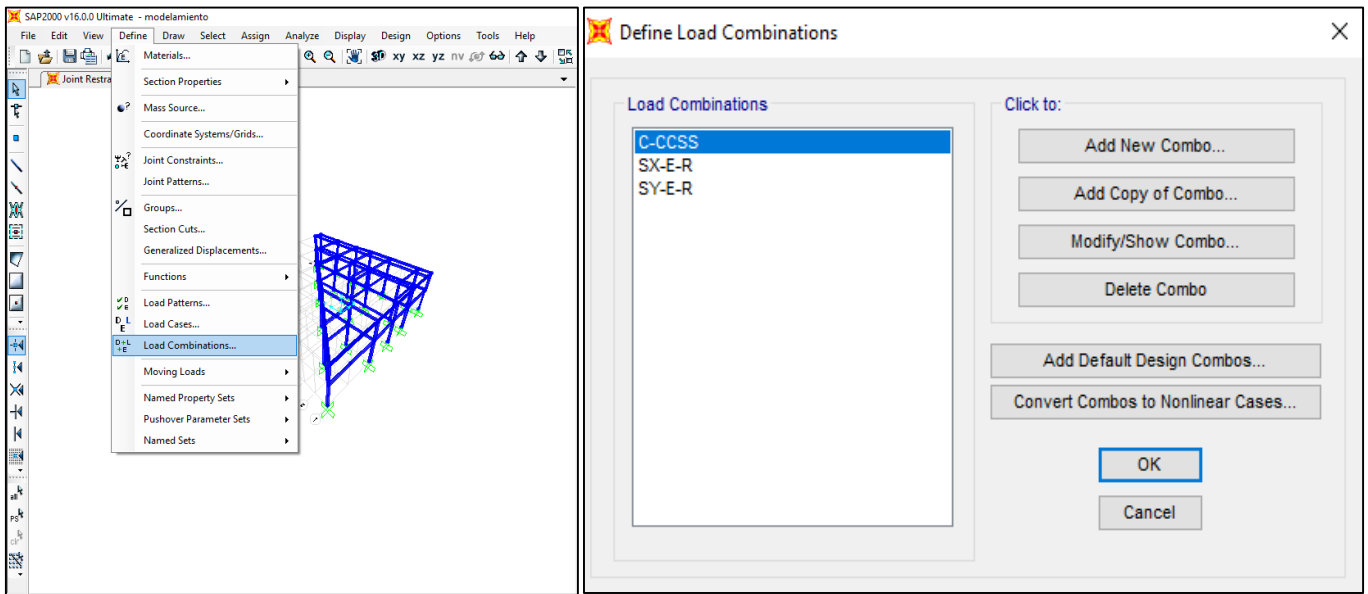


Figura 43 Combinación de Cargas para efectuar la corrida del programa

3.6.7 Análisis Sísmico Lineal:

Al realizar las combinaciones vamos a tener en cuenta dos tipos de desplazamiento en x y z, este tipo de combinación es un tipo lineal, realizamos este tipo de combinación para que cumpla de acuerdo a la norma E030, el tipo de respuesta es espectral.

- a. **Configuración de cargas:** El primer paso consiste en realizar la configuración del análisis modal que va a tener en cuenta el programa al momento de correrlo.

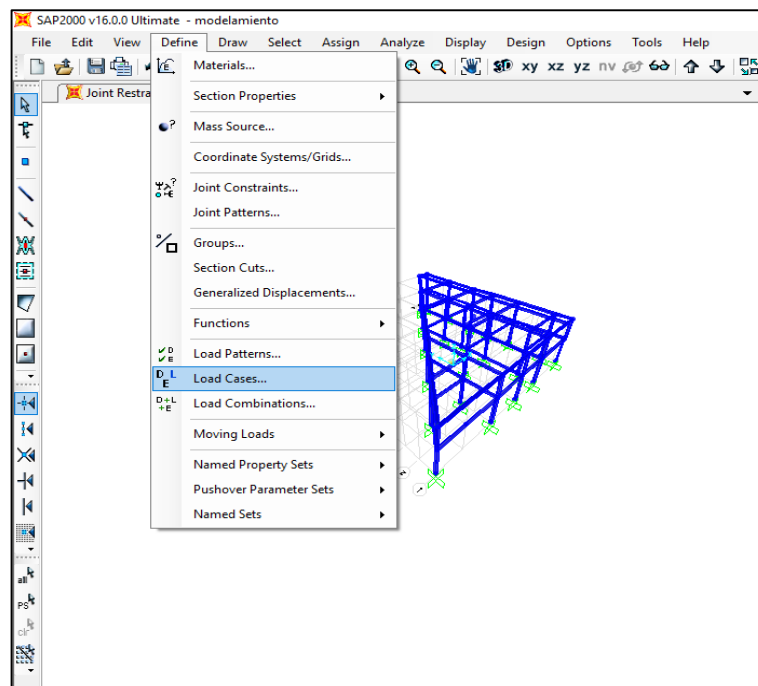


Figura 44 Definición de los casos de Cargas para realizar el análisis modal

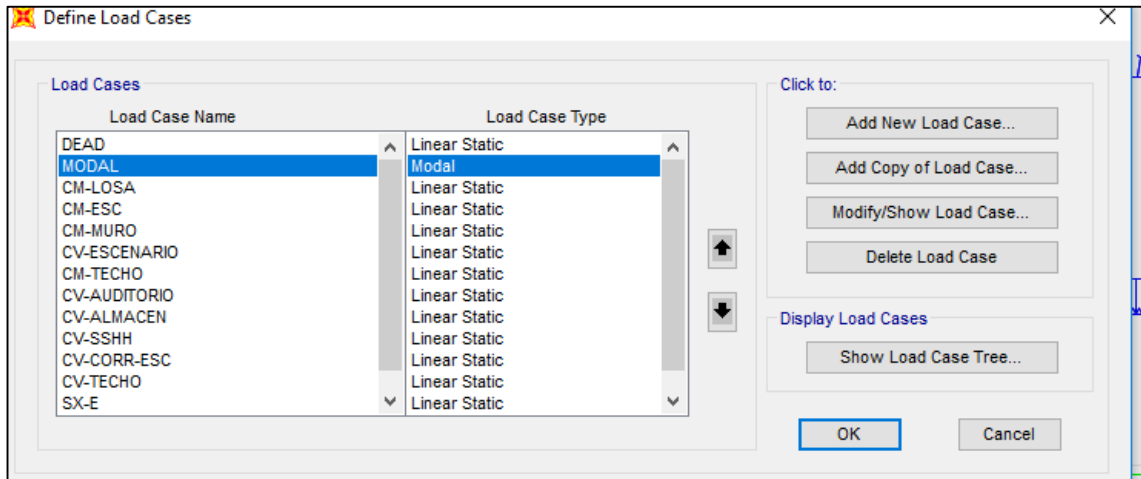


Figura 45 Definición de la Modal de combinación de cargas

Aquí configuramos los desplazamientos tanto para X como para Y, la modal se asume que debería haber 3 vibraciones por piso

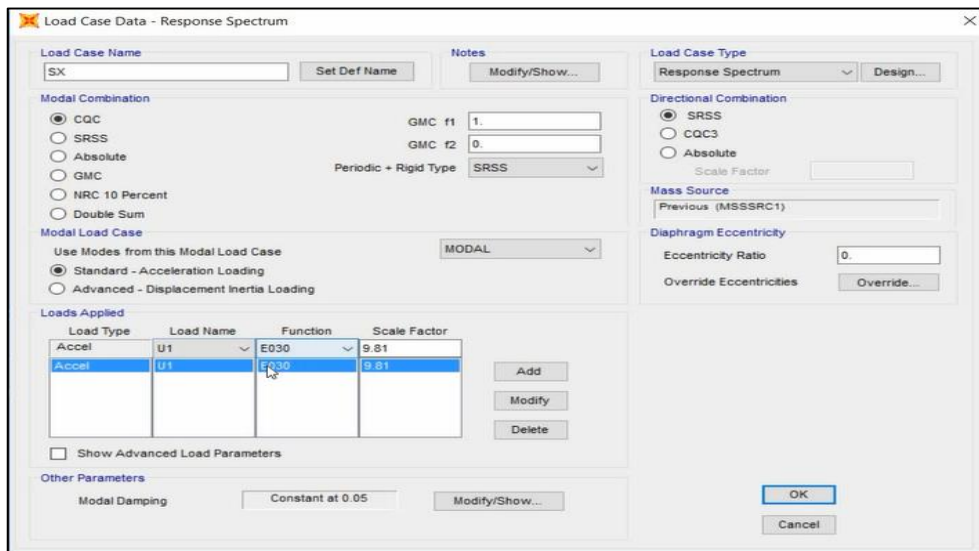


Figura 46 Configuración de desplazamientos para X como para Y

Ahora procederemos a configurar la masa participativa de la estructura.

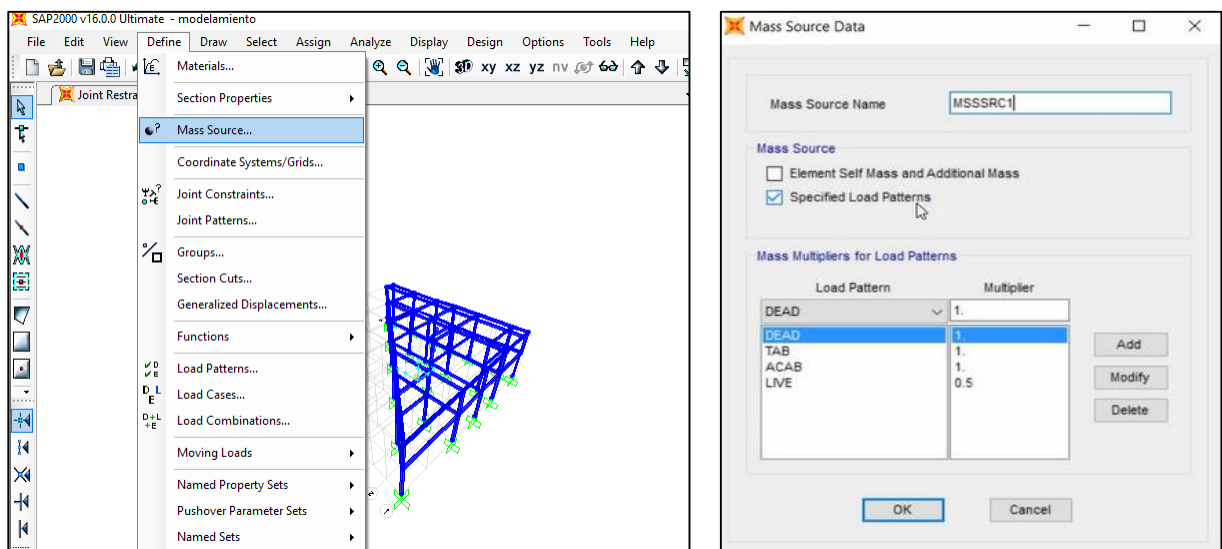


Figura 47 Configuración de masa participativa de la estructura

Según la norma E030 para edificaciones de tipo A se asigna del valor de la carga muerta el 100% de ésta para todos los elementos estructurales, por ello es que se coloca 1, y para la carga viva menciona que por lo menos debe tener el 50%.

b. Combinación de Cargas: Vamos a tener en cuenta los desplazamientos en x y z, para que cumpla lo requerido en la norma E030, estos tipos de combinaciones son de tipo lineal, estos tienen respuesta espectral. Y el factor de escala es 6 ya que la norma menciona que debe ser 0.75 de R, teniendo el valor de 8 en R.

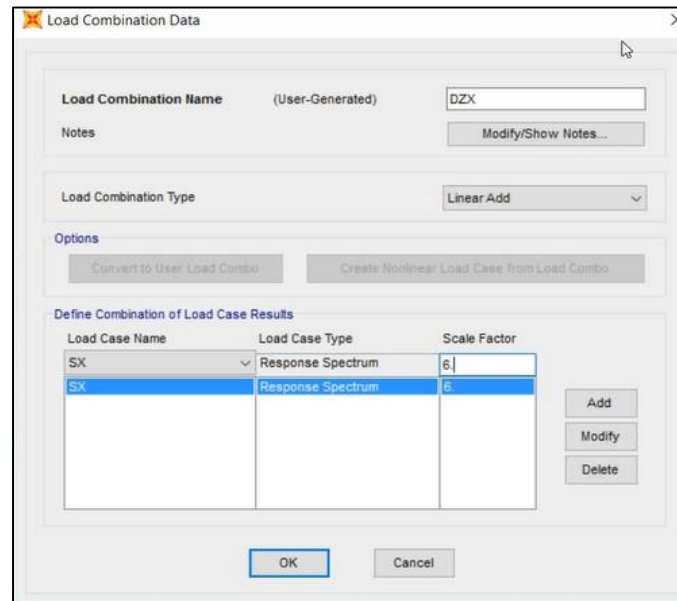


Figura 48 Combinación de Cargas para la corrida de SAP2000 v18

3.6.8 Corrida Del Programa

Una vez realizado la configuración de la combinación de cargas procedemos a definir el tipo de análisis para poder correr el programa, en este caso será lineal, frente a esto procedemos a correr el programa

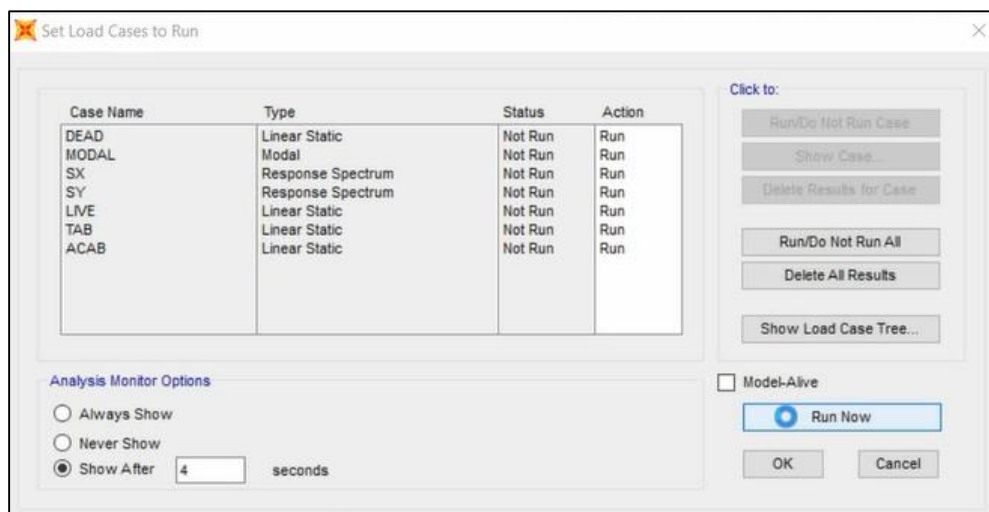


Figura 49 Corrida del Programa SAP 2000 para un caso de combinación de carga

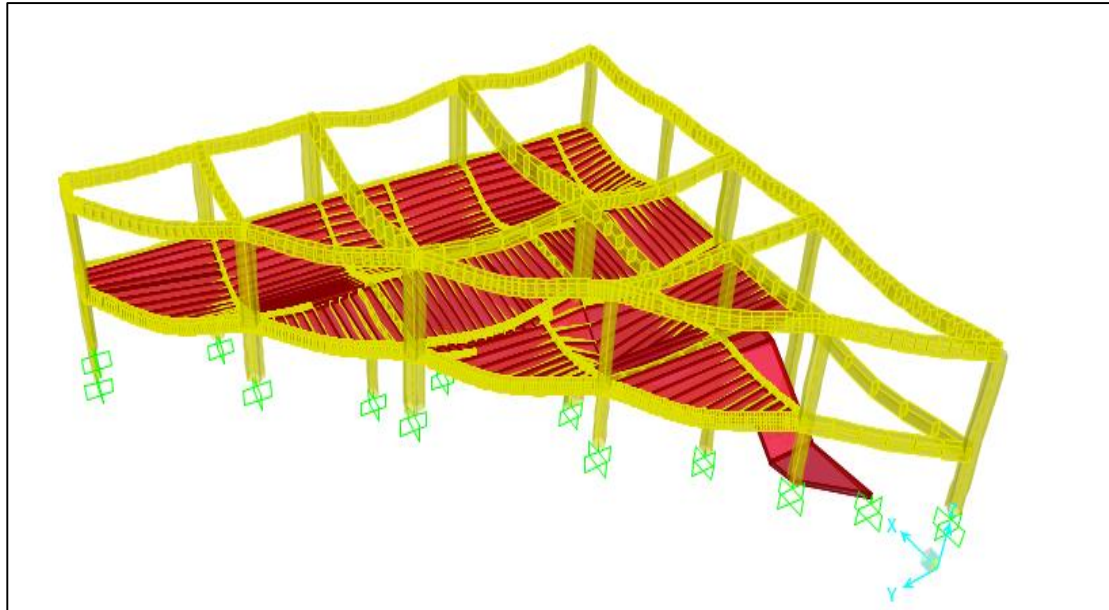


Figura 50 Deformación obtenida una vez corrido el programa SAP 2000 v18

3.6.9 Resultados:

Anteriormente hicimos la corrida del programa por lo que en este apartado observaremos los resultados que nos arroja el programa, el SAP 2000 V18 no distingue de piso en piso, por lo que vamos a ver los resultados por puntos, para ello visualizamos los resultados del análisis modal, donde tendremos especial énfasis en las frecuencias de los modos fundamentales y periodos, detallados en la tabla que generaremos. Procedemos a ver punto por punto para ello vamos a observar las tablas.

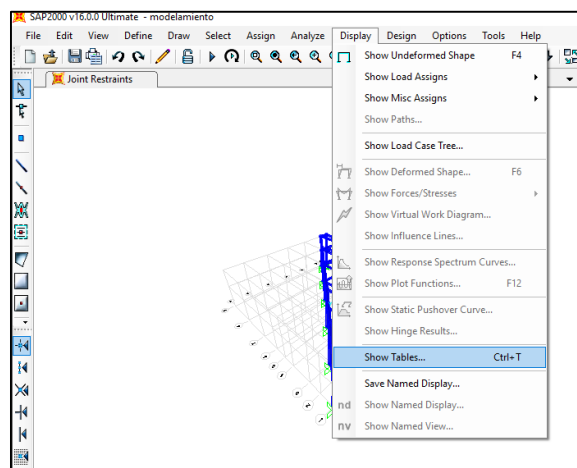


Figura 51 Verificación de los resultados por cada punto

Luego buscamos la tabla de desplazamientos y procedemos a observar los absolutos.

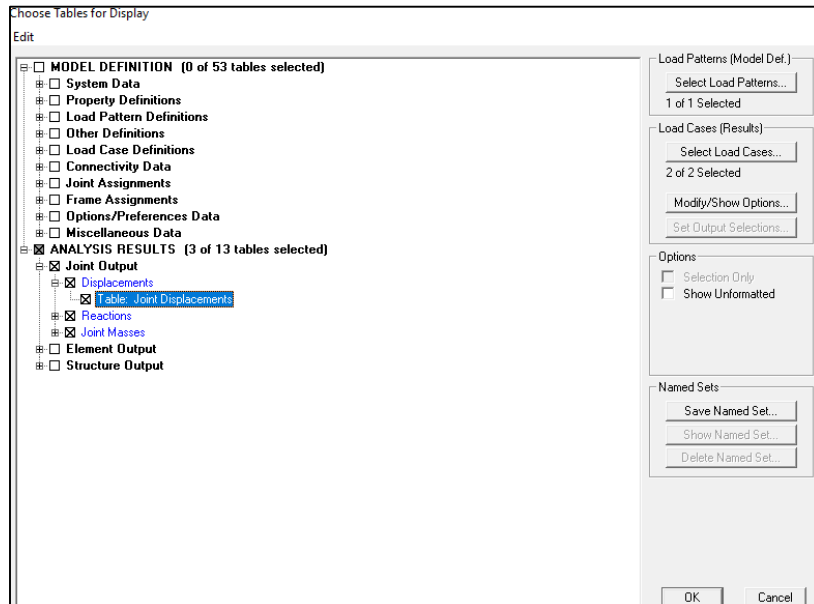


Figura 52 Selección de la tabla de desplazamientos para X como para Y

Deseleccionamos las demás combinaciones de cargas y nos vamos a centrar en los desplazamientos, tanto en X como en Y

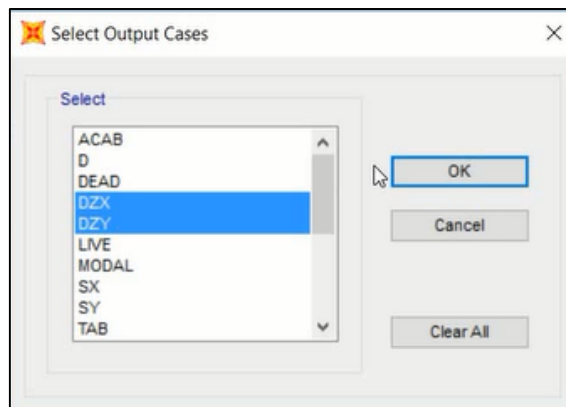


Figura 53 Selección de desplazamientos para X y Y

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R1 Radians	R2 Radians	R3 Radians
104	DZX	Combination	Max	0.013052	0.001917	1.1E-05	0.000269	0.002184	7E-05
104	DZX	Combination	Min	-0.013052	-0.001917	-1.1E-05	-0.000269	-0.002184	-7E-05
104	DZY	Combination	Max	0.002268	0.013717	6.459E-06	0.001912	0.000374	0.000487
104	DZY	Combination	Min	-0.002268	-0.013717	-6.459E-06	-0.001912	-0.000374	-0.000487

Figura 54 Verificación del período para X y Y

Este resultado nos muestra que en el eje x, se está desplazando 0.012, con una combinación de cargas de acuerdo a la norma, pero el SAP v18 no analiza la deriva, por lo que procederemos a calcularlo.

Piso 1:

Tabla 6 Verificación de la deriva en el primer piso

Dirección	Modo	UX (m)	Altura (m)	Deriva
Y	1	0.015055	3.85	0.0039103
X	1	0.012332	3.85	0.003177

Fuente: Elaboración Propia

Piso 2:

Tabla 7 Verificación de la deriva en el Segundo Piso

Dirección	Modo	UX (m)	Altura (m)	Deriva
Y	2	0.020347	3.00	0.0067823
X	2	0.017150	3.00	0.0057166

Fuente: Elaboración propia

La tabla anterior solo fue para los puntos mayores tanto como en X como en Y, por lo que efectuamos la misma operación para todos los puntos de inserción, Para el eje X obtuvimos los siguientes desplazamientos:

- a. **Desplazamientos para el eje x:** Los puntos más altos los ubicamos dentro de la estructura para ver a qué elementos estructurales pertenecen y las condiciones en que se aceptan, estos desplazamientos son aceptables ya que si dividimos entre la altura de la edificación que es 3.85 para el primer piso y de 3 para el segundo piso, muestra que estos desplazamientos son menores.

Primer Piso:

Tabla 8 Deriva en X para el Primer Piso

OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	DERIVA
SX-E	Combination	0.012332	-0.00003	-0.00087	0.00026	-0.001862	-0.012456	0.003177777
SX-E	Combination	0.012257	-0.00003	-0.000869	0.000201	-0.001895	-0.012377	0.003183636
SX-E	Combination	0.012125	0.00004	0.001285	-0.004089	-0.003243	0.00501	0.003149351
SX-E	Combination	0.012062	0.00005	0.001061	-0.003317	-0.002778	0.002574	0.003132987
SX-E	Combination	0.012051	0.000044	0.001287	-0.004111	-0.003148	0.00513	0.00313013
SX-E	Combination	0.012005	0.000059	0.000857	-0.003768	-0.002844	0.004944	0.003118182
SX-E	Combination	0.011992	0.000047	0.00107	-0.003336	-0.002689	0.002672	0.003114805
SX-E	Combination	0.011992	-9.719E-07	-0.000567	0.004223	-0.002843	-0.006809	0.003114805
SX-E	Combination	0.011938	0.000041	-0.000759	0.003504	-0.002394	-0.00381	0.003100779
SX-E	Combination	0.011937	0.00005	0.000872	-0.003802	-0.002761	0.00506	0.003100519
SX-E	Combination	0.011908	0.000012	-0.000557	0.004167	-0.002897	-0.006734	0.003092987
SX-E	Combination	0.011888	0.000083	-0.000936	0.003755	-0.002398	-0.006688	0.003087792
SX-E	Combination	0.011852	0.000048	-0.000754	0.00346	-0.002443	-0.003741	0.003078442
SX-E	Combination	0.011801	0.000087	-0.000934	0.003697	-0.002441	-0.00662	0.003065195
SX-E	Combination	0.011742	0.00005	-0.000683	-0.000841	-0.001646	0.009871	0.00304987
SX-E	Combination	0.011551	0.000022	-0.001727	-0.001573	-0.001594	0.006912	0.00300026
SX-E	Combination	0.011537	0.00023	-0.000104	0.001849	-0.00157	-0.01099	0.002996623
SX-E	Combination	0.011534	0.000068	-0.001787	-0.00103	0.000117	0.006772	0.002995844
SX-E	Combination	0.011529	0.000045	-0.001803	-0.001872	0.000091	0.002644	0.002994545
SX-E	Combination	0.011441	0.000014	-0.000405	-0.004371	-0.002669	0.00499	0.002971688
SX-E	Combination	0.011391	0.000043	-0.000584	-0.003627	-0.00222	0.002514	0.002958701
SX-E	Combination	0.011385	0.00024	-0.000238	0.001927	-0.001598	-0.011254	0.002957143
SX-E	Combination	0.011344	0.000069	-0.000747	-0.003882	-0.002236	0.004885	0.002946494
SX-E	Combination	0.011329	-0.005362	0.000007799	-0.001066	-0.000878	0.000849	0.002942597

Fuente: Base de Datos SAP 2000 v18

Segundo Piso:

Tabla 9 Deriva en X para segundo piso

OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	DERIVA
SX-E	Combination	0.01715	-0.000034	-0.000209	-0.00058	-0.002046	-0.002337	0.005716667
SX-E	Combination	0.01641	-0.000035	-0.000243	-0.000633	-0.002085	-0.002222	0.004262338
SX-E	Combination	0.016402	-0.000037	-0.00056	-0.001412	-0.001977	0.003138	0.00426026
SX-E	Combination	0.016243	-0.000038	-0.000614	-0.001461	-0.002011	0.003273	0.004218961
SX-E	Combination	0.015991	0.000008979	0.000242	-0.000115	-0.003899	-0.001324	0.004153506
SX-E	Combination	0.015914	0.000044	-0.000033	-0.000095	-0.003526	-0.000836	0.004133506
SX-E	Combination	0.015884	0.000015	-0.000144	-0.002895	-0.003527	0.001671	0.004125714
SX-E	Combination	0.015858	0.000023	0.000215	-0.000188	-0.003946	-0.001206	0.004118961
SX-E	Combination	0.015842	0.000078	-0.000287	-0.000109	-0.003464	-0.001325	0.004114805
SX-E	Combination	0.015814	0.000045	-0.000394	-0.002356	-0.003208	0.000814	0.004107532
SX-E	Combination	0.015779	0.00005	-0.000064	-0.000154	-0.003572	-0.000725	0.004098442
SX-E	Combination	0.015749	0.000073	-0.000624	-0.002569	-0.003111	0.00159	0.004090649
SX-E	Combination	0.015718	0.00003	-0.000192	-0.002976	-0.003566	0.001811	0.004082597
SX-E	Combination	0.015706	0.000078	-0.00032	-0.000181	-0.003509	-0.001214	0.004079481
SX-E	Combination	0.015647	0.000051	-0.000444	-0.002419	-0.003246	0.000946	0.004064156
SX-E	Combination	0.01558	0.000072	-0.000677	-0.002646	-0.003149	0.001722	0.004046753
SX-E	Combination	0.015153	-0.000032	-0.000351	0.000262	-0.001859	-0.007679	0.003935844
SX-E	Combination	0.015055	-0.000033	-0.000367	0.000209	-0.001897	-0.007584	0.00391039
SX-E	Combination	0.014936	0.000219	0.00138	0.000982	-0.001706	-0.000795	0.003879481
SX-E	Combination	0.014924	0.00023	0.001319	0.001056	-0.001783	-0.001017	0.003876364
SX-E	Combination	0.01469	-0.000041	-0.001283	-0.001303	-0.001568	0.009123	0.003815584

Fuente: Base de Datos SAP 2000 v18

b. *Desplazamiento para el eje y*: Observamos que los desplazamientos en U2 de igual manera los dividimos entre la altura de la edificación 6.70m y arroja resultados son menores que la deriva.

