



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**  
**DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

ANÁLISIS SÍSMICO Y POSIBLE REFORZAMIENTO DEL BLOQUE C DE LA  
UNIDAD EDUCATIVA SANTO DOMINGO DE GUZMÁN UBICADO EN LA  
CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA

---

**AUTOR:**

Guerrero Vivanco Fernando Iván

**TUTOR:**

Ing. MSc. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera

Ambato–Ecuador

2020

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que el presente proyecto técnico realizado por el Sr. Fernando Iván Guerrero Vivanco, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **“ANÁLISIS SÍSMICO Y POSIBLE REFORZAMIENTO DEL BLOQUE C DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTO DOMINGO DE GUZMÁN UBICADO EN LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

Ambato, febrero del 2020

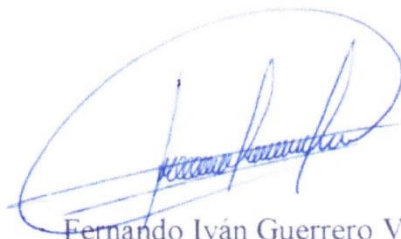


.....  
Ing. MSc. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera  
TUTOR DE TESIS

## AUTORÍA DEL TRABAJO

Yo, Fernando Iván Guerrero Vivanco, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, tengo a bien indicar que las investigaciones realizadas en el presente trabajo experimental con el tema: **“ANÁLISIS SÍSMICO Y POSIBLE REFORZAMIENTO DEL BLOQUE C DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTO DOMINGO DE GUZMÁN UBICADO EN LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como los ensayos realizados, análisis, conclusiones y recomendaciones, son auténticos y de absoluta responsabilidad del autor, a excepción de las fuentes bibliográficas que se encuentran citadas en el mismo.

Ambato, Febrero 2020



Fernando Iván Guerrero Vivanco

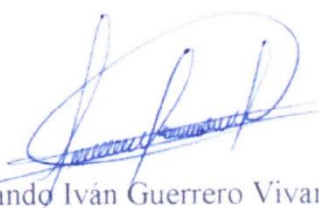
C.C.: 1804064085

AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo Experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Trabajo Experimental dentro de las reglamentaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Fernando Iván Guerrero Vivanco

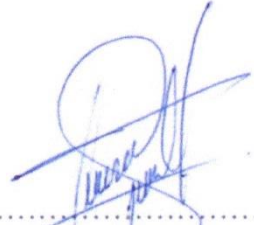
C.C.: 1804064085

AUTOR


## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los profesores calificadores, una vez revisado, aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“ANÁLISIS SÍSMICO Y POSIBLE REFORZAMIENTO DEL BLOQUE C DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTO DOMINGO DE GUZMÁN UBICADO EN LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, del egresado Fernando Iván Guerrero Vivanco, de la Carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el Centro de Estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia Firman,



.....  
Ing. MSc. Betzabeth Suquillo



.....  
Ing. MSc. Galo Núñez

## DEDICATORIA

Esta investigación quiero dedicarla a cada una de las personas que siempre han estado presentes en mi vida y me han sido el apoyo en los momentos más difíciles y nunca dejaron de confiar en mí:

A Dios y la Virgen santísima que me han permitido llegar a donde estoy, y que iluminan y bendicen mi caminar.

A mis padres que son mis pilares y ejemplos de lucha que he tenido a cada instante.

A mis hermanos Chris y Lore, amigos y cómplices de la vida.

A mis sobrinos Ana Paula, Emilia Valentina y Julián Emiliano que son la razón de mi vivir, y la motivación para ser mejor cada día.

A mi abuelita, tías, tíos, primos que nunca me dejaron sólo y están presentes en todo momento.

A mis amigos y hermanos de camino que han luchado junto a mí para salir adelante de todas las situaciones buenas y malas que se nos han presentado.

**Fernando Guerrero**

## AGRADECIMIENTO

Una de las virtudes que debemos tener las personas es la gratitud a quienes nos ayudan en nuestro crecimiento personal y profesional en cada instante de nuestras vidas, es por eso que quiero agradecer a la Universidad Técnica de Ambato, a mi querida facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de manera especial a las autoridades, personal docente y administrativo que aportaron con sus conocimientos y trabajo precejero en mi formación profesional.

Al Ing. MSc. Carlos Navarro por ese apoyo desinteresado y vocación de formar a las presentes y futuras generaciones, que con sus conocimientos como tutor me ayudó a sacar adelante el tema de investigación que propuse, con sus sugerencias y aportes para la elaboración y conclusión del mismo. Al Ing. MSc. Christian Medina que me ayudó con sus conocimientos en la revisión de las modelaciones en ETABS de la estructura y su reforzamiento.

A la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán de la ciudad de Ambato, de manera especial a las Hermanas Dominicas de la Inmaculada Concepción y su Rectora Hermana Alexandra Medina, que apoyo incondicionalmente este proyecto y me permitió poner mis conocimientos al servicio de la comunidad educativa.

A mis estimados amigos Ing. MSc. Carlos de la Torre que ha sido mi maestro y con quien he trabajado de cerca los últimos años, e Ing. Eduardo Serrano con quien hemos compartido conocimientos en varios proyectos y han sido un apoyo fundamental en la conclusión de mi investigación.

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA .....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xvi
SUMMARY .....	xvii
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1. TEMA DEL PROYECTO TÉCNICO.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	1
1.3. OBJETIVOS.....	2
1.3.1. OBJETIVO GENERAL. ....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>4</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN.....</b>	<b>4</b>
2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS .....	4
2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	7
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	8
2.3.1. ANÁLISIS SÍSMICO.....	8
2.3.1.1. Criterios sismorresistentes .....	8
2.3.1.2. Características de los Materiales.....	8
2.3.1.3. Zonificación Sísmica y factor de zona Z.....	9
2.3.1.4. Desempeño de la Estructura .....	11
2.3.1.5. Periodo de Vibración .....	17
2.3.2. Programa de Ayuda ETABS.....	18
2.3.2.1. Procedimiento para ingresar las armaduras en las columnas .....	18
2.3.2.2. Procedimiento para ingresar las armaduras en las vigas .....	19
2.3.2.5. Definición del caso modal .....	22
2.3.2.6. Definición del origen de las masas (MASS SOURCE).....	23



2.3.3.	Técnicas de Reforzamiento para columnas de hormigón armado .....	23
2.3.3.1.	Encamisados de Columnas .....	23
2.3.3.2.	Anillo perimetral de concreto con acero adicional .....	24
2.3.4.	Arriostramientos laterales en X .....	26
2.3.4.1.	Pórtico especial sismo resistente con diagonales rigidizadoras.....	27
2.3.4.2.	Diseño de Conexiones .....	28
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>30</b>	
<b>DISEÑO DEL PROYECTO .....</b>	<b>30</b>	
3.	ESTUDIOS .....	30
3.1.	Ubicación .....	30
	Análisis preliminar y caracterización actual de la estructura. ....	31
3.2.	Principales características estructurales del edificio de aulas.....	37
3.3.	Columnas .....	42
3.4.	Losas y Vigas.....	44
3.5.	ANÁLISIS LINEAL DE LA ESTRUCTURA EN CONDICIÓN ACTUAL .....	48
3.5.1.	Cuantificación de Cargas Muertas.....	48
3.5.2.	Peso propio de la Losa .....	48
3.5.3.	Peso propio de Paredes .....	51
3.5.4.	Cargas vivas .....	59
3.5.5.	Cargas Sísmicas .....	59
3.5.6.	Espectro de Respuesta Sísmica.....	67
3.5.7.	Esquematización 3D de la edificación en estudio .....	71
3.5.8.	Definición de secciones .....	72
3.5.9.	Columnas y Vigas.....	72
3.6.	ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SIN REFORZAMIENTO.....	74
3.6.1.	Modos de vibración fundamental de la estructura.....	74
3.6.2.	Cálculo de Coeficiente de rigidez de la estructura (k).....	74
3.6.3.	Verificación de efectos de torsión en planta.....	75
3.6.4.	Porcentaje de Participación Modal .....	76
3.6.5.	Chequeo del Cortante Basal .....	77
3.6.6.	Control de derivas de Piso .....	80
3.6.7.	Chequeo de elementos de la estructura.....	83

3.6.7.1.	Diagrama de Momentos.....	84
3.6.7.2.	Chequeo Demanda / Capacidad en Columnas .....	90
3.7.	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO .....	100
3.7.1.	Encamisado de columnas.....	101
3.7.1.1.	Momento curvatura de la Sección Compuesta .....	102
3.7.2.	Elementos de la Estructura Reforzada.....	104
3.7.3.	Resultados Del Análisis Lineal De La Estructura Reforzada.....	112
3.7.4.	Cálculo de Coeficiente de rigidez de la estructura Reforzada (k) .....	112
3.7.5.	Chequeo de torsión en planta.....	113
3.7.6.	Porcentaje de Participación Modal .....	114
3.7.7.	Chequeo del Cortante Basal estructura reforzada.....	114
3.7.8.	Control de derivas de Piso .....	116
3.7.9.	Chequeo de los elementos estructurales .....	118
3.8.	PRESUPUESTO .....	123
	<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>124</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>124</b>
4.1	CONCLUSIONES.....	124
4.2	RECOMENDACIONES .....	125
	BIBLIOGRAFÍA .....	126
	ANEXO 1 - ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS .....	130
	ANEXO 2 - RESULTADOS DE ENSAYOS ESCLEROMÉTRICOS .....	140

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z.....	9
<b>Gráfico 2</b> Curva de peligro Sísmico para Ambato (-1.25; -78.63) a diferentes periodos estructurales .....	11
<b>Gráfico 3</b> Espectros Elásticos para diferentes sismos de diseño según visión 2000 .....	13
<b>Gráfico 4</b> Espectro de Contestación Elástico.....	13
<b>Gráfico 5</b> Proceso Para Ingresar Armaduras.....	18
<b>Gráfico 6</b> Colocación de Armaduras En Columnas .....	19
<b>Gráfico 7</b> Colocación de Armaduras En Vigas.....	20
<b>Gráfico 14</b> Ventana para asignar Los Hinges .....	21
<b>Gráfico 15</b> Asignación de las articulaciones en Columnas .....	21
<b>Gráfico 16</b> Asignación De Las Articulaciones En Vigas.....	22
<b>Gráfico 17</b> Definición del Caso Modal.....	22
<b>Gráfico 18</b> Definición del Mass Suorce.....	23
<b>Gráfico 19</b> Encamisado en Columnas de Hormigón Armado .....	24
<b>Gráfico 20</b> Anillo perimetral de concreto .....	25
<b>Gráfico 21</b> Pórtico especial con diagonal rigidizadora .....	27
<b>Gráfico 22</b> Conexión Columna – Viga - Riostra .....	29
<b>Gráfico 23</b> Ubicación del proyecto ubicado en la ciudad de Ambato .....	30
<b>Gráfico 24</b> Estado actual del edificio de aulas de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán.....	32
<b>Gráfico 25</b> Estado actual del edificio de aulas de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán.....	32
<b>Gráfico 26</b> Vista en planta Nv+0.00 (PLANTA BAJA).....	33
<b>Gráfico 27</b> Vista en planta Nv+2.82 (PRIMERA PLANTA ALTA).....	34
<b>Gráfico 28</b> Vista en planta Nv+5.75 (SEGUNDA PLANTA ALTA).....	35
<b>Gráfico 29</b> Vista en planta Nv+8.68 (CUBIERTA INACCESIBLE) .....	36
<b>Gráfico 30</b> Ensayo esclerométrico realizado en columnas .....	38
<b>Gráfico 31</b> Ensayo esclerométrico realizado en vigas .....	38
<b>Gráfico 32</b> Planta estructural Nv+2.82 .....	44
<b>Gráfico 33</b> Planta estructural Nv+5.75 .....	45
<b>Gráfico 34</b> Planta estructural Nv+8.68 .....	46
<b>Gráfico 35</b> Equipo de escaneo para verificar el número y diámetro de acero de refuerzo ....	46
<b>Gráfico 36</b> Sección transversal de losa alivianada tipo.....	48
<b>Gráfico 37</b> Distribución de nervios y alivianamientos en losa tipo.....	49
<b>Gráfico 38</b> Pared Tipo I.....	51

<b>Gráfico 39</b> Pared Tipo II .....	53
<b>Gráfico 40</b> Pared Tipo III .....	55
<b>Gráfico 41</b> Pared Tipo IV .....	57
<b>Gráfico 42</b> Espectro de respuesta elástico de aceleraciones Sa.....	68
<b>Gráfico 43</b> Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño.....	71
<b>Gráfico 44</b> Vista 3D Estructura Actual.....	71
<b>Gráfico 45</b> Inercias agrietadas para elementos estructurales .....	72
<b>Gráfico 46</b> Definición de Columna T1 .....	73
<b>Gráfico 47</b> Asignación De Inercias Agrietadas ETABS 2018 .....	73
<b>Gráfico 48</b> Verificación del periodo fundamental de la estructura .....	74
<b>Gráfico 49</b> Cortante Basal Estático (Sentido X) .....	77
<b>Gráfico 50</b> Cortante Basal Dinámico (Sentido X) .....	78
<b>Gráfico 51</b> Cortante Basal Estático (Sentido Y) .....	78
<b>Gráfico 52</b> Cortante Basal Dinámico (Sentido Y) .....	79
<b>Gráfico 53</b> Ajuste de Cortante Basal .....	79
<b>Gráfico 54</b> Límites de derivas permisibles .....	80
<b>Gráfico 55</b> Deriva de piso sentido X-X (ANÁLISIS ESTÁTICO).....	81
<b>Gráfico 56</b> Deriva de piso sentido Y-Y (ANÁLISIS ESTÁTICO).....	81
<b>Gráfico 57</b> Deriva de piso sentido X-X (ANÁLISIS DINÁMICO) .....	82
<b>Gráfico 58</b> Deriva de piso sentido Y-Y (ANÁLISIS DINÁMICO) .....	82
<b>Gráfico 59</b> Obtención de Momentos M3 en vigas Nv+2.82 .....	84
<b>Gráfico 60</b> Obtención de Momentos M3 en vigas Nv+5.75 .....	85
<b>Gráfico 61</b> Obtención de Momentos M3 en vigas Nv+8.68 .....	86
<b>Gráfico 62</b> Demanda/Capacidad Eje 8 .....	90
<b>Gráfico 63</b> Demanda/Capacidad Eje 11 .....	91
<b>Gráfico 64</b> Demanda/Capacidad Eje 12 .....	91
<b>Gráfico 65</b> Demanda/Capacidad Eje 13 .....	92
<b>Gráfico 66</b> Demanda/Capacidad Eje 15 .....	92
<b>Gráfico 67</b> Diagrama de Iteración columna 35X40 .....	95
<b>Gráfico 68</b> Diagrama de Iteración columna 35X35 .....	97
<b>Gráfico 69</b> Diagrama de Iteración columna 25X40 .....	100
<b>Gráfico 82</b> Cálculo de espesor mínimo de placas .....	102
<b>Gráfico 83</b> Columna 35x35 sección actual vs sección compuesta.....	102
<b>Gráfico 84</b> Diagrama Momento - Curvatura.....	104
<b>Gráfico 85</b> Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 8).....	104
<b>Gráfico 86</b> Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 11).....	106

<b>Gráfico 87</b> Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 12).....	107
<b>Gráfico 88</b> Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 13).....	108
<b>Gráfico 89</b> Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 15).....	109
<b>Gráfico 90</b> Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje D') .....	110
<b>Gráfico 91</b> Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje I) .....	111
<b>Gráfico 92</b> Reforzamiento Integral (3D) .....	112
<b>Gráfico 93</b> Cortante Estático sentido X-X.....	114
<b>Gráfico 94</b> Cortante Dinámico sentido X-X.....	115
<b>Gráfico 95</b> Cortante Estático sentido Y-Y.....	115
<b>Gráfico 96</b> Cortante Dinámico sentido Y-Y .....	116
<b>Gráfico 97</b> Deriva de piso sentido X-X.....	117
<b>Gráfico 98</b> Deriva de piso sentido Y-Y .....	117
<b>Gráfico 99</b> Porcentaje de acero de vigas nivel N+8.68.....	118
<b>Gráfico 100</b> Porcentaje de acero de vigas nivel N+5.75.....	119
<b>Gráfico 101</b> Porcentaje de acero de vigas nivel N+2.82.....	120
<b>Gráfico 102</b> Demanda / Capacidad Eje 8 .....	120
<b>Gráfico 103</b> Demanda / Capacidad Eje 11 .....	121
<b>Gráfico 104</b> Demanda / Capacidad Eje 12 .....	121
<b>Gráfico 105</b> Demanda / Capacidad Eje 13 .....	122
<b>Gráfico 106</b> Demanda / Capacidad Eje 15 .....	122

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Coeficiente Z.....	9
<b>Tabla 2</b> Valores de Fa .....	10
<b>Tabla 3</b> Valores de Fd .....	10
<b>Tabla 4</b> Valor de Fs .....	10
<b>Tabla 5</b> Espectro Elásticos NEC-14 Para Diferentes Sismos.....	12
<b>Tabla 6</b> Espectro de aceleraciones que representan al sismo de diseño .....	14
<b>Tabla 7</b> Valor de Ct y $\alpha$ .....	18
<b>Tabla 8</b> Ubicación del proyecto ubicado en la ciudad de Ambato .....	31
<b>Tabla 9</b> Descripción de alturas, usos y cargas asignadas en pisos .....	31
<b>Tabla 10</b> Características estructurales del proyecto .....	37
<b>Tabla 11</b> Resultados de los ensayos esclerométricos en columnas .....	39
<b>Tabla 12</b> Resultados de los ensayos esclerométricos en vigas.....	40
<b>Tabla 13</b> Resultados de los ensayos esclerométricos en losas .....	41
<b>Tabla 14</b> Resumen de la Resistencia Característica de los diferentes elementos estructurales .....	42
<b>Tabla 15</b> Secciones transversales de columnas con sus armaduras.....	43
<b>Tabla 16</b> Resumen de Sección de vigas.....	47
<b>Tabla 17</b> Peso específico de Materiales.....	48
<b>Tabla 18</b> Resumen Peso Propio de Paredes .....	58
<b>Tabla 19</b> Sobrecarga mínimas uniformemente distribuidas según NEC 2015 .....	59
<b>Tabla 20</b> Tipo de suelo .....	60
<b>Tabla 21</b> Coeficiente Z para la parroquia Atocha – Ficoa .....	60
<b>Tabla 22</b> Valor de Ct y $\alpha$ .....	61
<b>Tabla 23</b> Valor de Fa para suelo tipo D y Z 0.40.....	61
<b>Tabla 24</b> Valor de Fd para suelo tipo D y Z 0.40 .....	62
<b>Tabla 25</b> Valor de Fs para suelo tipo D y Z 0.40.....	62
<b>Tabla 26</b> Fa, Fd y Fs para suelo tipo D en relación al factor Z de 0.40.....	62
<b>Tabla 27</b> Tipo de uso, destino e Importancia de la estructura. ....	64
<b>Tabla 28</b> Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles.....	64
<b>Tabla 29</b> Coeficientes de irregularidad en planta .....	65
<b>Tabla 30</b> Coeficientes de irregularidad en elevación .....	66
<b>Tabla 31</b> Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño.....	68
<b>Tabla 32</b> Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño (continuación).....	69
<b>Tabla 33</b> Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño (continuación).....	70
<b>Tabla 34</b> Coeficiente k relacionado con el período de vibración de la estructura .....	75

<b>Tabla 35</b> Chequeo de Torsión en planta .....	76
<b>Tabla 36</b> Porcentaje de participación Modal .....	76
<b>Tabla 37</b> Parámetros de Ajuste Corte Basal .....	77
<b>Tabla 38</b> Cálculo de derivas máximas .....	83
<b>Tabla 39</b> Resumen de fallas a corte en vigas .....	89
<b>Tabla 40</b> Fallas Demanda\Capacidad. ....	93
<b>Tabla 41</b> Carga y Momentos Resistentes.....	95
<b>Tabla 42</b> Carga y Momentos Resistentes.....	97
<b>Tabla 43</b> Carga y Momentos Resistentes.....	100
<b>Tabla 45</b> Valores de Momento-Curvatura .....	103
<b>Tabla 46</b> Coeficiente k relacionado con el período de vibración de la estructura .....	112
<b>Tabla 47</b> Chequeo de Torsión en planta .....	113
<b>Tabla 48</b> Porcentaje de participación Modal .....	114
<b>Tabla 49</b> Ajuste de Cortante Basal .....	116
<b>Tabla 50</b> Cálculo de derivas .....	117
<b>Tabla 51</b> Presupuesto Referencial .....	123

## RESUMEN EJECUTIVO

**TEMA:** “Análisis Sísmico y posible reforzamiento del Bloque C de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán ubicado en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua”

**AUTOR:** Fernando Iván Guerrero Vivanco

**TUTOR:** Ing. MSc. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera

**FECHA:** Febrero del 2020

La investigación realizada se desarrolló en un edificio de hormigón armado donde funcionan aulas de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán ubicada en la ciudad de Ambato provincial de Tungurahua, aquí concurren estudiantes desde sexto hasta noveno grado de educación general básica, es decir niños y jóvenes desde los 11 hasta los 14 años aproximadamente y el personal que imparte las clases a los mismo. Para el análisis del edificio se consideró su configuración en tres plantas, con un área de construcción de 864.34 metros cuadrados, basados en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, el American Concrete Institute ACI-318-14, el ASCE-41-13 y con el apoyo del ETABS versión 2018 como software especializado para análisis estructural.