Primer Piso:

Tabla 10 Deriva en Y para el Primer Piso

OutputCase	CaseType	U1 (M)	U2 (M)	U3 (M)	R1	R2	R3	DERIVA
SY-E	LinStatic	0.015055	-0.000293	-0.000653	-0.00147	-0.001991	0.003266	0.00391039
SY-E	LinStatic	0.014731	-0.000248	0.000242	-0.00015	-0.003902	-0.001334	0.003826234
SY-E	LinStatic	0.014899	-0.00029	-0.000344	0.00024	-0.001865	-0.007661	0.00386987
SY-E	LinStatic	0.014823	-0.000041	0.001375	0.000948	-0.001699	-0.000804	0.00385013
SY-E	LinStatic	0.014778	-0.000023	0.001349	0.001057	-0.001797	-0.001037	0.003838442
SY-E	LinStatic	0.014775	-0.000287	-0.0004	0.000199	-0.001883	-0.007594	0.003837662
SY-E	LinStatic	0.014421	-0.000255	0.000065	0.002559	-0.003628	-0.004279	0.003745714
SY-E	LinStatic	0.014419	-0.000299	-0.001297	-0.001326	-0.001569	0.009143	0.003745195
SY-E	LinStatic	0.014349	-0.000212	-0.000189	0.002088	-0.003239	-0.002486	0.003727013
SY-E	LinStatic	0.014338	-0.000225	0.001796	0.001222	-0.003808	-0.000695	0.003724156
SY-E	LinStatic	0.014296	-0.000026	0.001422	0.000093	-0.001614	0.004426	0.003713247
SY-E	LinStatic	0.014292	-0.000242	0.000014	0.002513	-0.003659	-0.004199	0.003712208
SY-E	LinStatic	0.014283	-0.000169	-0.000423	0.002303	-0.003218	-0.004215	0.00370987
SY-E	LinStatic	0.014282	-0.000043	0.001411	-0.000001547	-0.001508	0.004632	0.00370961
SY-E	LinStatic	0.014272	-0.00023	0.001789	0.001397	-0.003931	-0.000896	0.003707013
SY-E	LinStatic	0.014265	-0.000209	0.001528	0.001085	-0.003391	-0.000584	0.003705195
SY-E	LinStatic	0.014219	-0.000205	-0.000242	0.002055	-0.003269	-0.002407	0.003693247
SY-E	LinStatic	0.014214	-0.000296	-0.001398	-0.001351	-0.001572	0.009274	0.003691948
SY-E	LinStatic	0.014197	-0.000192	0.001282	0.001182	-0.003369	-0.00069	0.003687532
SY-E	LinStatic	0.014195	-0.000206	0.001513	0.00123	-0.00351	-0.000755	0.003687013
SY-E	LinStatic	0.014152	-0.000167	-0.000479	0.002257	-0.003246	-0.004143	0.003675844
SY-E	LinStatic	0.01415	-0.000201	0.000176	0.000018	-0.00172	-0.000644	0.003675325
SY-E	LinStatic	0.014123	-0.000182	0.001259	0.00135	-0.003484	-0.000879	0.003668312
SY-E	LinStatic	0.014102	-0.000237	-0.001028	-0.004871	-0.002432	0.004347	0.003662857
SY-E	LinStatic	0.014055	-0.000209	-0.001194	-0.003907	-0.002032	0.002335	0.003650649
SY-E	LinStatic	0.014013	-0.000182	-0.001342	-0.004129	-0.001991	0.004154	0.00363974

Fuente: Base de Datos SAP 2000 v18

Segundo Piso:

Tabla 11 Deriva para Y en el segundo piso

OutputCase	CaseType	U1	U2	U3	R1	R2	R3	DERIVA
SY-E	Combination	0.020347	0.006987	-0.000115	0.00114	-0.00112	0.000019	0.006782333
SY-E	Combination	0.01881	0.006891	-0.000111	0.001318	-0.001228	-0.000259	0.00627
SY-E	Combination	0.01614	0.006691	-0.000132	0.001133	-0.001101	-0.00044	0.00538
SY-E	Combination	0.01365	0.006407	-0.000131	0.001019	-0.000971	-0.000528	0.00455
SY-E	Combination	0.01206	0.005052	-0.00068	-0.001174	0.000198	-0.001836	0.00402
SY-E	Combination	0.01172	0.006348	-0.000099	0.00068	-0.000673	0.001269	0.003906667
SY-E	Combination	0.01153	0.004747	-0.00068	-0.001174	0.000203	-0.001837	0.003843333
SY-E	Combination	0.01095	0.00495	-0.00062	-0.001106	0.00014	-0.001808	0.00365
SY-E	Combination	0.01076	0.004676	-0.000639	-0.001177	0.000206	-0.001838	0.003586667
SY-E	Combination	0.01013	0.004874	-0.000576	-0.001084	0.000131	-0.001816	0.003376667
SY-E	Combination	0.0093	0.00529	-0.000367	-0.000901	0.000596	-0.001755	0.0031
SY-E	Combination	0.00928	0.004796	-0.000532	-0.001104	0.000149	-0.001861	0.003093333
SY-E	Combination	0.00871	0.004742	-0.000502	-0.001129	0.000167	-0.001887	0.002903333
SY-E	Combination	0.0087	0.005352	-0.000118	-0.000756	0.000391	-0.001693	0.0029
SY-E	Combination	0.00855	0.005329	-0.0001	-0.000825	0.000686	-0.001749	0.00285
SY-E	Combination	0.00842	0.00538	-0.000447	-0.00085	0.000351	-0.00177	0.002806667
SY-E	Combination	0.00836	0.005187	-0.000354	-0.000863	0.000565	-0.001747	0.002786667
SY-E	Combination	0.0081	0.005159	-0.00035	-0.000883	0.000581	-0.001756	0.0027
SY-E	Combination	0.00809	0.005286	-0.000106	-0.000748	0.000382	-0.001689	0.002696667
SY-E	Combination	0.00774	0.00525	-0.000099	-0.000666	0.000306	-0.001662	0.00258
SY-E	Combination	0.00773	0.005054	-0.000367	-0.00091	0.000606	-0.001731	0.002576667
SY-E	Combination	0.00768	0.005155	-0.000118	-0.000756	0.000392	-0.001669	0.00256
SY-E	Combination	0.00169	0.006851	-0.000102	0.001041	-0.000996	0.000555	0.000563333
SY-E	Combination	0.00102	0.006018	-0.000157	0.000719	-0.000699	-0.000776	0.00034

Fuente: Base de Datos SAP 2000 v18

c. **Combinación de Cargas:** Para la combinación de cargas, vamos a generar combinaciones según la norma E060 que menciona, lo siguiente:

El valor de resistencia solicitado para carga viva (CV) y carga muerta (CM) es la siguiente:

$$U=1.4 (CM)+1.7(CV)$$

Para el diseño si consideramos cargas de sismo (CS), la resistencia solicitada será como mínimo:

$$U= 1.25(CM+CV) + - (CS)$$

$$U= 0.9(CM) + -(CS)$$

Teniendo estas consideraciones procedemos a crear las 9 combinaciones de carga en el SAP 2000 v18, todas combinaciones desde la U1 hasta las U9, vamos a poner que sean sumas algebraicas.

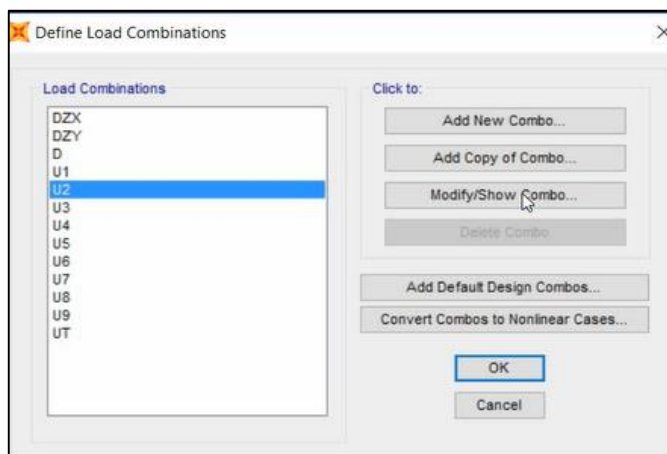


Figura 55 Consideraciones para todas las combinaciones de cargas

Solo para la UT se considerará una característica de envolvente

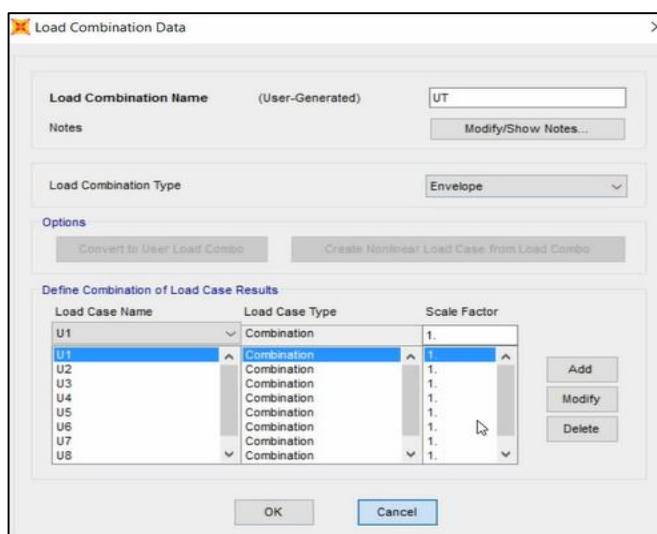


Figura 56 Consideración de envolvente para carga última

Para el diseño de la edificación procedemos a tomar consideraciones de la norma E060 y aplicar sus parámetros en el diseño del concreto, por lo que en el SAP 2000 v18 procedemos a trabajar con la norma ACI 318-14 que es un poco más exigente.

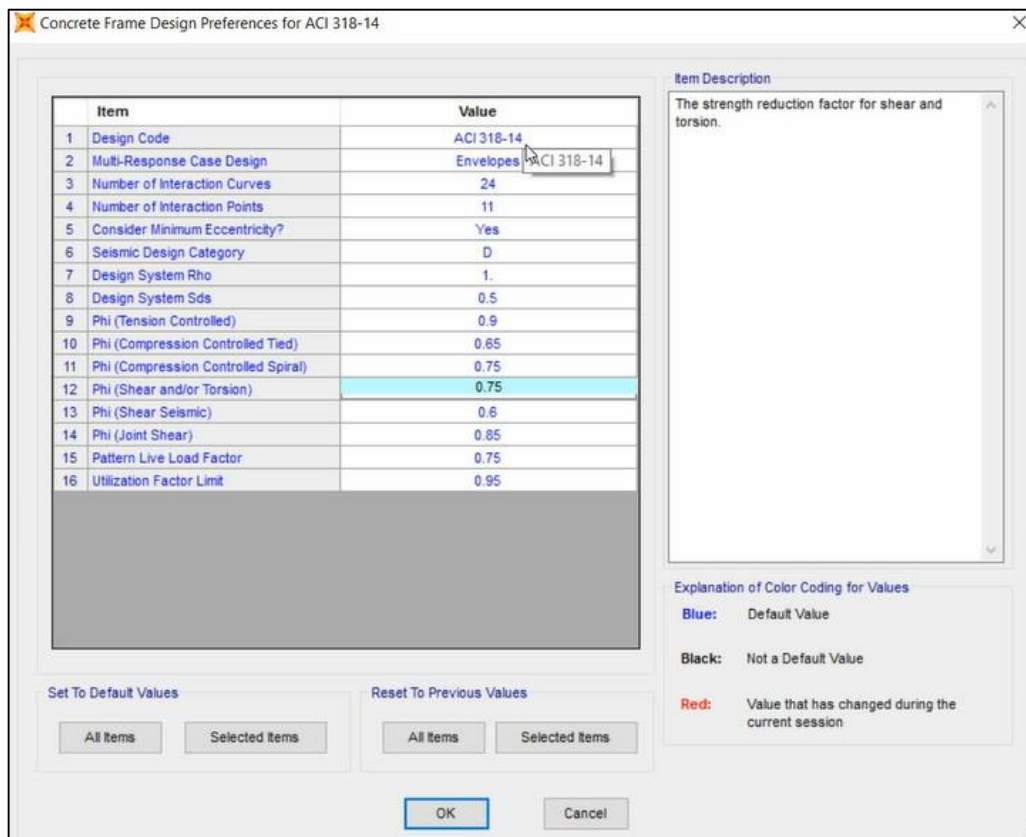


Figura 57 Aplicación de la norma ACI 318-14

- d. **Diseñando en Concreto:** Para diseñar el concreto tendremos en consideración que el SAP v18 toma los siguientes niveles de desempeño.

ATC-40	Fluencia	Ocupación Inmediata	Resguardo de Vida	Prevención del Colapso	Seguridad Limitada	Estabilidad Estructural	Colapso
NIVEL DE DESEMPEÑO	B	IO	LS	CP	C	D	E
VISION 2000	Operacional	Funcional	Resguardo de Vida	Cerca al Colapso	Colapso	Posterior al Colapso	

Figura 58 Niveles para diseño de concreto en SAP 2000 v18

En el caso de esta edificación procedemos a observar que, en algunos elementos estructurales, se encuentran en colapso, por lo que procedemos a analizar cuáles son estos elementos y donde está ubicados.

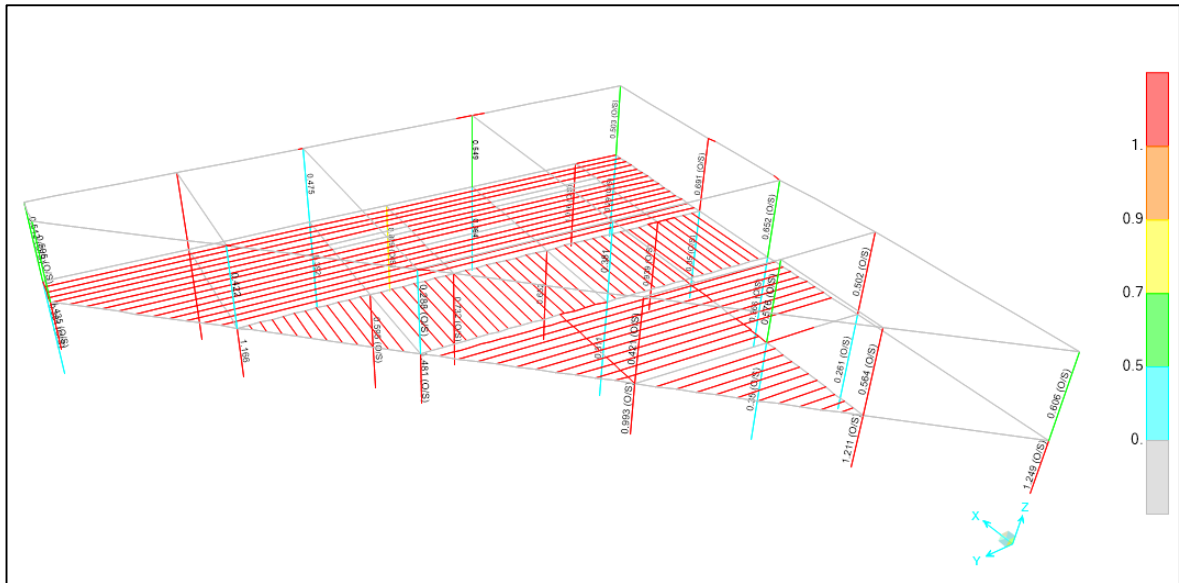


Figura 59 Verificación de ratios demanda/ Capacidad

El problema se observa que las siguientes columnas no cumplen con esta ratio, donde necesitará mayor cortante, procedemos a interactuar con estas columnas.

En el eje 1 las columnas C02 (primero), C04 (segundo)

En el eje 2 las columnas C12 (primero)

En el eje 3 las columnas C02 (primero), C05 (segundo), C06 (primero), C07 (primero)

En el eje 4 las columnas C10 (primero)

En el eje 5 las columnas C05 (segundo), C11 (primero y segundo)

En el eje 6 las columnas C11 (primero y segundo)

En el eje 8 las columnas C11 (primero)

Para las cuales se propone su reforzamiento de acuerdo al plan de mejora, donde se rediseñará las secciones de acero de acuerdo a lo arrojado en el programa Sap v.18



Figura 60 Proceso para verificar los esfuerzos de momentos y cortantes de cada punto



Figura 61 Obtención de Momentos en cada punto

En esta sección de la columna podemos ver que está soportando 1.3TN y es lo que genera mayor cortante.

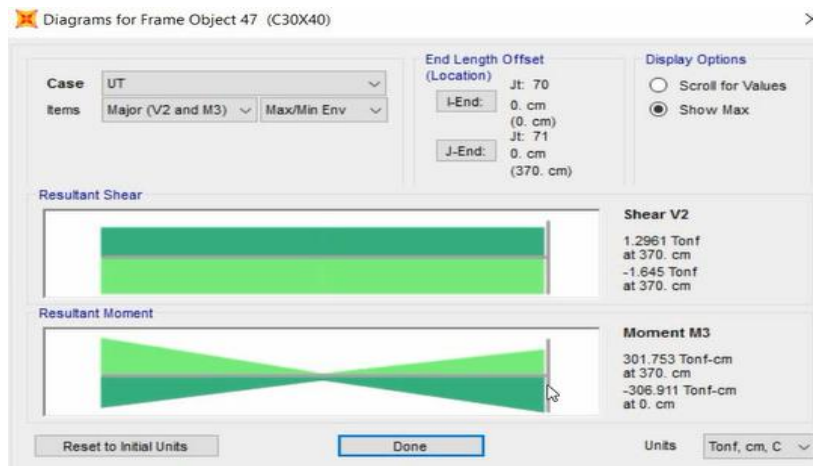


Figura 62 Verificación de cortante y momento en el punto más alto

Ahora vamos a verificar los cortantes en todas las columnas, y podemos observar que algunas columnas tienen mayor cortante en un sentido y más en otro sentido.

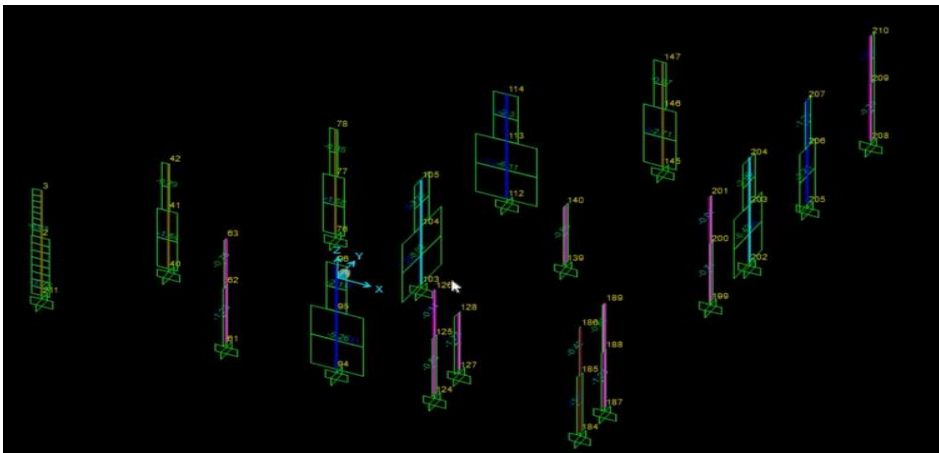


Figura 63 Verificación de todas las cortantes en las columnas

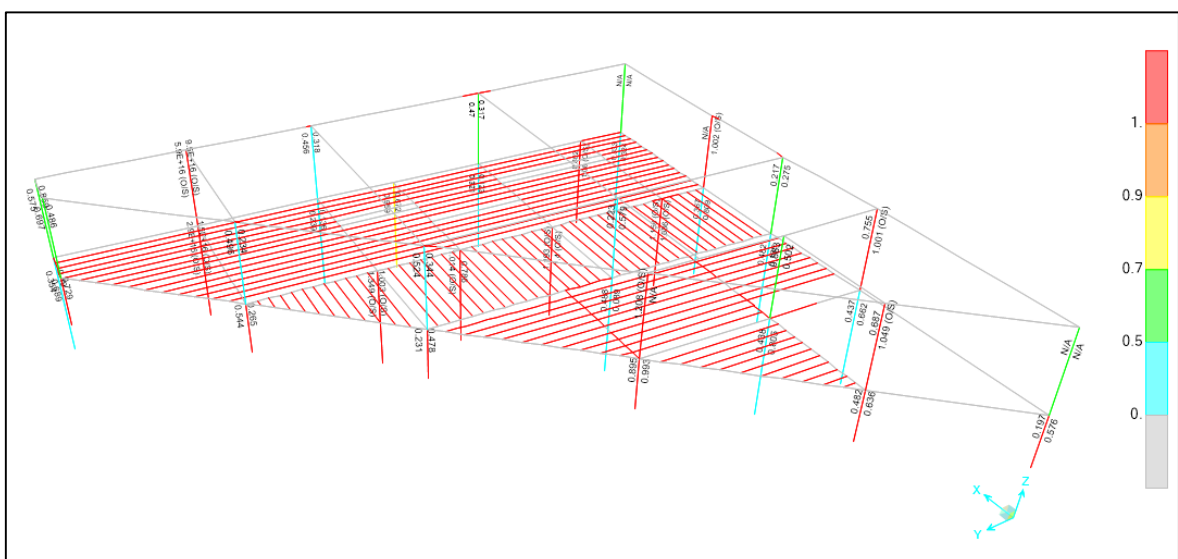


Figura 64 Verificación Columna Fuerte- Viga Débil

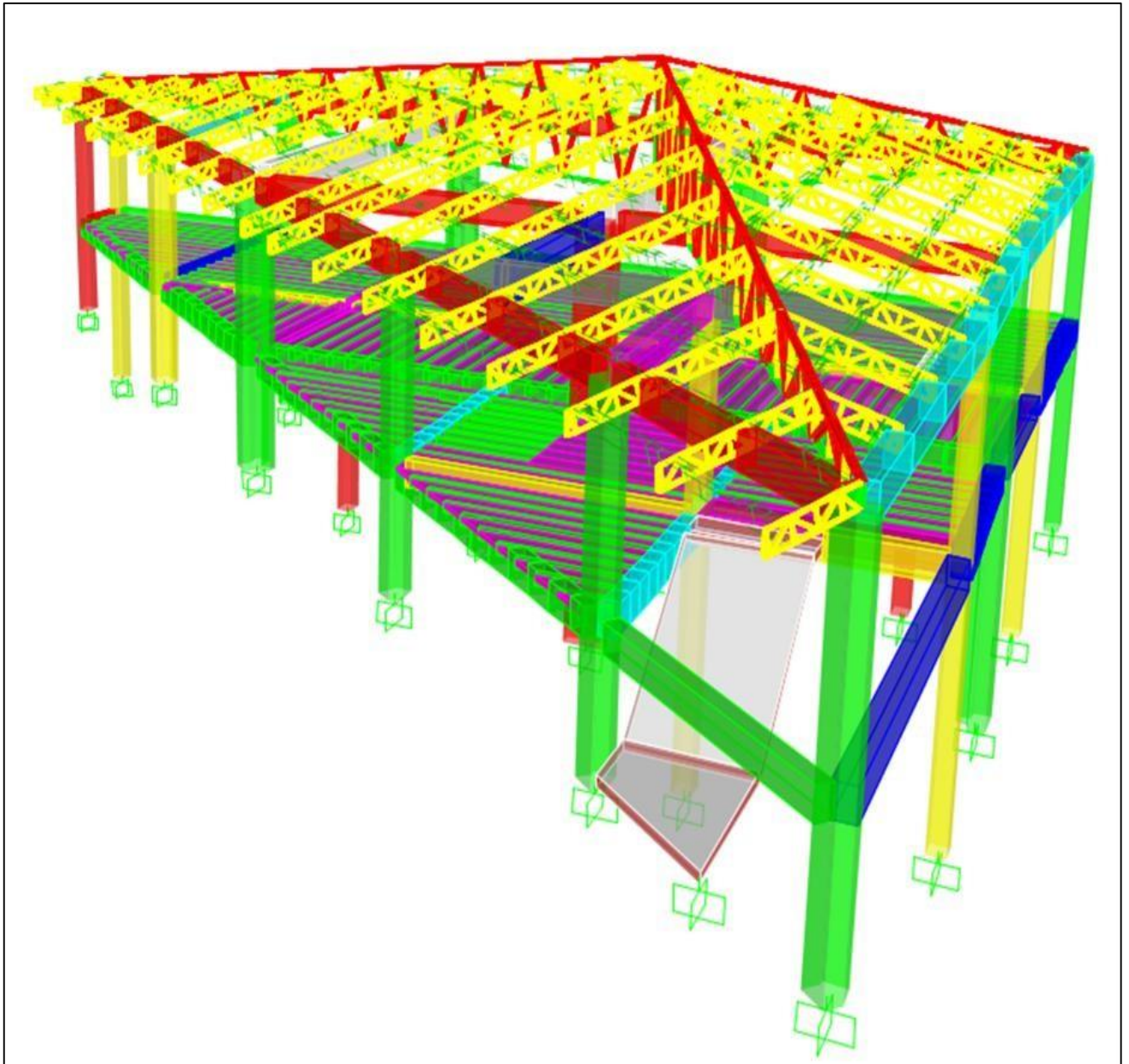


Figura 65 Modelación final de la estructura en el programa SAP 2000 v18

3.7 Evaluación Sismorresistente

Según la norma técnica de edificaciones E.-30-2016 el análisis sísmico es:

- Análisis lineal dinámico modal espectral
- Análisis lineal estático o de fuerzas equivalentes

De acuerdo a la investigación propuesta se realizará el cálculo de sismicidad estático y dinámico modal espectral y luego analizar los resultados obtenidos.

- *Zonificación.* La edificación I.E. N°82015 “Rafael Olascoaga” se ubica en la ciudad de Cajamarca y según la zonificación sísmica de la NTE E.060 le corresponde zona sísmica 3 por lo cual le corresponde $Z = 0,35$
- *Factor de Uso:* La estructura en estudio está clasificada como edificación esencial y de acuerdo a ello le corresponde $U = 1,5$.
- *Factor de amplificación sísmica:* El periodo fundamental para las direcciones X e Y se calcula con la expresión: Si: $T < T_p$ entonces $C = 2,5$
- *Factor de suelo:* La estructura en estudio se ubica dentro de la ciudad de Cajamarca y de acuerdo al tipo de suelo le corresponde $S_2 = 1.15$
- *Coefficiente de Reducción:* Se determina por los materiales directos empleados , el método estructural de sismorresistencia asignado para cada dirección, en la edificación propuesta donde la edificación estructural reside en pórticos de concreto armado, comparando con la NTE E-030, así mismo el coeficiente base de reducción toma un valor de 8,0, para ambas direcciones (X e Y), ya que es un pórtico de concreto armado; por otro lado la irregularidad en planta (I_p) toma un valor de 0.9 ya que corresponde a un sistema no paralelos, y la irregularidad en altura (I_a) toma un valor de 1, debido a que no existe irregularidades en elevación. Por lo cual procedemos a obtener el valor del coeficiente de reducción para ambas direcciones:

$$\begin{aligned} R_x &= 8 * I_a * I_p & R_y &= 8 * I_a * I_p \\ R_x &= 8 * 1 * 0.90 = 7.2 & R_y &= 8 * 1 * 0.9 = 7.2 \end{aligned}$$

3.7.1 Estados Y Combinaciones De Cargas:

Estados De Cargas:

Tabla 12 *Casos de Carga*

CM	Carga Muerta
CV	Carga Viva
SX y Sismo Espectral Y	Fuerza sísmica en la dirección X – X con excentricidad 5%
SY y Sismo Espectral Y	Fuerza sísmica en la dirección Y – Y con excentricidad 5%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13 *Pesos unitarios de los elementos*

Cargas Muertas :	
Elementos de concreto armado:	2.40 Tn/m ³
Losas aligeradas de 0.20 m:	300 Kg/m ²
Pisos terminados de 0.05 m:	100 Kg/m ²

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14 *Sobrecargas norma E-020 RNE*

Cargas Vivas:	
S/C aulas =	300 Kg./m ²
S/C Talleres =	350 Kg./m ²
S/C Auditorios, gimnasios =	De acuerdo al lugar de asambleas.
S/C Laboratorios =	300 Kg./m ²
S/C corredores y escaleras =	400 Kg./m ²
S/C cobertura =	30 Kg./m ²
S/C peso de la tabiquería =	100 kg/m ²

Fuente: Elaboración Propia

Combinaciones De Cargas:

De acuerdo a las Normas NTE. E060 artículo 9.2:

Tabla 15 *Combinaciones de Carga según E-060 RNE*

Combinación 1	1,4 CM + 1,7 CV
Combinación 2	1,25 CM + 1.25 CV + 1 SX
Combinación 3	1,25 CM + 1.25 CV - 1 SX
Combinación 4	1,25 CM + 1.25 CV + 1 SY
Combinación 5	1,25 CM + 1.25 CV - 1 SY
Combinación 6	0,90 CM + 1 SX
Combinación 7	0,90 CM + 1 SX
Combinación 8	0,90 CM - 1 SY
Combinación 9	0,90 CM + 1 SY
Combinación 10	Com1, Comb2, Comb3, Comb4, Comb5, Comb6, Comb7, Comb8 y Comb9 (Envolvente)

Fuente: Norma E.030

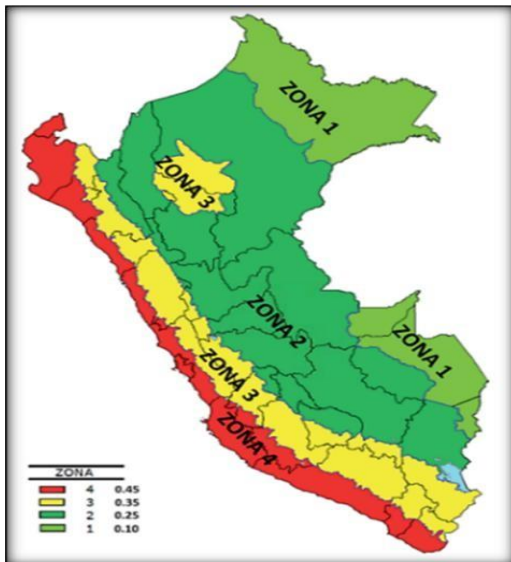
3.8 Análisis Sísmicos:

3.8.1. Factores para el análisis sísmico.

Se realizará considerando un modelo de estimación matemática en el cual los elementos estructurales verticales están interactuando con diafragmas horizontales, y estos se hallan estructuralmente rígidos en sus planos. Además, en cada dirección, se considera una excentricidad del 5% del valor de la dimensión del edificio perpendicularmente a la acción de la fuerza. Las cuantificaciones sísmicas que estipula la NTE. E-.030 tomados para la evaluación sísmica del edificio son:

3.8.1.1 Factor de zona sísmica.

La estructura educativa está situada en el distrito Cajamarca, Provincia Cajamarca, Región Cajamarca, la norma **E.030 – 2016** establece que dicho distrito se encuentra zonificada en la **Zona 3** de acuerdo a lo establecido en el artículo 2.1 de la NTE mencionada anteriormente. Como se muestra a continuación: zonificación. La edificación I.E. N°82015 “Rafael Olascoaga” se ubica en la ciudad de Cajamarca y según la zonificación sísmica de la NTE E-.030 le corresponde la zona sísmica 3 considerando $Z = 0,35$



$Z_3 = 0.35$ (Zona sísmica 3: Cajamarca)

Figura 66 Zonas Sísmicas de acuerdo a E030 RNE

3.8.1.2 Parámetros De Sitio:

Mencionamos que el suelo donde se situará la edificación corresponde a unos suelos intermedios. Es por ello que se debe tener en cuenta según sus características y la ubicación geográfica y ciertos valores para cada zona. Para un $S_2 = 1,15$ le corresponde un $T_p = 0,60$ y un $T_1 = 2,00$.

Tabla 16 Factor de Zona "Z" E-030 RNE

Zona	Factor De Zona
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E030- RNE

Condiciones Geotécnicas (S Y T_p)

Tabla 17 Factor de Suelo "S" E-030 RNE

Tipo De Suelo "S" - Tabla N° 3				
Zona / Suelo	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Norma E030- RNE

Tabla 18 *Períodos Según E-030 RNE*

Períodos "Tp" Y "Tl" - Tabla N° 4				
	S0	S1	S2	S3
Tp (S)	0.30	0.40	0.60	1.00
Tl (S)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Norma E030- RNE

3.8.1.3 Parámetros Estructurales

a. Categoría De La Edificación (U)

Esta categoría al igual que las demás, es de mucha importancia ya que depende del uso que se le ira a asignar a la edificación, así como también de la importancia de la estructura. La edificación a modelar, es de categoría esencial la cual se clasifica como **edificaciones esenciales, de Categoría A**, por lo que se tiene: **U = 1.5**

Tabla 19 *Categorías de las edificaciones según E-020 RNE*

Categoría De Las Edificaciones		
Categoría	Descripción	Factor U
Categoría A Edificaciones	A1: Hospitales, Centros De Salud.	*
	A2: Cuarteles De Bomberos, Policías, Reservorios Etc.	1.5
Categoría B	Teatros, Estadios, Centros Comerciales, Etc.	1.3
Categoría C	Viviendas, Oficinas, Hoteles, Restaurantes	1.0

Fuente: Norma E030- RNE

b. Configuración Estructural

La NTE. E-030 clasifica a las estructuras como regulares e irregulares y de acuerdo a sus características arquitectónicas determinara el comportamiento sísmico de esta” Según lo expuesto en la norma: NTE. E-030, Art 11b

Tabla 20 *Parámetros de Irregularidad en altura según E-030 RNE*

Irregularidades Estructurales En Altura	Factor De Irregularidad Ia
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	0.75
Irregularidad Extrema de Rigidez Irregularidad Extrema de Resistencia	0.50
Irregularidad de Masa o Peso	0.90
Irregularidad Geométrica Vertical	0.90
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	0.80
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	0.60
No existe irregularidad en Altura	1.00

Fuente: Norma E-030 RNE

Tabla 21 *Parámetros de irregularidad en Planta E-030 RNE*

Irregularidades Estructurales En Planta	Factor De Irregularidad Ip
Irregularidad Torsional	0.75
Irregularidad Torsional Extrema	0.60
Esquinas Entrantes	0.90
Discontinuidad del Diafragma	0.85
Sistemas no Paralelos	0.90
No existe irregularidad en Planta	1.00

Fuente: Norma E030- RNE

En el caso de nuestra estructura, clasifica dentro de la categoría de irregular con el caso de sistemas no paralelos cuyo factor es 0.90.

c. Coeficiente De Reducción Sísmica (R)

Para determinar **R** tomamos en consideración el sistema estructural diseñado el cual tiene su clasificación de acuerdo a los materiales empleados en su construcción y además el material predominante tal como lo señala la NTE. E-030.2016 (**sistemas estructurales**). Para el caso de la edificación que se está trabajando se considerara:

Sistema de Pórticos de concreto armado en el eje “X” donde se hará uso de un coeficiente básico de reducción $R_{ox} = 8$. Ubicado en la tabla siguiente:

Tabla 22 Factor de Sistema estructural Eje X según E.030

R	SISTEMA ESTRUCTURAL	Coef Regular
	<u>Acero:</u>	
R1	Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8.0
R2	Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7.0
R3	Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6.0
R4	Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8.0
R5	Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6.0
R6	Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8.0
	<u>Concreto Armado:</u>	
R7	Pórticos	8.0
R8	Dual	7.0
R9	De muros estructurales	6.0
R10	Muros de ductilidad limitada	4.0
R11	<u>Albañilería Armada o Confinada.</u>	3.0
R12	Madera (Por esfuerzos admisibles)	7.0

Fuente: Norma E-030 RNE

Sistema de Pórticos de concreto armado en el eje “Y”, donde se usará un coeficiente básico de reducción de Roy = 8.

Tabla 23 Factor de seguridad estructural Eje Y según E.030

R	SISTEMA ESTRUCTURAL	Coef Regular
	<u>Acero:</u>	
R1	Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8.0
R2	Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7.0
R3	Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6.0
R4	Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8.0
R5	Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6.0
R6	Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8.0
	<u>Concreto Armado:</u>	
R7	Pórticos	8.0
R8	Dual	7.0
R9	De muros estructurales	6.0
R10	Muros de ductilidad limitada	4.0
R11	Albañilería Armada o Confinada.	3.0
R12	Madera (Por esfuerzos admisibles)	7.0

Fuente: Norma E-030 RNE

De acuerdo a la NTE- E.030, el valor de **R_o** deben ser efectuado con **I_p * I_a** obteniendo, los siguientes resultados:

$$R_x = 8 * I_a * I_p$$

$$R_x = 8 * 1 * 0.90 = 7.2$$

$$R_y = 8 * I_a * I_p$$

$$R_y = 8 * 1 * 0.9 = 7.2$$

3.8.2 Análisis Dinámico

a. Espectro De Pseudo Aceleraciones

La determinación del análisis dinámico de la edificación tendrá que utilizar lo que se le denomina un espectro de respuesta según el R.N.E en la norma E.030, este procedimiento tiene como finalidad la comparación de la fuerza cortante mínima en la base y proceder a comparar con los resultados arrojados del análisis estático. El proceso de cálculo del análisis dinámico dentro de la estructura utilizará combinaciones de tipo espectral, o de ser el caso el del tipo tiempo- historia, cabe resaltar que estas combinaciones deben actuar en ambas direcciones (X e Y).

Tabla 24 Procedimiento de Período de suelo

Aceleración espectral:	$S_a = \frac{Z U C S}{R} \cdot g$
Gravedad:	$g = 9.81 \text{ m/s}^2$
Factor de amplificación sísmica:	$C = T < T_p \implies C = 2.5$

T_p = periodo del suelo (encontrado en la página 96 del presente informe)

Tabla 25 Gráfica del espectro del sismo en el eje "X", donde se tiene un Sistema de pórticos

T	Sa	C
0.01	0.20964	2.5000
0.02	0.20964	2.5000
0.03	0.20964	2.5000
0.04	0.20964	2.5000
0.05	0.20964	2.5000
0.06	0.20964	2.5000
0.07	0.20964	2.5000
0.08	0.20964	2.5000
0.09	0.20964	2.5000
0.1	0.20964	2.5000
0.2	0.20964	2.5000
0.3	0.20964	2.5000
0.4	0.20964	2.5000
0.5	0.20964	2.5000
0.6	0.20964	2.5000
0.7	0.17969	2.1429
0.8	0.15723	1.8750
0.9	0.13976	1.6667
1	0.12578	1.5000
1.1	0.11435	1.3636
1.2	0.10482	1.2500
1.3	0.09675	1.1538
1.4	0.08984	1.0714
1.5	0.08385	1.0000
1.6	0.07861	0.9375
1.7	0.07399	0.8824
1.8	0.06988	0.8333
1.9	0.06620	0.7895
2	0.06289	0.7500
3	0.02795	0.3333
4	0.01572	0.1875
5	0.01006	0.1200
6	0.00699	0.0833
7	0.00513	0.0612
8	0.00393	0.0469
9	0.00311	0.0370
10	0.00252	0.0300

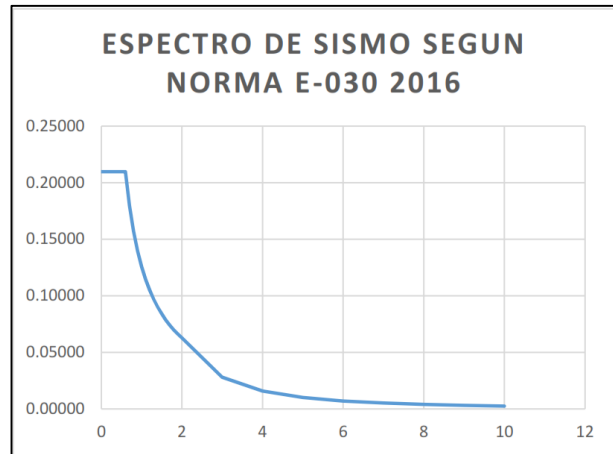


Figura 67 Espectro de Sismo según Norma E-030

Espectro De Sismo Según Normal E-030 2016

$$\begin{array}{ll}
 T < T_P & C = 2.5 \\
 T_P < T < T_L & C = 2.5 * \frac{T_P}{T} \\
 T > T_L & C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2} \right)
 \end{array}$$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26 Tabla del espectro de sismo en el eje "Y", donde se tiene un sistema de pórticos

T	Sa	C
0.01	0.20964	2.5000
0.02	0.20964	2.5000
0.03	0.20964	2.5000
0.04	0.20964	2.5000
0.05	0.20964	2.5000
0.06	0.20964	2.5000
0.07	0.20964	2.5000
0.08	0.20964	2.5000
0.09	0.20964	2.5000
0.1	0.20964	2.5000
0.2	0.20964	2.5000
0.3	0.20964	2.5000
0.4	0.20964	2.5000
0.5	0.20964	2.5000
0.6	0.20964	2.5000
0.7	0.17969	2.1429
0.8	0.15723	1.8750
0.9	0.13976	1.6667
1	0.12578	1.5000
1.1	0.11435	1.3636
1.2	0.10482	1.2500
1.3	0.09675	1.1538
1.4	0.08984	1.0714
1.5	0.08385	1.0000
1.6	0.07861	0.9375
1.7	0.07399	0.8824
1.8	0.06988	0.8333
1.9	0.06620	0.7895
2	0.06289	0.7500
3	0.02795	0.3333
4	0.01572	0.1875
5	0.01006	0.1200
6	0.00699	0.0833
7	0.00513	0.0612
8	0.00393	0.0469
9	0.00311	0.0370
10	0.00252	0.0300

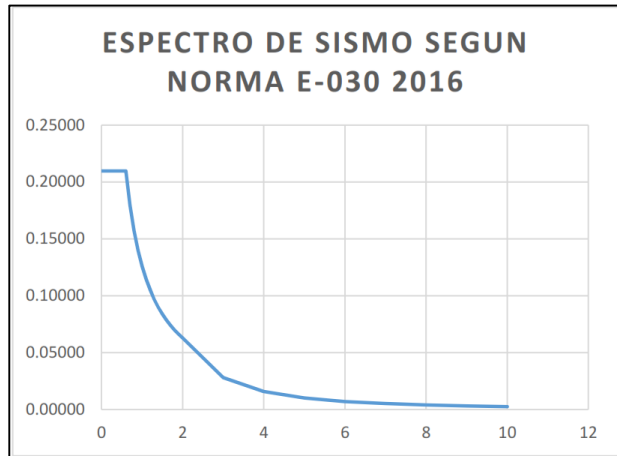


Figura 68 Espectro de sismos Según Norma E-030 RNE

Espectro De Sismo Según Norma E-30 2016

$$\begin{aligned}
 T < T_P & \quad C = 2.5 \\
 T_P < T < T_L & \quad C = 2.5 * \frac{T_P}{T} \\
 T > T_L & \quad C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

Fuente: Elaboración propia

b. Periodos Y Masa Participantes

A continuación, procedemos a determinar los Periodos y masa participante utilizando un análisis dinámico, así mismo se considera 6 modos de vibración. El cálculo del número de modos de vibración según la estructura, se debe al número de pisos que se construirán y por cada Nivel se tendrá 3 modos (**2 niveles = 6 modos**).

El resultado de los modos obtenidos al analizar la estructura en SAP 2000 v18. se presentan a continuación:

Tabla 27. Periodo y masa participativa según análisis en SAP 2000 v18

Modal Participating Mass Ratios									
OutputCas	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumU	SumU	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Modal	Mode	1	0.518	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	Mode	2	0.386	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	Mode	3	0.374	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	Mode	4	0.338	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Modal	Mode	5	0.312	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001
Modal	Mode	6	0.236	0.006	0.718	0.000	0.006	0.718	0.002
Modal	Mode	7	0.216	0.596	0.002	0.000	0.602	0.721	0.002
Modal	Mode	8	0.206	0.112	0.012	0.000	0.714	0.733	0.002
Modal	Mode	9	0.184	0.092	0.063	0.000	0.806	0.796	0.002
Modal	Mode	10	0.108	0.015	0.002	0.033	0.821	0.798	0.035
Modal	Mode	11	0.091	0.014	0.183	0.001	0.834	0.980	0.036
Modal	Mode	12	0.082	0.154	0.012	0.001	0.988	0.992	0.037

Fuente: SAP 2000 V18.2.1.

En la tabla anterior obtenida del análisis en el SAP 2000 v18. se puede apreciar las combinaciones de los diferentes modos de vibración ante un período determinado, así como el porcentaje de masa que participa. Además, se establece que el periodo fundamental de la estructura para la dirección X está referenciado en el modo 7 y para la dirección Y por el modo 6.

Por otro lado, también observamos los valores de la respuesta elástica máxima esperada (r), estos valores tienden a ser en algunos casos esfuerzos o deformaciones, que arroja el SAP 2000 v18, estas deformaciones han tenido como referencia un conjunto de modos de vibración (r_i) que han sido obtenidos, así mismo la norma E030, art.18 establece la superposición modal que está en función de la suma aritmética de los valores absolutos, y su media cuadrática, esto se especifica a continuación:

$$r = 0.25 \times \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \times \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \dots\dots\dots \text{Ec. 10}$$

Frente a esto, la respuesta máxima también se podría calcularse a través de la combinación cuadrática completa (CQC) para todos los valores obtenidos para modo de vibración, esta vibración se la calculará con ayuda del programa SAP 2000 v18 y en tal caso se debe utilizar un 5 % de amortiguamiento.

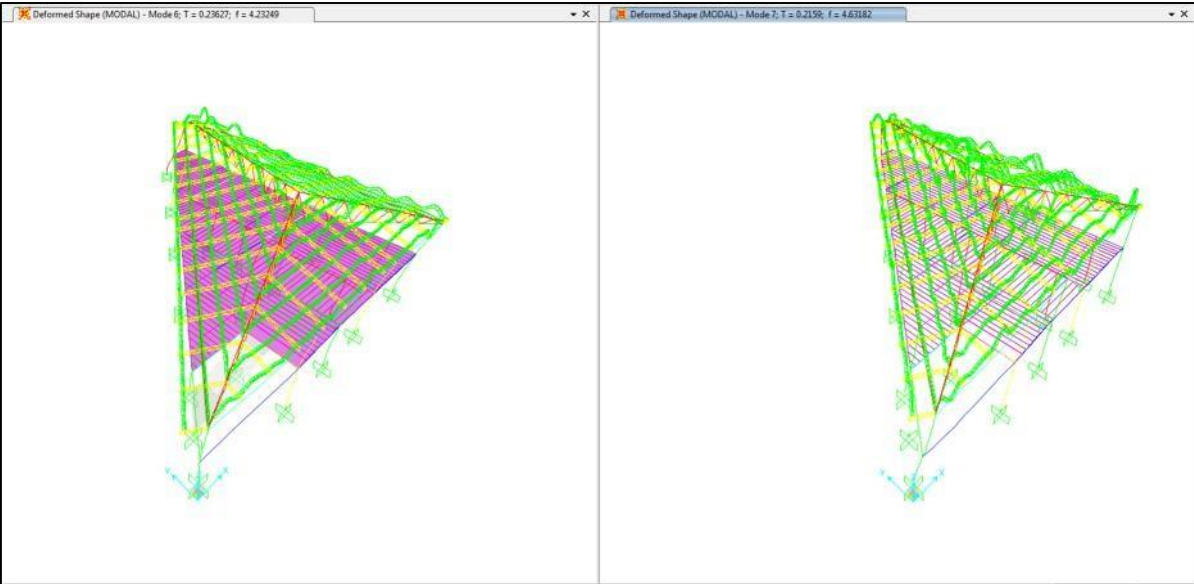


Figura 69. Vista de periodo de la estructura en SAP 2000 v18.

Para: Mode 7: Periodo 0.216 Seg. En Dirección: X - X
 Mode 6: Periodo 0.236 Seg. En Dirección: Y - Y

3.8.3 Análisis Estático

Este análisis se utilizará para calcular la cortante estático, que utilizará parámetros definidos con anterioridad en la presente investigación, así mismo se debe definir cuál será el peso de la estructura.

a. *Peso Sísmico De La Estructura (P)*

Esta edificación se la caracterizó en la categoría A con un 50% de la carga viva, este valor se lo obtiene al categorizar el sistema estructural y la regularidad de la edificación, según lo estipula la norma E.030, así mismo la combinación que se establece sería la siguiente:

100% CM + 50% CV.

Tabla 28. Porcentajes (%) de Carga Viva

Categoría	%	Carga
A y B	50	Viva
C	25	Viva
Deposito	80	Peso total almacenable
Azotea, Techo	25	Viva
Tanques, silos	100	Peso total almacenable

Fuente: Norma E.030. Elaboración: propia

Casos de carga para determinar el peso de la estructura según SAP 2000 v18: Según la NTE E.30 en su artículo 4.3 nos refiere de que manera considera el peso de la edificación que participa en el resultado de la fuerza sísmica.

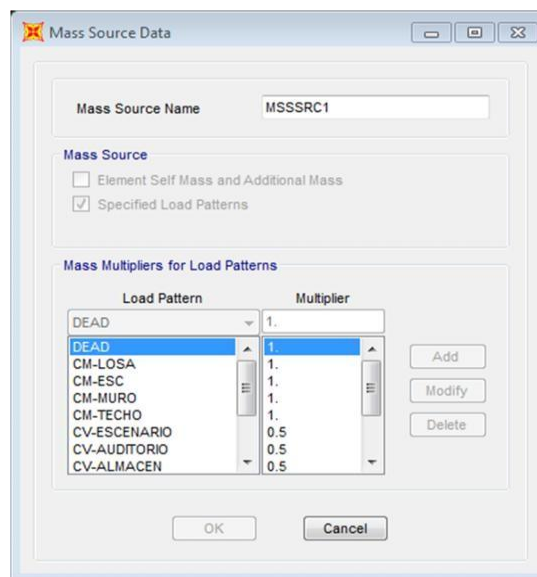


Figura 70. Casos de carga para determinar el peso de la estructura según SAP 2000 v18.

Categorías y Sistemas estructurales: Una edificación estructural deberá proyectarse y ello depende de la categoría y zona donde se encuentre para lo cual se considera la tabla 29.

Categoría Y Estructura De Las Edificaciones			
Categoría De La Edificación	Regularidad	Zona	Sistema Estructural
A1	Regular	4 y 3	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructura
		2 Y 1	Estructuras de concreto: Sistema dual, muros de concreto armado Albañilería Armada o Confinada
A2	Regular	4, 3 y 2	Estructuras de concreto: Sistema dual, muros de concreto armado Albañilería Armada o Confinada
		1	Cualquier Sistema
B	Regular Irregular	4, 3 Y 2	Estructuras de concreto: sistema dual, Muros de concreto armado Albañilería Armada o Confinada Estructuras de Madera
		1	Cualquier Sistema
C	Regular Irregular	4, 3, 2 Y 1	Cualquier Sistema

Fuente: Norma E.030. Elaboración: propia

Tabla 29. Cuadro normativo para encontrar C (coeficiente de amplificación sísmico)

Tabla 30. *Peso de la estructura según metrado de cargas.*

Peso Total De La Edificación			
Pisos	Diagrama	Masa Tn	Peso Tn
Piso 2	D2	9.46	92.75
Piso 1	D1	28.64	280.82
Total		38.09	373.56

Fuente: propia.

b. Factor De Amplificación Sísmica (C) Y Periodo Fundamental (T)

Factor de amplificación sísmica (C)

Para estimar este valor se debe tener en cuenta al período fundamental que según la norma E.030 se calcula de la siguiente manera:

$$C = T < T_p \Rightarrow C = 2.5$$

Dónde: $T_p = 0.6$ seg

T = período fundamental del edificio

Periodo fundamental (T)

Para calcular el periodo fundamental se debe obtener indicando cada tipo de dirección (X e Y) y se procederá con la siguiente expresión:

Ec. 11..... $T = \frac{h_n}{C_t}$ h_n = altura acumulada de la edificación
 C_t = según lo especificado en norma E.30, Art. 17 lo

especificado en norma E.30, Art. 17 (17.2)

Tabla 31. *Ct según norma E.030.*

Sistema resistente al corte	C_t
Solo pórticos	35
Pórticos, cajas de ascensores, escaleras	45
Muros de corte, albañilería confinada	60

Fuente: Norma E.030.

Tabla 32. *Periodo Fundamental.*

Dirección	C_t	h_n	$T = h_n/C_t$	C	$C/R \geq 0,125$
X – X	35	6.85	0.196	2.5	0.347
Y – Y	35	6.85	0.196	2.5	0.347

Fuente: Norma E.030.

c. Fuerza Cortante En La Base (V)

La fuerza cortante en la base denominada por (V) se la debe calcular para cada dirección del análisis, esto se define por la siguiente fórmula que se referencia de la norma E.030, Art 17(17.3).

Ec. 12..... $V = \frac{Z U C S}{R} P$ $\frac{C}{R} \geq 0.125$

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis estático para ambas direcciones (**XX e YY**) realizado para los parámetros definidos anteriormente, para ello se utilizaron los periodos obtenidos del análisis modal.

Tabla 33 Cortante basal en la dirección X-X

Valor Del Cortante Basal “ X e Y”		
Z =	0.35	Zona sísmica 3 – Cajamarca.
U =	1.50	Edificación Institución Educativa
S =	1.15	Suelo tipo S2
R =	7.2	Factor de reducción de fuerzas sísmicas
Tp	0.60	Periodo del suelo
Tl	2.00	Periodo del suelo de inicio Zona
C_T	35	Pórticos
C	2.50	T < Tp entonces C = 2.5
T	0.196	Periodo fundamental dinámico < 0.70
$\frac{Z U C S}{R}$	0.2096	Factor
P	373.56	Peso total de estructura (tn)
V	78.31	Cortante en la base
C/R	0.347	≥0.125

Fuente: Norma E.030.

Tabla 34 Cortante basal en la dirección Y-Y

Valor Del Cortante Basal “ Y ”		
Z =	0.35	Zona sísmica 3 – Cajamarca.
U =	1.50	Edificación Institución Educativa
S =	1.15	Suelo tipo S2
R =	7.2	Factor de reducción de fuerzas sísmicas
Tp	0.60	Periodo del suelo
Tl	2.00	Periodo del suelo de inicio Zona
C_T	35	Pórticos
C	2.50	T < Tp entonces C = 2.5
T	0.196	Periodo fundamental dinámico < 0.70
$\frac{Z U C S}{R}$	0.2096	Factor
P	373.56	Peso total de estructura (tn)
V	78.31	Cortante en la base
C/R	0.347	≥ 0.125

Fuente: norma E.030.

d. Distribución De Fuerza Cortante En Elevación

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas horizontales estas deben corresponder a cada nivel i, así mismo para cada dirección se debe calcular mediante:

Fuerza Sísmica Por Piso "X - X"

$$F_1 = \alpha_1 v$$

Ec. 13..... $\alpha_1 = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^N P_i(h_i)^j}$

a. Si $T \leq 0.5s$; $K=1$
 b. Si $T > 0.5s$; $K=(0.75+0.5T) \leq 2$

Tabla 35. Distribución de fuerza sísmica por nivel en la estructura en la dirección X-X.

Pisos	Peso(Tn)	Altura(hi)	Pi*hi	A	Fi	V
2	92.75	6.85 m	635.30	0.37	28.99	28.99
1	280.82	3.85 m	1081.14	0.63	49.33	78.31
	373.560		Σ1716.4	1.00	78.31	

Fuente: Propia

Fuerza Sísmica Por Piso "Y - Y"

$$F_1 = \alpha_1 v$$

Ec. 14..... $\alpha_1 = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^N P_i(h_i)^j}$

Tabla 36. Distribución de fuerza sísmica por nivel en la estructura en la dirección Y-Y.