Para la modelación de la estructura se realizaron ensayos esclerométricos para determinar la resistencia del hormigón, y se realizó el escaneo de los elementos estructurales para la determinación de armaduras en los mismos, datos que nos permitieron realizar el análisis de la estructura y así poder determinar el estado actual de la misma.

Al finalizar el estudio se pudo determinar que la estructura debe ser reforzada utilizando encamizados metálicos en columnas con diagonales rigidizadoras.

La investigación se concluye con la propuesta de reforzamiento con sus respectivas especificaciones técnicas y el presupuesto referencial para el desarrollo de la misma.



## SUMMARY

**THEME:** "Seismic analysis and possible reinforcement of Block C of the Santo Domingo de Guzmán Educational Unit located in the city of Ambato province of Tungurahua"

**AUTHOR:** Fernando Iván Guerrero Vivanco

**TUTOR:** Ing. MSc. Carlos Patricio Navarro Peñaherrera

**DATE:** February 2020

The research was developed in an reinforcement concrete building in the Educational Unit Santo Domingo de Guzmán in Ambato city, Tungurahua province, where classrooms from sixth to ninth grade students of basic general education attend, that is children and young people from 11 to 14 years old approximately and the staff that teaches them. To analyze the building was considered its structure in the three floors, with a construction area of 864.34 square meters, based on the Ecuadorian Standard of Construction, the American Concrete Institute ACI-318-14, the ASCE-41-13 and with ETABS 2018 support as specialized software for structural analysis.

For the structure modeling, sclerometric tests were performed to determine the Strength of the concrete, and the scanning of the structural elements was carried out for the determination of reinforcements in them, data that allowed us to do the analysis and thus be able to determine the current state of the structure.

At the end of the study, it was determined that the structure should be reinforced using metal casings in columns and space frames with stiffening diagonals.

The investigation concludes with the proposal of reinforcement with their respective technical specifications and the referential budget for the development of the same.

# **CAPÍTULO 1**

## **ANTECEDENTES**

### **1.1. TEMA DEL PROYECTO TÉCNICO.**

ANÁLISIS SÍSMICO Y POSIBLE REFORZAMIENTO DEL BLOQUE C DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTO DOMINGO DE GUZMÁN UBICADO EN LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA.

### **1.2. JUSTIFICACIÓN**

A nivel mundial los sismos ocasionan gran número de dificultades a las estructuras y que deben ser resueltas por la ingeniería civil. Se debe tener en cuenta al momento de diseñar una estructura los criterios sismorresistentes, para obtener resultados óptimos en el desempeño de las edificaciones de hormigón armado ante la presencia de sismos [1]. Es importante tomar en cuenta las medidas y criterios para el diseño estructural en la contribución de la seguridad de los ocupantes de los espacios de las diferentes estructuras [2].

La historia sísmica en el Ecuador es amplia, y se han hecho muchas observaciones a las estructuras existentes. Es así que las exigencias de construcción y reforzamiento de las estructuras han aumentado en los últimos años, a razón del terremoto en Manabí del 16 de abril de 2016, y el sismo del 19 de diciembre del mismo año en Esmeraldas [3]. El análisis de las estructuras en el Ecuador sugiere que se considere la peligrosidad sísmica de acuerdo a las zonas que se identifican en la Norma Ecuatoriana de la Construcción y los estudios realizados por varios investigadores [4].

Al encontrarse el Ecuador en una zona de alto riesgo sísmico y específicamente la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán de Ambato, que cuenta con un edificio ubicado entre el parqueadero de docentes y patio secundario perteneciente a la Institución, mismo que ha sido destinado para aulas de Séptimos, Octavos y Novenos grados de Educación General Básica. En dichas instalaciones se albergan a un gran número de estudiantes, es por esta razón que se procede a realizar la evaluación estructural para el edificio en mención [5].

Debemos acotar que en la Institución en la cual estamos realizando el estudio, existe el Bloque B en el cual se realizó el análisis estructural y se pudo constatar la presencia de deflexiones en vigas y volados, por la presencia de sobre cargas al diseño original, teniendo presente este hecho y que el Bloque C ha sido construido solo años después al edificio central, y se ha visto la necesidad de realizar el presente estudio. Es por eso que se realizarán los estudios pertinentes y realizarán los cálculos respectivos para el posible reforzamiento y presupuesto referencial del mismo. [3]

Lo que pretendemos al final de este trabajo es garantizar la permanencia de estudiantes, docentes y padres de familia que se da acogida en estas instalaciones, ya que es una estructura de servicio prioritario a la colectividad. [6]

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL.**

- Realizar el análisis sísmico y posible reforzamiento del bloque C de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán ubicado en la ciudad de Ambato provincia de Tungurahua.

### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- Establecer las características de los materiales de construcción del edificio.
- Determinar las características y geometría de los diferentes elementos estructurales del edificio.
- Utilizar el software de apoyo computacional para el análisis sismo-resistente de la estructura.
- Analizar los resultados obtenidos y plantear la alternativa de solución a las dificultades presentadas.
- Establecer un presupuesto referencial para el posible reforzamiento de la estructura.

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS

Para desarrollar este trabajo técnico se han revisado otras investigaciones que se pueden encontrar en el repositorio de la Universidad Técnica de Ambato específicamente en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, y en otras investigaciones que se han desarrollado a nivel nacional e internacional. En referencia para la presente investigación se ha considerado investigaciones desarrolladas a nivel nacional y mundial sobre el análisis de estructuras y los posibles reforzamientos:

- Javier Eduardo Villamartín Aguirre y Edwin Eduardo Yáñez Peñaherrera (2015) desarrollaron una investigación sobre **“REFORZAMIENTO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS APORTICADAS, REGULARES EN PLANTA Y REGULARES EN ELEVACIÓN.”**

En el estudio realizado en el edificio “FIRMESA”, se deduce que la estructura es sensible ante un posible evento sísmico, ya que existe un valor alto en las derivas de piso tanto en X como en Y, lo cual va a causar fracturas plásticas en los pies de las columnas, siendo nocivo para la estructura.

De dicho estudio, al realizar el análisis de la estructura en los dos sentidos, se pueden notar que los desplazamientos de la estructura entre pisos es muy semejante y son considerables, ya que para el primero, segundo y tercer piso los desplazamientos son 6 cm, 10 cm y 30 cm respectivamente, es por este motivo se encuentran derivas de piso considerables para el estudio [7].

- Cesar Arciniegas, Johann Fuentes (2016) desarrollaron su proyecto con el tema **“REFORZAMIENTO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS CON PARABOLOIDES HIPERBÓLICOS APLICANDO EL NEC-11”**.

Después de realizar el análisis estructural de la edificación, se encontró que es necesario el reforzamiento de plintos por el crecimiento de cargas axiales y momentos, han existido continuas modificaciones en la infraestructura interna del bloque, las paraboloides han causado dificultades estructurales de cómo es el problema de la columna corta con aumento de las cargas en la edificación. Entonces se comprobó que se necesita reforzar los bloques examinados, ya que es una edificación con más de 40 años de antigüedad para conservar su vida útil y por la seguridad de las personas que habitan, el estudio de reforzamiento sísmico es importante también implementarlo [8].

- **Montero Marco (2018) quién ejecutó un trabajo de situación con el tema “ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL REALIZADA POR LA EMPRESA MIYAMOTO INTERNATIONAL INC. DE LA CATEDRAL LA DOLOROSA DE MANTA TRAS EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016”**

La Catedral de Manta recibió un fuerte sismo que afectó a los elementos estructurales como son vigas y columnas, y al realizar el estudio sísmico del mismo se observa que las derivas de piso superan a las autorizadas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Se aprecian daños considerables en mampostería, destrucción de los espacios propios dentro de la organización de la estructura, y adicionalmente se puede observar el fallo en la verticalidad de las columnas interiores de la catedral.

En el análisis de los desplazamientos máximos en la Catedral, se obtuvieron valores que oscilan entre los 17 centímetros, mismos que fueron revisados en el sentido transversal de la estructural, y en base al espectro de diseño establecido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción, se puede observar que las derivas de piso superan el 2% por lo cual se recomienda hacer el reforzamiento de la estructura con encamisados de columnas [9].

- Alexis Ocaña (2019) desarrollo el tema **“ANÁLISIS SÍSMICO Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO MEDIANTE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC- 2015 APLICADA AL EDIFICIO CONDOMINIOS QUITO (CIUDAD DE GUAYAQUIL)”**

La investigación establece que el edificio Condominios Quito presenta una estructura sin riesgo evidente de colapso, teniendo en cuenta que los daños en la mampostería y esfuerzos considerables en algunos elementos estructurales, que deben ser intervenidos de manera urgente.

Se tiene que desarrollar el refuerzo propuesto con aumento de secciones ya que se considera viable y debe haber menos concurrencia a la hora de aplicar el reforzamiento. En tanto para el funcionamiento óptimo de la infraestructura con más de 50 años de antigüedad el cual está expuesto a más fenómenos de la naturaleza, aunque no presentes daños profundos, pero se tiene que poner en marcha planes a nivel preventivo [10].

- Pio Antonio Arteaga Mora (2016) desarrolló su tesis con el tema: **“ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACION Y EVALUACIÓN DEL INDICE DE DAÑO DE UNA EDIFICACION PERTENECIENTE AL PATRIMONIO CENTRAL EDIFICADO EN LA CIUDAD DE CUENCA ECUADOR.”**

La valoración de la vulnerabilidad sísmica y la lista de daños que se presenta en el estudio del patrimonio arquitectónico construido, es importante considerar la seguridad del edificio ante la posible escena de un evento sísmico, y asimismo, para dar una respuesta favorable en todo lo que respecta a la reestructuración y subsistencia de la estructura considerada arquitectónica como uno de los patrimonios de la ciudad de Cuenca. Es importante destacar el hechizo y la seductora apariencia de la edificación patrimonial de la ciudad, no debe sugerir amenazada por esta restitución, pues ésta propone el uso de recursos propios a

cada modo y disposición estructural, gestionando una repotenciación de la materia prima existentes y que por la marcha del tiempo sus partes físicas y mecanismos que se han visto comprometidas [11].

Dentro de las consideraciones que se realizarán para el análisis de la estructura están la importancia del edificio que se evaluará de acuerdo a las condiciones de ocupación, y así también poder determinar los niveles de desempeño y estados límite. [12]

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Para el desarrollo de la presente investigación se han utilizados las normativas vigentes en construcción, como:

- Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC 2015
- American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto), ACI-318-14
- American Society of Civil Engineers (sociedad americana de ingenieros civiles), ASCE 41-13
- Federal Emergency Management Agency (Agencia Federal para el Manejo de Emergencia), FEMA 356.



## **2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.3.1. ANÁLISIS SÍSMICO**

#### **2.3.1.1. Criterios sismorresistentes**

Debido a la posición del país en el que se encuentra, es decir en una zona de alto riesgo sísmico, el análisis se realiza obligatoriamente para determinar aquellas estructuras sismorresistentes. Con el objetivo de plantear y proyectar edificaciones en base a:

- Soportar sismos leves sin daños.
- Soportar sismos moderados, teniendo en cuenta la posibilidad de daños a nivel estructural leve.
- Soportar sismos severos con la posibilidad de daños estructurales con una posibilidad remota de ocurrencia del colapso de la edificación.

Con el sistema que se propone la estructura debe ser capaz de sobrevivir a los movimientos sísmicos ya que estará sujeta durante su vida útil. [13].

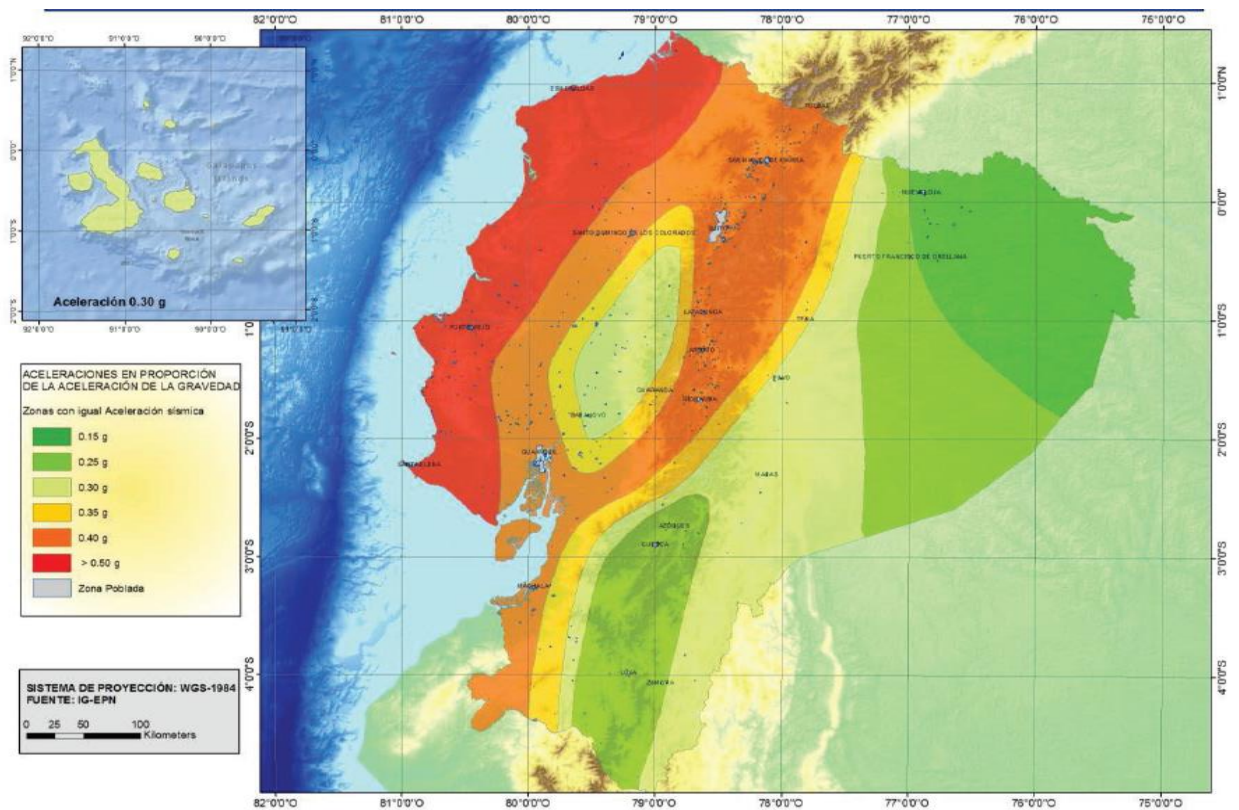
#### **2.3.1.2. Características de los Materiales**

Para el análisis estructural es importante definir las características de los elementos que constituyen la estructura, para nuestro estudio hablamos de un edificio en hormigón armado, para lo cual debemos establecer la resistencia del hormigón a compresión ( $f'c$ ), el tipo de varilla utilizada y su respectivo límite de fluencia ( $f_y$ ), establecer las dimensiones de los elementos estructurales como: cimentaciones, columnas, vigas y losas.

### 2.3.1.3. Zonificación Sísmica y factor de zona Z

Es importante determinar el valor de Z para el análisis del comportamiento de la estructura de acuerdo a la zona donde se encuentra ubicado. Dicho valor representa la aceleración máxima para el sismo de diseño, y se expresa como una fracción de la gravedad. En el Ecuador se han determinado seis zonas sísmicas de acuerdo al siguiente gráfico:

**Gráfico 1** Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z



**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción

**Tabla 1** Coeficiente Z

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	>0.5
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Tabla 2** Valores de Fa

Tipo de Perfil del suelo	Zona Sísmica y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	>0.5
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F	Clasificación de los perfiles de suelo					

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Tabla 3** Valores de Fd

Tipo de Perfil del suelo	Zona Sísmica y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	>0.5
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F	Clasificación de los perfiles de suelo					

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Tabla 4** Valor de Fs

Tipo de Perfil del suelo	Zona Sísmica y Factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	>0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00
F	Clasificación de los perfiles de suelo					

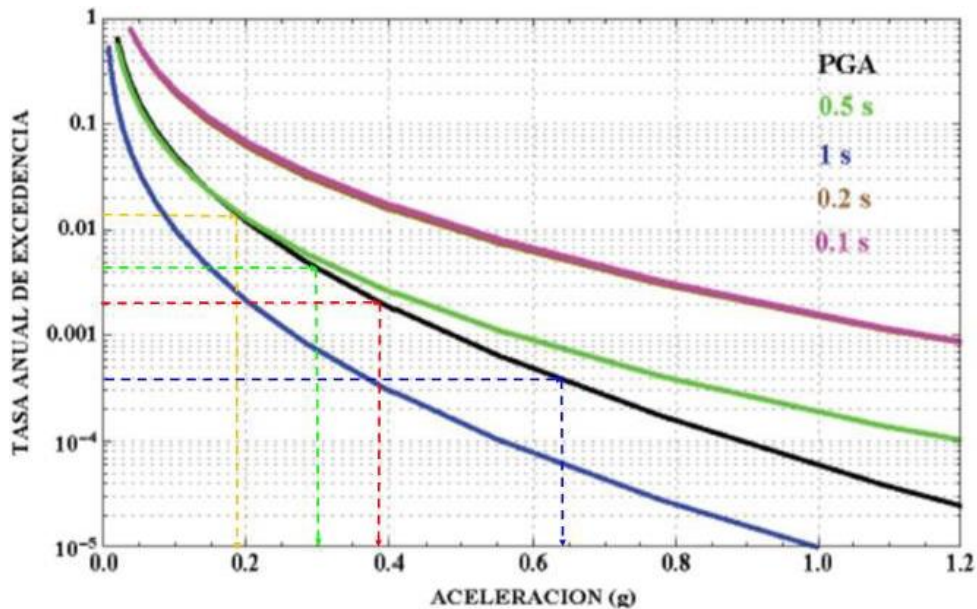
**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

### 2.3.1.4. Desempeño de la Estructura

Para realizar el análisis del desempeño de la estructura, se debe tener presente para los diferentes niveles sísmicos que se pueden presentar, como son:

- ✓ Sismo Frecuente
- ✓ Sismo Ocasional
- ✓ Sismo Raro
- ✓ Sismo Muy Raro

**Gráfico 2** Curva de peligro Sísmico para Ambato (-1.25; -78.63) a diferentes periodos estructurales



**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

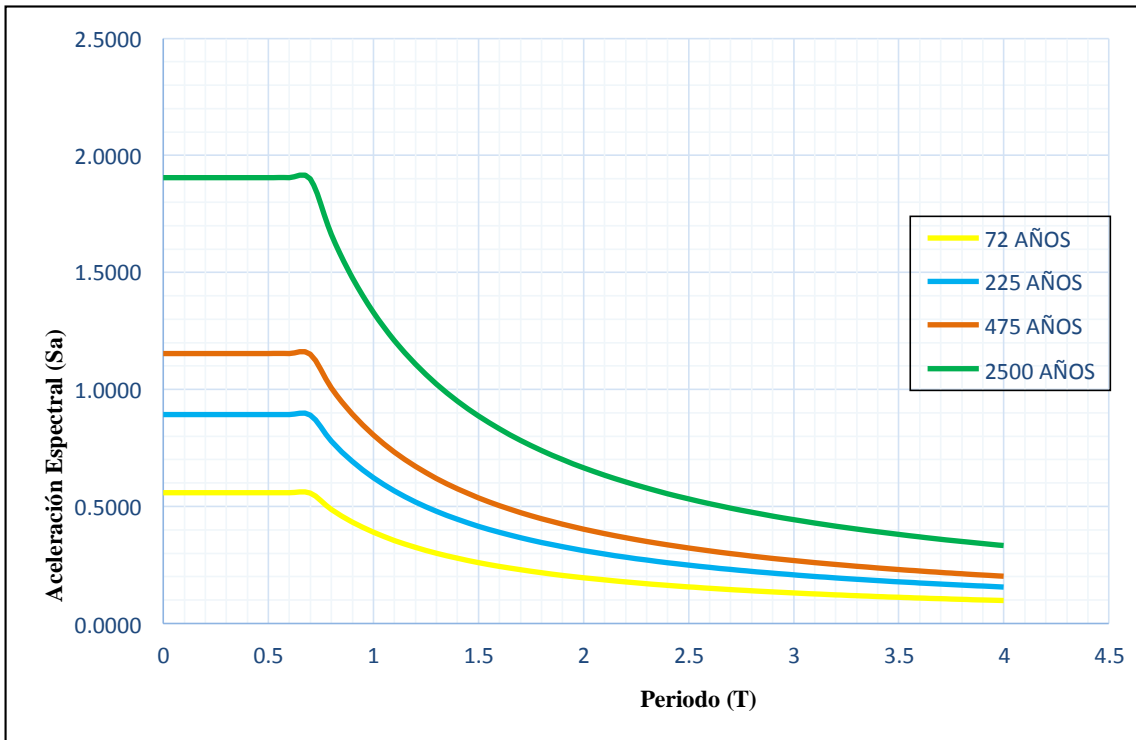
Ahora procedemos a calcular los espectros de aceleraciones para los diferentes sismos con su debida aceleración que tiene la roca (PGA) extraídas de la curva de peligro sísmico que para este caso es Ambato.

**Tabla 5** Espectro Elásticos NEC-14 Para Diferentes Sismos

<b>ESPECTROS ELASTICOS</b>				
<b>T(seg)</b>	<b>Z=0.1875</b>	<b>Z=0.300</b>	<b>Z=0.3875</b>	<b>Z=0.64</b>
0	0.5580	0.8928	1.1532	1.9046
0.1	0.5580	0.8928	1.1532	1.9046
0.2	0.5580	0.8928	1.1532	1.9046
0.3	0.5580	0.8928	1.1532	1.9046
0.4	0.5580	0.8928	1.1532	1.9046
0.5	0.5580	0.8928	1.1532	1.9046
0.6	0.5580	0.8928	1.1532	1.9046
0.7	0.5565	0.8904	1.1501	1.8996
0.8	0.4869	0.7791	1.0064	1.6621
0.9	0.4328	0.6925	0.8945	1.4774
1	0.3896	0.6233	0.8051	1.3297
1.1	0.3541	0.5666	0.7319	1.2088
1.2	0.3246	0.5194	0.6709	1.1081
1.3	0.2997	0.4795	0.6193	1.0228
1.4	0.2783	0.4452	0.5751	0.9498
1.5	0.2597	0.4155	0.5367	0.8865
1.6	0.2435	0.3896	0.5032	0.8311
1.7	0.2292	0.3666	0.4736	0.7822
1.8	0.2164	0.3463	0.4473	0.7387
1.9	0.2050	0.3280	0.4237	0.6998
2	0.1948	0.3116	0.4025	0.6648
2.1	0.1855	0.2968	0.3834	0.6332
2.2	0.1771	0.2833	0.3659	0.6044
2.3	0.1694	0.2710	0.3500	0.5781
2.4	0.1623	0.2597	0.3355	0.5540
2.5	0.1558	0.2493	0.3220	0.5319
2.6	0.1498	0.2397	0.3096	0.5114
2.7	0.1443	0.2308	0.2982	0.4925
2.8	0.1391	0.2226	0.2875	0.4749
2.9	0.1343	0.2149	0.2776	0.4585
3	0.1299	0.2078	0.2684	0.4432
3.1	0.1257	0.2011	0.2597	0.4289
3.2	0.1217	0.1948	0.2516	0.4155
3.3	0.1180	0.1889	0.2440	0.4029
3.4	0.1146	0.1833	0.2368	0.3911
3.5	0.1113	0.1781	0.2300	0.3799
3.6	0.1082	0.1731	0.2236	0.3694
3.7	0.1053	0.1685	0.2176	0.3594
3.8	0.1025	0.1640	0.2119	0.3499

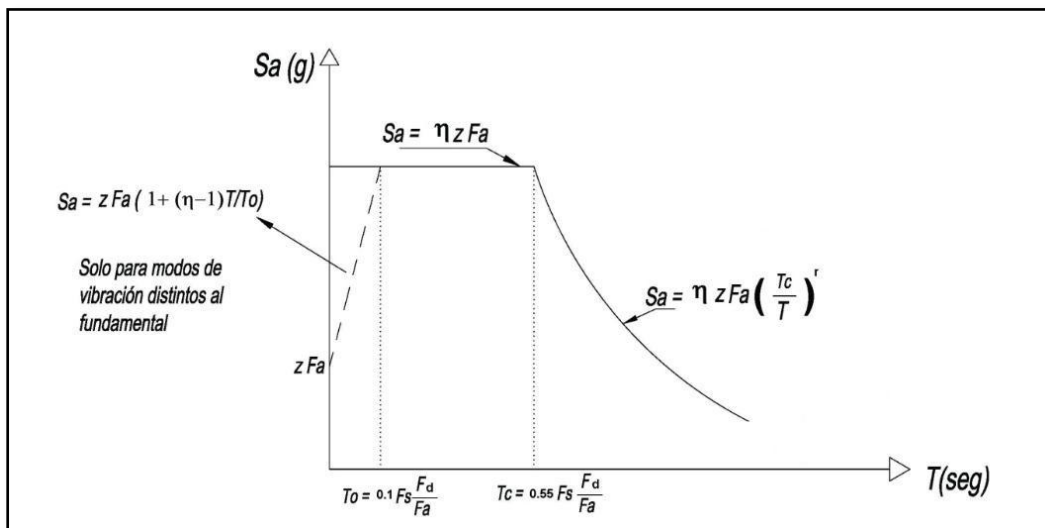
**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

**Gráfico 3** Espectros Elásticos para diferentes sismos de diseño según visión 2000



**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

**Gráfico 4** Espectro de Contestación Elástico



**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción

**Tabla 6** Espectro de aceleraciones que representan al sismo de diseño

<b><math>\eta</math></b>	Razón entre la aceleración espectral $S_a$ ( $T = 0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
<b><math>F_a</math></b>	Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
<b><math>F_d</math></b>	Coefficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
<b><math>F_s</math></b>	Coefficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
<b><math>S_a</math></b>	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad $g$ ). Depende del período o modo de vibración de la estructura
<b><math>T</math></b>	Período fundamental de vibración de la estructura
<b><math>T_0</math></b>	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
<b><math>T_C</math></b>	Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de Diseño
<b><math>Z</math></b>	Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad $g$

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción.

El espectro obedece a la fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5%, se calcula mediante la sustitución en las ecuaciones que se encuentran detalladas a continuación, respondiendo a los valores de los periodos de vibración de se detallan en los siguientes rangos:

$$S_a = \eta Z F_a \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_C$$

$$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_C}{T}\right)^r \quad \text{para } T > T_C$$

Dónde:

**$\eta$**  Razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T = 0.1$  s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

**$r$**  Factor usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto

$r = 1$  para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E

$r = 1.5$  para tipo de suelo E.

- S<sub>a</sub>** Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad  $g$ ). Depende del período o modo de vibración de la estructura
- T** Período fundamental de vibración de la estructura
- T<sub>C</sub>** Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
- Z** Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad  $g$

A partir de los análisis de las ordenadas de los espectros de peligro uniforme en roca para el 10% de probabilidad de excedencia en 50 años, que se calculan a partir de los valores de aceleración espectrales obtenidos de las curvas de riesgo sísmico, normalizándolos para la aceleración máxima en el terreno  $Z$ , dependiendo de la región donde se encuentre ubicado, se toman los valores detallados a continuación:

- $\eta = 1.80$  : Costa ( excepto Esmeraldas),
- $\eta = 2.48$  : Sierra, Esmeraldas y Galápagos
- $\eta = 2.60$  : Oriente

Los límites para los periodos de vibración  $T_C$  y  $T_L$  (éste último a ser utilizado para el concepto de espectro de respuesta en deslizamientos):

$$T_C = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_L = 2.4$$



Dónde:

- F<sub>a</sub>** Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
- F<sub>d</sub>** Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
- F<sub>s</sub>** Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
- T<sub>c</sub>** Es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.
- T<sub>L</sub>** Es el período límite de vibración utilizado para la definición de espectro de respuesta en desplazamientos

Se debe tomar en cuenta que para los suelos de tipo D y E, los valores de T<sub>L</sub> tendrá un máximo de 4 segundos. Para análisis dinámico se tomará en cuenta el valor de S<sub>a</sub>, únicamente para evaluar las respuesta de los modos de vibración, utilizando la siguiente expresión:

$$S_a = Z F_a \left[ 1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0} \right] \text{ para } T \leq T_0$$

$$T_0 = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a}$$

Dónde:

- η** Razón entre la aceleración espectral S<sub>a</sub> (T = 0.1 s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.
- F<sub>a</sub>** Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período cortó. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de aceleraciones para diseño en roca, considerando los efectos de sitio

- F<sub>a</sub>** Coeficiente de amplificación de suelo. Amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio
- F<sub>s</sub>** Coeficiente de amplificación de suelo. Considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del período del sitio que depende de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos
- T** Período fundamental de vibración de la estructura
- T<sub>0</sub>** Es el período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño
- S<sub>a</sub>** Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura
- Z** Aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad g

Para los valores de F<sub>a</sub>, F<sub>d</sub>, F<sub>s</sub> y de S<sub>a</sub> se establecen a partir del estudio de la zonificación sísmica.

### 2.3.1.5. Periodo de Vibración

Para el cálculo del periodo de vibración de la estructura debemos realizarlo utilizando la siguiente fórmula:

$$T = c_t \cdot h_n^\alpha$$

Donde:

- (h<sub>n</sub>) La elevación máxima de construcción.
- (C<sub>t</sub>) Coeficiente que depende del tipo de suelo.
- (α) Factor que depende del tipo de estructura.
- (T) Periodo de vibración en el espectro sísmico elástico

**Tabla 7** Valor de  $C_t$  y  $\alpha$

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

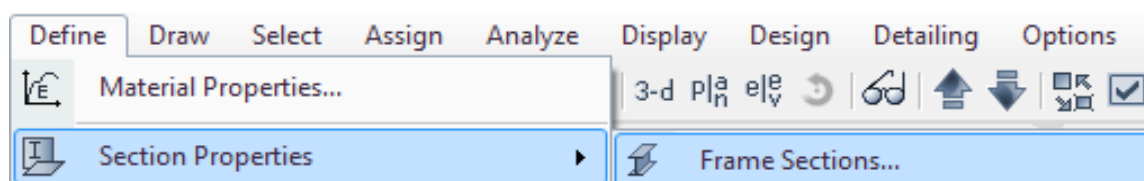
## 2.3.2. Programa de Ayuda ETABS

### 2.3.2.1. Procedimiento para ingresar las armaduras en las columnas

Para poder realizar nuestro análisis estático colocamos las armaduras de nuestros elementos estructurales tanto en vigas como en columnas.

Y seguimos la siguiente secuencia:

DEFINE → SECTION PROPERTIES → FRAME SECTIONS

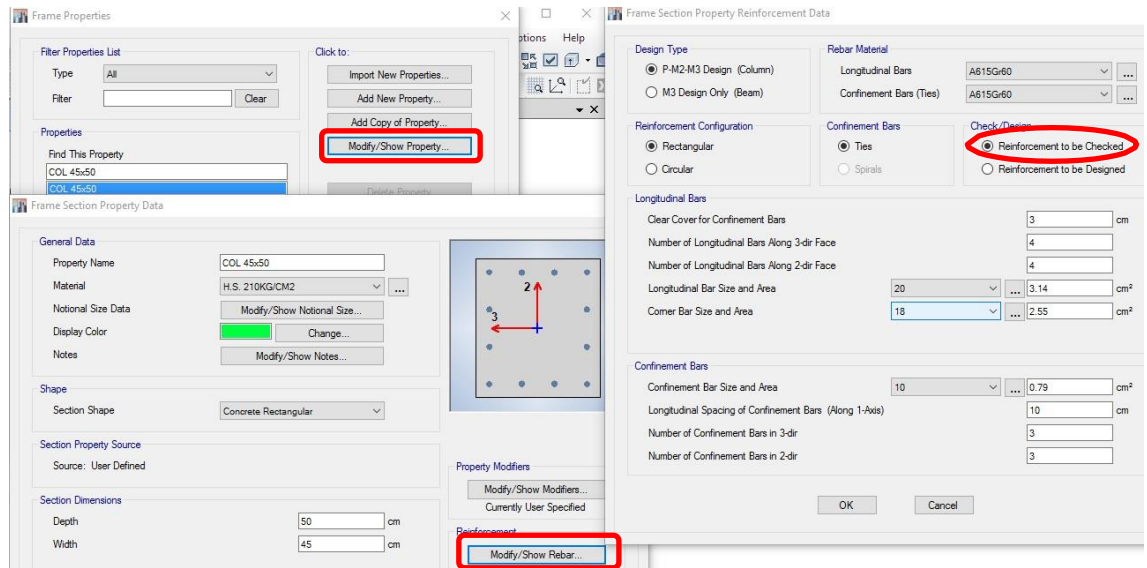


**Gráfico 5** Proceso Para Ingresar Armaduras

**Fuente:** ETABS 2018

Además seleccionamos la sección que deseamos modificar su armadura y colocamos la armadura real de las columnas como están armadas al momento del estudio de la estructura.

**Gráfico 6** Colocación de Armaduras En Columnas



**Fuente:** ETABS 2018

### 2.3.2.2. Procedimiento para ingresar las armaduras en las vigas

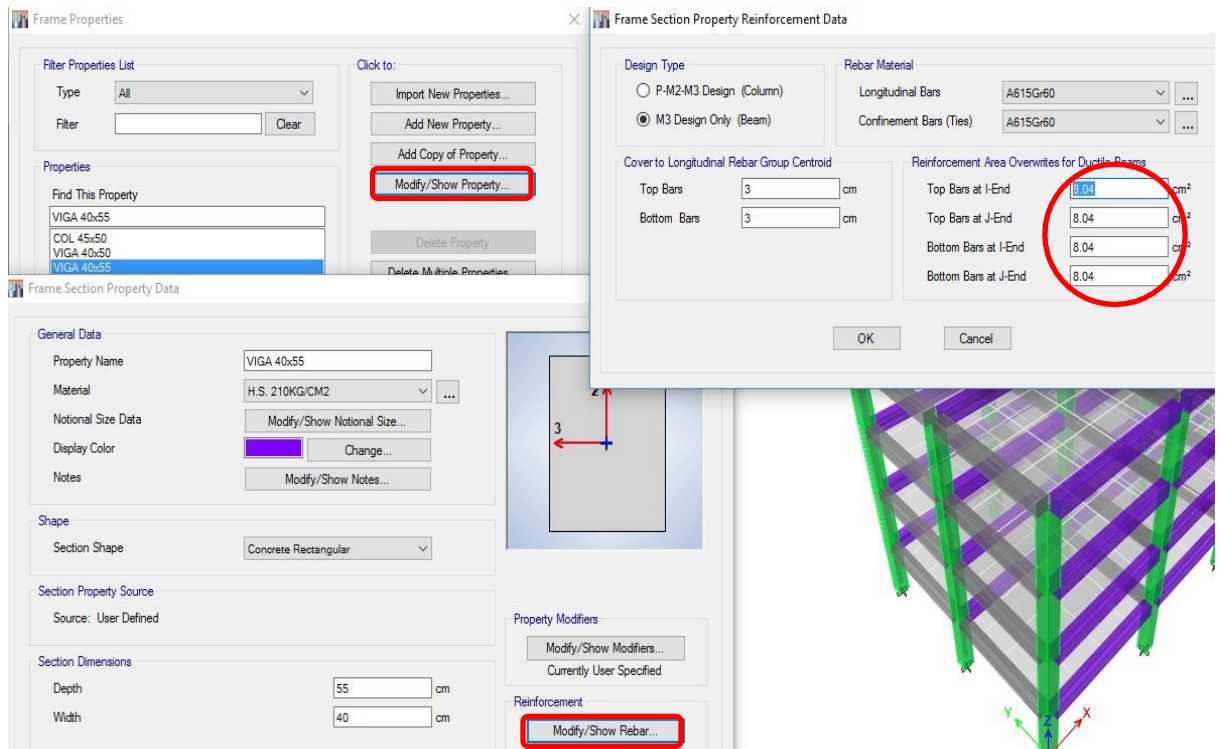
Una vez colocada las armaduras reales en las columnas procedemos colocar las armaduras en las vigas siguiendo el mismo procedimiento anterior.

Y seguimos la siguiente secuencia:

DEFINE → SECTION PROPERTIES → FRAME SECTIONS

Se debe colocar el área de acero real de las vigas tanto en la parte superior como en la parte inferior para que al momento de interpretar los resultados no existan incoherencias en nuestro modelo.