Pisos	Peso(Tn)	Altura(hi)	Pi*hi	A	Fi	V
2	92.75	6.85 m	635.30	0.37	28.99	28.99
1	280.82	3.85 m	1081.14	0.63	49.33	78.31
	373.560		1716.44	1.00	78.31	

Fuente: Propia

e. Cálculo De Coeficiente De Amplificación Dinámica

Tabla 37. Calculo de coeficiente de amplificación Dinámica

Base Reactions								
OutputCa	CaseTyp	StepTy	Global	Global	Global	GlobalM	GlobalM	GlobalM
Tex	Tex	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
SDx	LinRespSp	Max	50.321	8.198	3.863	60.0138	274.7363	406.4461
SDy	LinRespSp	Max	9.686	57.011	3.203	292.7138	56.2705	1036.4279

Fuente: SAP 2000 v18

Tabla 38. *Calculo de la cortante Dinámica*

Story	Load	VX	VY
Piso 1	Sismo Exp Yy	78.31	1
Piso 1	Sismo Exp Xx	1	78.31
Piso 1	Sdx	50.32	0.000
Piso 1	Sdy	0.000	57.01

Fuente: SAP 2000. v.18.

f. Fuerza Cortante para el diseño de componentes estructurales

Para establecer la respuesta máxima dinámica esperada para la cortante en la base, esta basará su cálculo utilizando una combinación cuadrática para todos los modos de vibración que se calcularon con anterioridad.

Otro criterio que se debe tener en cuenta es que la cortante dinámica no tendrá que ser menor al 80% de la cortante estática, este criterio es bajo la condición edificaciones regulares, mientras que para edificaciones irregulares no tendrá que ser menor al 90%. Frente a esto se comparan los resultados obtenidos y procedemos a verificar que cumplan con lo que estipula norma, si fueran adversarios los resultados la norma menciona que se debe escalar los resultados del análisis dinámico por un factor determinado deliberadamente, pero no se deben escalar los desplazamientos, este factor (f) debe ser siempre mayor a 1 y representa la relación cortante basal – dinámica.

Tabla 39. *Cortante para el diseño de elementos estructurales.*

	Cortante Estatico ¹ (Tn)	Cortante Dinamico ² (Tn)	0.9*Cort. Estatico ³ (Tn)	Coficiente De Amplificación Dinámica ^{3'2}
Direc X-X	78.31	50.32	70.48	1.40
Direc Y-Y	78.31	57.01	70.48	1.24

Fuente: Sap 2000. V.18.

Verificación de la cortante en la base

Se utilizará las siguientes relaciones que se especifica en la norma E.030 para el diseño de la cortante mínima en la base.

$$V_{\text{Diseño}} - \text{Dinamico} \geq \begin{cases} 0.8 V_{\text{estatico}}, & \text{Regular} \\ 0.9 V_{\text{estatico}}, & \text{Irregular} \end{cases}$$

Tabla 40. *Cortante basal dinámica para "X"*

V Dinámica De Diseño Norma 90% Vest	70.48	No cumple
Cortante Basal Expectro Sx .Tn	50.32	
Fsx	1.4006359	

Tabla 41. Cortante basal dinámica para “Y”

V Dinámica De Diseño Norma 90% Vest	70.48	No Cumple
Cortante Basal Expectro Sy Tn	57.01	
Fsy	1.2362743	

La cortante dinámica en la base en tanto para X como para Y no cumple, por lo que en este caso norma menciona que será necesario incrementar la cortante en la base para lo cual se tendrá que escalar los resultados, pero no los desplazamientos, siguiendo este procedimiento se cumplirá lo estipulado por la norma E030.

$$\text{Ec. 19.....} \quad FS = 0.90x\left(\frac{VEstatica}{VDinámica}\right)$$

Tenemos como FSx=1.4006 y Fsy= 1.2362, estos valores se les denomina los factores de escala y deben ser ingresado al software para que estos puedan multiplicar al espectro y así cumplir con lo que estipula la norma, donde el porcentaje debe ser mayor al 0.9Vestática.

Ingreso de factor escalamiento dirección “X”:

En el caso de Fsx Dinámico=9.81*1.4006359=13.73, este valor será el scale factor para Sx.

En el caso de Fsy Dinámico=9.81*1.2362743=12.16, este valor será el scale factor para Sy.

Tabla 42. Tabla Cortantes Amplificadas

Story	Load Case	VX	VY	Cumple
Story 1	Sismo en XX	70.48		
Story 1	Sx Dinámico Max	71.062264		OK
Story 1	Sismo en YY		70.48	
Story 1	Sy Dinámico Max		77.752264	OK
	Vdinámica/V diseño estática	0.1008	1.103	

De la tabla N°48 podemos ver que cumple la cortante dinámica Sx es mayor que la de diseño en un 0.8%. Además la cortante dinámica Sy es mayor que la de diseño en un 10%.

g. Control De Desplazamientos Laterales.

Para que haya un control de los desplazamiento laterales debemos referenciar a la norma E.030, donde especifica que los valores arrojados deben ser multiplicados por el valor de 0.75R esto servirá para estimar los máximos desplazamientos laterales en ambas direcciones de la edificación. Para efectos de la presente investigación se tomó los desplazamientos del centro de masa y del eje que está más distante. Los resultados para dirección después de realizar este cálculo se presentan en la siguiente :

$\Delta i/h_e$ = Desplazamiento relativo que se calcula de acuerdo al entrepiso,

Además:

Tabla 43.Desplazamientos máximos permisibles

LIMITES PARA DESPLAZAMIENTO LATERAL DE ENTREPISO	
Material Predominante	$\Delta i/h_e$
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

Fuente: norma E.030

H. Desplazamientos De Centros De Masa Y Extremos De Diafragmas (Por Niveles)

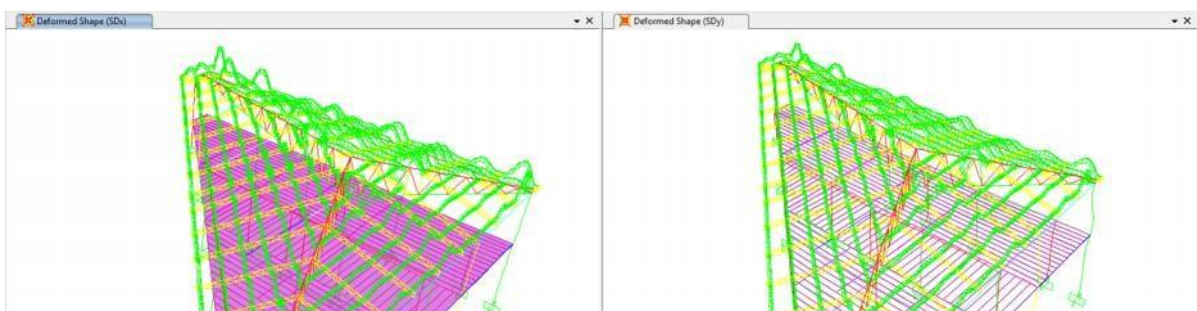


Figura XXVI: Desplazamientos de diafragma de la estructura

Desplazamiento de los entre pisos – Caso Dinámico.

En “X – X”

Coefficiente de reducción **$R_x = 7.20$**

Deriva de entrepiso máxima permitida **$= 0.007$**

Tabla 44.*Desplazamientos relativo dinámico X-X*

Piso	Altura	D.Abs.	D.Abs.Real	D.Relat	Deriva	D.Max	Norma
Piso 2	300.0 Cm	0.4081	2.9383	1.7150c	0.0057	0.007	Ok
Piso 1	385.0 Cm	0.1699	1.2233	1.2233c	0.0032	0.007	Ok

Fuente: SAP 2000.v18

En “Y – Y”

Coefficiente de reducción **$R_y = 7.20$**

Deriva de entrepiso máxima permitida **$= 0.007$**

Tabla 45.*Desplazamiento relativo dinámico-Y*

Piso	Altura	D.Abs.	D.Abs.Real	D.Relat	Deriva	D.Max	Norma
Piso 2	300 cm	0.4917	3.5402 cm	2.0347 cm	0.0067	0.007	Ok

Piso 1	385 cm	0.2091	1.5055 cm	1.5055 cm	0.0039	0.007	Ok
--------	--------	--------	-----------	-----------	--------	-------	----

Fuente: SAP 2000. v18

De las tablas anteriores podemos verificar que ninguno de los dos sentidos tanto como X e Y violan el supuesto del valor dado por la norma E.030 – 2016, (X = Pórticos= 0.007, Y = Pórticos = 0.007), así como el valor máximo que establece para derivas en edificaciones de concreto armado.

3.8.4 Junta De Separación Sísmica

La junta de separación es vital importancia según indica la norma E.030 - 2016 ya que toda edificación debe estar separada de las edificaciones aledañas, a una longitud **S**, menciona que el edificio debe estar separado de las estructuras vecinas una distancia **S** para evitar el contacto durante un movimiento telúrico. El valor de **S** se estimará como el mayor posible de las siguientes fórmulas:

- $S > 2/3$ de la suma aritmética de todos los desplazamientos de las edificaciones adyacentes
- $S = 0.006h \geq 0.03 \text{ m}$ Donde h – altura acumulada del edificio (m)

$$\text{Ec. 20..... } S = 0.006 * 6.85 = 0.041 \text{ m}$$

- $S > 3\text{cm}$

Además, a la junta sísmica, una estructura debe retirarse de sus límites de propiedad adosados al edificio, estas distancias no serán menores que:

$$D \text{ min} = \frac{2}{3} x (D \text{ max}) = \frac{2}{3} x 3.54 = 2.36 \text{ cm}$$

$$D \text{ min} = \frac{s}{2} = \frac{2.3}{2} = 1.18 \text{ cm}$$

Finalmente se estableció una junta de separación sísmica con un valor estimado de **3.0 cm**

3.9 Diseño Estructural

3.9.1 Resistencia Requerida

Para determinar la Carga Ultima se utilizaron las combinaciones de, carga viva, carga muerta y carga de sismo según lo estipulado por la NTE E-060 Art. 9.2.

$$U = 1.4\text{DEAD} + 1.7\text{LIVE}$$

$$U = 1.25\text{DEAD} + 1.25\text{LIVE} \pm 1.0\text{SISMO}$$

$$U = 0.90\text{DEAD} + 1.0\text{SISMO}$$

3.9.2 Diagramas De Momentos Flectores Estructura En 3d:

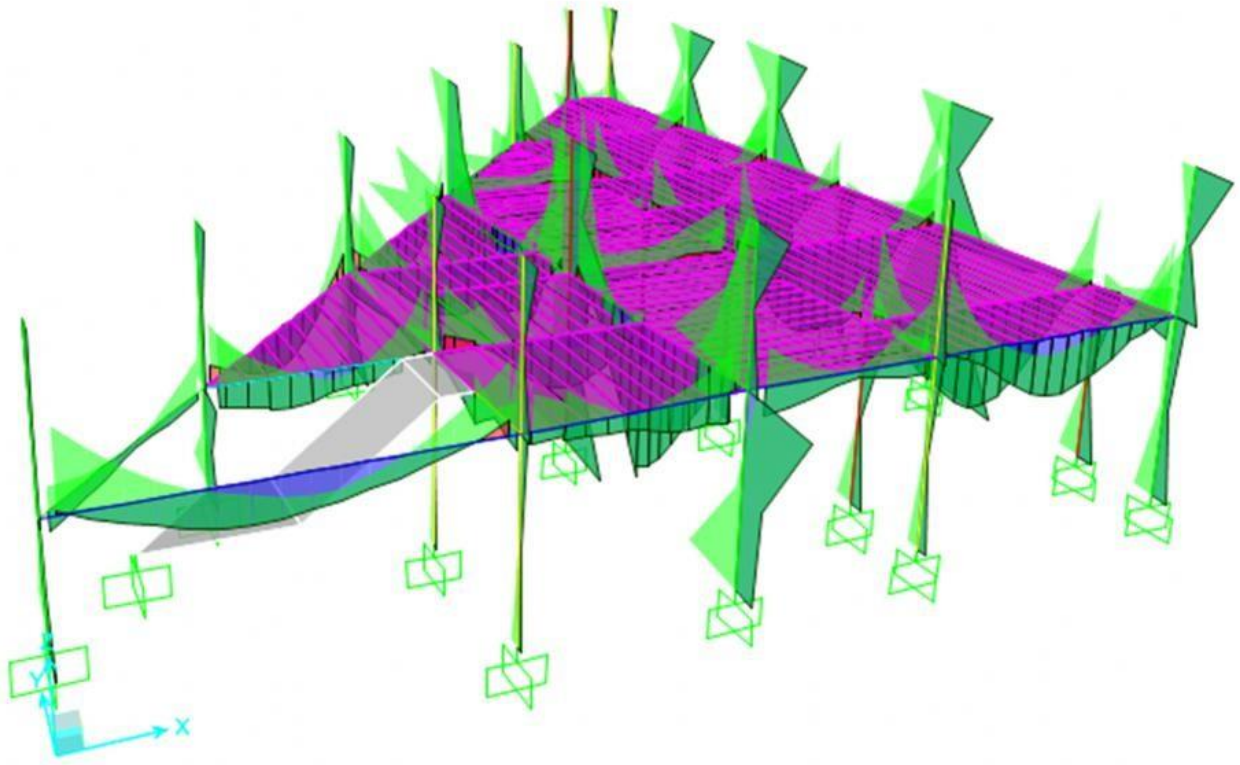
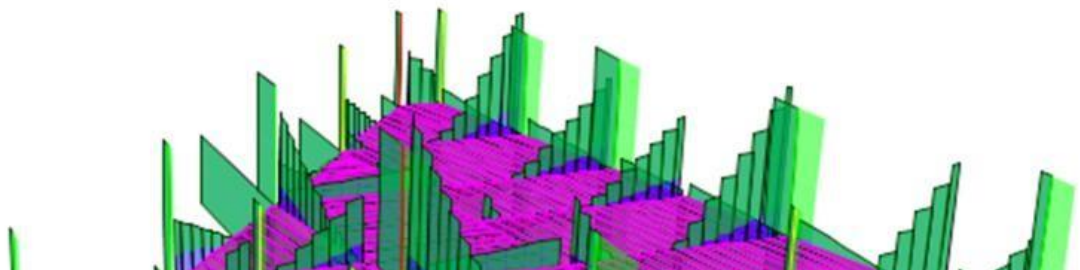


Figura 72. Diagramas de momentos flectores en la estructura

3.9.3 Diagramas De Fuerzas Cortantes En 3d:



3.9.4 Diseño De Vigas

El diseño estructural de vigas se tomarán resultados del diseño proporcionados por el programa SAP 2000 V18.2.1, Se han creado combinaciones de carga teniendo en cuenta lo

estipulado por la NTE E.060 Art. 9.2 donde se evalúan los efectos máximos de las viga con una combinación envolvente.

Como se mencionó anteriormente, la viga se diseñará como un elemento de pórtico especial resistente a sismos, por lo que se debe de cumplir con las condiciones de la NTE E-060 en el capítulo 21. Las variaciones adicionales al diseño es considerar en las caras columna-viga momentos positivos mínimos iguales a un tercio o un medio del momento negativo actuante dependiendo del sistema estructural, así como en el resto de vanos la resistencia a momento mínimo será igual a un cuarto del momento en los nudos.

A continuación se muestra la figura del refuerzo de las vigas a través del programa SAP 2000 v18

Estructura En Planta:

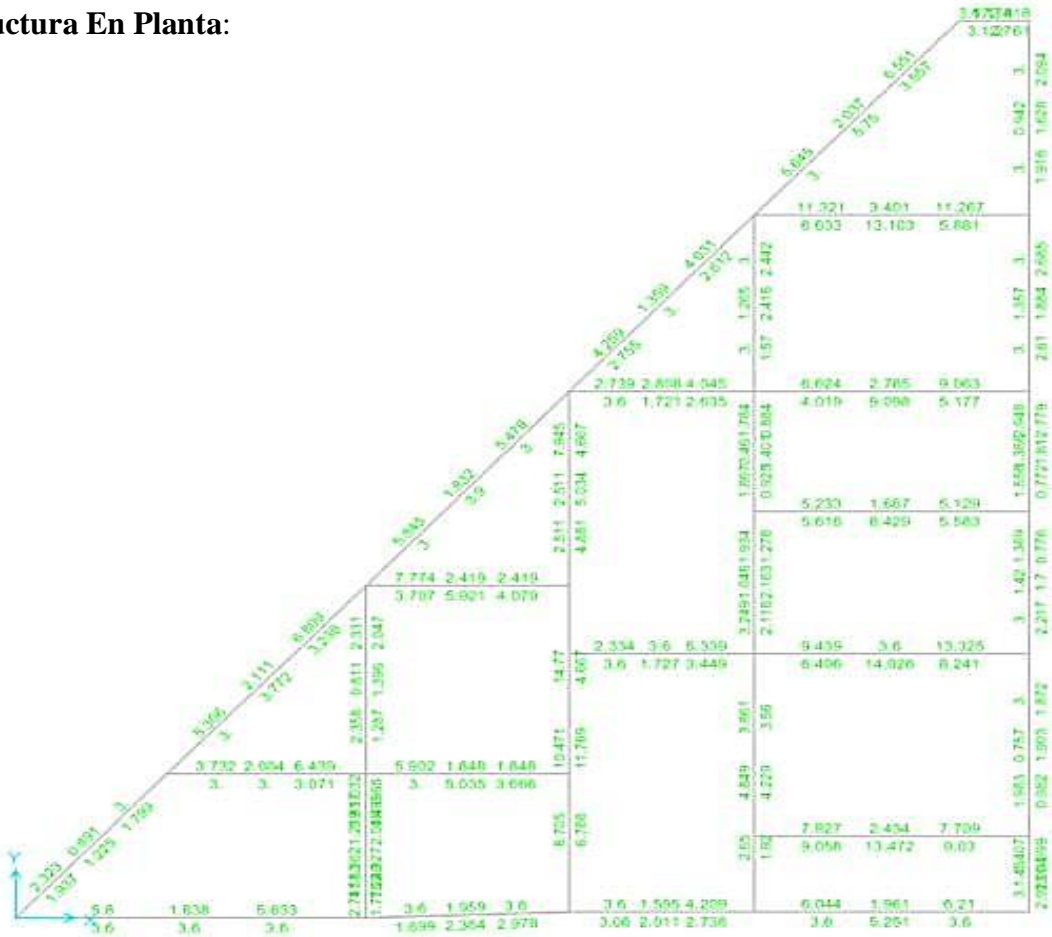
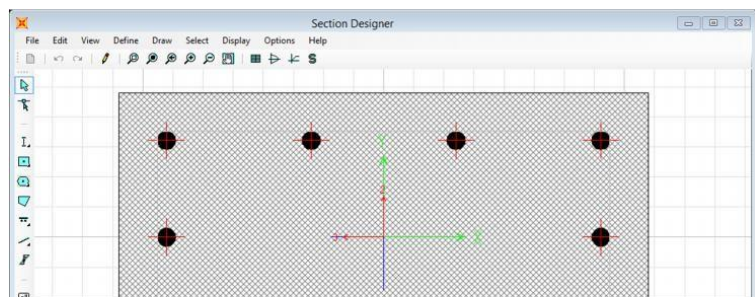


Figura 74. Diseño de acero en vigas según SAP 2000 v18

3.9.5. Diseño De Columnas

-COL 01 = 0.30x0.55

Asmin=16.50cm²



$$A_s = 10\Phi 3/4'' = 28.50 \text{ cm}^2$$

Figura 75. Diseño de columna 01

$$-COL 02 = 0.30 \times 0.40$$

$$A_{smin} = 12.00 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 10\Phi 3/4'' = 28.50 \text{ cm}^2$$

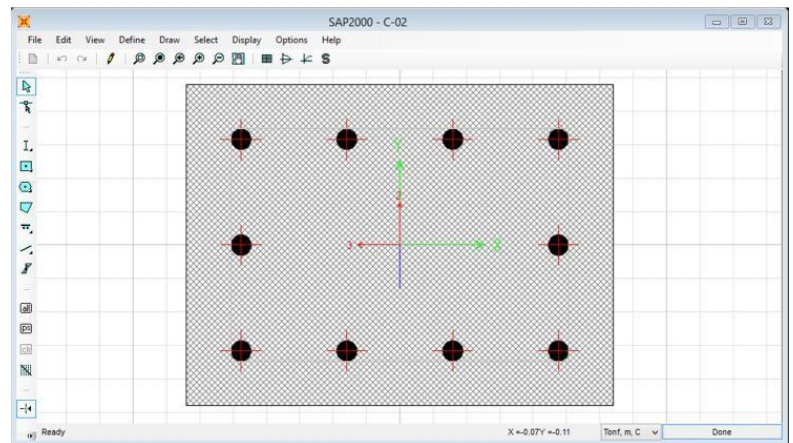


Figura 76. Diseño de columna 02

$$-COL 03 = \text{Variable}$$

$$A_{smin} = 27.75 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 16\Phi 3/4'' = 45.60 \text{ cm}^2$$

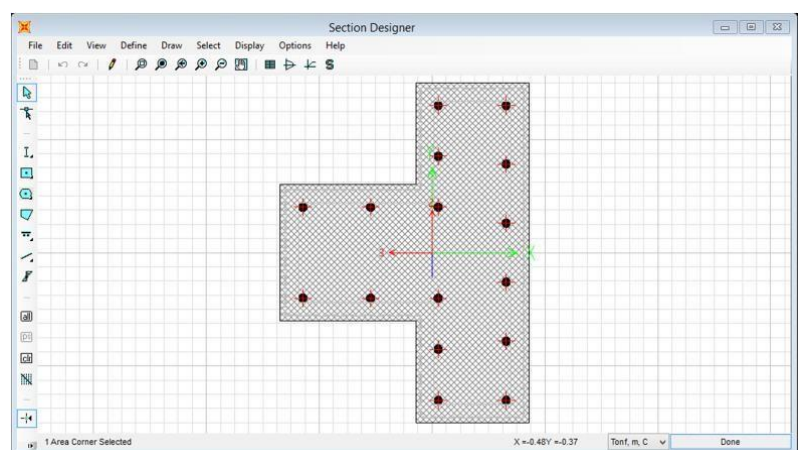
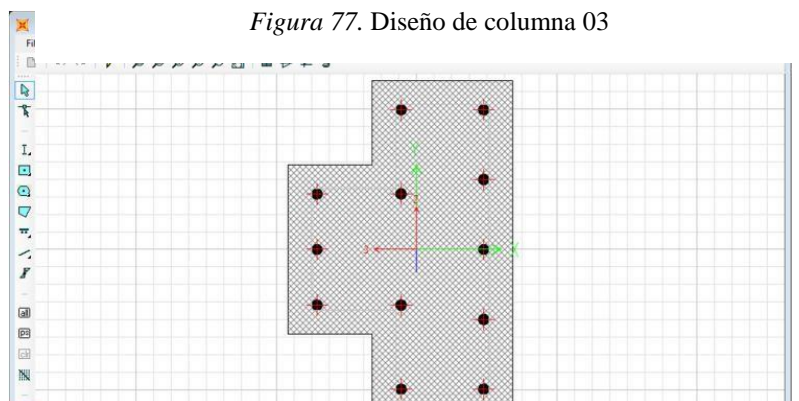


Figura 77. Diseño de columna 03

$$-COL 04 = \text{Variable}$$

$$A_{smin} = 19.50 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 12\Phi 3/4'' = 34.20 \text{ cm}^2$$



-COL 05 = 0.30x0.40

$A_{smin}=12.00\text{cm}^2$

$A_s=8\Phi 3/4'' = 22.80\text{cm}^2$

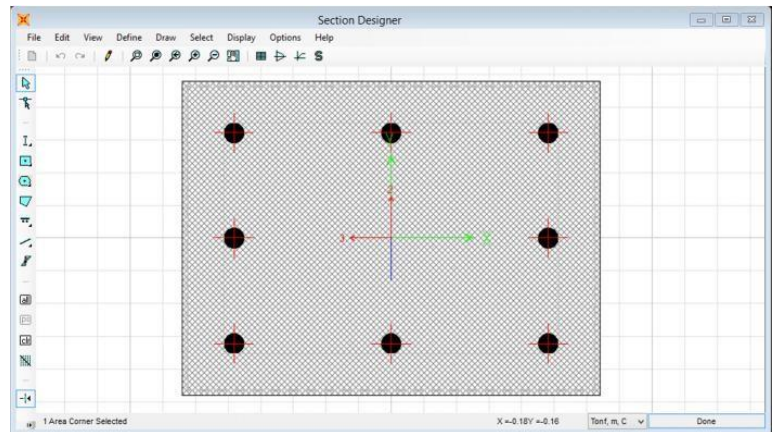


Figura 79. Diseño de columna 05

-COL 06 = 0.30x0.40

$A_{smin}=12.00\text{cm}^2$

$A_s=4\Phi 1'' + 6\Phi 3/4'' = 37.50\text{cm}^2$

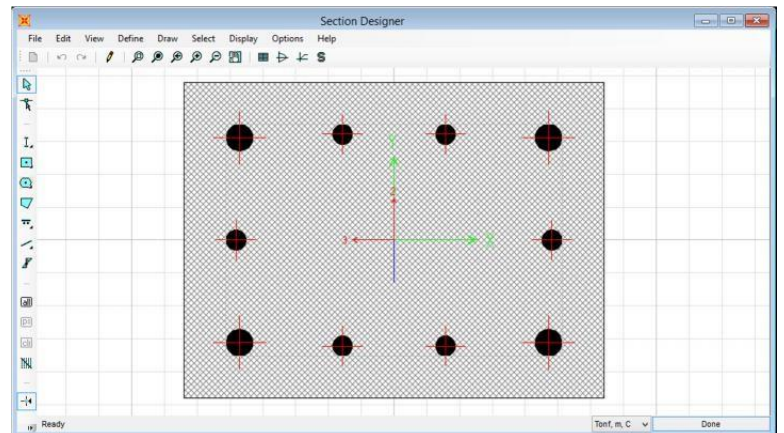


Figura 80. Diseño de columna 06

-COL 07 = Variable

$A_{smin}=23.32\text{cm}^2$

$A_s=13\Phi 3/4'' = 37.50\text{cm}^2$

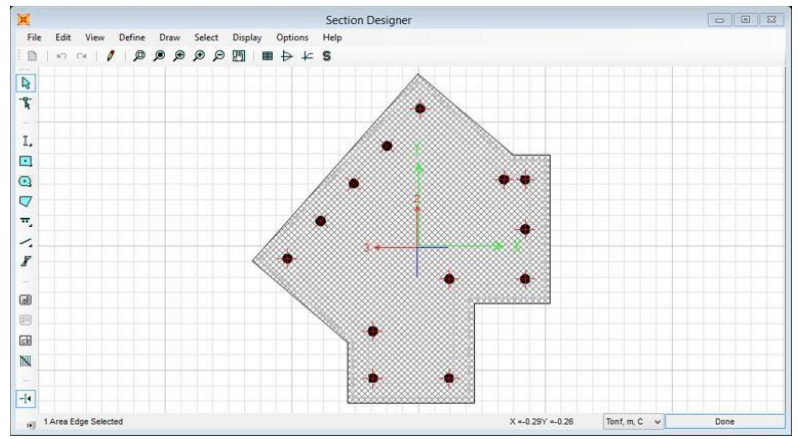


Figura 81. Diseño de columna 07

-COL 08 = Variable

$A_{smin}=27.50\text{cm}^2$

$A_s=12\Phi 3/4'' = 34.20\text{cm}^2$

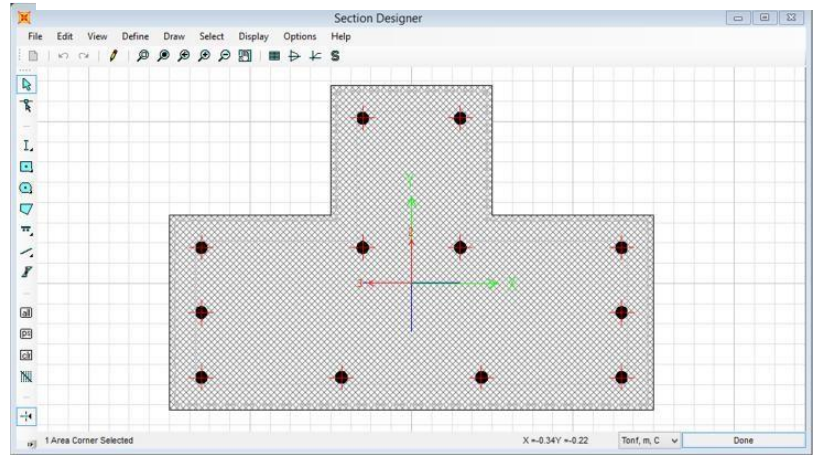


Figura 82. Diseño de columna 08

-COL 09 = Variable

$A_{smin}=27.75\text{cm}^2$

$A_s=12\Phi 3/4'' = 34.20\text{cm}^2$

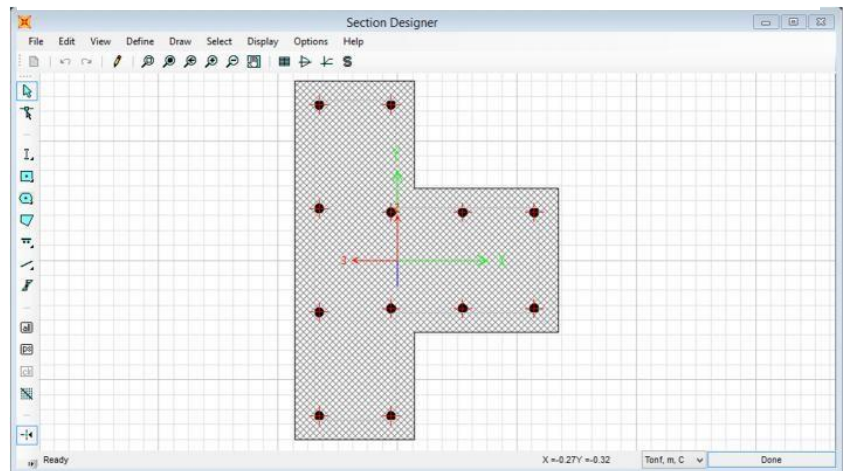


Figura 83. Diseño de columna 09

-COL 10 = Variable

$A_{smin}=29.99\text{cm}^2$

$A_s=16\Phi 3/4'' = 45.60\text{cm}^2$

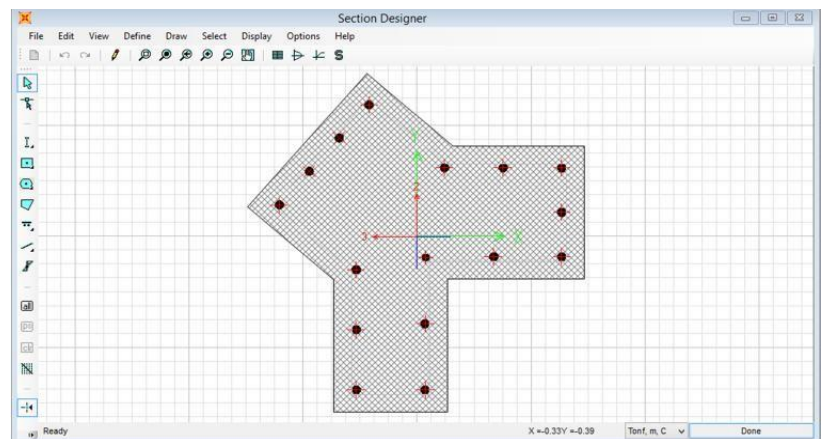


Figura 84. Diseño de columna 10

-COL 11 = Variable
 $A_{smin}=25.93\text{cm}^2$
 $A_s=6\Phi 5/8''=37.50\text{cm}^2$