**Gráfico 7 Colocación de Armaduras En Vigas**



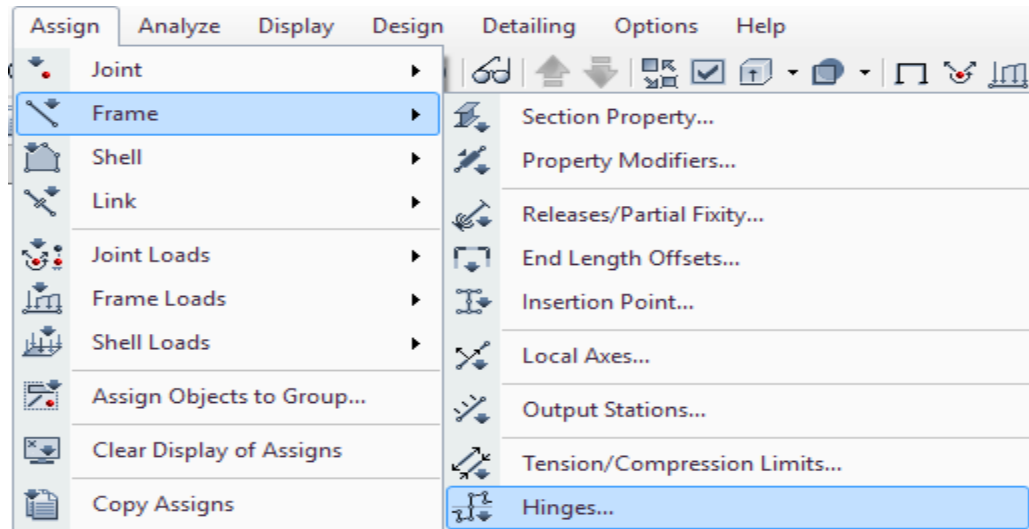
**Fuente: ETABS 2018**

### **2.3.2.3. Asignación en columnas**

Se debe seguir la siguiente secuencia para asignar las rotulas plásticas a las columnas:

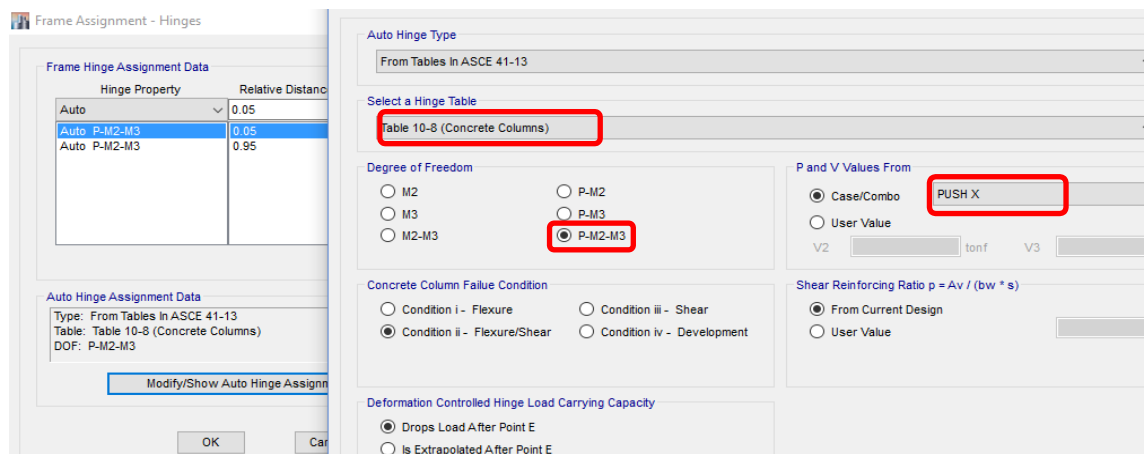
**ASSIGN → FRAME → HINGES**

Gráfico 8 Ventana para asignar Los Hinges



Fuente: ETABS 2018

Gráfico 9 Asignación de las articulaciones en Columnas



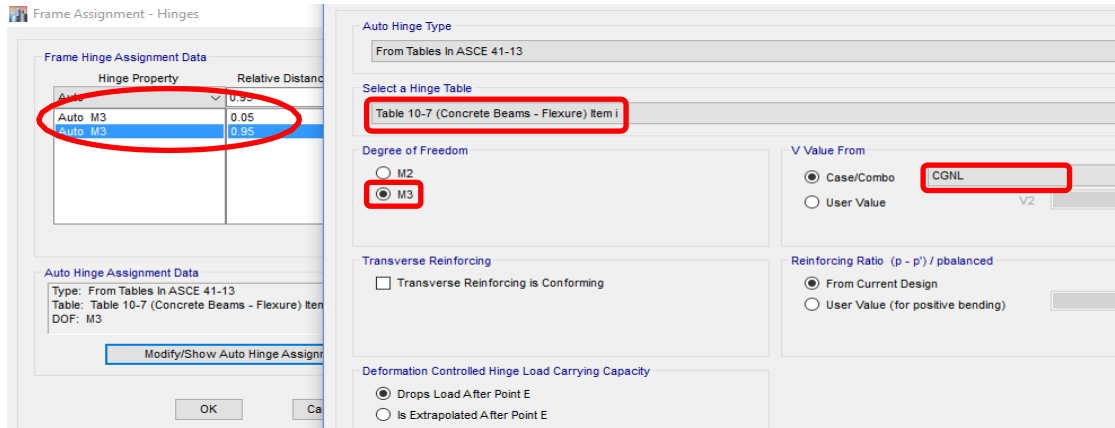
Fuente: ETABS 2018

#### 2.3.2.4. Asignación en vigas

Se debe seguir el procedimiento similar al de las columnas:

ASSIGN → FRAME → HINGES

**Gráfico 10** Asignación De Las Articulaciones En Vigas



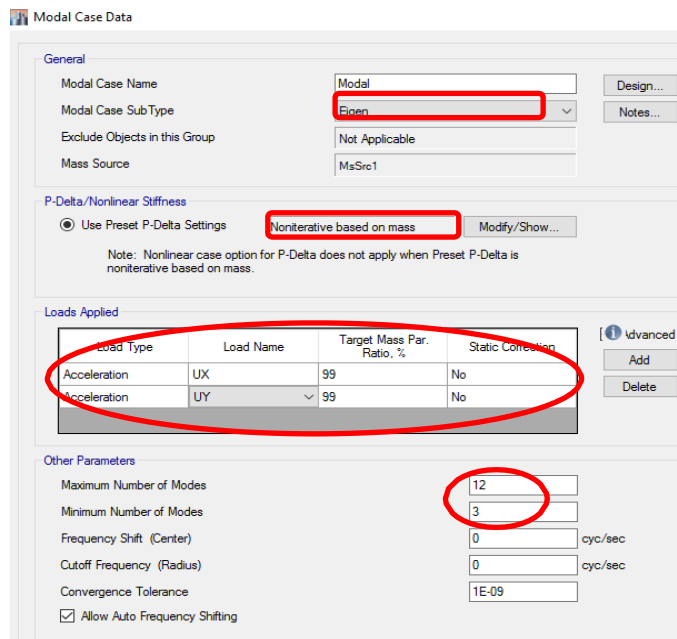
**Fuente:** ETABS 2018

**2.3.2.5. Definición del caso modal**

Es de vital importancia definir nuestro caso modal ya que el código ecuatoriano de la construcción nos dice que las estructuras deben tener tres modos de vibración por piso como mínimo. Y para esto debemos realizar lo siguiente:

DEFINE → MODAL → CASES MODIFY

**Gráfico 11** Definición del Caso Modal



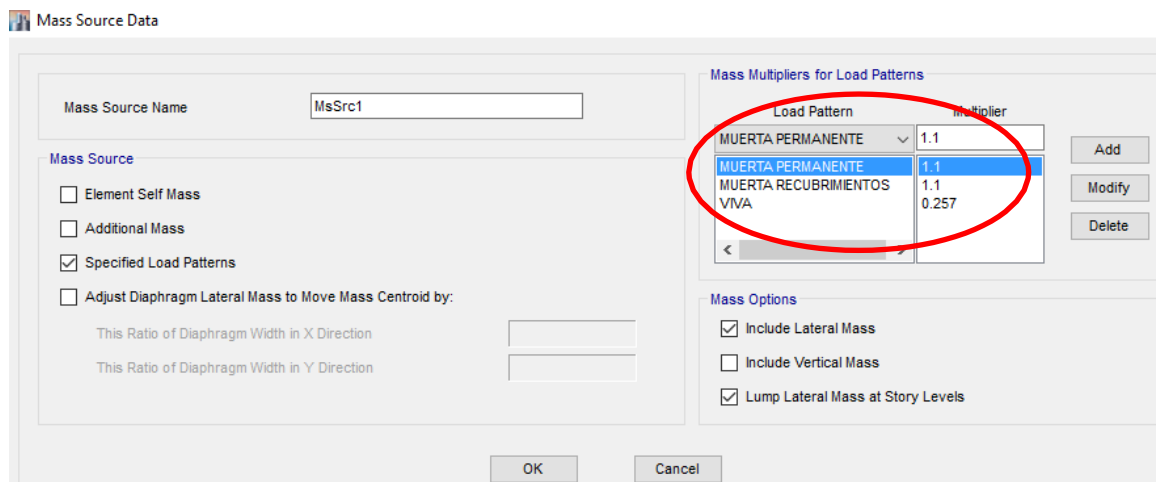
**Fuente:** ETABS 2018

### 2.3.2.6. Definición del origen de las masas (MASS SOURCE)

Según el FEMA 273 nos dice que las masas que van actuar sobre la estructura en análisis es de la siguiente manera el 110% de cargas muertas y el 25.7% de sobrecargas.

DEFINE → MASS SOURCE → MODIFY

Gráfico 12 Definición del Mass Source



Fuente: ETABS 2018

### 2.3.3. Técnicas de Reforzamiento para columnas de hormigón armado

Para realizar el reforzamiento de columnas de hormigón armado, se pueden considerar los siguientes casos:

#### 2.3.3.1. Encamisados de Columnas

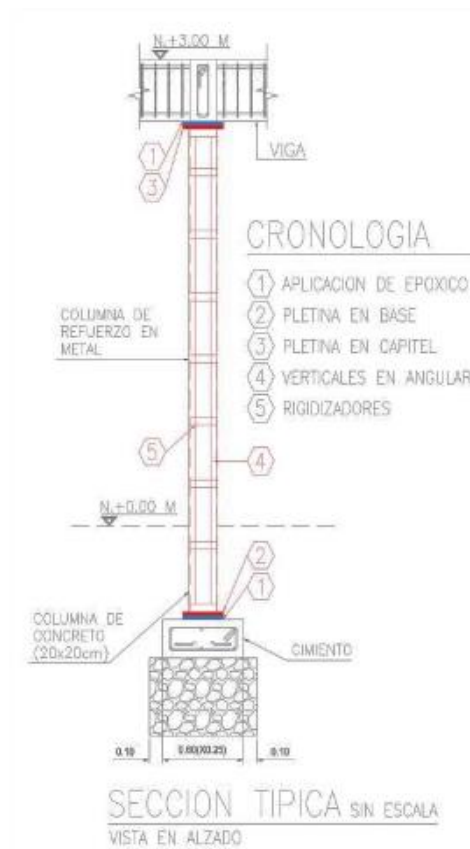
El uso de encamisados en columnas es una de las técnicas más sencillas de realizar y que nos permite desarrollarla en un tiempo menor y bajo costo [15].

El procedimiento del encamisado no es complejo y se detalla a continuación:



- Realizar el despunte de las esquinas de la columna para evitar la concentración de esfuerzos en los vértices.
- Colocar epóxico que nos permita tener adherencia entre el hormigón antiguo y el acero del encamisado.
- Colocar ángulos en las esquinas de las columnas que vayan desde el pie hasta la cabeza de la columna.
- Colocar el encamisado a la columna.

**Gráfico 13 Encamisado en Columnas de Hormigón Armado**



**Fuente:** Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto

– 2010

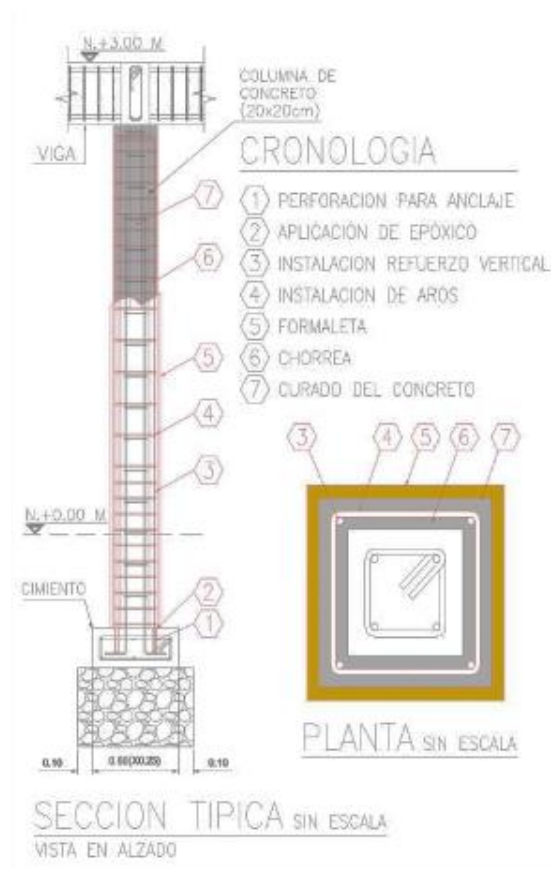
### 2.3.3.2. Anillo perimetral de concreto con acero adicional

Es una técnica más elaborada, ya que se realiza un aumento en la sección de la columna, no se percibe el reforzamiento. Además, que tiene costos y tiempos de ejecución significativos en relación a los encamisados.

El proceso para realizar el anillo perimetral de concreto es:

- Realizar los ensayos esclerométricos respectivos, y retirar el recubrimiento de la columna.
- Realizar cuatro perforaciones de 10 a 15 centímetros tanto en la base y capitel de la zona de vigas, para lo cual es importante el análisis previo para el dimensionamiento del acero de refuerzo. En dichas perforaciones se pondrá el epóxico para posteriormente colocar el acero de refuerzo.
- Aplicar epóxico en las cuatro caras de la columna para mejorar la adherencia entre el concreto antiguo y nuevo.
- Ubicar los anillos de refuerzo y amarrarlos con alambre negro #16.
- Elaborar un encofrado que nos permita poner el hormigón nuevo con una resistencia de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  y con un espesor mayor a 5 cm.
- 

**Gráfico 14** Anillo perimetral de concreto



**Fuente:** Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto

Existen otras técnicas que implican un mayor costo y tiempo de ejecución en comparación a las dos técnicas ya mencionadas.

#### **2.3.4. Arriostramientos laterales en X**

Los arriostramientos laterales son elementos de acero dispuestos en forma diagonal dentro de pórticos o marcos para resistir cargas laterales principalmente. Poseen la particularidad de que sólo trabajan ante cargas axiales; es decir, a tracción o compresión.

Los arriostramientos se posicionan dentro de marcos de acero para funcionar, es decir, un sistema formado por dos columnas conectadas por una viga en sus extremos superiores. A estos marcos que incluyen arriostramientos se les conocen como marcos arriostrados, distinguiéndose, principalmente, dos tipos: marcos arriostrados concéntricamente (CBF, por las siglas en inglés de Concentrically Braced Frames) y marcos arriostrados excéntricamente (EBF, por las siglas en inglés de Eccentrically Braced Frames). Los primeros se caracterizan porque los arriostramientos dispuestos dentro del marco se juntan en algún punto (cuando son dos o más, pues también hay CBFs que contienen un solo arriostramiento que va de una esquina a la esquina opuesta del marco), ya sea en sus extremos o en su mitad, y los segundos poseen arriostramientos cuyos ejes no se intersectan sobre el eje de la viga y/o columna, quedando una distancia entre sus extremos a la que se llama excentricidad.

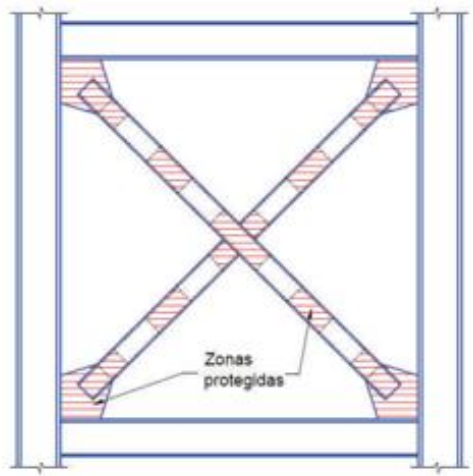
Los arriostramientos diagonales que forman cruces están considerados dentro del grupo de Arriostramientos Concéntricos especificados en la norma AISC 341-10, los arriostramientos en cruz se desarrollaron principalmente como tensores útiles para la carga de viento es por esto que durante la década de los 60's también se los llamaba "Contravientos", después de los sismos importantes que existieron a finales del siglo XX se realizaron numerosos estudios que demostraron que mediante un correcto diseño los arriostramientos en forma de cruz pueden ser una solución muy eficaz ante solicitaciones sísmicas debido a que las cargas laterales producidas generan esfuerzos axiales que fácilmente se pueden resistir debido a su configuración. Adicionalmente la configuración en forma de X rigidiza a la estructura total de tal

forma que las derivas de piso pueden ser controladas fácilmente.

#### 2.3.4.1. Pórtico especial sismo resistente con diagonales rigidizadoras

Son partes de las estructuras especiales compuesta tanto por pórticos especiales sismoresistentes como por diagonales estructurales, concéntricas o no, adecuadamente dispuestas espacialmente, diseñados todos ellos para resistir fuerzas sísmicas. Se entiende como una adecuada disposición el ubicar las diagonales lo más simétricamente posible, hacia la periferia y en todo lo alto de la estructura. Para que la estructura se considere pórtico con diagonales se requiere que el sistema de diagonales absorba al menos el 75% del cortante basal en cada dirección.

**Gráfico 15** Pórtico especial con diagonal rigidizadora



**Elaboración:** Fernando Guerrero

#### Bases de Diseño

- 1) Los elementos de las riostras no deben aportar capacidad de resistencia ante cargas verticales. Es decir que los elementos vigas y columnas deben ser capaces de resistir verticalmente después de un evento sísmico.
- 2) En las conexiones concéntricas de los elementos se permiten pequeñas excentricidades las cuales no deben superar el peralte de las vigas. En casos en las

que la excentricidad sea mayor se debe tomar en cuenta para el diseño los momentos producidos por cargas mayoradas de sismo y que su efecto no altere la capacidad de deformación inelástica

#### **2.3.4.2. Diseño de Conexiones**

El diseño de conexiones es tan importante como el diseño de los elementos que se unen entre sí, para asegurar un correcto desempeño de la estructura es necesario que las conexiones no fallen antes de transmitir la totalidad de las cargas que pueden transmitir las riostras cuando ésta desarrolla su capacidad resistente.

Existen varias recomendaciones que se deben cumplir para un correcto funcionamiento de las conexiones tanto entre viga-columna como las conexiones para las riostras. Entre las principales se detallan a continuación:

##### **Conexión Viga - Columna**

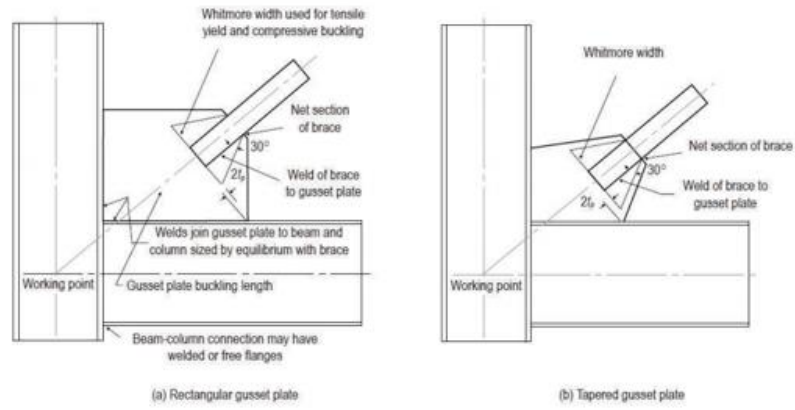
- 1) La conexión debe ser simple y capaz de permitir una rotación de 0.025 rad.
- 2) La conexión debe ser capaz de resistir el momento menor producido entre estos dos casos:
- 3) Momento producido por  $1.1.R_y M_p$ .
- 4) La sumatoria de los momentos resistentes a flexión esperados en la columna  $\Sigma(R_y F_y Z)$ .