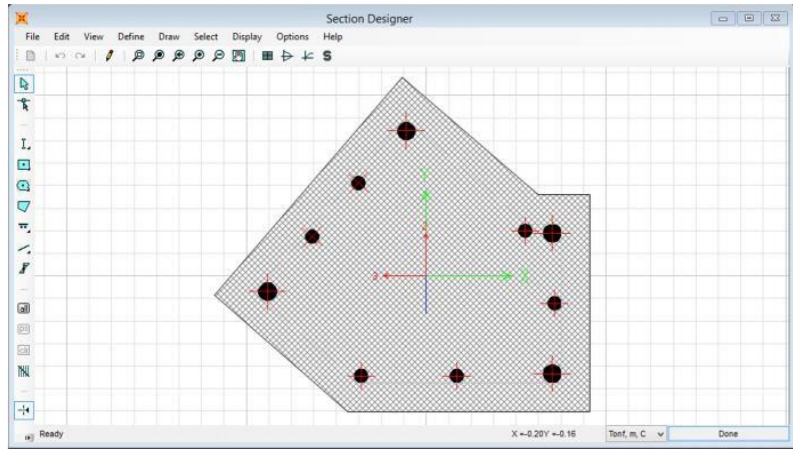


Figura 85. Diseño de columna 11

-COL 12 = Variable
 $A_{smin}=13.19\text{cm}^2$
 $A_s=8\Phi 3/4''=22.80\text{cm}^2$

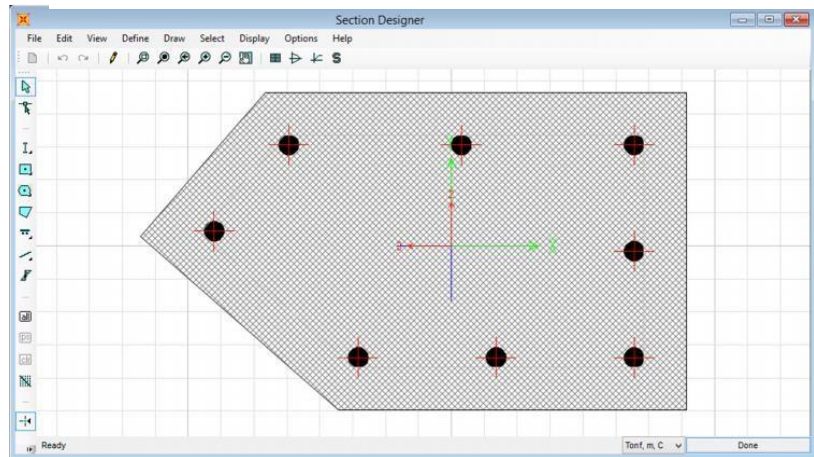


Figura 86. Diseño de columna 12

COL 13 = 0.55x0.55
 $A_{smin}=30.25\text{cm}^2$
 $A_s=16\Phi 3/4''=45.60\text{cm}^2$

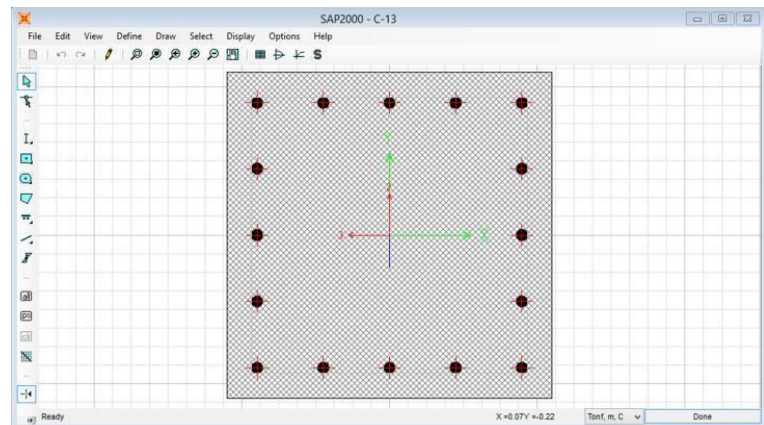


Figura 87. Diseño de columna 13

3.9.6. Verificación De Los Ratios (Demanda/Capacidad)

Se han verificado los valores de las cargas (P M2 M3) por cada columna lo cual se muestra en el gráfico (P-M-M) Interaction Ratios de cada pórtico para cada columna garantizando que este factor no exceda de 1.00.

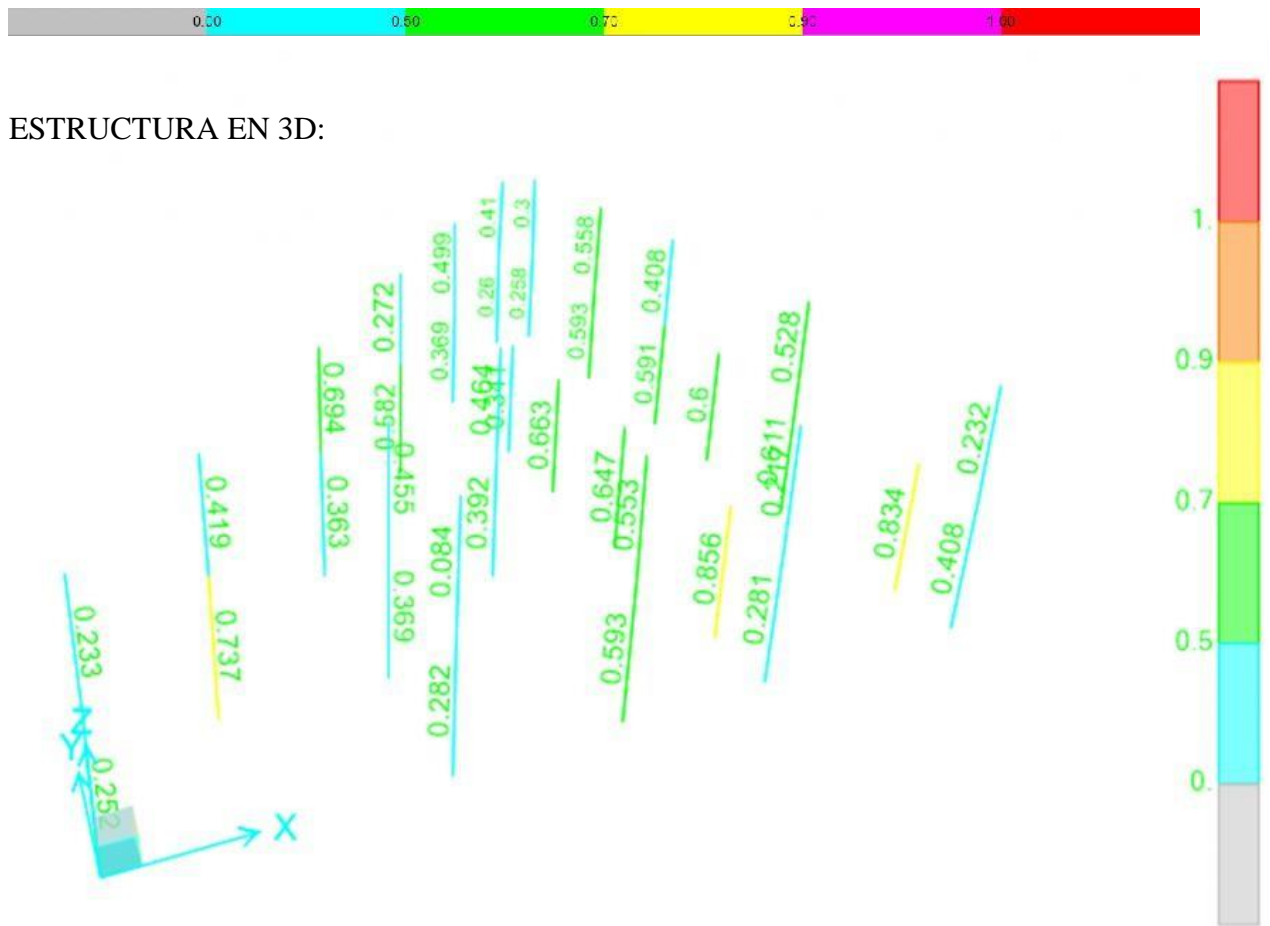


Figura 88. Interacción de elementos

En la siguiente figura se puede apreciar los ratios de demanda vs capacidad (P M2 M3) mediante el programa SAP 2000 v18

3.9.7. Verificación Columna Fuerte - Viga Débil (6/5 Beam Column)

Se ha verificado la capacidad a un esfuerzo de flexión para cada columna en la unión de los nudos garantizando que su suma de momentos nominales a esfuerzo flexión de las columnas que llegan al punto evaluado en los lados sean mayores o iguales al momento nominal de esfuerzo de flexión de las vigas. Esto se refleja mediante el siguiente gráfico. Evaluación (6/5) Beam/Column Capacity Ratios, garantizando que este factor no exceda a 1.00.

Estructura En 3d:

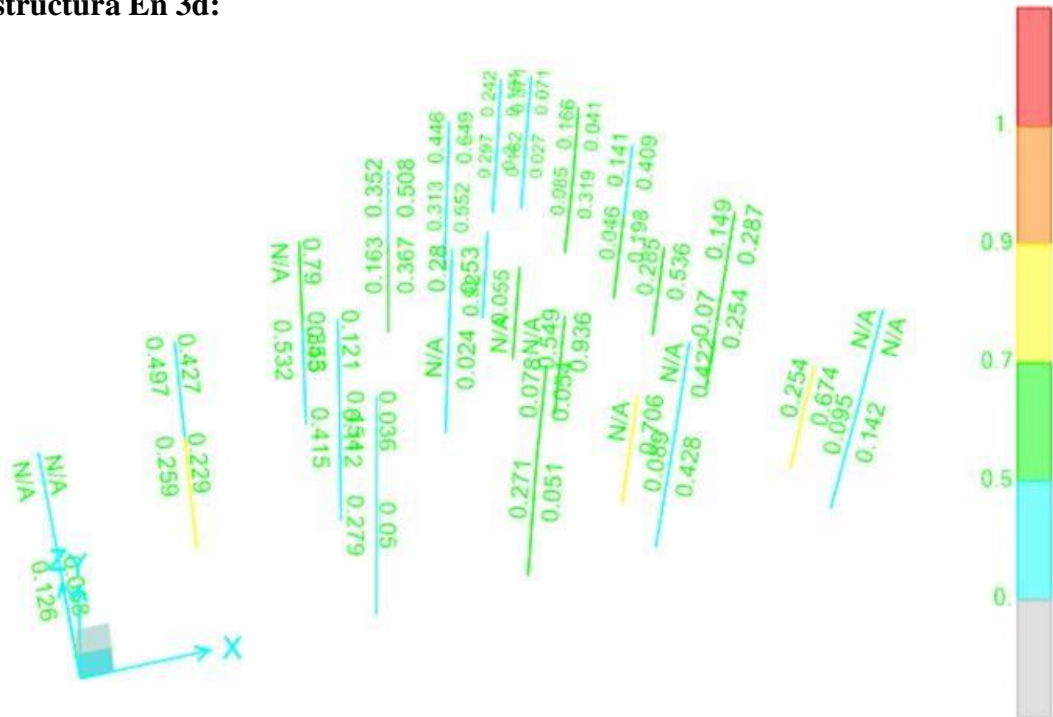


Figura 89. Verificación de falla entre columna fuerte - Viga debil

En la figura se puede apreciar las ratios de Columna fuerte – Viga débil (6/5 Beam Column) mediante el programa SAP 2000 v18

3.9.8. Diseño de la cimentación.

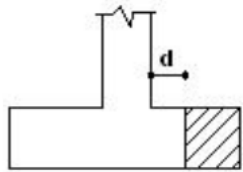
Involucra varias etapas, dentro las cuales mencionamos:

- Determinar el dimensionamiento de la zapata y presión neta del suelo.
- Determinar la reacción amplificada del suelo.
- Comprobación por esfuerzo cortante.

- Verificación por peso de la zapata.
- Diseño del refuerzo
- Verificación por aplastamiento.
- Anclajes.

a. Verificación por esfuerzo cortante.

Sección crítica a una longitud “d” de una superficie de la columna.



$$V_u \leq \phi V_n$$

$$V_n = V_c + V_s$$

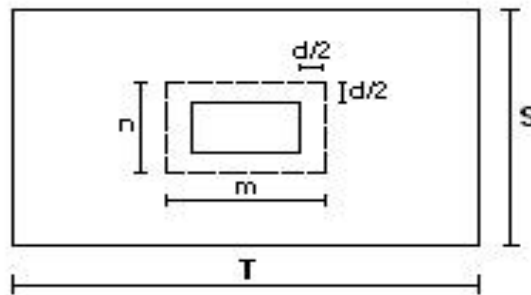
$$V_s = 0$$

$$\frac{V_u}{\phi} \leq V_c$$

Ec. 21..... $V_c = 0.53\sqrt{f'c}.bd$

b. Verificación por punzonamiento.

Es resistido por la área bajo la línea punteada. Hemos de trabajar con las cargas amplificadas.



Ec. 21..... $W_{nu} = \frac{P_u}{A_z}$

Ec. 22..... $V_{up} = P_u \cdot W_{nu} \cdot m \cdot n$

V_{up} = Cortante por punzonamiento actuante.

V_{cp} = Resistencia al cortante por punzonamiento en el concreto

$$V_{cp} = 0.53 \hat{G} \frac{1.1}{\beta_c} \sqrt{f_c} b d \quad 1.1 \sqrt{f_c} b_o d \text{ (en kg y cm)}$$

$$\beta_c = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}, \quad \beta_c < 2 \quad V_c = 1.1 \sqrt{f_c} b_o d$$

$$b_o = 2m \hat{G} 2n \text{ (perímetro de los planos de falla)}$$

Luego, se debe cumplir que:

$$\text{Ec. 23.....} \quad \frac{V_{up}}{\phi} = V_{cp}$$

c. Diseño por flexión de la cimentación.

El momento exterior que actúa sobre una zapata se debe calcular accionando un plano vertical por toda la zapata y deduciendo el momento causado por las fuerzas solicitantes que se actúan sobre la superficie total de la zapata, la cual debe quedar a un costado de dicho plano vertical.

$$A = \frac{M}{\phi f_c \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A \cdot f_c}{0.85 f_c \cdot b}$$

Refuerzo mínimo. -

$$A_m = 0.0018 b \cdot d \quad \text{(Zapata)}$$

$$\text{Ec. 24.....} \quad A_m = 0.70 \frac{\sqrt{f_c}}{f} b \cdot d \quad \text{(Viga de cimentación)}$$

3.9.9. Diseño de la cimentación con el programa Sap 2000 V18

La capacidad portante del terreno y el módulo de subrasante del suelo (coeficiente de balasto), están en función de las características de la forma de la cimentación y de la profundidad. En programas como el Plaxis, que para el comportamiento lineal o no lineal del suelo toma valores del ángulo de fricción, cohesión, permeabilidad, etc., se pueden realizar cálculos desde el punto de vista geotécnico como efectos de interacción suelo-estructura, consolidación de suelos, capacidad última, etc. En este caso se tratará el

cálculo de la cimentación con el uso del SAP 2000 V18.2.1, entonces la única comprobación a realizar y que proporciona el programa será la verificación de la capacidad portante del terreno en la cimentación.

Vigas Continuas De Cimentación. -

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Vigas de cimentación: 0.25m x 0.40m

Elevación de Losa = 0.60m

Esfuerzo neto del terreno (EMS):

Cargas de servicio : 1.14 kg/cm²

Losa De Cimentación:

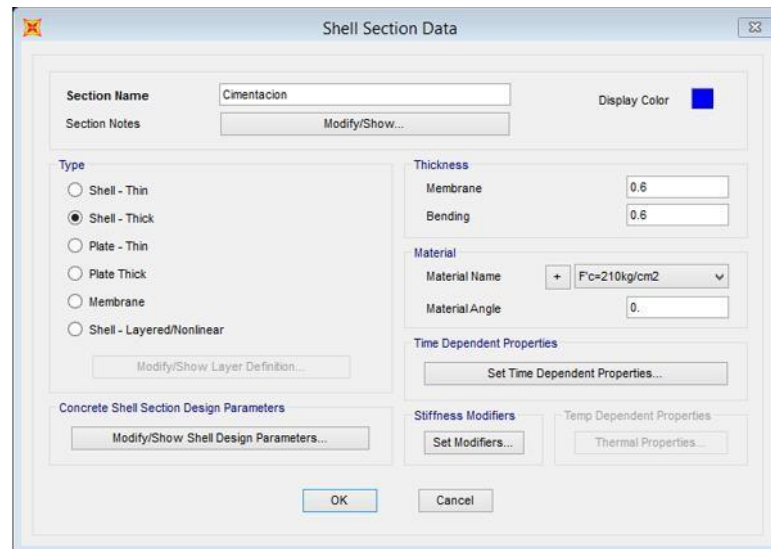


Figura 90. Diseño de Losa De Cimentación

Vista En Planta De Cimentación. -

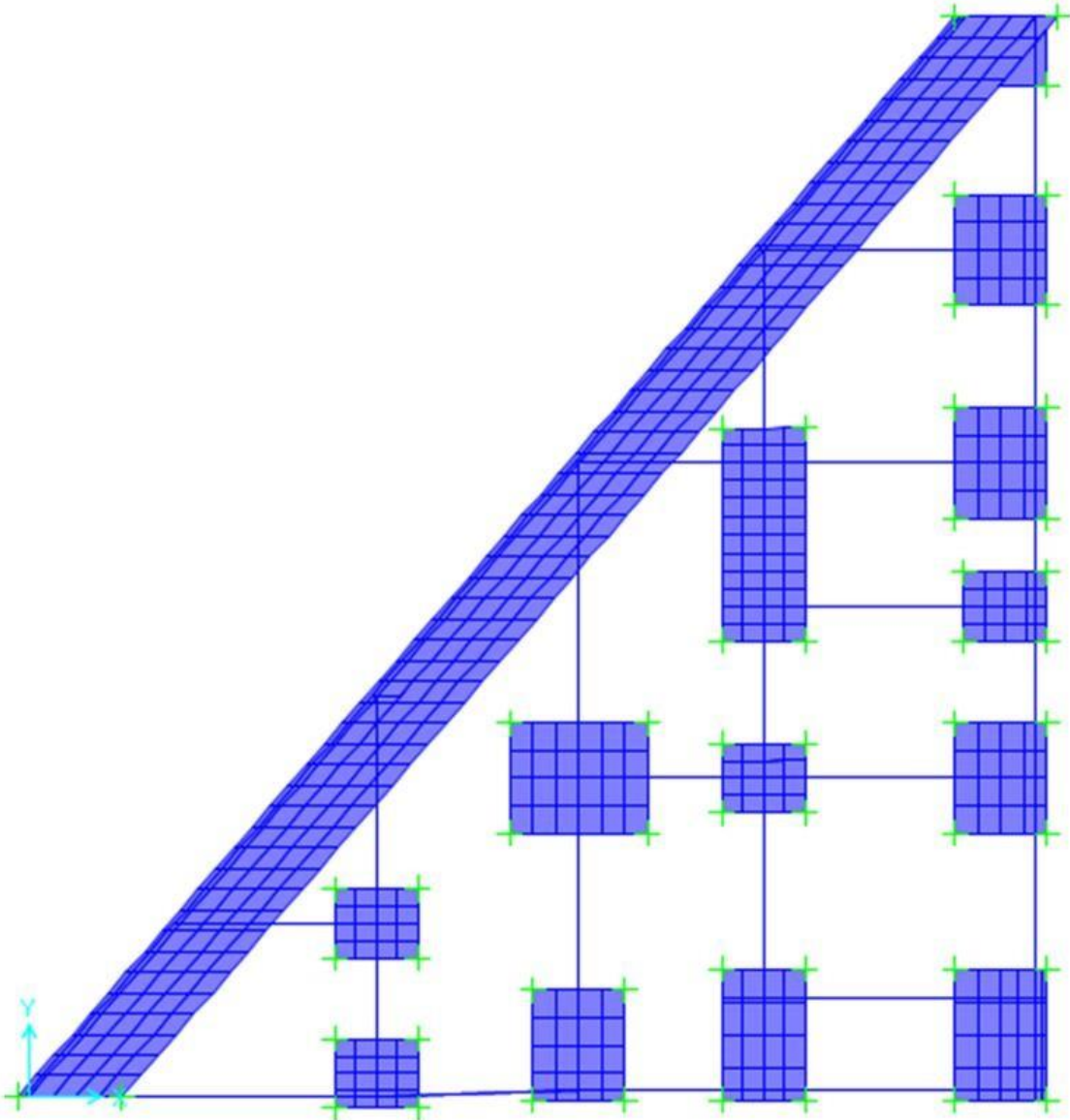


Figura 91. Vista En Planta De Cimentación.

Verificación De Esfuerzos En El Suelo.-

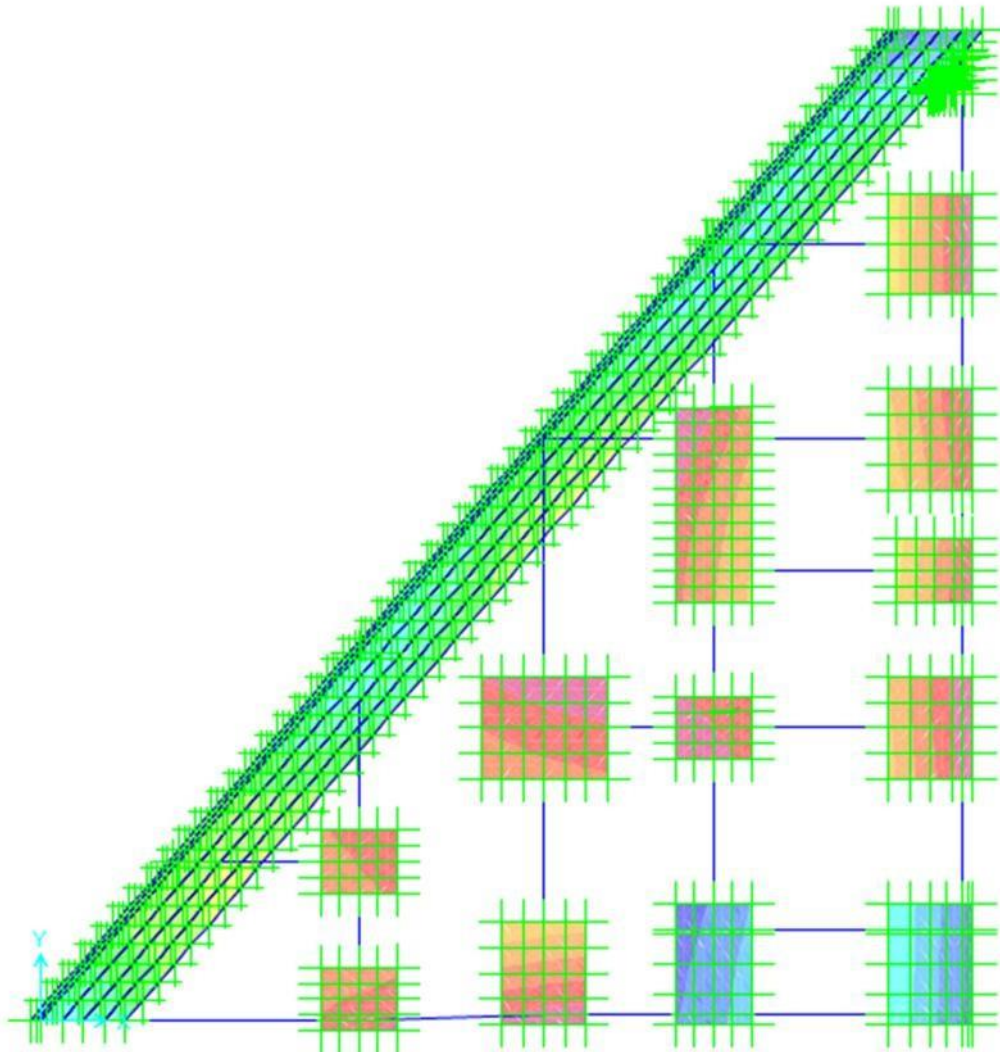


Figura 92. Verificación De Esfuerzos En El Suelo.

- Esfuerzo máximo = 1.05 Kg/cm^2
- Esfuerzo admisible del suelo = 1.14 Kg/cm^2
- Esfuerzo máximo < esfuerzo neto del suelo → Correcto

Losa De Cimentación

Refuerzo longitudinal (Ast1) cara interior. -

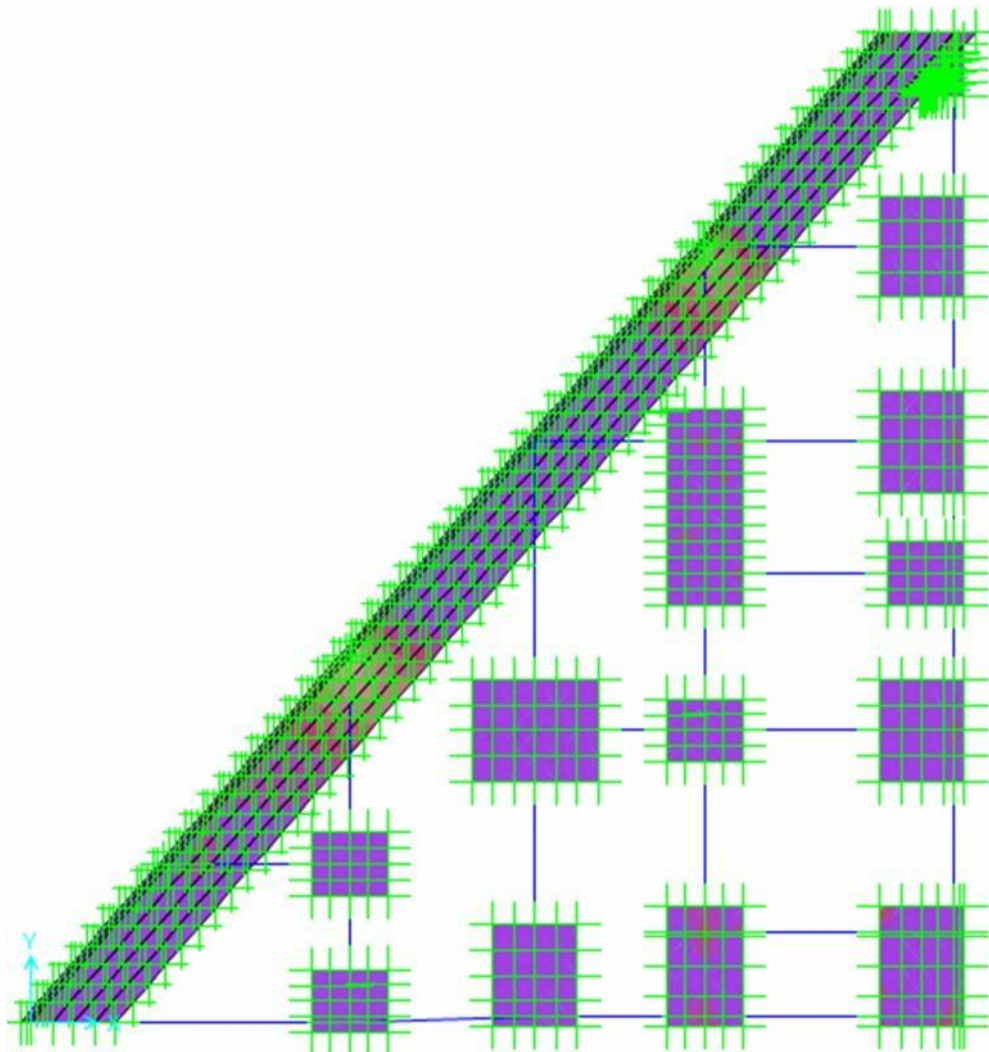


Figura 93. Refuerzo longitudinal (Ast1) cara interior.

$A_s = 11.00 \text{ cm}^2$

$A_{s, \text{min}} = 10.80 \text{ cm}^2$, Usar $A_s = 11.00 \text{ cm}^2$

Usando barras N°5, $S = 18.00 \text{ cm}$

Usar 1 ϕ N°5 @ 0.175 m

Refuerzo longitudinal (Ast1) cara exterior.-

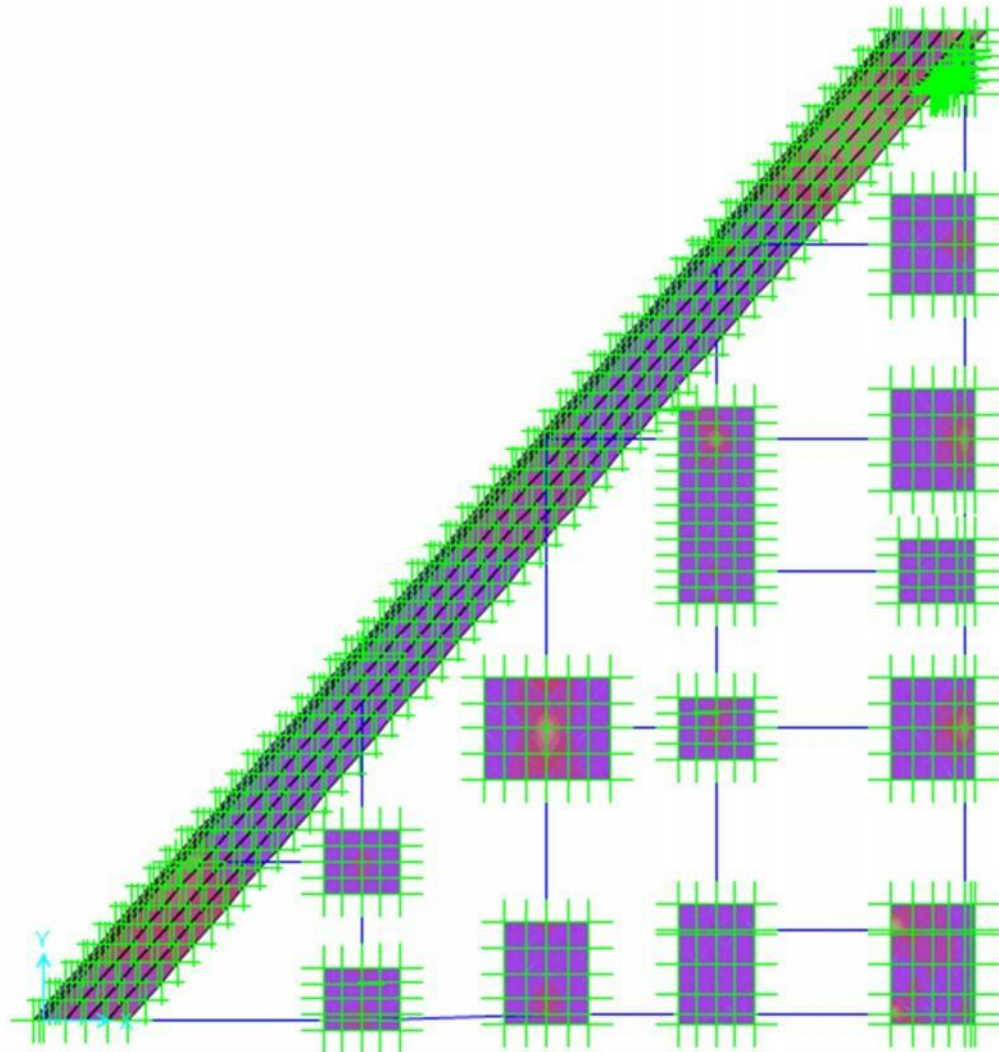


Figura 94. Refuerzo longitudinal (Ast1) cara exterior.

$A_s=11.30 \text{ cm}^2$

$A_{s, \text{min}}=10.80 \text{ cm}^2$, Usar $A_s=11.30 \text{ cm}^2$

Usando barras N°5, $S=17.52 \text{ cm}$

Usar 1 ϕ N°5 @ 0.175 m

Refuerzo transversal (Ast2) cara interior. -

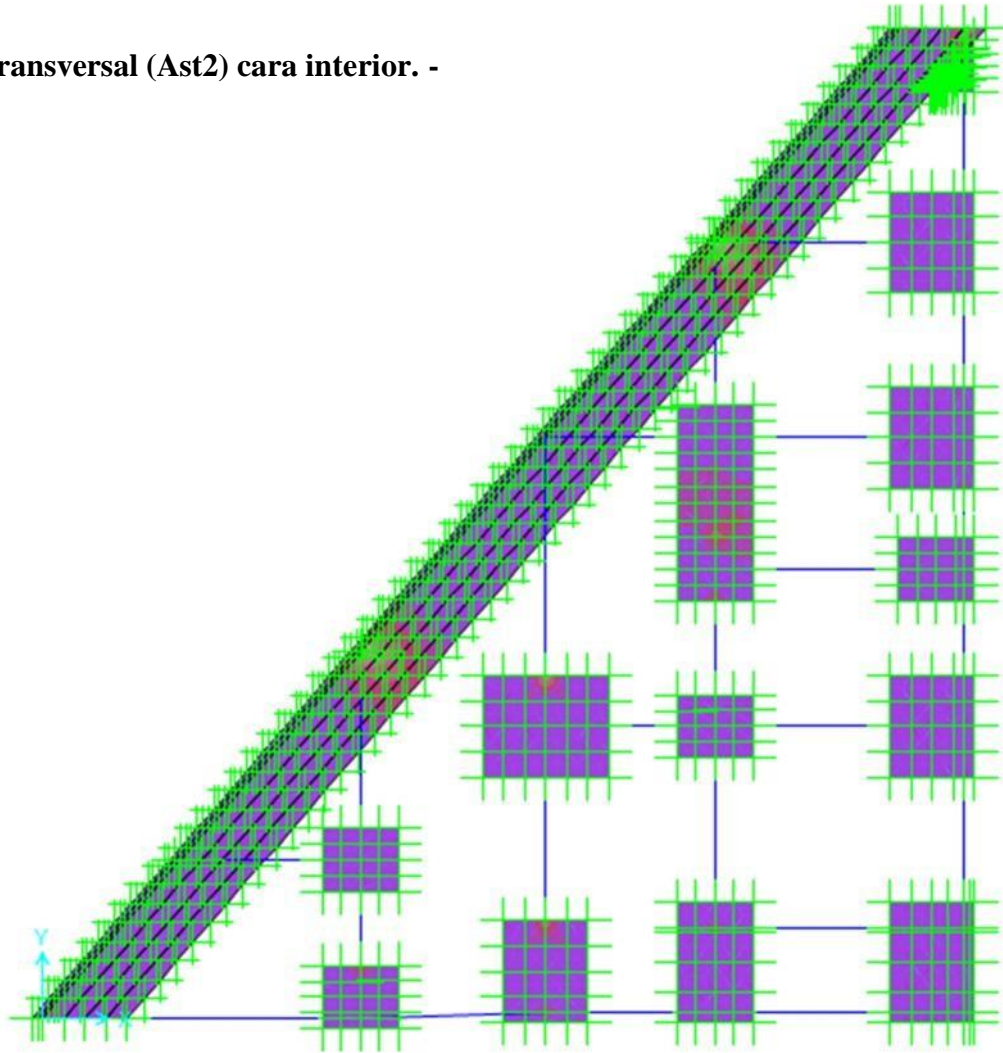


Figura 95. Refuerzo transversal (Ast2) cara interior.

$A_s=10.87 \text{ cm}^2$

$A_{s, \text{ min}}=10.80 \text{ cm}^2$, Usar $A_s=10.87 \text{ cm}^2$

Usando barras N°5, $S=18.22 \text{ cm}$

Usar 1 ϕ N°5 @ 0.175 m

Refuerzo transversal (Ast2) cara exterior. -

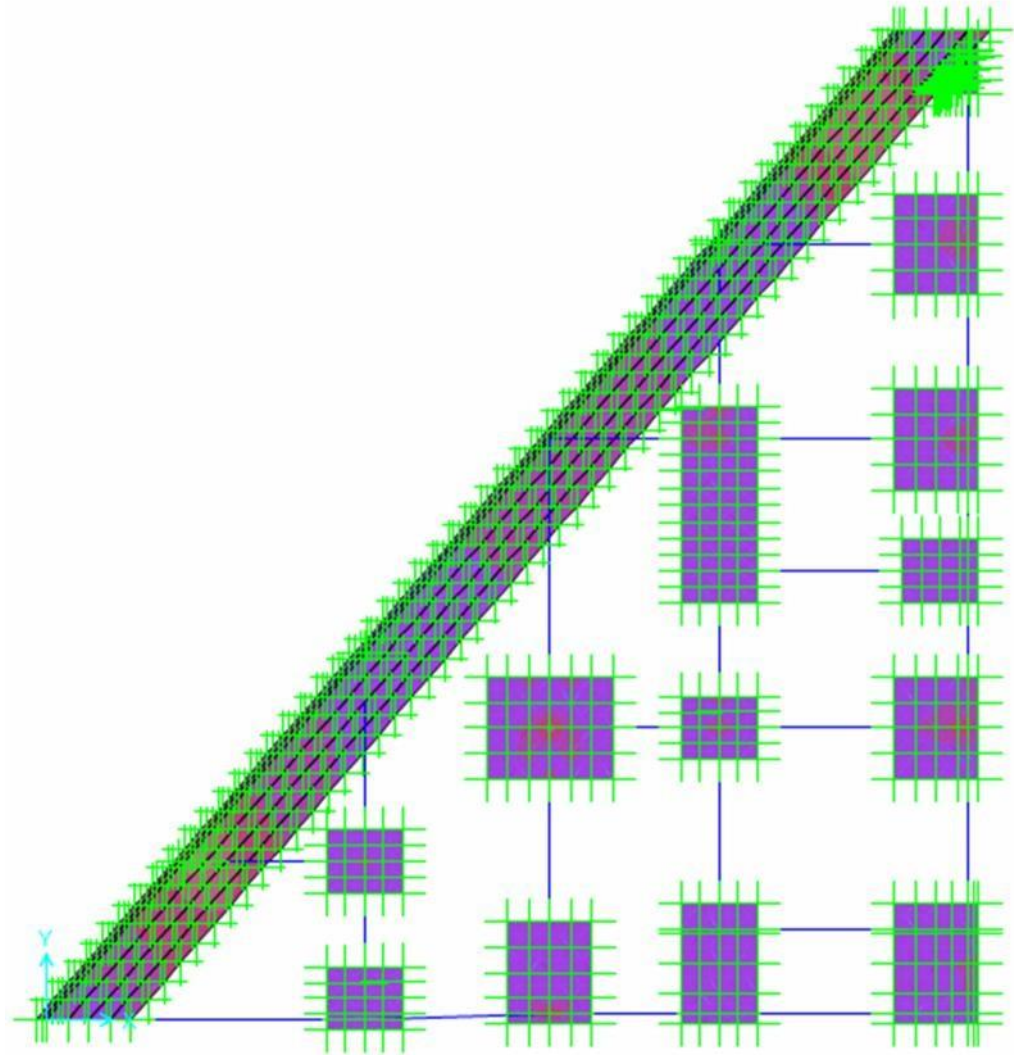


Figura 96. Refuerzo transversal (Ast2) cara exterior.

$A_s = 10.38 \text{ cm}^2$

$A_{s, \text{min}} = 10.80 \text{ cm}^2$, Usar $A_s = 10.80 \text{ cm}^2$

Usando barras N°5, $S = 18.33 \text{ cm}$

Usar 1 ϕ N°5 @ 0.175 m

**Verificación Por Fuerza Cortante. -
Dirección Horizontal. -**

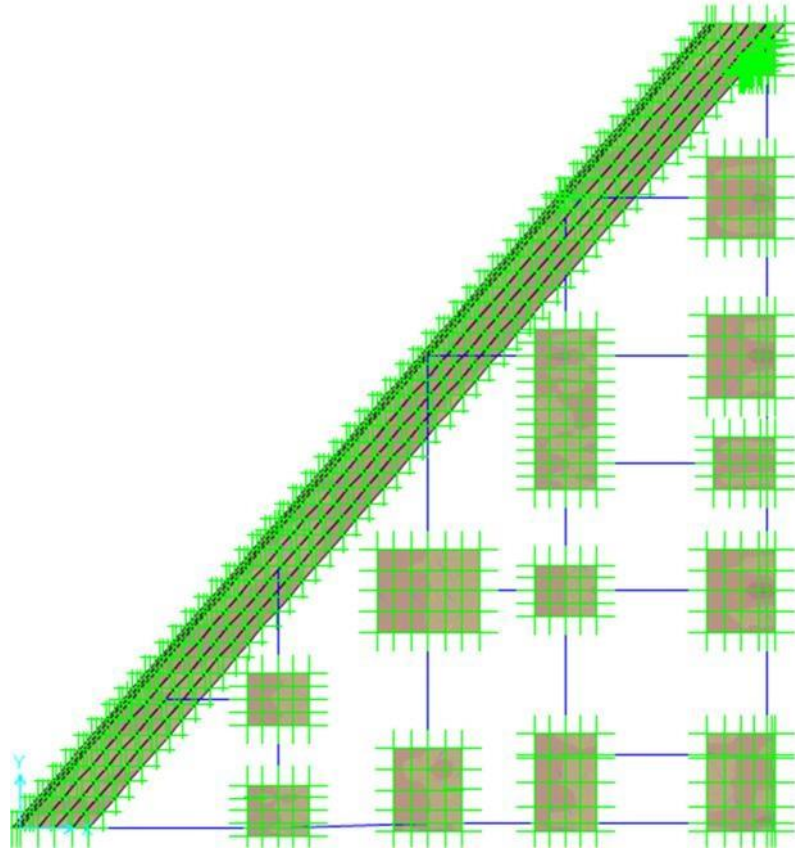


Figura 97. Diseño por fuerza cortante.

Dirección X(1).-(V13)

$$V_u < \phi V_c$$

$$\phi = 0.85$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 b = 100.00 \text{ cm}$$

$$d = 57.37 \text{ cm}$$

$$V_c = 44059 \text{ kg/cm}$$

$$44.059 \text{ tn/m}$$

$$\phi V_c = 37.450 \text{ tn/m}$$

$$V_u = 7.00 \text{ tn/m.}$$

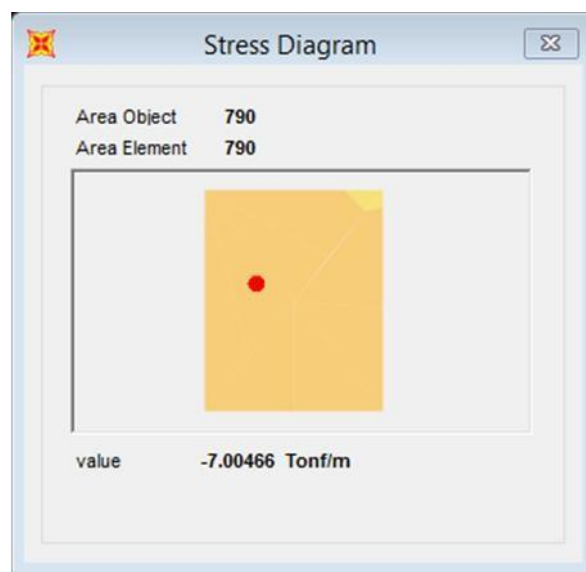


Figura 98. Diseño por dirección horizontal "X"

Dirección Vertical. -

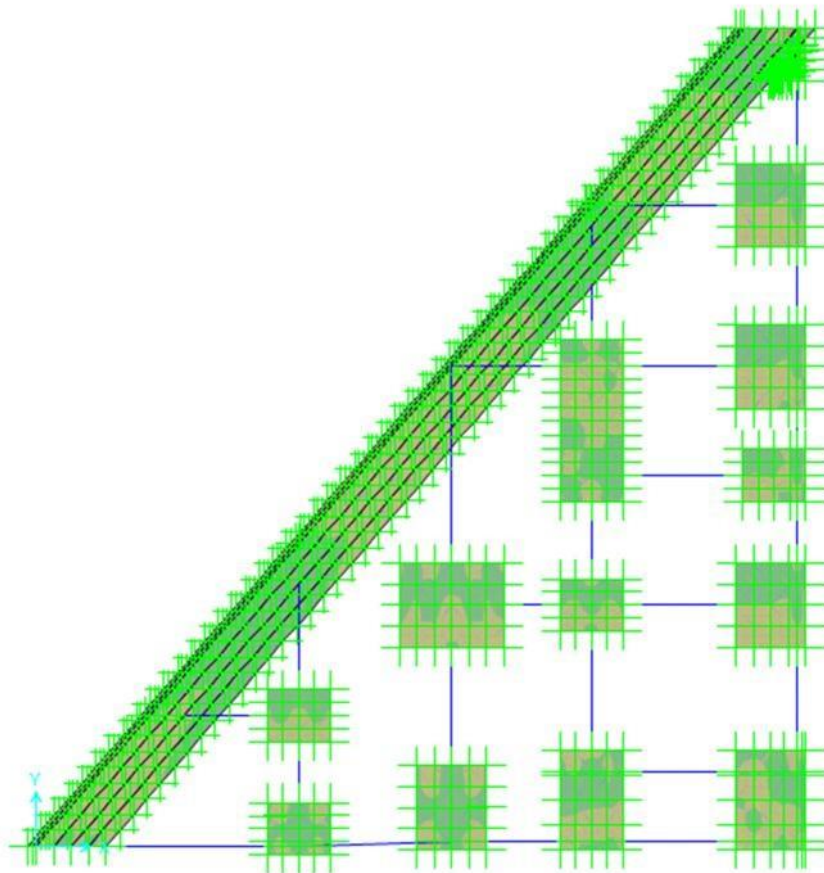


Figura 99. Diseño por fuerza cortante.

Dirección X(1).-(V23) $V_u < \phi V_c$

$$\phi = 0.85$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad b = 100.00 \text{ cm}$$

$$d = 57.37 \text{ cm}$$

$$V_c = 44059 \text{ kg/cm}$$

$$44.059 \text{ tn/m}$$

$$\phi V_c = 37.450 \text{ tn/m}$$

$$V_u = 21.89 \text{ tn/m.}$$

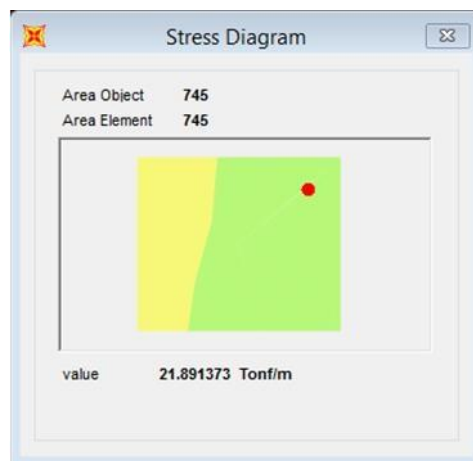


Figura 100. Diseño por dirección vertical "X"

Diseño de vigas de cimentación

Diseño Por Flexión

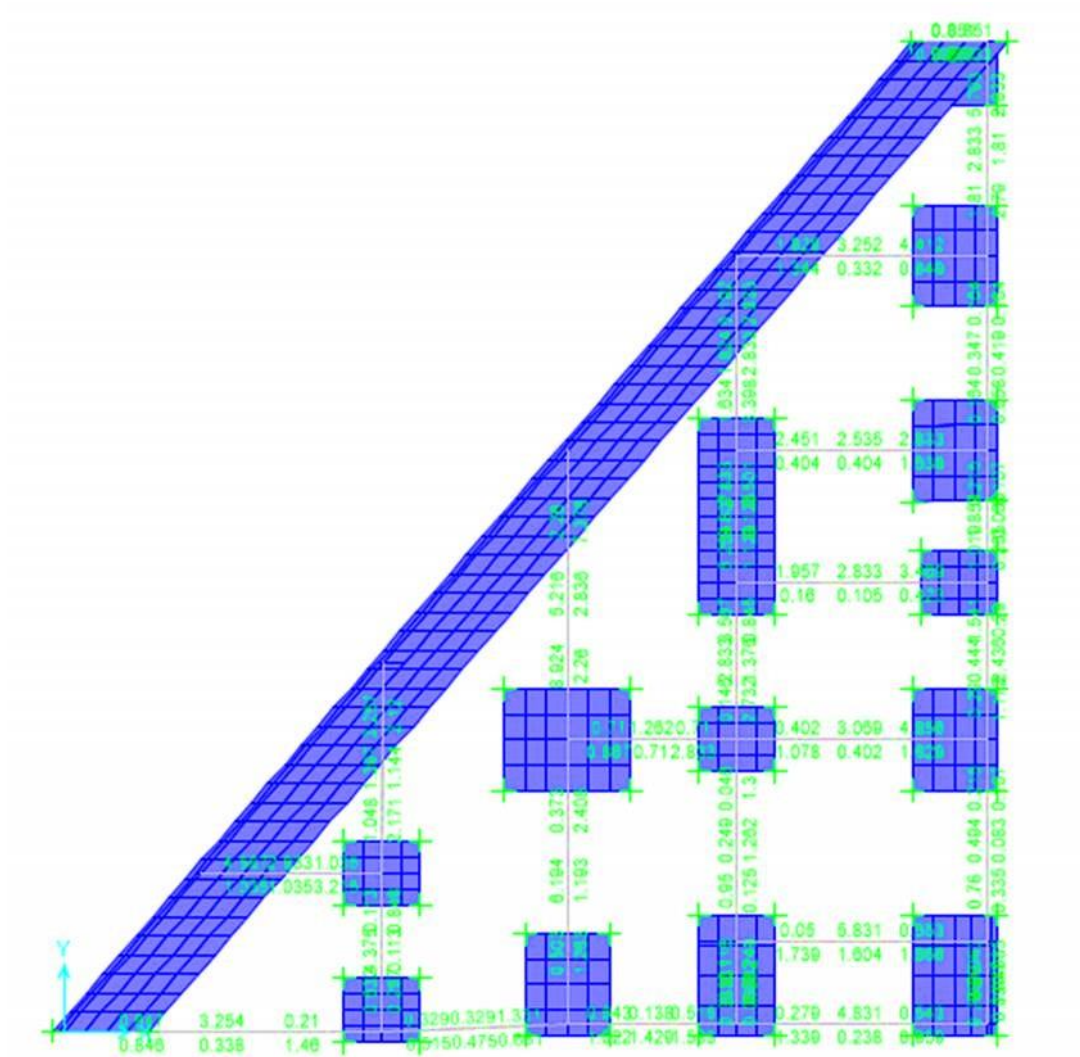


Figura 101. Distribución de acero por flexión en vigas de cimentación según Sap 2000

Para el diseño del refuerzo por fuerza cortante se ha tenido en cuenta el refuerzo calculado por el programa SAP 2000 v18 y el refuerzo obtenido según lo dispuesto por el Capítulo 21 de la Norma E.060 del RNE, adoptándose la condición más desfavorable.

IV. DISCUSIÓN

- La finalidad del proyecto de investigación es diagnosticar a través del análisis con el software SAP 2000 V 18 si la estructura de la I.E. “Rafael Olascoaga” distrito Cajamarca diseñada y construida el año 2013 cumple con los parámetros de diseño sismorresistente de la NTE E-030-2016 en lo que concierne al análisis lineal estático y dinámico. Del análisis sismorresistente detallado en el capítulo III de la presente investigación nos arroja que las distorsiones laterales máximas previstas están en la relación de 0.0032 en el primer piso y 0.0057 en el segundo nivel en la dirección X mientras que en la dirección Y es 0.0068 en el segundo piso y 0.0039 en el primer piso, según norma E 030-2016 estableciendo la comparación de límite mínimo permitido 7/1000, se puede decir que se cumple la deriva en ambas direcciones.
- Del estudio de los niveles de distorsión calculados en la estructura, se deduce que las distorsiones laterales máximas son indicadores esenciales en el comportamiento sísmico de estructuras tal como lo han demostrado otros autores como Morales (2006) en su artículo “Diseño en Concreto Armado” quienes consideraron los valores de distorsiones laterales como guía de la rigidez estructural, ya que es sabido que dentro de la ingeniería estructural el nivel de daño estructural está estrechamente relacionado con los parámetros de distorsión lateral. (p.25)
- Martínez (2014) y Flores (2015) en sus estudios de vulnerabilidad sísmica de acuerdo a sus trabajos realizados concluyen que en “el caso de una edificación con pórticos de concreto en una dirección y muro de albañilería confinada en otra dirección han encontrado que la baja de rigidez lateral en una dirección implica una seria amenaza para la estabilidad de los muros de albañilería confinada lo cual hará posible provocar poca condición de rigidez en la resistencia de la edificación.” (p.75)

Para el caso de la investigación se verifica que el procedimiento sísmico de la infraestructura en la dirección X e Y (pórticos) comparado con lo precisado en la NTE E-030 y lo que precisas Martínez (2014) y Flores (2015) si cumple lo solicitado, considerando a la estructura como segura ante algunas eventualidades sísmica.