##### **Conexión en Riostras**

La conexión entre riostras, columnas y vigas debe ser capaz de soportar las mismas fuerzas de tensión y compresión especificadas anteriormente en la sección 1.4 del presente trabajo es decir la resistencia requerida de las placas de conexión deben ser por lo menos igual a la esperada de la riostra esta consideración implica que no existan disminución de secciones como en secciones empernadas o de ser el caso no permitir que el área neta sea menor al área bruta. La esbeltez es fundamental tanto en la configuración de la riostra como de su conexión, se debe cumplir con el límite establecido  $Kl/r < 200$  debido a que éste limita la ocurrencia de falla frágil en análisis cíclicos. La conexión deberá asegurar un que los componentes de una sección

armada como placas de costura u otros medios de unión tengan una esbeltez menor al 40% de la esbeltez global según Crisafulli, Alacero, (2012).

**Gráfico 16** Conexión Columna – Viga - Riostra



**Fuente:** NEHRP Seismic Design Technical Brief No. 8

## CAPÍTULO 3

### DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3. ESTUDIOS

##### 3.1.Ubicación

El presente proyecto está localizado en la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, parroquia Atocha–Ficoa, donde funciona actualmente la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán, sus coordenadas de georeferenciación se visualizan y describen en el siguiente cuadro.

**Gráfico 17** Ubicación del proyecto ubicado en la ciudad de Ambato



**FUENTE:** Google Earth

**Tabla 8** Ubicación del proyecto ubicado en la ciudad de Ambato

<b>ZONA 17S</b>		
<b>Punto</b>	<b>Coordenada Este</b>	<b>Coordenada Norte</b>
1	762673.00 m E	9862263.00 m S
2	762558.00 m E	9862338.00 m S
3	762577.00 m E	9862395.00 m S
4	762626.00 m E	9862450.00 m S
5	762674.00 m E	9862447.00 m S
6	762703.00 m E	9862440.00 m S
7	762785.00 m E	9862411.00 m S
8	762719.00 m E	9862326.00 m S

**FUENTE:** Google Earth

### **Análisis preliminar y caracterización actual de la estructura.**

La unidad educativa Santo Domingo de Guzmán cuenta con varias edificaciones que dan cabida a un promedio de 800 alumnos cada año lectivo. La Estructura en análisis está compuesta por un sistema estructural de hormigón armado en su totalidad, misma que se puede apreciar daños a elementos no estructurales, como también deflexiones en vigas de entrepiso y en losa de cubierta. La estructura desde su construcción hasta la presente fecha de la elaboración de este proyecto técnico tiene una edad aproximada de 25 años y cuenta con una área de construcción de 864.34 metros cuadrados, compuesta de 3 niveles contando la planta baja, cada nivel está distribuido en aulas, pasillos internos y hall externos, de la inspección técnica-visual preliminar se desprende que los sistemas eléctricos, hidráulicos-sanitarios no presentan daño alguno.

**Tabla 9** Descripción de alturas, usos y cargas asignadas en pisos

Número de pisos	Nivel de piso	Altura de piso (m)	Ocupación de piso	Carga Viva asignada Kg/m <sup>2</sup>	
				Aulas	Hall's / Pasillos
1	Nv+0.00	0.00	Aula 6to "A", Aula 6to "B", Bodega de Educación Física	-	-
2	Nv+2.82	2.82	Aula 6to"C", Aula 7mo"A", Aula 7mo"B", Aula 9no"D", Hall's / Pasillos, Inspección	200	480
3	Nv+5.75	2.93	Aula 8vo"A", Aula 8vo"B", Aula 9no"B", Aula 9no"C" Hall's / Pasillos	200	480
4	Nv+8.68	2.93	Losa de Cubierta Inaccesible	100	-

**FUENTE:** Fernando Guerrero



**Gráfico 18** Estado actual del edificio de aulas de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán



**FUENTE:** Fernando Guerrero

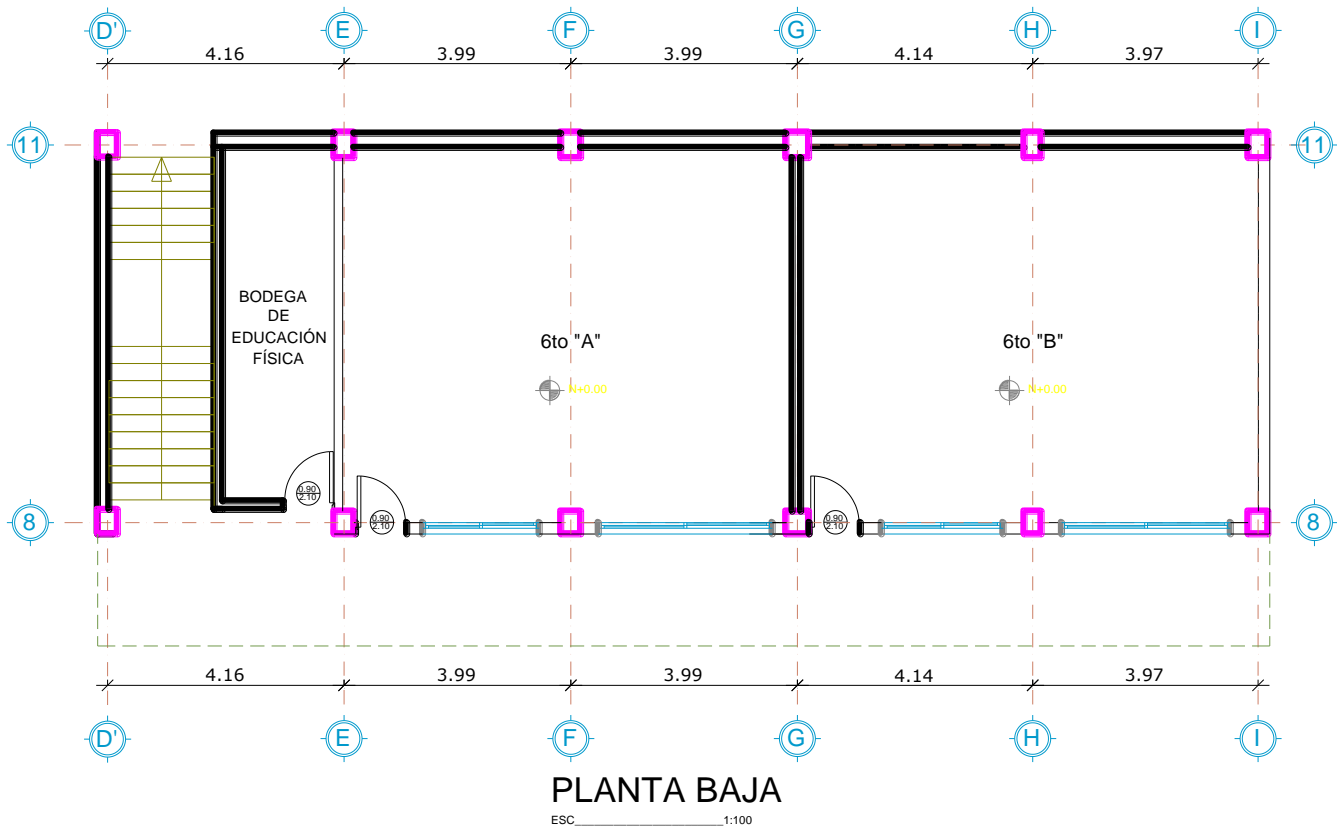
**Gráfico 19** Estado actual del edificio de aulas de la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán



**FUENTE:** Fernando Guerrero

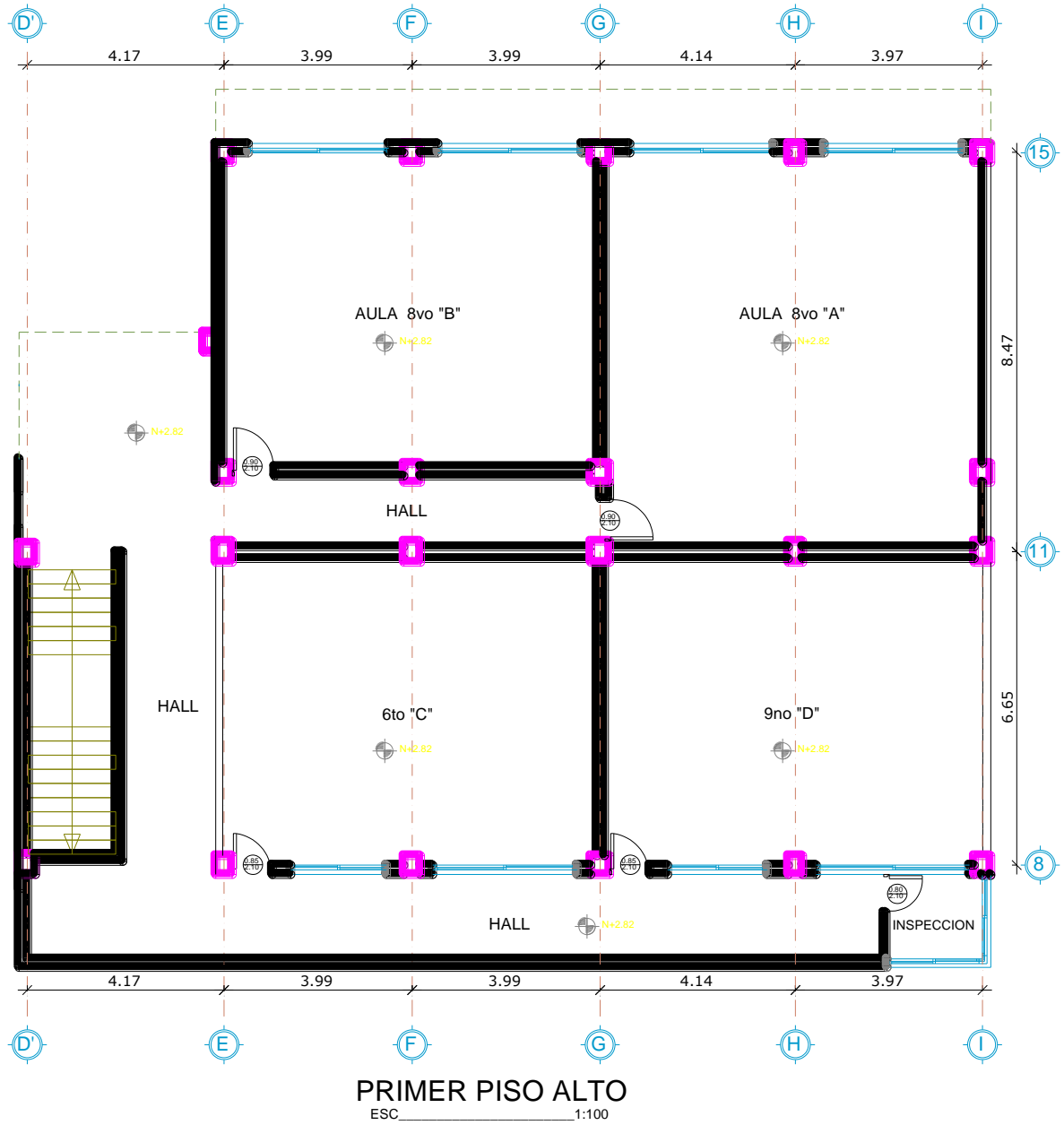
Con la finalidad de realizar un análisis minucioso del proyecto se procedió a la toma de medidas para elaborar los planos arquitectónicos As-Built que se muestran a continuación:

Gráfico 20 Vista en planta Nv+0.00 (PLANTA BAJA)



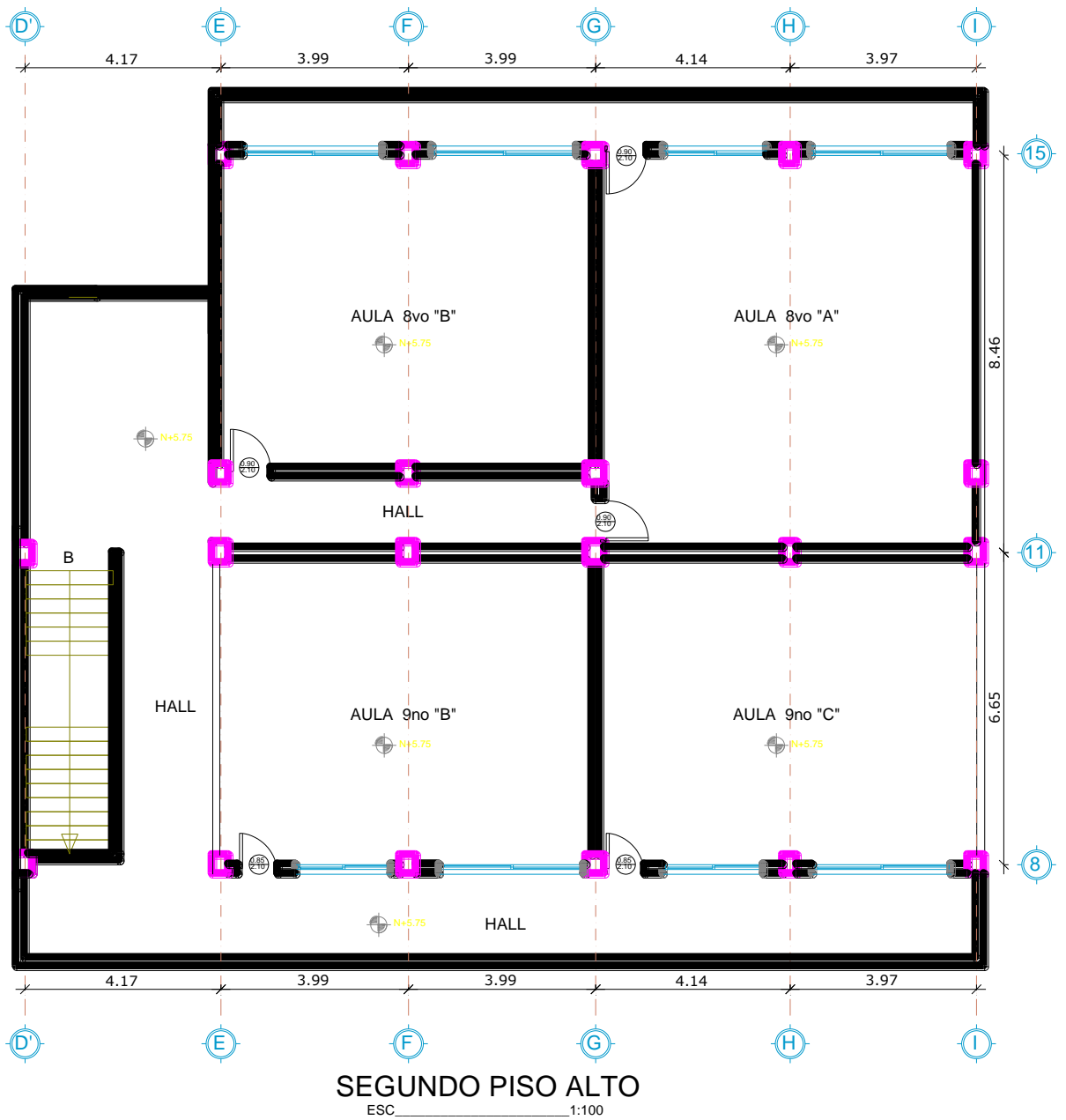
Fuente: Fernando Guerrero

Gráfico 21 Vista en planta Nv+2.82 (PRIMERA PLANTA ALTA)



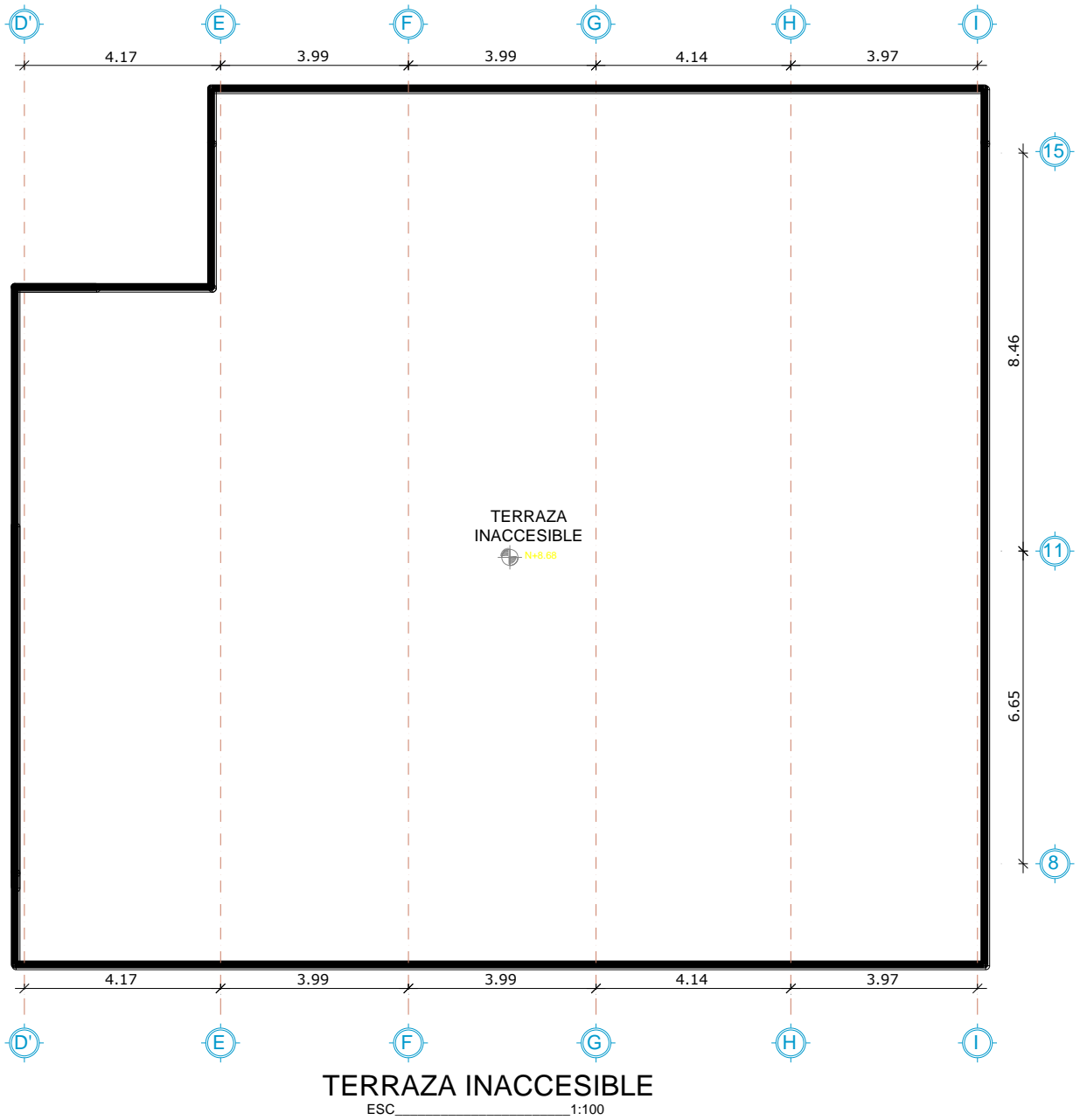
Fuente: Fernando Guerrero

Gráfico 22 Vista en planta Nv+5.75 (SEGUNDA PLANTA ALTA)



Fuente: Fernando Guerrero

**Gráfico 23** Vista en planta Nv+8.68 (CUBIERTA INACCESIBLE)



**Fuente:** Fernando Guerrero

### 3.2.Principales características estructurales del edificio de aulas

**Tabla 10** Características estructurales del proyecto

Descripción / Condición	Unidad	Característica establecida
Configuración geometría en planta	-	Irregular
Configuración geometría en elevación	-	Irregular
Altura total del edificio	(m)	8.68
Alturas de pisos	(m)	2.82 (1ra. Planta); 2.93 (2da. Planta)
Número de Pisos	U	3 (Incluye Planta Baja)
Sistema Estructural Constructivo	-	Sistema aporcado en hormigón armado
Resistencia del hormigón	kg/cm <sup>2</sup>	(210 kg/cm <sup>2</sup> ) conforme los ensayos de esclerometría
Espesor de losa	m	0.25
Ancho de nervio en losa	m	0.10
Recubrimiento en columnas	m	0.04 (Comprobado en obra)
Recubrimiento en vigas	m	0.03 (Comprobado en obra)
Recubrimiento en losas	m	0.03 (Comprobado en obra)

**Fuente:** Fernando Guerrero

Para determinar la geometría de los elementos estructurales y propiedades de los mismos, se efectuó las mediciones y los ensayos de esclerometría por medio del martillo de rebote digital Schmidt®, para posterior realizar una estimación de la resistencia probabilística a compresión de los elementos de hormigón armado como son: columnas, vigas, losas y gradas.

El ensayo esclerométrico en columnas se los realizó en cabeza, pie y zona media de todas las columnas en todos los niveles.

Para losas y vigas de igual forma se tomaron lecturas cerca de los nudos y en tramos medios.

Para determinar las áreas de acero se realizó radiografías por medio del escáner de armaduras tipo Schmidt® y se tomó las lecturas correspondientes de todos los elementos de hormigón, ya que no se cuenta con los planos estructurales o planos constructivos.

Una vez realizado los ensayos esclerométricos y escaneo de armaduras se tabularon los resultados obtenidos y se promedió según el tipo de elemento, columnas, losas, vigas que se detalla en la siguiente tabla 15.

**Gráfico 24** Ensayo esclerométrico realizado en columnas



**Fuente:** Fernando Guerrero

**Gráfico 25** Ensayo esclerométrico realizado en vigas



**Fuente:** Fernando Guerrero

**Tabla 11** Resultados de los ensayos esclerométricos en columnas

DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO EN COLUMNAS								
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 25 COLUMNA G8 Nv0+00 al Nv+2.82	40	40		0°	25	17	17.00
2					0°	24	16	16.00
3					0°	24	16	16.00
4					0°	24	16	16.00
5					0°	30	25	25.00
6					0°	22	13	13.00
7					0°	26	19	19.00
8					0°	26	19	19.00
9					0°	20	10	10.00
10					0°	26	19	19.00
11	PUNTO 88 COLUMNA G8 Nv2.82 al Nv+5.75	40	40		0°	28	22	22.00
12					0°	26	19	19.00
13					0°	32	28	28.00
14					0°	28	22	22.00
15					0°	26	19	19.00
16					0°	26	19	19.00
17					0°	24	16	16.00
18					0°	28	22	22.00
19					0°	28	22	22.00
20					0°	24	16	16.00
21	PUNTO 138 COLUMNA G8 Nv5.75 al Nv+8.68	40	40		0°	38	39	39.00
22					0°	40	42	42.00
23					0°	38	39	39.00
24					0°	32	28	28.00
25					0°	32	28	28.00
26					0°	34	31	31.00
27					0°	36	35	35.00
28					0°	32	28	28.00
29					0°	35	33	33.00
30					0°	32	28	28.00
RESULTADOS OBTENIDOS								
DESVIACIÓN ESTANDAR:					RESISTENCIA PROMEDIO:			
<b>10.08</b>					<b>29.42</b>			<b>MPa</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA:					DISPERSIÓN:			
<b>23.50</b>					<b>+/- 4.50</b>			<b>MPa</b>

**Fuente:** Fernando Guerrero



**Tabla 12** Resultados de los ensayos esclerométricos en vigas

DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO EN VIGAS								
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 68 VIGA EJE 8, TRAMO DEL EJE E AL EJE F	30	50		-90°	39	32	32.00
2					-90°	43	40	40.00
3					-90°	39	32	32.00
4					-90°	42	38	38.00
5					-90°	46	46	46.00
6					-90°	46	46	46.00
7					-90°	34	24	24.00
8					-90°	40	34	34.00
9					-90°	37	29	29.00
10					-90°	37	29	29.00
11	PUNTO 109 VIGA EJE 8, TRAMO DEL EJE F AL EJE G	30	50		-90°	30	17	17.00
12					-90°	28	14	14.00
13					-90°	33	22	22.00
14					-90°	32	20	20.00
15					-90°	25	10	10.00
16					-90°	31	19	19.00
17					-90°	24	9	9.00
18					-90°	28	14	14.00
19					-90°	26	12	12.00
20					-90°	29	16	16.00
21	PUNTO 152 VIGA EJE 8, TRAMO DEL EJE G AL EJE H	30	50		-90°	38	31	31.00
22					-90°	39	32	32.00
23					-90°	36	27	27.00
24					-90°	38	31	31.00
25					-90°	39	32	32.00
26					-90°	38	31	31.00
27					-90°	30	17	17.00
28					-90°	36	27	27.00
29					-90°	38	31	31.00
30					-90°	32	20	20.00
RESULTADOS OBTENIDOS								
DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>12.29</b>					RESISTENCIA PROMEDIO: <b>32.58</b>			<b>MPa</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA: <b>24.50</b>					<b>MPa</b>	DISPERSIÓN: <b>+/- 4.50</b>		<b>MPa</b>

**Fuente:** Fernando Guerrero

**Tabla 13** Resultados de los ensayos esclerométricos en losas

DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO EN LOSAS								
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 38 LOSA ALIVIANADA Nv+2.82, TABLERO 3		25		90°	28	27	27.00
2					90°	24	21	21.00
3					90°	30	30	30.00
4					90°	22	18	18.00
5					90°	25	22	22.00
6					90°	26	24	24.00
7					90°	26	24	24.00
8					90°	23	19	19.00
9					90°	27	25	25.00
10					90°	28	27	27.00
11	PUNTO 51 LOSA ALIVIANADA Nv+5.75, TABLERO 1		25		90°	38	44	44.00
12					90°	32	34	34.00
13					90°	22	18	18.00
14					90°	20	15	15.00
15					90°	24	21	21.00
16					90°	20	15	15.00
17					90°	34	37	37.00
18					90°	22	18	18.00
19					90°	22	18	18.00
20					90°	20	15	15.00
21	PUNTO 68 LOSA ALIVIANADA Nv+8.68, TABLERO 5		25		90°	24	21	21.00
22					90°	35	39	39.00
23					90°	30	30	30.00
24					90°	36	41	41.00
25					90°	26	24	24.00
26					90°	24	21	21.00
27					90°	24	21	21.00
28					90°	32	34	34.00
29					90°	26	24	24.00
30					90°	38	44	44.00
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>								
DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>10.58</b>					RESISTENCIA PROMEDIO: <b>32.13</b>			<b>MPa</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA: <b>26.50</b>					DISPERSIÓN: <b>+/- 4.50</b>			<b>MPa</b>
								<b>MPa</b>

**Fuente:** Fernando Guerrero

De los ensayos esclerométricos efectuados tanto en columnas, vigas y losas de todos los pisos de la estructura, se pudo determinar que la resistencia característica fue de 23.50 MPa (239.634 Kg/cm<sup>2</sup>) en columnas, 24.50 MPa (249.831 Kg/cm<sup>2</sup>) para vigas y de 26.50 MPa (270.226 Kg/cm<sup>2</sup>) en losas, pero se asume un resistencia

característica de 210 Kg/cm<sup>2</sup> (19.71 MPa) para realizar el análisis estructural debido a que la resistencia del hormigón de todos los elementos estructurales se ha ido incrementando durante sus años de vida útil.

**Tabla 14** Resumen de la Resistencia Característica de los diferentes elementos estructurales

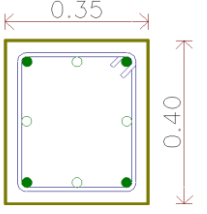
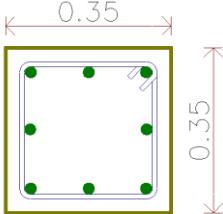
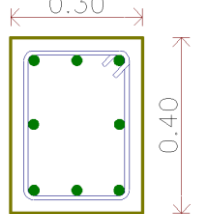
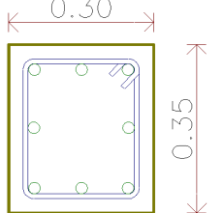
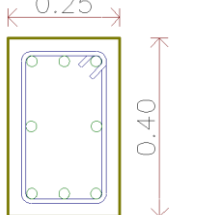
<b>Elemento</b>	<b>Resistencia Característica Asumida</b>
Columnas (Todos los niveles)	210.00 kg/cm <sup>2</sup>
Losas (Todos los niveles)	210.00 kg/cm <sup>2</sup>
Vigas (Todos los niveles)	210.00 kg/cm <sup>2</sup>

**Elaboración:** Fernando Guerrero

### **3.3.Columnas**

De la evaluación técnica preliminar se desprende que existen seis diferentes tipos de secciones transversales de columnas en hormigón armado, las mismas que se detallan a continuación con su respectiva armadura longitudinal y transversal.

**Tabla 15** Secciones transversales de columnas con sus armaduras.

SECCIONES DE COLUMNAS					
TIPO	NIVEL	EJE	SECCIÓN (cm)	ARMADURA	SECCIÓN TRANSVERSAL
T1	DEL N+0.00 AL N+8.68	G11	35X40	4 Ø 18 + 4 Ø 16 1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 4Ø18MM ○ 4Ø16MM □ 1EØ10@10y20</p>
T2	DEL N+0.00 AL N+8.68	G8,G12,G15	35X35	8 Ø 16 1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 8Ø16MM □ 1EØ10@10y20</p>
T3	DEL N+0.00 AL N+8.68	D'11,E11,F11,I11	30X40	8 Ø 16 1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 8Ø16MM □ 1EØ10@10y20</p>
T4	DEL N+0.00 AL N+8.68	E8,F8,I8,D'12 E12,F12,I12 E15,F15,I15	30X35	8 Ø 14 1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 8Ø14MM □ 1EØ10@10y20</p>
T5	DEL N+0.00 AL N+8.68	H11,D'13,E13	25X40	8 Ø 14 1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 8Ø14MM □ 1EØ10@10y20</p>

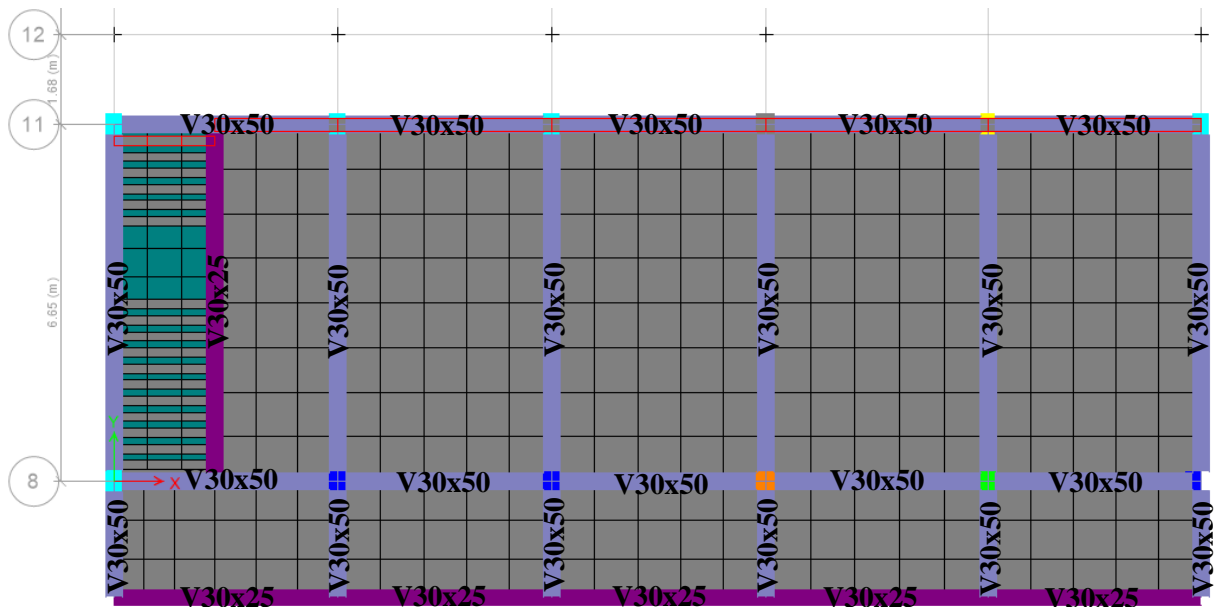
T6	DEL N+0.00 AL N+8.68	H8,H15	25X35	8 Ø 14 1E Ø 10 @ 10 y 20	 ○ 8Ø14MM □ 1EØ10@10y20
----	-------------------------	--------	-------	-----------------------------	-------------------------------

**Elaboración:** Fernando Guerrero

### 3.4.Losas y Vigas

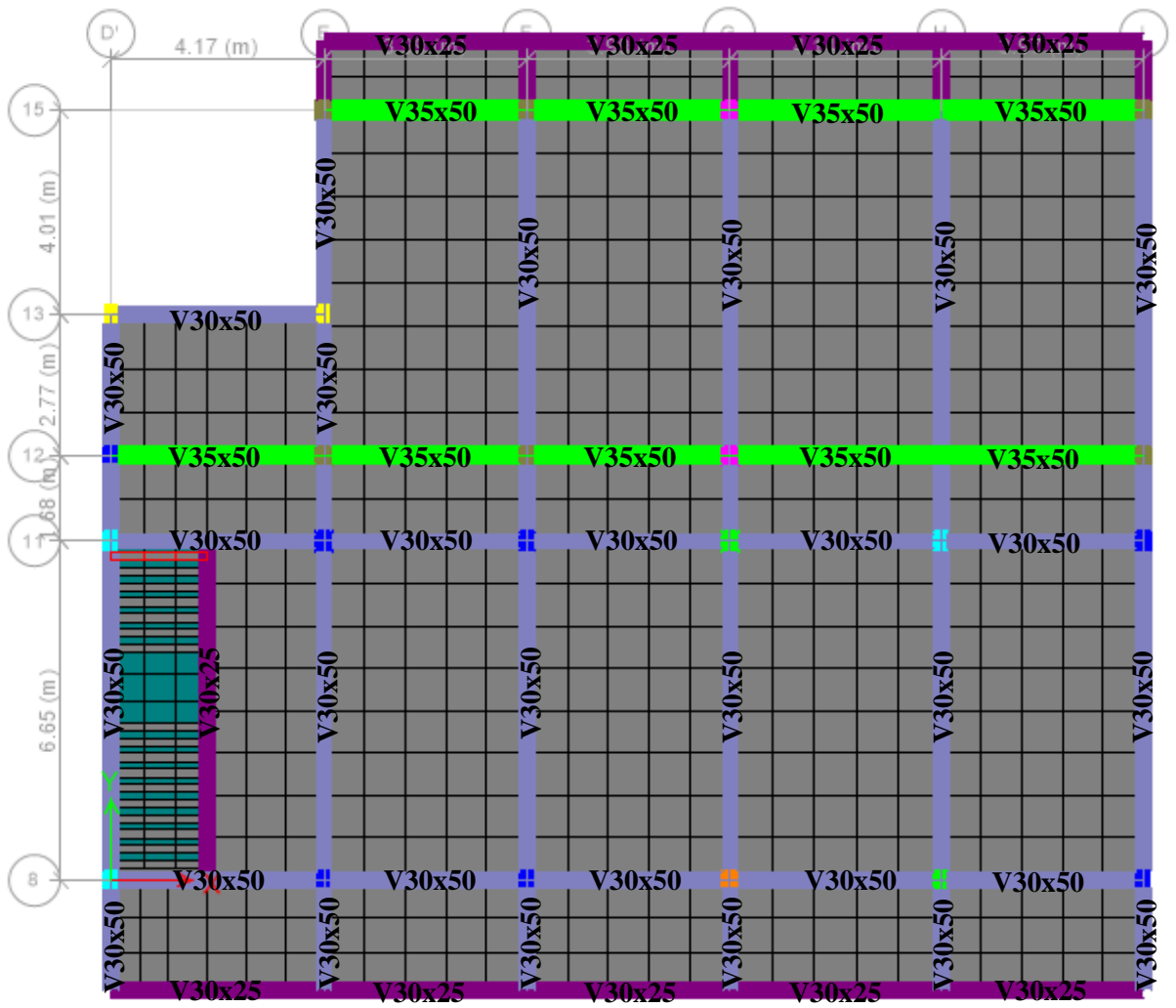
Las losas de entresado y la losa de cubierta de la estructura son tipo alivianadas armadas en dos direcciones o conocidas también como losa bidireccionales con un espesor total de losa de 25cm, el espesor de la loseta de compresión de 5cm y ancho de nervios de 10cm de ancho, los bloques de alivianamientos son de 40x20x20cm. Las vigas de la estructura son de sección tipo en todas plantas incluida la cubierta las mismas que se detallan en el cuadro resumen de la tabla 15.

**Gráfico 26** Planta estructural Nv+2.82



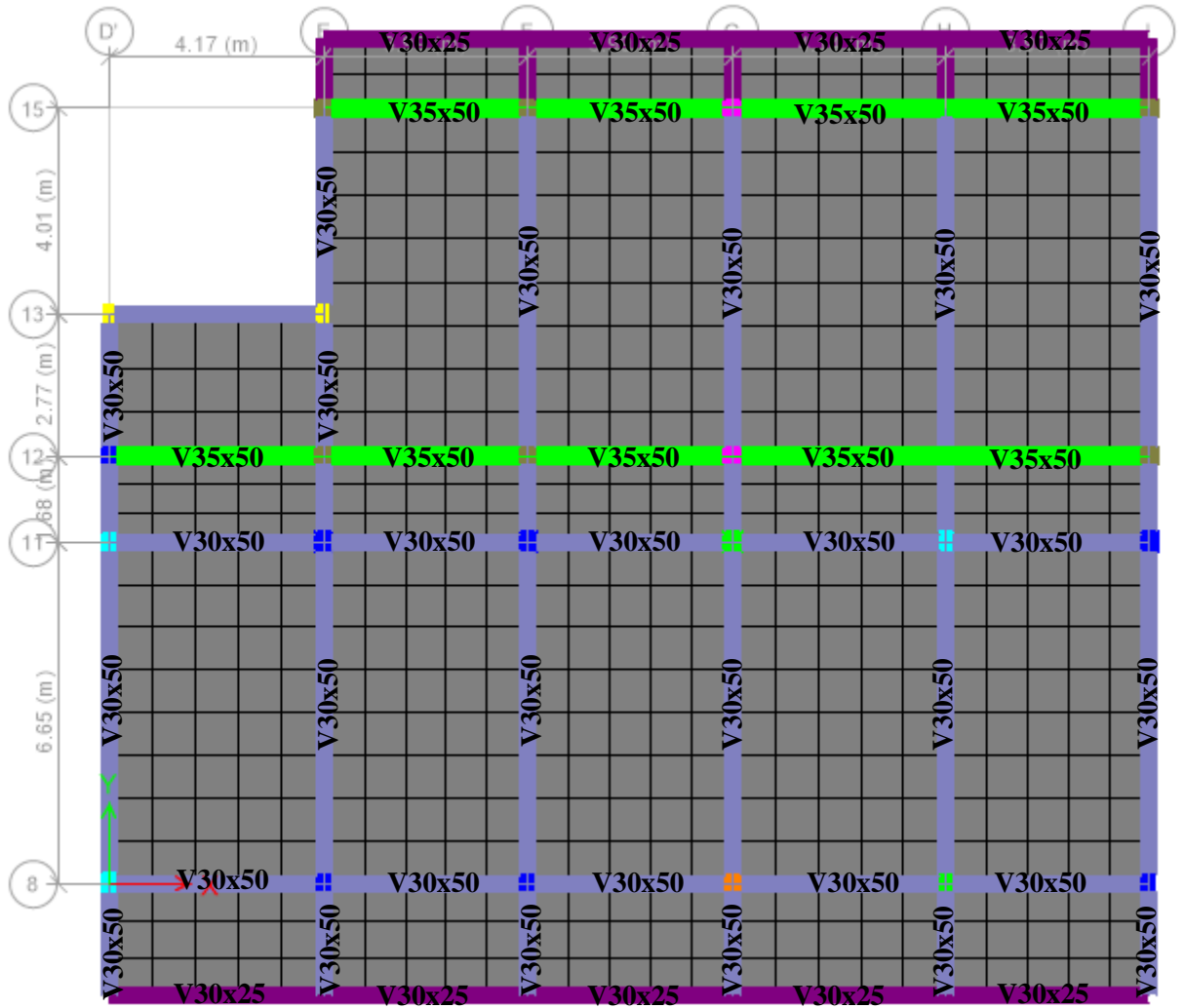
**FUENTE:** Etabs 2018

Gráfico 27 Planta estructural Nv+5.75



FUENTE: Etabs 2018

Gráfico 28 Planta estructural Nv+8.68



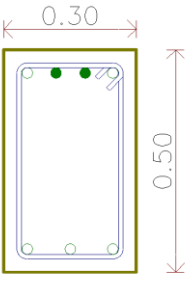
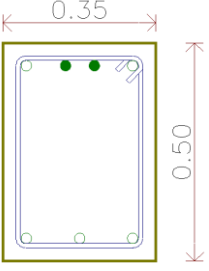
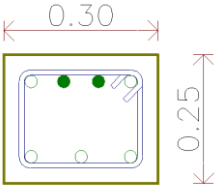
Fuente: Etabs 2018