- En los cálculos de los desplazamientos máximos de una estructura es muy importante considerar la separación entre edificios en sus direcciones X e Y con la finalidad de evitar la colisión con edificaciones adyacentes, en el caso de la edificación estudiada se verificó que ésta colinda con un edificio aporticado del ministerio público y procediendo a calcular y verificar si la separación existente entre ambas estructuras cumple con lo especificado en la NTE E.030 que establece que: $S=0,006h \geq 0,03$ de lo cual se obtuvo que: $S= 0,006 \times 6,85\text{m} = 0,041\text{m} = 4,1 \text{ cm}$ es decir $S > 3 \text{ cm}$. Por otra parte en la estructura se debe descartar los límites de propiedad adyacente o estructura edificada distancias no menores que: $D_{\text{min}} = 2/3 \times (3,54) = 2,36 \text{ cm}$

$D_{\text{min}} = S/2 = 2,36/2 = 1,18 \text{ cm}$. Por último, consideramos una junta de disgregación sísmica de 3 cm que es muy importante tener en cuenta en la separación de edificaciones, confirmando lo que nos menciona Villa García, Manuel (2012) en su publicación *Diseño sísmico conceptual de estructuras aporticadas* quien precisa que “El choque entre las portadas de las estructuras colindantes en un sismo por la separación entre ellas puede producir daños significativos y la réplica estructural cuando menos es más difícil de estimar”. Así mismo concordar con las soluciones que nos propone el referido autor como: a) Utilizar dispositivos los cuales disipen la energía entre los edificios. b) Diseñar estructuras más rígidas con un coste más elevado. c) Separar adecuadamente los edificios (p.63).

- Así mismo en la presente investigación, después de haber realizado secuencialmente el proceso de estudio del diagnóstico, descripción y metrados se procedió a ejecutar el modelamiento en el software propuesto considerando los aspectos técnicos más adecuados que estipula la norma E 030 de forma que sea posible obtener resultados más precisos y reales, lo cual indujo a ejecutar el análisis con el propósito de obtener de manera acertada el cortante estático en la base o también llamado procedimiento de la fuerza lateral equivalente (PFLE) ; de igual modo se procede el análisis dinámico incorporando el espectro de diseño llamado técnicamente análisis modal de respuesta espectral (AMRE). Ambos análisis han sido ejecutados considerando explícitamente los rangos propuestos en la NTE E 030-2016, así mismo mencionamos que la NTE. E- 020 cargas y la NTE E-060 concreto.

Del análisis ejecutado con el programa SAP 2000 V 18 en el trabajo de investigación se obtuvo los siguientes parámetros:

Fuerza Cortante En La Base

-Fuerza cortante estático: En la dirección X: 78.31 y en la dirección Y: 78.31. muros de concreto en ambas direcciones.

Fuerza Cortante Dinámico: En la dirección X : 50.32 y en la dirección Y: 57.01

Para las direcciones consideradas en el análisis dinámico verificamos que:

$$\text{Dirección XX. Din. : } VD/VE = 50,32/70.48 = 0,71$$

$$\text{Dirección YY. Din. : } VD/VE = 57.01/70.48 = 0,81$$

De los resultados obtenidos No cumple lo estipulado en el art.4.6 . inciso 4.6.4. de la NTE E 030-2016 en lo referido al cálculo de la fuerza cortante mínima el factor debe ser mayor a uno.

Tabla 46. Cortante basal dinámica para “X”

V. Dinámica De Diseño Norma 90% Vest	70.48	No Cumple
Cortante Basal Expectro Sx .Tn	50.32	
F_{sx}	1.4006359	

Tabla 47. Cortante basal dinámica para “Y”

V .Dinámica De Diseño Norma 90% Vest	70.48	No Cumple
Cortante Basal Expectro Sy Tn	57.01	
F_{s y}	1.2362743	

Como la cortante en la base en ambas direcciones X e Y no cumple se tiene que incrementar la cortante en la base para lo cual se tendrá que escalar los resultados y obtenemos los

factores de escala así: $FS_x=1.4006 = 1,40$ y $FS_y= 1.2362= 1,24$ con el ingreso de estos valores de escalamiento en el software obtenemos:

En el caso de F_{sx} Dinámico= $9.81*1.400=13.73$, este valor será el scale factor para S_x .

En el caso de F_{sy} Dinámico= $9.81*1.236=12.16$, este valor será el scale factor para S_y .

Finalmente logramos las cortantes amplificadas:

Tabla 48. *Diseño de cortantes amplificadas.*

Story	Load Case	VX	VY	Norma
Story 1	Sismo en XX	70.48		
Story 1	S_x Dinámico Max	71.062264		OK
Story 1	Sismo en YY		70.48	
Story 1	S_y Dinámico Max		77.752264	OK
	Vdinámica/V diseño estática	0.1008	1.103	

Por lo que se obtiene que la cortante dinámica S_x es mayor que la de diseño en un 0.8% . y la cortante dinámica S_y es mayor que la de diseño en un 10%. Pues se concuerda con Márquez (2017), con su tesis “**Diseño de edificio de viviendas de concreto armado aplicando las normas sismorresistente de 2003 y 2016**”, de donde obtiene las fuerzas basales mayores a las de la norma así: fuerza basal dinámica de 228tn y232 tn en las direcciones X e Y respectivamente, por otro lado se logró una fuerza basal estática de 346,7 tn en ambas direcciones X e Y; con estos datos se consiguió el facto de amplificación dinámica que dio igual a 1,37 en la dirección X y 1,34 en la dirección Y. Esto es debido a las condiciones de irregularidad en la estructura lo cual conlleva para que aumenten los valores de la fuerza sísmica.

V. CONCLUSIONES

1. Así mismo mediante el presente estudio se diagnosticó a la edificación de la I.E. “Rafael Olascoaga”-Cajamarca mediante el recojo de datos, observaciones y entrevistas, determinando el estado actual y así efectuar el análisis sísmico usando software Sap 2000 V18 para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la mencionada institución educativa verificando que los parámetros estructurales cumplan con las NTE. E-030.
2. Los parámetros de sismicidad para diseño estructural se verifican de la siguiente manera: el factor de zona sísmica considerado es 0.35 perteneciente a la zona 3, el perfil de suelo de acuerdo al estrato donde se encuentra edificada la I.E. es $S=1.15$ (suelos medianamente rígidos), el factor de uso por corresponder a una edificación esencial es $U=1.5$, el factor de amplificación sísmica considerando el período fundamental de vibración $T < T_p$ le corresponde $C=2.5$, para el coeficiente de reducción de la fuerza sísmica tomando en cuenta a $R_o=8$, $I_a=1$ y la $I_p=0.9$ se determina que $R=7.2$. Así mismo como consecuencia del presente estudio se logró conocer la fuerza cortante en elevación tomando en consideración el peso de la estructura, altura, y el periodo fundamental de la estructura obteniendo los siguientes resultados $F_1=49.33 Tn$ y $F_2=28,99Tn$ para una cortante basal en la base de $78,31Tn$ en las direcciones X e Y. Con respecto al análisis sísmico para la cortante mínima en la base, se obtuvo que el valor de la cortante dinámica es menor que el 90% de la cortante estática, por lo que se procedió a amplificar la cortante dinámica para que cumpla lo especificado en la norma E.030. Por otro lado, se verificó que el valor de la junta sísmica para dicha edificación es mayor al valor (3cm) especificado en la norma E.030.

3. En cuanto al análisis sismorresistente del modelo estructural de la I.E. “Rafael Olascoaga”-Cajamarca, usando SAP 2000. V.18 se tiene que las derivas máximas fueron 0,0032 en la dirección X y de 0,0039 en Y, en el primer piso; además en el segundo piso se obtuvo: 0,0057 en la dirección X y 0,0068 en la dirección Y; con lo cual se comprueba que en ambos casos son menores que el límite autorizado de $7/1000$ de acuerdo a la NTE. E.0-30.

VI. RECOMENDACIONES

1.-Es muy importante ejecutar este tipo de diagnósticos de análisis sísmico con lo cual podamos contrastar el diseño de la estructura en general y principalmente aquellas que son de gran interés como las I.E. puesto que por su carácter de edificación esencial debe cumplir los principios del diseño sismorresistente. En la medida de que fuera posible en el futuro se debe diseñar y edificar principalmente las I.E como un sistema estructural con pórticos de concreto en ambas direcciones, a la vez se debe considerar el efecto de los elementos no estructurales en la evaluación del comportamiento sísmico de la estructura.

2.-Es necesario e imprescindible proseguir efectuando este tipo de análisis a otras Instituciones Educativas de la zona para verificar si su comportamiento sísmico de acuerdo a los parámetros de sitio donde están edificadas, cumple con los mínimos solicitados, para enfrentar una vulnerabilidad sísmica o necesita refuerzos estructurales. De acuerdo a los análisis de las ratios demanda/capacidad que se calculó, se debe rediseñar los elementos estructurales de acuerdo al área de acero que arrojó el programa SAP 2000 v18 y así se cumplirá las solicitudes de carga exigidas, tanto para elementos estructurales verticales y de cimentación, asegurando que estos no colapsen con el tiempo.

3.-En la edificación analizada se propone únicamente dar mantenimiento a la estructura en forma periódica, al mismo tiempo es necesario que en las futuras edificaciones se realice estudios adicionales de sismo resistencia con la finalidad de obtener mejores límites de deriva y lograr mayor rigidez del elemento estructural ante una eventualidad sísmica.

VII. REFERENCIAS

- ABANTO, Flavio. *Tecnología del concreto*. Perú: Editorial San Marcos, 2017. ISBN: 0978612315463.
- AROCA, Ricardo. Cuaderno del instituto Juan de Herrera de la escuela de arquitectura de Madrid. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 1999. 35 pp. ISBN: 8489977984
- BLANCO, Antonio. *Estructuración Y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. 2da ed., Lima: Capítulo de Ingeniería Civil, 1999. 303 pp.
- BOZZO, Luis y BARBAT, Alex. *Diseño Sismorresistente de edificios*. México: Editorial Reverte S.A.,2000. ISBN 8429120114
- CARRASCO, Sergio. *Metodología de la investigación científica*. Perú: San Marcos, 2008. 250 pp.
- CASSANO, Arturo. *Análisis de Estructuras bajo acciones Dinámicas*. Paraná: Universidad Tecnológica Nacional, 2009. ISBN: 9789872536091
- CHAVEZ, Alexander. *Análisis del desempeño sismorresistente de un edificio de cuatro pisos para talleres y aulas tecnológicas de uso múltiple centro de formación profesional Senati Cajamarca. Tesis* (Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2014. 253 pp.
- CHEVARRIA, Diana. *Análisis y diseño estructural sismorresistente por el método de elementos finitos: pabellón de aulas I.E. Charamaya - Mañazo*. Lima: Universidad Nacional del Altiplano, 2014.
- CHUNQUE, Juan. *Nivel de desempeño sísmico del edificio "A" de la universidad privada del norte- sede Cajamarca. Tesis* (Ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2013. 102 pp.
- CONSTANTIN, Robeth. y BEYER, Katrin. *Modelling of Reinforced Concrete Core Walls Under Bi-directional Loading*. Lisboa., Portugal: s.n., 2012.
- ESCOLANO, Margarit, y otros. *Failure Mechanism of Reinforced Concrete Structural Walls with and without Confinement*. Lisboa, Portugal: s.n., 2012.
- ESPINOZA, M. y ESPINOZA, A. *Análisis y Diseño Estructural de un bloque de aulas y baterías sanitarias correspondiente al proyecto Ciudad Cultura a ubicarse en los predios de la Casa de la Cultura Ecuatoriana Núcleo de Manabí, de la ciudad de Portoviejo. Tesis* (Ingeniero civil). Ecuador: Universidad Nacional del Altiplano, 2013. 199 pp.


- GHAITH, Abdulrahman. *Seismic risk assessment of buildings in Dubai Arab Emirates. Tesis* (Ingeniero civil). Dubai, 2013.
- GHALI, Amin. y NEVILLE, Adam. *Análisis estructural*. México: Editorial Diana, 1983. 809 pp. ISBN: 9789681314804
- HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. 5° Edición. México: Mc Graw Hill, 2014. 613 pp. ISBN: 9786071502919
- HEYMAN, Jacques. *La ciencia de las estructuras*. Madrid: Instituto Juan de Herrera, 2001. ISBN: 8495365987.
- JUAREZ, Eduardo y RICO, Alex. *Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa, 2005.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. Norma E.030 diseño sismorresistente. Decreto supremo que modifica la norma técnica e.030 “diseño sismorresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-vivienda, modificada con decreto supremo N° 002- 2014-vivienda. Lima, Lima, Perú.
- MORALES, Roberto. *Diseño en Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial I.C.G, 2006.
- MORENO, Rosangel. *Evaluación del riesgo sísmico en edificios mediante análisis estático no lineal: Aplicación a diversos escenarios sísmicos de Barcelona*. Barcelona: Departamento de Ingeniería del Terreno, Cartografía y Geofísica. Universidad Politécnica de Cataluña, 2006. Tesis Doctoral.
- MUÑOZ, Alejandro. *Apuntes del Curso Ingeniería Antisísmica 1*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2004.
- MUÑOZ, Rodrigo. y VÁSQUEZ, Belgica. *Trayectoria histórica del término y sus descripciones anatómica y funcional*. Chile: International Journal of Morphology. 2016. 1614-1622 pp. ISBN: 07179502.
- ORTEGA, Manuel. *Lecciones de Física*. Perú: Editorial Monytex, 2009. ISBN 8440442904
- ROCA, Dandy. *Resistencia Probable a flexo compresión de muros estructurales de concreto armado*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015. Tesis de Maestría
- SAN BARTOLOME, Ángel. *Defectos que incidieron en el comportamiento de las construcciones de albañilería en el sismo de pisco del 15-08-2007*. Lima: Pontificie Universidad Católica del Perú, 2012.

- SEIJAS, Yvonne. *Evaluación del comportamiento sismorresistente del módulo I del hospital central “José Gregorio Hernández” de puerto Ayacucho. Tesis* (Ingeniera estructural). Amazonas: Universidad católica Andrés Bello, 2013. 90 pp.
- VILLARREAL, Genner. *Diseño Sísmico de Edificaciones Problemas Resueltos*. Lima: Editora & Imprenta Gráfica Norte S.R.L, 2015. ISBN 9786120020012.
- WILSON, Edward. *Análisis Estático y Dinámico de Estructuras*. California: Computers and Structures, Inc., 2004.
- XILIN, Lu. *Retrofitting Design of Building Structures*. Colorado: Colorado University, 2012. Phd Thesis.

VIII. ANEXOS

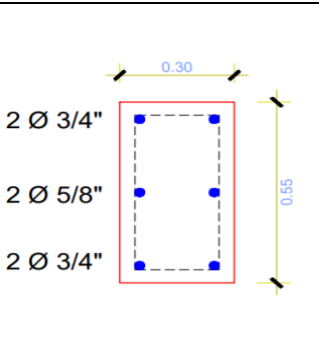
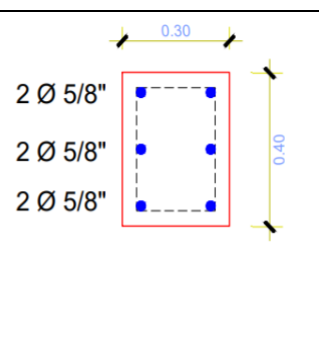
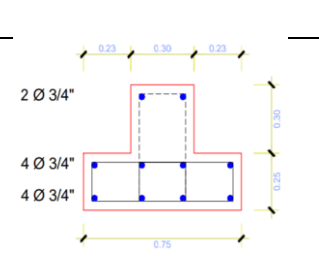
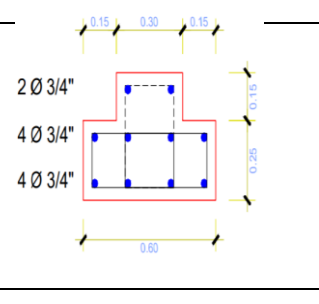
Anexo 1

FICHAS DE OBSERVACIÓN

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
AUTOR: Wilder Malca Vásquez				
DATOS GENERALES				
TIPO DE ESTRUCTURA		Institución educativa		
ANTIGÜEDAD		5 años		
ENCUESTADO		Director		
N° DE PISOS		2		
ÁREA DE TERRENO		287 m ²		
ASESORÍA TÉCNICA DISEÑO		No		
ASESORÍA EN CONSTRUCCIÓN		No		
DATOS TECNICOS ESTRUCTURALES				
SISTEMA ESTRUCTURAL		Aporticado		
SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGAS				
	Tipo 1		Tipo 2	
	b(m)	h (m)	b(m)	h (m)
V01	0.25	0.4	0.3	0.4
V02	0.25	0.4	0.3	0.4
V03	0.25	0.6	0.25	0.4
V04	0.25	0.4	0.25	0.4
V05	0.3	0.4	0.25	0.4
V06	0.3	0.4	0.3	0.4
V07	0.3	0.4	0.3	0.65
V08	0.3	0.4	0.3	0.4
V09	0.25	0.4	0.25	0.4
SECCIONES TRANSVERSALES DE VIGUETAS				
	Tipo 1		Tipo 2	
	b(m)	h (m)	b(m)	h (m)
Vigas X	15	10		
Vigas Y	15	10		
SECCIONES TRANSVERSALES DE COLUMNAS				
	FORMA		TIPO	

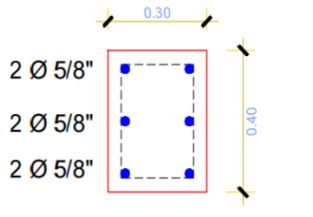
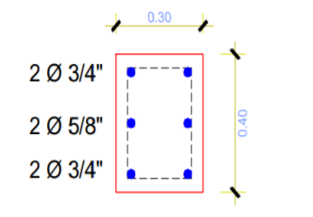
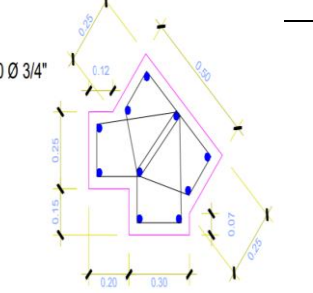
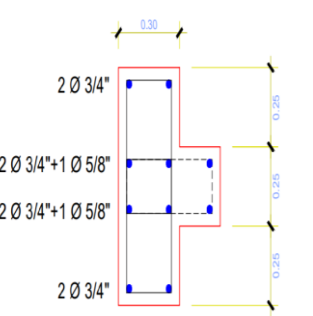


 Vanessa Patricia Derosa Portal
INGENIERO CIVIL
 Ing. Verificador Copén CIP 157775
 CIV 01005902811

<p>C01</p>	 <p>2 Ø 3/4" 2 Ø 5/8" 2 Ø 3/4"</p>	<p>ESQUINERA</p>
<p>C02</p>	 <p>2 Ø 5/8" 2 Ø 5/8" 2 Ø 5/8"</p>	<p>CENTRAL Y ESQUINERA</p>
<p>C03</p>	 <p>2 Ø 3/4" 4 Ø 3/4" 4 Ø 3/4"</p>	<p>ESQUINERA</p>
<p>C04</p>	 <p>2 Ø 3/4" 4 Ø 3/4" 4 Ø 3/4"</p>	<p>ESQUINERA</p>

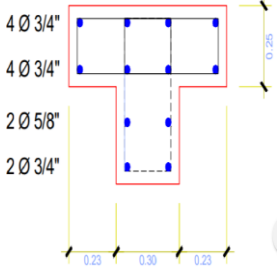
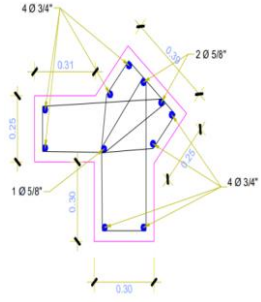
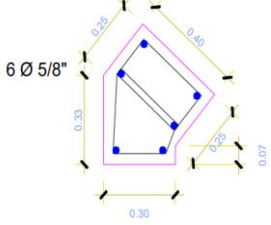
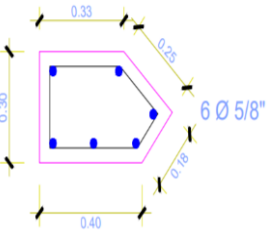


 Vanessa Elizaveth Novoa Portal
 INGENIERO CIVIL
 Ing. Verificador Común CIP 157775
 C.V. 01006902R11

<p>C05</p>	 <p>2 Ø 5/8" 2 Ø 5/8" 2 Ø 5/8"</p>	<p>CENTRAL Y ESQUINERA</p>
<p>C06</p>	 <p>2 Ø 3/4" 2 Ø 5/8" 2 Ø 3/4"</p>	<p>CENTRAL</p>
<p>C07</p>	 <p>10 Ø 3/4"</p>	<p>ESQUINERA</p>
<p>C08</p>	 <p>2 Ø 3/4" 2 Ø 3/4"+1 Ø 5/8" 2 Ø 3/4"+1 Ø 5/8" 2 Ø 3/4"</p>	<p>ESQUINERA</p>



 Vanessa Elvira Portaferruz Portaferruz
INGENIERO CIVIL
 Ing. Verificador Común CIP 157775
 C.V. 61985942311

<p>C09</p>		<p>CENTRAL</p>
<p>C10</p>		<p>ESQUINERA</p>
<p>C11</p>		<p>ESQUINERA</p>
<p>C12</p>		<p>ESQUINERA</p>
LOSAS		
<p>Losa Aligerada</p>	<p>$e = 0.20 \text{ m}$</p>	
<p>Otros</p>	<p>.....</p>	
ZAPATAS		
	<p>b(m)</p>	<p>t (m)</p>



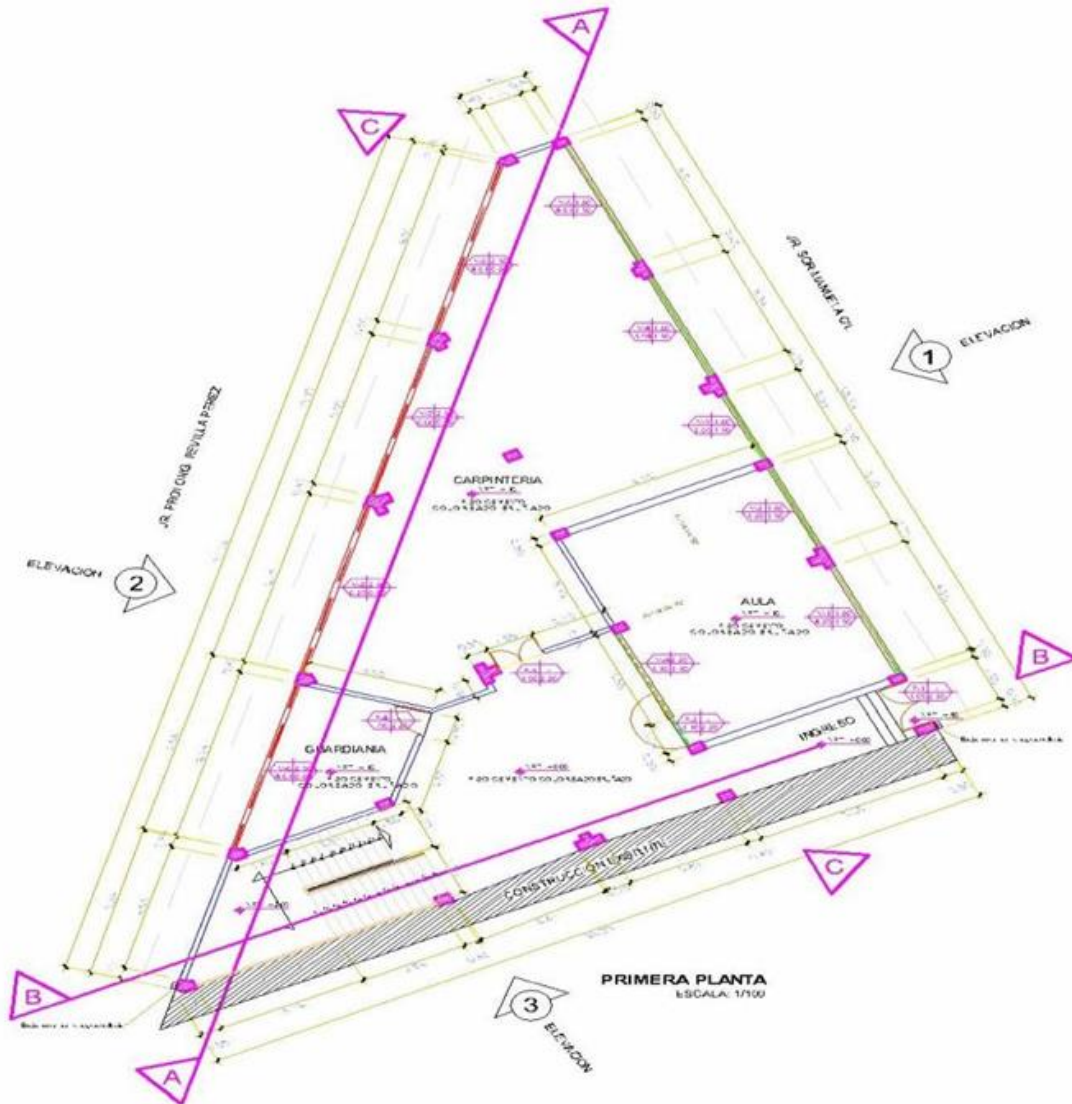
 Vanessa Alcivar Torres Portal
 INGENIERO CIVIL
 Ing. Verificador Copén CIP 157775
 C.V. 61055902R11

Z-1	2.4	2.85				
Z-2	2	2.4				
Z-3	1.8	1.5				
Z-4	1.8	2.85				
TIPOS DE ALBAÑILERIA EN MUROS Y TECHO						
KINKON INDUSTRIAL					
KINKON ARTESANAL	SI					
PANDERETA	SI					
LADRILLO TECHO	SI					
OTROS					
CARACTRISTICAS DINAMICAS DEL SUELO						
TIPO DE SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅
			X			
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO						
ELEMENTO	Resistencia a la compresion (f' c[kg/cm2])					
COLUMNAS	210					
VIGAS	210					
VALIDADO POR EL INGENIERO						



AUTOR: Wilder Malca Vásquez

DISTRIBUCION DE ELEMENTOS VERTICALES RESISTENTES



VALIDADO POR EL INGENIERO



Vanessa Elizabeth Torres Portal
INGENIERO CIVIL
Ing. Verificador Común CIP 157775
CIV: 01055902711



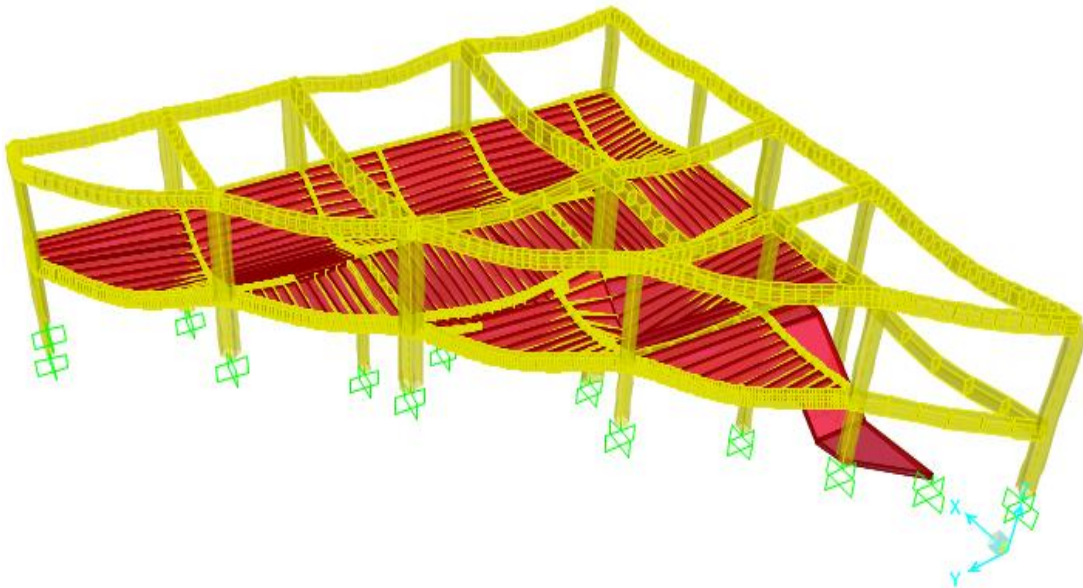
AUTOR: Wilder Malca Vásquez

FOTOGRAFIA DE ESTRUCTURA

Reforzamiento estructural	
No posee	
Sistema estructural	
Aporticado	
Parametros de demand sismica	
Z	0.35
U	1.5
C	2.5
S	1.15
Ro	8