Gráfico 29 Equipo de escaneo para verificar el número y diámetro de acero de refuerzo



Fuente: Fernando Guerrero

**Tabla 16** Resumen de Sección de vigas

<b>SECCIONES DE VIGAS</b>				
<b>TIPO</b>	<b>NIVEL</b>	<b>SECCIÓN (cm)</b>	<b>ARMADURA</b>	<b>SECCIÓN TRANSVERSAL</b>
V1	N+2.82,N+5.75, N+8.68	30X50	As Sup: 2 Ø 14  As Ref: 2 Ø 16 As inf: 3 Ø 14  1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 5Ø14MM ○ 2Ø16MM □ 1EØ10@10y20</p>
V2	N+5.75, N+8.68	35X50	As Sup: 2 Ø 14  As Ref: 2 Ø 16 As inf: 3 Ø 14  1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 5Ø14MM ○ 2Ø16MM □ 1EØ10@10y20</p>
V3	N+2.82,N+5.75, N+8.68	30X25	As Sup: 2 Ø 12  As Ref: 2 Ø 12 As inf: 3 Ø 12  1E Ø 10 @ 10 y 20	 <p>○ 5Ø12MM ○ 2Ø12MM □ 1EØ10@10y20</p>

**Fuente:** Fernando Guerrero



### 3.5. ANÁLISIS LINEAL DE LA ESTRUCTURA EN CONDICIÓN ACTUAL

#### 3.5.1. Cuantificación de Cargas Muertas.

Para la cuantificación de Cargas Muertas de losa y Paredes se tomará como referencia los pesos específicos de la siguiente tabla:

**Tabla 17** Peso específico de Materiales

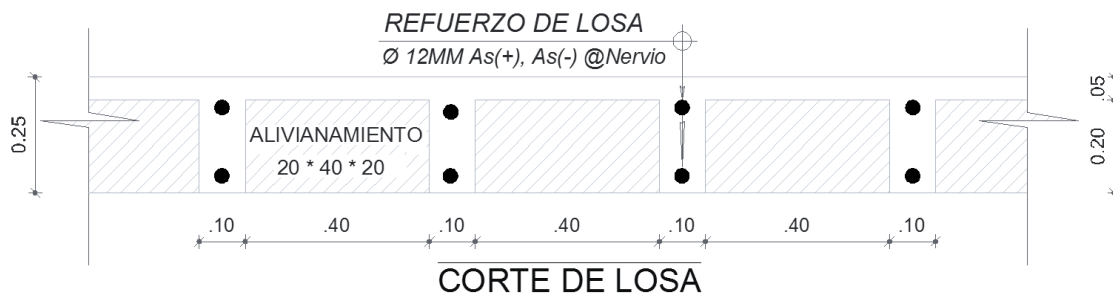
PESO ESPECÍFICO DE MATERIALES	
MATERIAL	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )
Hormigón Simple	2200.00
Hormigón Armado	2400.00
Bloque Huevo de Hormigón Alivianado	870.00
Bloque Huevo de Hormigón	1250.00
Mortero 1:3	2050.00
Vidrio Plano	2650.00
Baldosa de cerámica con mortero de cemento	2450.00

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

#### 3.5.2. Peso propio de la Losa

Para el cálculo del peso propio de losa (h=25cm) se consideró las cargas de loseta, nervios, alivianamientos, enlucido, masillado y acabados de pisos.

**Gráfico 30** Sección transversal de losa alivianada tipo



**Elaboración:** Fernando Guerrero

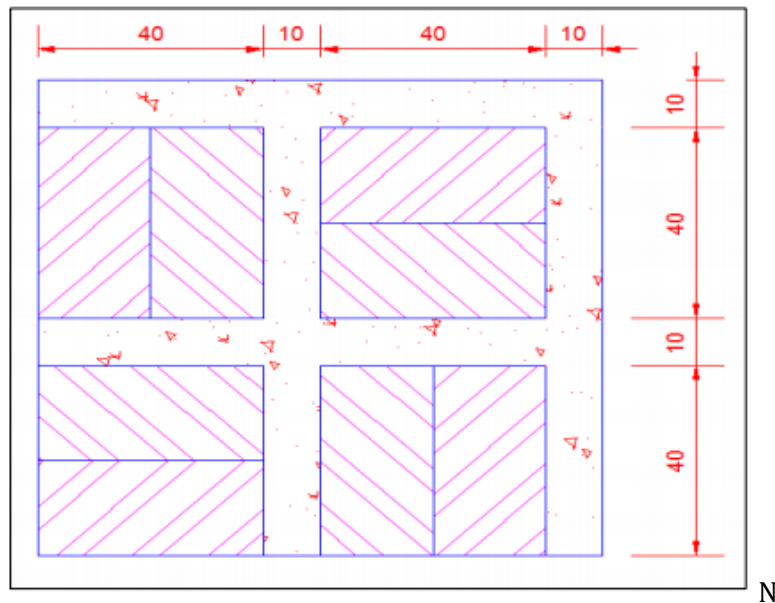
**Peso propio de loseta:**

$$P_{Ploseta/m^2} = (\text{Volumen}) * P_{\text{específico}}$$
$$P_{Ploseta/m^2} = (1.00 * 1.00 * 0.05)m^3 * 2400.00 \frac{Kg}{m^3}$$
$$P_{Ploseta/m^2} = 120.00 \frac{Kg}{m^2}$$

**Peso propio de los Nervios:**

$$P_{Pnervios/m^2} = (\text{Volumen}) * P_{\text{específico}}$$
$$P_{Pnervios/m^2} = (0.10 * 0.20 * 3.60)m^3 * 2400.00 \frac{Kg}{m^3}$$
$$P_{Pnervios/m^2} = 172.80 \frac{Kg}{m^2}$$

**Gráfico 31** Distribución de nervios y alivianamientos en losa tipo



**Elaboración:** Fernando Guerrero

**Peso propio de alivianamientos de 40x20x20 cm:**

$$P_{Palivianamiento/m^2} = \# \text{ de alivianamientos} * P_{\text{unitario}}$$
$$P_{Palivianamiento/m^2} = 8 \text{ alivianamientos} * 15 \text{ kg}$$
$$P_{Ploseta/m^2} = 120.00 \frac{Kg}{m^2}$$

### **Peso propio de enlucido y masillado:**

$$P_{Pmasillado+enlucido/m^2} = Ar (m^2) * Espesor(m) * P_{especifico} \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$P_{Pmasillado+enlucido/m^2} = 1.00 (m^2) * 0.04(m) * 2050.00 \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$P_{Pmasillado+enlucido/m^2} = 82.00 \frac{Kg}{m^2}$$

### **Peso propio de Acabados:**

Los acabados existentes en la estructura son cerámica antigua de 15x15x2.5cm tanto en pasillos, hall, gradas, y aulas.

$$P_{Pacabados/m^2} = Ar (m^2) * Espesor(m) * P_{especifico} \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$P_{Pacabados/m^2} = 1.00 (m^2) * 0.0025(m) * 2450.00 \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$P_{Pacabados/m^2} = 61.25 \frac{Kg}{m^2}$$

### **Peso propio de la Losa:**

$$P_{Plosa/m^2} = P_{Plosa} + P_{PNervios} + P_{PALivianamientos} + P_{Penucido+masillado} \\ + P_{Pacabados}$$

$$P_{Plosa/m^2} = (120.00 + 172.80 + 120.00 + 82.00 + 61.25) \frac{Kg}{m^2}$$

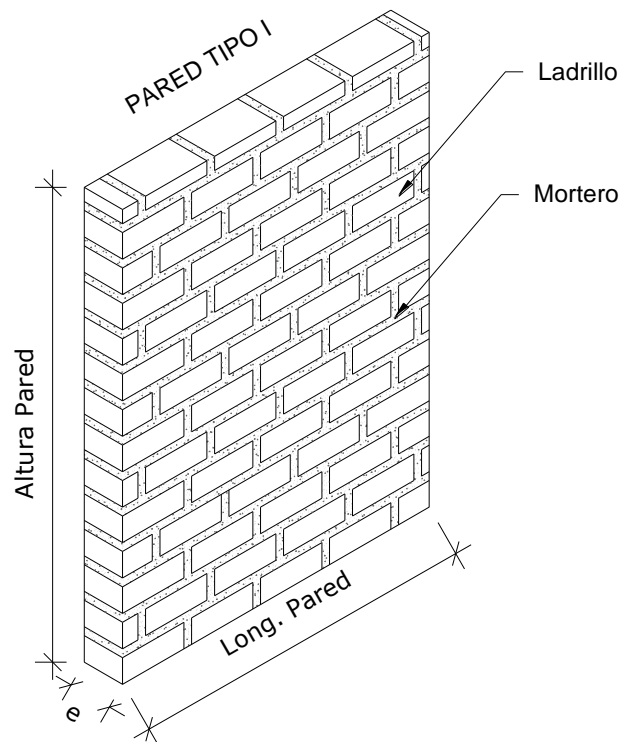
$$P_{Plosa/m^2} = (556.05) \frac{Kg}{m^2}$$

### 3.5.3. Peso propio de Paredes

Para el cálculo de paredes existentes en la estructura se ha realizado la cuantificación de los diferentes tipos de paredes, tomando en consideración sus alturas, espesores y sus componentes como morteros, ventanas de hierro con vidrio 4mm, ladrillos e=20cm y enlucidos.

#### Pared Tipo I

Gráfico 32 Pared Tipo I



Elaboración: Fernando Guerrero

#### Número de Bloques

$$N. de Bloques = \frac{\text{Área de Pared}}{\text{Área de bloque mas mortero}}$$

$$N. de Bloques = \frac{2.68\text{m} \times 1.00\text{m}}{((0.40\text{m} + 0.015\text{m} \times 0.15\text{m} + 0.015\text{m}))}$$

$$N. de Bloques = 39.14 \text{ unidades}$$

### **Volumen de mortero entre juntas**

$$V. Mortero = (0.40m + 0.015m)(0.15m + 0.015m)x(0.15m) - (0.40 * 0.15)(0.15m)$$

$$V. Mortero = 0.00127125m^3$$

### **Volumen de enlucido vertical**

$$V. Enlucido = (m)Área(m^2)xNúmero de Caras$$

$$V. Enlucido = (0.02) x (2.68x1.0) x 2$$

$$V. Enlucido = 0.1072m^3$$

### **Peso total de pared Tipo I**

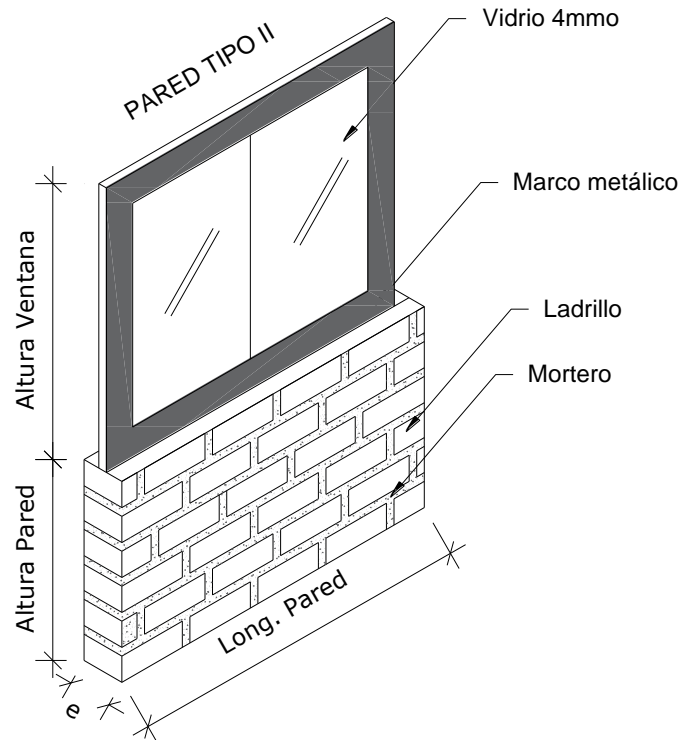
$$P_{Ptipo I} = P_{Específico Mortero} * V_{Enlucido} + P_{Específico Mortero} * V_{Mortero} * N_{Bloques} \\ + N_{Bloques} * P_{Bloques}$$

$$P_{Ptipo I} = 2050.00 \frac{Kg}{m^3} * 0.1072m^3 + 2050.00 \frac{Kg}{m^3} * 0.00127125m^3 * 39.14 \\ + 39.14 * 15 Kg$$

$$P_{Ptipo I} = 908.86 \frac{Kg}{ml}$$

## Pared Tipo II

Gráfico 33 Pared Tipo II



Elaboración: Fernando Guerrero

## Número de Bloques

$$N. de Bloques = \frac{\text{Área de Pared}}{\text{Área de bloque mas mortero}}$$

$$N. de Bloques = \frac{0.90\text{m} \times 1.00\text{m}}{(0.40\text{m} + 0.015\text{m}) \times (0.15\text{m} + 0.015\text{m})}$$

$$N. de Bloques = 13.14 \text{ unidades}$$

## Volumen de mortero entre juntas

$$V. Mortero = (0.40\text{m} + 0.015\text{m})(0.15\text{m} + 0.015\text{m}) \times (0.15\text{m}) - (0.40 * 0.15)(0.15\text{m})$$

$$V. Mortero = 0.00127125\text{m}^3$$

### **Volumen de enlucido vertical**

$$V. \text{ Enlucido} = (m) \text{Área}(m^2) \times \text{Número de Caras}$$

$$V. \text{ Enlucido} = (0.02) \times (0.90 \times 1.0) \times 2$$

$$V. \text{ Enlucido} = 0.072 m^3$$

### **Peso de Ventana con marco metálico**

$$P. \text{ Ventana} = (1.00m \times 1.50m \times 0.004 m)(2650 \text{ Kg}/m^3) + (1.00m \times 1.50m \times 46.84 \text{ Kg}/m^2)$$

$$P. \text{ Ventana} = 86.16 \text{ Kg} / m^2$$

### **Peso total de pared Tipo II**

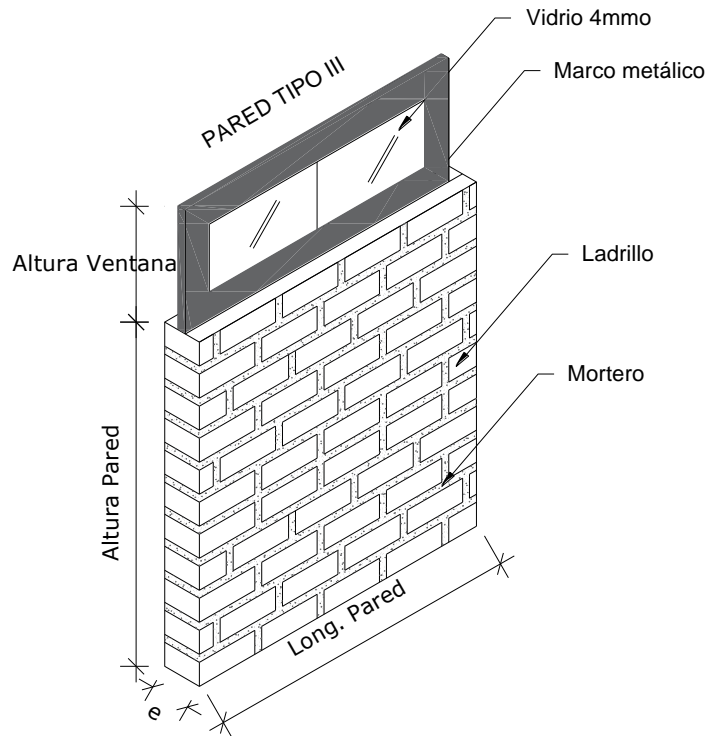
$$P_{Ptipo II} = P_{Específico Mortero} * V_{Enlucido} + P_{Específico Mortero} * V_{Mortero} * N_{Bloques} \\ + N_{Bloques} * P_{Bloques} + P_{Ventana}$$

$$P_{Ptipo II} = 2050.00 \frac{Kg}{m^3} * 0.072 m^3 + 2050.00 \frac{Kg}{m^3} * 0.00127125 m^3 * 13.14 \\ + 13.14 * 15 \text{ Kg} + 86.16 \frac{Kg}{m^2}$$

$$P_{Ptipo II} = 465.10 \frac{Kg}{ml}$$

## Pared Tipo III

Gráfico 34 Pared Tipo III



Elaboración: Fernando Guerrero

### Número de Bloques

$$N. de Bloques = \frac{\text{Área de Pared}}{\text{Área de bloque mas mortero}}$$

$$N. de Bloques = \frac{2.08m \times 1.00m}{(0.40m + 0.015m) \times (0.15m + 0.015m)}$$

$$N. de Bloques = 30.38 \text{ unidades}$$

### Volumen de mortero entre juntas

$$V. Mortero = (0.40m + 0.015m)(0.15m + 0.015m) \times (0.15m) - (0.40 \times 0.15)(0.15m)$$

$$V. Mortero = 0.00127125m^3$$



### **Volumen de enlucido vertical**

$$V. \text{ Enlucido} = (m) \text{Área}(m^2) \times \text{Número de Caras}$$

$$V. \text{ Enlucido} = (0.02) \times (2.08 \times 1.0) \times 2$$

$$V. \text{ Enlucido} = 0.083 m^3$$

### **Peso de Ventana con marco metálico**

$$P. \text{ Ventana} = (1.00m \times 0.60m \times 0.004 m)(2650 \text{ Kg}/m^3) + (1.00m \times 0.60m \times 26.62 \text{ Kg}/m^2)$$

$$P. \text{ Ventana} = 22.33 \text{ Kg} / m^2$$

### **Peso total de pared Tipo III**

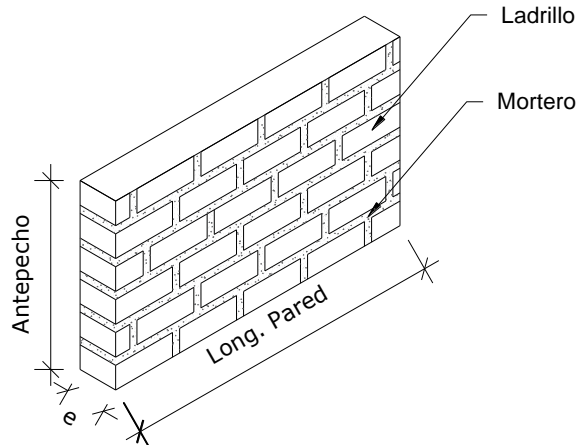
$$P_{P\text{tipo III}} = P_{\text{Específico Mortero}} * V_{\text{Enlucido}} + P_{\text{Específico Mortero}} * V_{\text{Mortero}} * N_{\text{Bloques}} \\ + N_{\text{Bloques}} * P_{\text{Bloques}} + P_{\text{Ventana}}$$

$$P_{P\text{tipo III}} = 2050.00 \frac{\text{Kg}}{m^3} * 0.083 m^3 + 2050.00 \frac{\text{Kg}}{m^3} * 0.00127125 m^3 * 30.38 \\ + 30.38 * 15 \text{ Kg} + 22.33 \frac{\text{Kg}}{m^2}$$

$$P_{P\text{tipo III}} = 727.25 \frac{\text{Kg}}{ml}$$

## Pared Tipo IV

Gráfico 35 Pared Tipo IV



Elaboración: Fernando Guerrero

## Número de Bloques

$$N. de Bloques = \frac{\text{Área de Pared}}{\text{Área de bloque mas mortero}}$$

$$N. de Bloques = \frac{1.20m \times 1.00m}{((0.40m + 0.015m \times 0.15m + 0.015m))}$$

$$N. de Bloques = 17.52 \text{ unidades}$$

## Volumen de mortero entre juntas

$$V. Mortero = (0.40m + 0.015m)(0.15m + 0.015m) \times (0.15m) - (0.40 \times 0.15)(0.15m)$$

$$V. Mortero = 0.00127125m^3$$

## Volumen de enlucido vertical

$$V. Enlucido = (m) \text{Área}(m^2) \times \text{Número de Caras}$$

$$V. Enlucido = (0.02) \times (1.20 \times 1.0) \times 2$$

$$V. \text{ Enlucido} = 0.048m^3$$

### Peso total de pared Tipo IV

$$P_{P\text{tipo IV}} = P_{\text{Específico Mortero}} * V_{\text{Enlucido}} + P_{\text{Específico Mortero}} * V_{\text{Mortero}} * N_{\text{Bloques}} \\ + N_{\text{Bloques}} * P_{\text{Bloques}}$$

$$P_{P\text{tipo IV}} = 2050.00 \frac{Kg}{m^3} * 0.048m^3 + 2050.00 \frac{Kg}{m^3} * 0.00127125m^3 * 17.52 \\ + 17.52 * 15 Kg$$

$$P_{P\text{tipo IV}} = 406.86 \frac{Kg}{ml}$$

En el siguiente cuadro resumen se puede visualizar las longitudes de mamposterías y su peso propio por metro lineal, para luego proceder al cálculo de peso propio de mampostería por cada metro cuadrado de las losas nivel N+2.82, N+5.75 y N+8.68.

**Tabla 18** Resumen Peso Propio de Paredes

<b>RESUMEN DE PESO PROPIO DE PAREDES</b>						
<b>Detalle</b>	<b>Tipo</b>	<b>Altura de mampostería (m)</b>	<b>Altura de ventana (m)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Peso (kg/ml)</b>	<b>Total</b>
Aulas	Tipo I	2.68	0.00	125.59	908.86	114143.73
Aulas	Tipo II	0.90	1.50	65.55	465.10	30487.31
Pasillos	Tipo III	2.08	0.60	34.91	727.25	25388.30
Antepecho	Tipo IV	1.20	0.00	63.40	406.86	25794.92
Total						<b>221202.56</b>
Total/m2						<b>253.59</b>

**Elaboración:** Fernando Guerrero

### 3.5.4. Cargas vivas

La ocupación de la estructura es aulas de establecimientos educativos y según lo propuesto por la Norma Ecuatoriana de la Construcción podemos establecer una ocupación para establecimientos educativos, en la tabla 19 se describe los siguientes valores.

**Tabla 19** Sobrecarga mínimas uniformemente distribuidas según NEC 2015

<b>Ocupación o Uso UNIDADES EDUCATIVAS</b>	<b>Carga uniforme (kN/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga uniforme (kgf/m<sup>2</sup>)</b>
Aulas	2.00	203.94
Corredores segundo piso y superior	4.00	407.88
Corredores primer piso	4.80	489.46

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

### 3.5.5. Cargas Sísmicas

#### Tipo de Suelo

Para establecer el tipo de suelo donde se construyó la sub-estructura (Cimentación) se procedió a analizar el tipo de suelo en proyectos construidos a su alrededor, de los cuales se desprende que el tipo de suelo de la zona corresponde a un suelo tipo D, según la caracterización de la Norma Ecuatoriana de la Construcción.

**Tabla 20** Tipo de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$S_u \geq 100$ Kpa $N \geq 50.0$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$
		$w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Factor de zona Z de acuerdo a la localización del proyecto.**

**Tabla 21** Coeficiente Z para la parroquia Atocha – Ficoa

Provincia	Cantón	Parroquia	Z
Tungurahua	Ambato	Ficoa-Atocha	0.40

**Fuente:** Fernando Guerrero

La estructura al ser de hormigón armada sin muros estructurales con pórticos en sus dos direcciones podemos adoptar los valores de Coeficiente de suelo ( $C_t$ ) y valor de Impedancia del semi espacio ( $\alpha$ ), los siguientes:

**Tabla 22** Valor de  $C_t$  y  $\alpha$

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

Los valores de los coeficientes relacionados con las características del suelo  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$  para suelos tipo “D” en relación al factor  $Z$  de 0.40 son los detallados a continuación.

**Tabla 23** Valor de  $F_a$  para suelo tipo D y  $Z$  0.40

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor $Z$					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Tabla 24** Valor de Fd para suelo tipo D y Z 0.40

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Tabla 25** Valor de Fs para suelo tipo D y Z 0.40

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.18	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Tabla 26** Fa, Fd y Fs para suelo tipo D en relación al factor Z de 0.40

Fa	Fd	Fs
1.20	1.19	1.28

**Fuente:** Fernando Guerrero

Período fundamental de la estructura.

$$T = c_t \cdot h_n^\alpha$$
$$T = 0.055(8.68m)^{0.90}$$
$$T = 0.385 \text{ seg.}$$

Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico

$$T_C = 0.55 F * \frac{F_d}{F_a}$$
$$T_C = 0.55 \cdot 1.28 * \frac{1.19}{1.20}$$
$$T_C = 0.698 \text{ seg}$$

Período inicial de vibración en el espectro sísmico elástico

$$T_S = 0.10 F * \frac{F_d}{F_a}$$
$$T_S = 0.10 \cdot 1.28 * \frac{1.19}{1.20}$$
$$T_S = 0.127 \text{ seg}$$

Razón entre la aceleración espectral  $S_a$  ( $T = 0.1$  s) y el PGA para el período de retorno seleccionado

$$\eta = 2.48 : \text{Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos}$$

Espectro sísmico elástico de aceleraciones

$$S_a = \eta \cdot Z \cdot F_a \quad \text{Para } T : 0 \leq 0.385 < 0.698$$
$$S_a = 2.48 \times 0.40 \times 1.20$$
$$S_a = 1.190$$



Categoría Del Edificio E Importancia De La Estructura (I)

**Tabla 27** Tipo de uso, destino e Importancia de la estructura.

<b>Categoría</b>	<b>Tipo De Uso, Destino E Importancia</b>	<b>Coefficiente (I)</b>
Edificaciones Esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de Ocupación Especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras Estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015



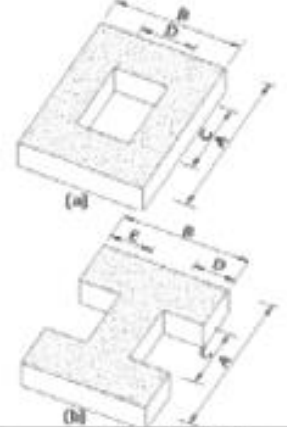
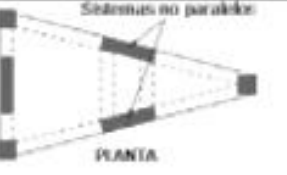
Factor de reducción de resistencia sísmica (R)

**Tabla 28** Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

<b>Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	<b>R</b>
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

Tabla 29 Coeficientes de irregularidad en planta

<p><b>Tipo 1 - Irregularidad torsional</b>  <math>\phi_{tr}=0.9</math>  <math>\Delta &gt; 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}</math></p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>	
<p><b>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas</b> <math>\phi_{tr}=0.9</math>  <math>A &gt; 0.15B</math> y <math>C &gt; 0.15D</math></p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>	
<p><b>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso</b>  <math>\phi_{tr}=0.9</math>  a) <math>CxD &gt; 0.5AxB</math>  b) <math>[Cx D + CxE] &gt; 0.5Ax B</math></p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p>	
<p><b>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos</b>  <math>\phi_{tr}=0.9</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

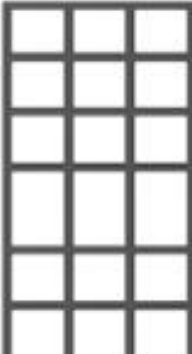

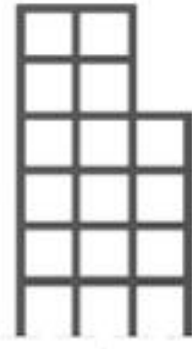
Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

Irregularidades y coeficientes de configuración estructural en planta ( $\phi_p$ )

El valor de  $\phi_p$  escogido para nuestro proyecto será de 0.90

Irregularidades y coeficientes de configuración estructural en elevación ( $\phi_e$ )

**Tabla 30** Coeficientes de irregularidad en elevación

<p><b>Tipo 1 - Piso flexible</b>  <math>\phi_e=0.9</math>                      Rigidez <math>K_c &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_o</math>  <math>Rigidez &lt; 0.80 \frac{(K_o + K_c + K_f)}{3}</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>	
<p><b>Tipo 2 - Distribución de masa</b>  <math>\phi_e=0.9</math>  <math>m_D &gt; 1.50 m_E</math> ó  <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>	
<p><b>Tipo 3 - Irregularidad geométrica</b>  <math>\phi_e=0.9</math>  <math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>	
<p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>	

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

La estructura consta de tres plantas incluido la planta baja, la altura del primer nivel es de 2.82m, y los dos siguientes entrepisos tienen una altura de 2.93m, por lo que se consideró una irregularidad en elevación y por este motivo se elige el valor de  $\phi_e$  de 0.90

$\phi_e=0.90$

Cálculo del Cortante Basal (**V**)

$$V = \frac{I * S (T_a)}{R * \phi_P * \phi_E} * W_{Edificio}$$

$$V = \frac{1.30 * 1.19}{8 * 0.90 * 0.90} * W_{Edificio}$$

$$V = 0.239 * W_{Edificio}$$

### 3.5.6. Espectro de Respuesta Sísmica

El espectro de diseño puede representarse mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio de emplazamiento de la estructura, Es un espectro de tipo elástico utilizado con fines de diseño para representar los efectos dinámicos del sismo de diseño. Dicho espectro, que obedece a una fracción de amortiguamiento respecto al crítico de 5%, se obtiene mediante las siguientes ecuaciones, válidas para períodos de vibración estructural T pertenecientes a 2 rangos:

$$Sa = \eta \cdot Z \cdot Fa \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c$$

$$Sa = \eta \cdot Z \cdot Fa \left( \frac{T_c}{T} \right)^r \quad \text{para } T > T_c$$

Período fundamental de la estructura.

$$T = c_t \cdot h_n^\alpha$$

$$T = 0.055(8.68m)^{0.90}$$

$$T = 0.385 \text{ seg.}$$

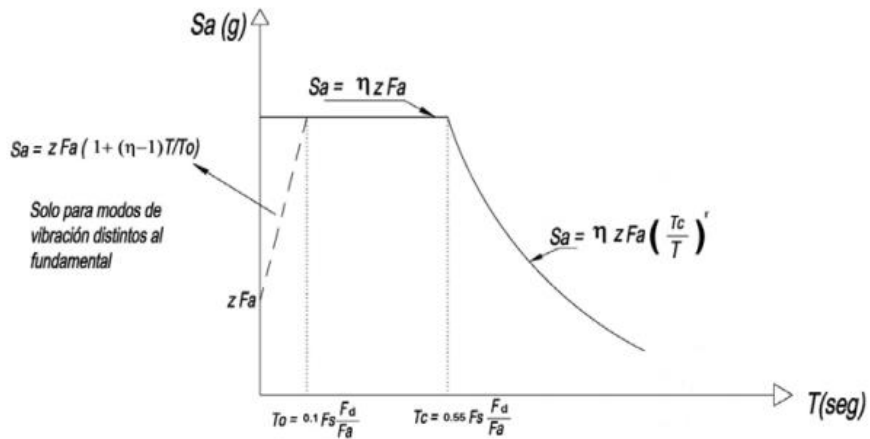
Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico

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

$$T_c = 0.55 \cdot 1.28 * \frac{1.19}{1.20}$$

$$T_c = 0.698 \text{ seg}$$

**Gráfico 36** Espectro de respuesta elástico de aceleraciones  $S_a$



**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción

**Tabla 31** Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño

<b>CÁLCULO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICA</b>			
<b>Elástico para 475 años</b>		<b>Espectro de Diseño</b>	
T(seg)	$S_a$ (g)	T(seg)	C(g)
0.000	1.1904	0.000	0.239
0.050	1.1904	0.050	0.239
0.100	1.1904	0.100	0.239
0.150	1.1904	0.150	0.239
0.200	1.1904	0.200	0.239
0.250	1.1904	0.250	0.239
0.300	1.1904	0.300	0.239
0.350	1.1904	0.350	0.239
0.400	1.1904	0.400	0.239
0.450	1.1904	0.450	0.239
0.500	1.1904	0.500	0.239
0.550	1.1904	0.550	0.239
0.600	1.1904	0.600	0.239
0.650	1.1904	0.650	0.239
0.700	1.1872	0.700	0.238
0.750	1.1081	0.750	0.222
0.800	1.0388	0.800	0.208
0.850	0.9777	0.850	0.196
0.900	0.9234	0.900	0.185
0.950	0.8748	0.950	0.175

**Fuente:** Fernando Guerrero

**Tabla 32** Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño  
(continuación)

<b>CÁLCULO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICA</b>			
<b>Elástico para 475 años</b>		<b>Espectro de Diseño</b>	
T(seg)	Sa(g)	T(seg)	C(g)
1.000	0.8311	1.000	0.167
1.050	0.7915	1.050	0.159
1.100	0.7555	1.100	0.152
1.150	0.7227	1.150	0.145
1.200	0.6925	1.200	0.139
1.250	0.6648	1.250	0.133
1.300	0.6393	1.300	0.128
1.350	0.6156	1.350	0.123
1.400	0.5936	1.400	0.119
1.450	0.5731	1.450	0.115
1.500	0.5540	1.500	0.111
1.550	0.5362	1.550	0.108
1.600	0.5194	1.600	0.104
1.650	0.5037	1.650	0.101
1.700	0.4889	1.700	0.098
1.750	0.4749	1.750	0.095
1.800	0.4617	1.800	0.093
1.850	0.4492	1.850	0.09
1.900	0.4374	1.900	0.088
1.950	0.4262	1.950	0.085
2.000	0.4155	2.000	0.083
2.050	0.4054	2.050	0.081
2.100	0.3957	2.100	0.079
2.150	0.3865	2.150	0.078
2.200	0.3778	2.200	0.076
2.250	0.3694	2.250	0.074
2.300	0.3613	2.300	0.072
2.350	0.3536	2.350	0.071
2.400	0.3463	2.400	0.069
2.450	0.3392	2.450	0.068
2.500	0.3324	2.500	0.067
2.550	0.3259	2.550	0.065
2.600	0.3196	2.600	0.064
2.650	0.3136	2.650	0.063
2.700	0.3078	2.700	0.062
2.750	0.3022	2.750	0.061

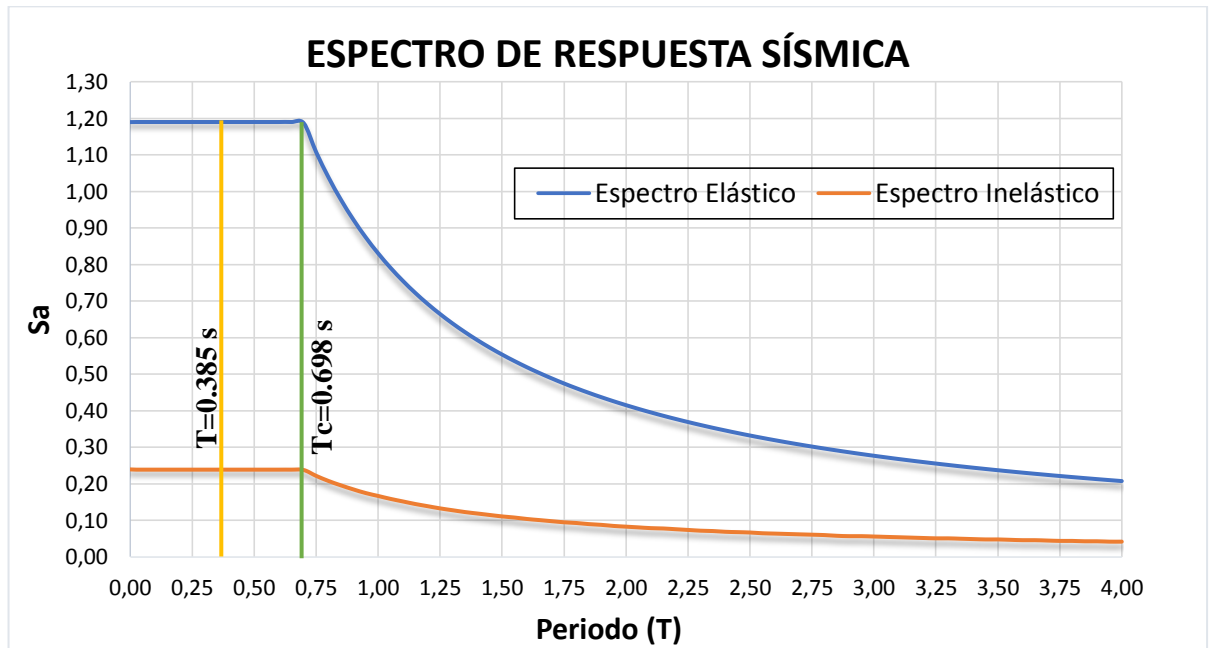
**Fuente:** Fernando Guerrero

**Tabla 33** Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño (continuación)

<b>CÁLCULO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICA</b>			
<b>Elástico para 475 años</b>		<b>Espectro de Diseño</b>	
T(seg)	Sa(g)	T(seg)	C(g)
2.800	0.2968	2.800	0.06
2.850	0.2916	2.850	0.058
2.900	0.2866	2.900	0.057
2.950	0.2817	2.950	0.057
3.000	0.2770	3.000	0.056
3.050	0.2725	3.050	0.055
3.100	0.2681	3.100	0.054
3.150	0.2638	3.150	0.053
3.200	0.2597	3.200	0.052
3.250	0.2557	3.250	0.051
3.300	0.2518	3.300	0.051
3.350	0.2481	3.350	0.05
3.400	0.2444	3.400	0.049
3.450	0.2409	3.450	0.048
3.500	0.2374	3.500	0.048
3.550	0.2341	3.550	0.047
3.600	0.2308	3.600	0.046
3.650	0.2277	3.650	0.046
3.700	0.2246	3.700	0.045
3.750	0.2216	3.750	0.044
3.800	0.2187	3.800	0.044
3.850	0.2159	3.850	0.043
3.900	0.2131	3.900	0.043
3.950	0.2104	3.950	0.042
4.000	0.2078	4.000	0.042

**Fuente:** Fernando Guerrero