MODELO REALIZADO EN SAP 2000 V18



VALIDADO POR EL INGENIERO



Vanessa E. Chacón
INGENIERO CIVIL
 Ing. Verificador Copén CIP 157775
 CIV. 010659VCZRII

Anexo 2**METRADO DE CARGAS****COLUMNETAS****PRIMER PISO**

VIGUETA	N°VECES	ANCHO	LARGO	ALTURA	P.E	PARCIAL
EJE TRAMO C-E, 1P	1	0.15	4.2	0.15	2.4	0.23
	2	0.15	0.15	2	2.4	0.22
EJE 1-1 TRAMO E-G, 1P	1	0.15	3.15	0.15	2.4	0.17
	2	0.15	0.15	2	2.4	0.22
EJE 1-1 TRAMO G-H, 1P	1	0.15	2.54	0.15	2.4	0.14
	2	0.15	0.15	2	2.4	0.22
EJE 1-1 TRAMO H-I, 1P	1	0.15	3.89	0.15	2.4	0.21
	2	0.15	0.15	2	2.4	0.22
EJE 1-1 TRAMO I-J,1P	1	0.15	4.56	0.15	2.4	0.25
	2	0.15	0.15	2	2.4	0.22
EJE 3-3 TRAMO C-E 1P	1	0.15	3.36	0.15	2.4	0.18
	2	0.15	0.15	2.2	2.4	0.24
EJE 8-8 TRAMO D-F, 1P	1	0.15	6.09	0.15	2.4	0.33
	2	0.15	0.15	0.75	2.4	0.08
EJE8-8 TRAMO F-H 1P	1	0.15	6.24	0.15	2.4	0.34
	2	0.15	0.15	0.75	2.4	0.08
EJE 8-8 TRAMO H-I, 1P	1	0.15	5.55	0.15	2.4	0.30
	2	0.15	0.15	0.75	2.4	0.08
EJE 8-8 TRAMO I-J 1P	1	0.15	6.26	0.15	2.4	0.34
	2	0.15	0.15	0.75	2.4	0.08
PUERTA CARPINTERÍA	1	0.15	0.15	3.45	2.4	0.19
PUERTA GUARDIANÍA	1	0.15	0.15	3.45	2.4	0.19
TOTAL						4.49

SEGUNDO PISO

VIGUETA	N°VECES	ANCHO	LARGO	ALTURA	P.E	PARCIAL
EJE 1-1, TRAMO B-C, 2P	1	0.15	0.99	0.15	2.4	0.05
	2	0.15	0.15	1.85	2.4	0.20
EJE 1-1, TRAMO C-E, 2P	1	0.15	3.69	0.15	2.4	0.20
	2	0.15	0.15	0.85	2.4	0.09
EJE 1-1, TRAMO E-H, 2P	1	0.15	6.04	0.15	2.4	0.33
	2	0.15	0.15	0.85	2.4	0.09
EJE 1-1, TRAMO H-I, 2P	1	0.15	3.89	0.15	2.4	0.21
	2	0.15	0.15	0.85	2.4	0.09
EJE 1-1, TRAMO I-J, 2P	1	0.15	4.56	0.15	2.4	0.25
	2	0.15	0.15	0.85	2.4	0.09
EJE 8-8, TRAMO D-F, 2P	1	0.15	2.4	0.15	2.4	0.13
	2	0.15	0.15	1.85	2.4	0.20
	1	0.15	1.39	0.15	2.4	0.08
	2	0.15	0.15	1.85	2.4	0.20
EJE 8-8, TRAMO F-H, 2P	1	0.15	0.9	0.15	2.4	0.05
	2	0.15	0.15	1.85	2.4	0.20
	1	0.15	3.04	0.15	2.4	0.16
	2	0.15	0.15	1.85	2.4	0.20
EJE 8-8 TRAMO I-J 2P	1	0.15	6.26	0.15	2.4	0.34
	2	0.15	0.15	1.85	2.4	0.20
EJE 8-8 TRAMO A-D, 2P	1	0.15	4.5	0.15	2.4	0.24
	2	0.15	0.15	0.75	2.4	0.08
TOTAL						3.68

MUROS DE CONCRETO ARMADO PRIMER PISO

DESCRIPCION	N°VECES	ANCHO	LARGO	ALTURA	P.E	PARCIAL
EJE 8-8,VS-105,TRAMO A-D	1	0.25	4.55	3.00	2.40	8.19
EJE 8-8,VS-105,TRAMO D-F	1	0.25	6.14	2.80	2.40	10.32
EJE 8-8,VS-105,TRAMO F-H	1	0.25	6.29	2.80	2.40	10.57
EJE 8-8,VS-105,TRAMO H-I	1	0.25	5.60	2.80	2.40	9.41
EJE 8-8,VS-105,TRAMO I-J	1	0.25	6.31	2.80	2.40	10.60
TOTAL						49.08

MURO DE SOGA LADRILLO DE ARCILLA (9*13*24)cm**PRIMER PISO**

DESCRIPCION	N°VECES	ANCHO	LARGO	ALTURA	PE	PARCIAL
EJE 1-1,TRAMO C-E	1	0.15	3.90	2.00	1.80	2.11
EJE 1-1,TRAMO E-G	1	0.15	2.85	2.00	1.80	1.54
EJE 1-1,TRAMO G-H	1	0.15	2.24	2.00	1.80	1.21
EJE 1-1,TRAMO H-I	1	0.15	3.59	2.00	1.80	1.94
EJE 1-1,TRAMO I-J	1	0.15	4.26	2.00	1.80	2.30
EJE 3-3,TRAMO C-E	1	0.15	3.06	2.20	1.80	1.82
EJE 3-3,TRAMO E-G	1	0.15	3.42	3.15	1.80	2.91
EJE A-A,B-B TRAMO 5-7	1	0.15	7.13	3.15	1.80	6.06
EJE D-D,TRAMO 6-5	1	0.15	3.88	3.15	1.80	3.30
EJE E-E,TRAMO 4-3	1	0.15	1.72	3.15	1.80	1.46
EJE E-E,TRAMO 4-3	1	0.15	1.50	0.95	1.80	0.38
EJE 8-8,TRAMO A-D	1	0.15	4.55	1.50	1.80	1.84
EJE 8-8,TRAMO D-F	1	0.15	5.79	0.75	1.80	1.17
EJE 8-8,TRAMO F-H	1	0.15	5.94	0.75	1.80	1.20
EJE 8-8,TRAMO H-I	1	0.15	5.25	0.75	1.80	1.06
EJE 8-8,TRAMO I-J	1	0.15	5.96	0.75	1.80	1.21
EJE J-J,TRAMO 1-2	1	0.15	1.11	2.90	1.80	0.87
TOTAL					TOTAL	32.39

MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA**MURO DE SOGA LADRILLO DE ARCILLA (9*13*24 cm)****SEGUNDO PISO**

DESCRIPCION	N°VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	P.E.	PARCIAL
EJE 1-1,TRAMO B-C	1	0.69	0.15	1.85	1.80	0.34
EJE 1-1,TRAMO B-C	1	1.42	0.15	2.60	1.80	1.00
EJE 1-1,TRAMO C-E	1	3.39	0.15	0.85	1.80	0.78
EJE 1-1,TRAMO E-H	1	5.74	0.15	0.85	1.80	1.32
EJE 1-1,TRAMO H-I	1	3.59	0.15	0.85	1.80	0.82
EJE 1-1,TRAMO I-J	1	4.26	0.15	0.85	1.80	0.98
EJE B-B,TRAMO 1-3	1	5.35	0.15	2.60	1.80	3.76
EJE B-B TRAMO 3-4	1	3.43	0.15	2.60	1.80	2.41
EJE A-A TRAMO 5-7	1	7.12	0.15	2.60	1.80	5.00
EJE J-J,TRAMO 1-2	1	1.11	0.15	2.60	1.80	0.78
EJE I-I,TRAMO 1-3	1	4.60	0.15	2.60	1.80	3.23
	1	0.90	0.15	0.25	1.80	0.06
EJE 4-4,TRAMO B-E	1	3.51	0.15	2.60	1.80	2.46
EJE 4-4,TRAMO E-H	1	6.01	0.15	2.60	1.80	4.22
EJE 8-8,TRAMO D-F	1	2.10	0.15	1.85	1.80	1.05

	1	1.09	0.15	1.85	1.80	0.54
EJE 8-8,TRAMO F-H	1	0.60	0.15	1.85	1.80	0.30
	1	2.74	0.15	1.85	1.80	1.37
EJE 8-8,TRAMO H-I	1	5.60	0.15	1.85	1.80	2.80
EJE 8-8,TRAMO I-J	1	5.96	0.15	1.85	1.80	2.98
EJE 8-8,TRAMO A-D	1	4.20	0.15	0.75	1.80	0.85
EJE D-D,TRAMO 5-6	1	3.88	0.15	2.60	1.80	2.72
TOTAL						39.76

CONSTRUCCION S.H.H Y S.H.M













MURO DE SOGA LADRILLO DE ARCILLA (9*13*24 cm)











DESCRIPCION	N°VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	P.E.	PARCIAL
MUROS SSHH DAMAS	2	1.55	0.15	2.60	1.80	2.18
	2	2.00	0.15	2.60	1.80	2.81
	2	0.20	0.15	2.60	1.80	0.28
	1	3.33	0.15	2.60	1.80	2.34
	1	0.35	0.15	2.60	1.80	0.25
	1	0.71	0.15	2.60	1.80	0.50
	1	1.12	0.15	2.60	1.80	0.79
MUROS SSHH CABALLEROS	2	1.70	0.15	2.60	1.80	2.39
	1	2.00	0.15	2.60	1.80	1.40
	2	0.20	0.15	2.60	1.80	0.28
	1	0.99	0.15	2.60	1.80	0.69
	1	2.72	0.15	2.60	1.80	1.91
	1	0.40	0.15	2.60	1.80	0.28
TOTAL						16.09

METRADO DE CARGA VIVA

PRIMER PISO

EJETRANSV	LARGO	ANCHO	S/C	PARCIAL
ENTRE EJE 1.3. vestidor	5.80	1.65	0.060	0.57
ENTRE EJE 1.3.auditorio	5.80	4.48	0.12	3.12
ENTRE EJE 1.3. auditorio	5.80	3.42	0.12	2.38
ENTRE EJE 1.3. auditorio	5.80	2.82	0.40	6.54
ENTRE EJE 1.3. auditorio	5.80	4.31	0.12	3.00
ENTRE EJE 1.3. almacén	17.46		0.15	2.62
ENTRE EJE 3.4. auditorio	6.40	3.67	0.12	2.82
ENTRE EJE 3.4.auditorio	6.54	3.67	0.12	2.88
ENTRE EJE 3.4. auditorio	7.76		0.12	0.93
ENTRE EJE 4.5.pasadizo	13.75		0.12	1.65
ENTRE EJE 4.5. S.S.H.H.	19.36		0.075	1.45
ENTRE EJE 4.5.S.S.H.H.	9.80		0.075	0.74
ENTRE EJE 5.6.S.S.H.H.	9.55		0.075	0.72
TOTAL				29.42

METRADO DE CARGAS							
COLUMNAS							
PRIMER PISO							
MODELO	COLUMNA	ANCHO	LARGO	ALTURA	P.E	N°Columnas	PARCIAL
	C.01	0.3	0.55	3.95	2.4	1	1.56
	C.02	0.3	0.4	3.95	2.4	5	5.69
	C.03	0.28		3.95	2.4	2	5.31
	C.04	0.20		3.95	2.4	1	1.90
	C.05	0.3	0.4	3.95	2.4	4	4.55
	C.06	0.3	0.4	3.95	2.4	1	1.14
	C.07	0.23		3.95	2.4	1	2.18
	C.08	0.28		3.95	2.4	1	2.65
	C.09	0.28		3.95	2.4	1	2.65
	C.10	0.30		3.95	2.4	1	2.84
	C.11	0.16		3.95	2.4	3	4.55
	C.12	0.13		3.95	2.4	1	1.23
TOTAL						22	36.26

SEGUNDO PISO							
MODELO	COLUMNA	ANCHO	LARGO	ALTURA	P.E	N°Columnas	PARCIAL
	C.01	0.30	0.55	3.00	2.40	1	1.19
	C.03	0.28		3.25	2.40	2	4.37
	C.04	0.20		3.00	2.40	1	1.44
	C.05	0.30	0.40	3.00	2.40	4	3.46
	C.07	0.23		3.00	2.40	1	1.66
	C.08	0.28		3.00	2.40	1	2.02
	C.09	0.28		3.25	2.40	1	2.18
	C.10	0.30		3.25	2.40	1	2.34
	C.11	0.16		3.00	2.40	3	3.46
	C.12	0.13		3.00	2.40	1	0.94
TOTAL						16	23.04

METRADO DE CARGAS							
VIGAS							
PRIMER PISO							
VIGA	TRAMO	BASE	ALTURA	LONGITUD	P.E	N°VIGAS	PARCIAL
VS 101	EJE 1.1 ENTRE B-C	0.25	0.4	1.65	2.4	1	0.40
VS 101	EJE 1.1.ENTRE C-E	0.25	0.4	4.25	2.4	1	1.02
VS 101	EJE1.1 ENTRE E-G	0.25	0.4	3.20	2.4	1	0.77
VS 101	EJE 1.1 ENTRE G-H	0.25	0.4	2.59	2.4	1	0.62
VS 101	EJE 1.1.ENTRE H-I	0.25	0.4	3.94	2.4	1	0.95
VS 101	EJE 1.1.ENTRE I-J	0.25	0.4	4.61	2.4	1	1.11
VS 102	EJE 3.3.ENTRE B-C	0.25	0.4	1.63	2.4	1	0.39
VS 102	EJE 3.3.ENTRE C-E	0.25	0.4	4.48	2.4	1	1.08
VS 102	EJE 3.3.ENTRE E-G	0.25	0.4	3.42	2.4	1	0.82
VS 102	EJE 3.3.ENTRE G-H	0.25	0.4	2.82	2.4	1	0.68
VS 102	EJE 3.3.ENTRE H-I	0.25	0.4	4.11	2.4	1	0.99
VS 103	EJE 4.4.ENTRE B-E	0.25	0.6	5.96	2.4	1	2.15
VS 103	EJE 4.4.ENTRE E-H	0.25	0.6	6.01	2.4	1	2.16
VS 104	EJE 5.5.ENTRE A-D	0.25	0.4	3.47	2.4	1	0.83
VS 104	EJE 5.5.ENTRE D-F	0.25	0.4	4.64	2.4	1	1.11
VS 116	EJE 8.8.ENTRE A-D	0.25	0.4	4.55	2.4	1	1.09
VS 117	EJE 8.8.ENTRE D-F	0.25	0.4	6.14	2.4	1	1.47
VS 118	EJE 8.8.ENTRE F-H	0.25	0.4	6.29	2.4	1	1.51
VS 119	EJE 8.8.ENTRE H-I	0.25	0.4	5.60	2.4	1	1.34
VS 120	EJE 8.8.ENTRE I-J	0.25	0.4	6.31	2.4	1	1.51
V 104	EJE B.B.ENTRE 1-3	0.30	0.4	5.35	2.4	1	1.54
V 103	EJE B.B.ENTRE 3-4	0.30	0.4	3.43	2.4	1	0.99
V 102	EJE B.B.ENTRE 4-5	0.30	0.4	3.81	2.4	1	1.10
V 101	EJE B.B ENTRE 5-7	0.30	0.4	7.13	2.4	1	2.05
V 105	EJE C.C ENTRE 1-3	0.30	0.4	5.50	2.4	1	1.58
V 107	EJE D.D ENTRE 4-5	0.25	0.4	4.05	2.4	1	0.97
V 106	EJE D.D ENTRE 5-6	0.25	0.4	3.88	2.4	1	0.93
V 109	EJE E.E ENTRE 1-3	0.30	0.4	5.35	2.4	1	1.54
V 108	EJE E.E ENTRE 3-4	0.30	0.4	3.37	2.4	1	0.97
V 110	EJE F.F ENTRE 4-5	0.30	0.4	4.05	2.4	1	1.17
V 111	EJE G.G ENTRE 1-3	0.30	0.4	5.50	2.4	1	1.58
V 113	EJE H.H ENTRE 1-3	0.30	0.4	5.35	2.4	1	1.54
V 112	EJE H.H ENTRE 3-4	0.30	0.4	3.37	2.4	1	0.97
V 114	EJE I.I ENTRE 1-3	0.30	0.4	5.50	2.4	1	1.58
V 115	EJE J.J ENTRE 1-2	0.25	0.4	1.11	2.4	1	0.27
TOTAL						35	40.79

SEGUNDO PISO								
VIGA	TRAMO	BASE	ALTURA	LONGITUD	P.E	N°VIGAS	PARCIAL	
VS 201	EJE 1.1 ENTRE H-I	0.25	0.40	3.94	2.4	1	0.95	
VS 201	EJE 1.1.ENTRE I-J	0.25	0.40	4.61	2.4	1	1.11	
VS 201	EJE1.1 ENTRE B-E	0.25	0.40	6.21	2.4	1	1.49	
VS 201	EJE 1.1 ENTRE E-H	0.25	0.40	6.09	2.4	1	1.46	
VS 203	EJE 4.4.ENTRE B-E	0.25	0.40	5.96	2.4	1	1.43	
VS 203	EJE 4.4.ENTRE E-H	0.25	0.40	6.01	2.4	1	1.44	
VS 204	EJE 5.5.ENTRE A-D	0.25	0.40	3.47	2.4	1	0.83	
VS 204	EJE 5.5.ENTRE D-F	0.25	0.40	4.64	2.4	1	1.11	
VS 216	EJE 8.8.ENTRE A-D	0.25	0.40	4.55	2.4	1	1.09	
VS 217	EJE 8.8.ENTRE D-F	0.25	0.40	6.14	2.4	1	1.47	
VS 218	EJE 8.8.ENTRE F-H	0.25	0.40	6.29	2.4	1	1.51	
VS 219	EJE 8.8.ENTRE H-I	0.25	0.40	5.60	2.4	1	1.34	
VS 220	EJE 8.8.ENTRE I-J	0.25	0.40	6.31	2.4	1	1.51	
V 204	EJE A.A.ENTRE 1-3	0.30	0.40	5.35	2.4	1	1.54	
V 203	EJE A.A.ENTRE 3-4	0.30	0.40	3.43	2.4	1	0.99	
V 202	EJE A.A.ENTRE 4-5	0.30	0.40	3.81	2.4	1	1.10	
V 201	EJE A.A.ENTRE 5-7	0.30	0.40	7.13	2.4	1	2.05	
V 206	EJE D.D.ENTRE 6-5	0.25	0.40	3.88	2.4	1	0.93	
V 208	EJE E.E.ENTRE 1-4	0.30	0.65	9.12	2.4	1	4.27	
V 210	EJE E.E.ENTRE 4-5	0.30	0.40	4.05	2.4	1	1.17	
V 212	EJE H.H.ENTRE 1-4	0.30	0.65	9.12	2.4	1	4.27	
V 214	EJE I.I.ENTRE 1-3	0.30	0.40	5.50	2.4	1	1.58	
V 215	EJE J.J.ENTRE 1-2	0.25	0.40	1.11	2.4	1	0.27	
						TOTAL	23	34.92

METRADO DE CARGAS					
LOSA					
PRIMER PISO					
EJE LONG.	EJETRANSV	LARGO	ANCHO	PE	PARCIAL
ENTRE EJE B-C	ENTRE EJE 1.3.	5.80	1.65	0.30	2.87
ENTRE EJE C-E	ENTRE EJE 1.3.	5.80	4.48	0.30	7.80
ENTRE EJE E-G	ENTRE EJE 1.3.	5.80	3.42	0.30	5.95
ENTRE EJE G-H	ENTRE EJE 1.3.	5.80	2.82	0.30	4.91
ENTRE EJE H-I	ENTRE EJE 1.3.	5.80	4.31	0.30	7.50
ENTRE EJE I-J	ENTRE EJE 1.3.	17.46		0.30	5.24
ENTRE EJE B-E	ENTRE EJE 3.4.	6.40	3.67	0.30	7.05
ENTRE EJE E-H	ENTRE EJE 3.4.	6.54	3.67	0.30	7.20
ENTRE EJE H-I	ENTRE EJE 3.4.	7.76		0.30	2.33
ENTRE EJE A-D	ENTRE EJE 4.5.	13.75		0.30	4.13
ENTRE EJE D-F	ENTRE EJE 4.5.	19.36		0.30	5.81
ENTRE EJE F-H	ENTRE EJE 4.5.	9.80		0.30	2.94
ENTRE EJE D-F	ENTRE EJE 5.6.	9.55		0.30	2.87
				TOTAL	66.57

METRADO DE COBERTURA						
TECHO						
CUMBRERA METÁLICA						
DESCRIPCION	N°VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	W=Tn/m	PARCIAL
CERCHA A	1	16.93			0.03	0.51
	1	16.80			0.03	0.50
CERCHA B	1	9.82			0.03	0.29
	1	10.05			0.03	0.30
CERCHA C	1	17.81			0.03	0.53
	1	17.68			0.03	0.53
TOTAL						2.67
VIGUETAS METALICAS						
DESCRIPCION	N°VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	W=Tn/m	PARCIAL
VIGUETAS	1	138.09			0.014	1.93
TOTAL						1.93
CORREAS METALICAS						
DESCRIPCION	N°VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	W=Tn/m	PARCIAL
CORREAS	1	375.94			0.00099	0.37
TOTAL						0.37
COBERTURA CON TEJA ANDINA						
DESCRIPCION	N°VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	W=Tn/m	PARCIAL
COBERTURA	1	345.12			0.0084	2.90
TOTAL						2.90
CARTELAS METALICAS						
DESCRIPCION	N°VECES	LARGO	ANCHO	ALTURA	W=Tn/m	PARCIAL
PL1	57	0.20	0.10		0.036	0.04
PL2	63	0.30	0.15		0.036	0.10
PL3	3	0.20	0.28		0.036	0.01
TOTAL						0.15
PESO TOTAL DE COBERTURA (TN)						
CUMBRERA METALICA		2.67				
VIGUETAS METALICAS		1.93				
CORREAS METALICAS		0.37				
COBERTURA CON TEJA ANDINDA		2.9				
CARTELAS METALICAS		0.15				
TOTAL		8.02				

RESUMEN DE METRADOS

MODULO A

ELEMENTO	PESO 1 (Tn)	PESO 2 (Tn)	
COLUMNAS	36.26	23.04	
COLUMNETAS	4.49	3.68	
VIGAS	40.79	34.92	
VIGUETAS	19.08	0	
LOSA	66.57	0	
MUROS	25.01	50.47	
CARGA MUERTA	192.2	112.11	
CARGA VIVA	24.84	8.02	
PESO TOTAL	217.04	120.13	337.17

Anexo 3

PLANOS DE LA EDIFICACIÓN (A01, E01, E02, E03, E04, C01)

Anexo 4
PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 102 Realizando medidas a la estructura



Figura 103. Realización medida de peraltes de viga

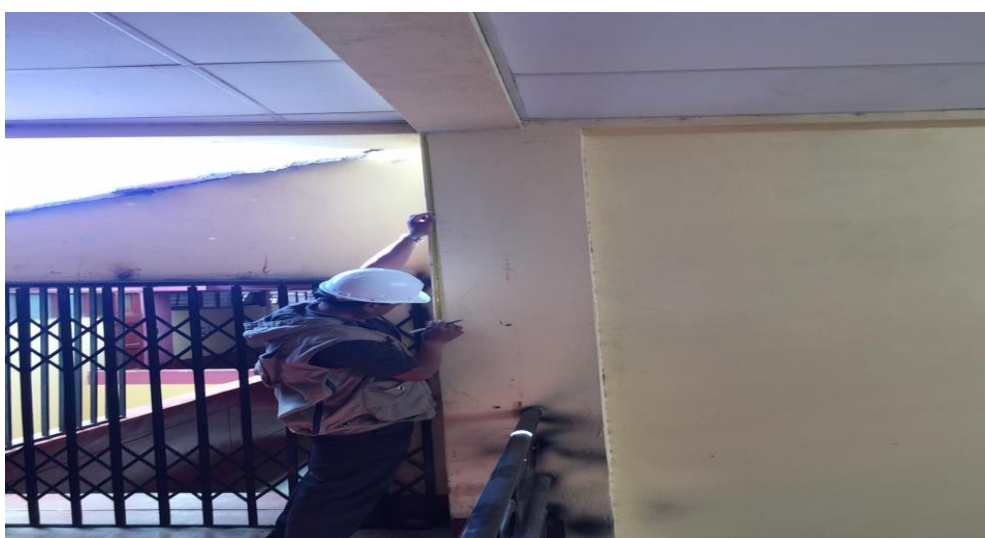


Figura 104 Realizando medida de columna



Figura 105 Registro medidas de elementos estructurales



Figura 106 Fisura en viga por falta de resistencia



Figura 107 Fisura por falta de resistencia de elemento vertical




Figura 108 Fisura por falta de reforzamiento ante montante sanitaria



Figura 109 Fisura por confinamiento viga-columna



Figura 110 Estado actual de la infraestructura educativa

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO

"Análisis sísmico para evaluar la efectividad sismorresistente de la
infraestructura en la I.E.E N° 82015 "Rafael Olascoaga" distrito Cajamarca
2017".

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

TESISTA
Bach. MALCA VÁSQUEZ, WILDER ARTURO

ASESOR
Dr. Ing. MONDRAGÓN CASTAÑEDA, CARLOS ERNESTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

CHICLAYO - PERÚ

2019

Recorte de pantalla completa

Resumen de coincidencias

10 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	10 %
---	--	------

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

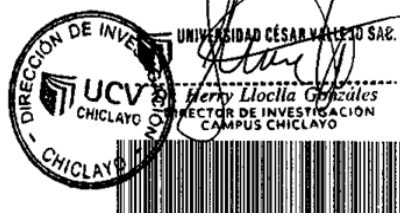
Yo, Dr. Herry Lloclla Gonzales, Director de Investigación, y revisor del trabajo académico titulado: "ANÁLISIS SÍSMICO PARA EVALUAR LA EFECTIVIDAD SISMORRESISTENTE DE LA INFRAESTRUCTURA EN LA I. E. E N° 82015 "RAFAEL OLASCOAGA" DISTRITO CAJAMARCA 2017".

Del Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil:

MALCA VÁSQUEZ, WILDER ARTURO

Constato que, el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del **10%**, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio; en tanto, cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 25 de Febrero de 2019.





FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Malka Vasquez, Wilder Arturo
D.N.I. : 26.62.83.09
Domicilio : Jr. Revilla Perez N° 699 - Cajamarca
Teléfono : Fijo : Móvil : 976.80.8575
E-mail : WILMAL-68@hotmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Carrera : Ingeniería Civil
Título : Ingeniería Civil

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :
Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Malka Vasquez, Wilder Arturo

Título de la tesis:

Análisis Sísmico para evaluar la efectividad sísmo-resistente de la infraestructura en la I.E. N° 82015 Rafael Obasaca - distrito cajamarca 2017

Año de publicación : 2017

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.



Firma :

[Handwritten signature]

Fecha :

05/05/19



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

La Escuela Profesional de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Malca Vásquez, Wilder Arturo.

INFORME TITULADO:

Análisis sísmico para evaluar la efectividad sismorresistente de la
infraestructura en la I.E. N° 82015 "Rafael Olascoaga" distrito Cajamarca
2017".

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 28 de febrero del 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por mayoría




FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN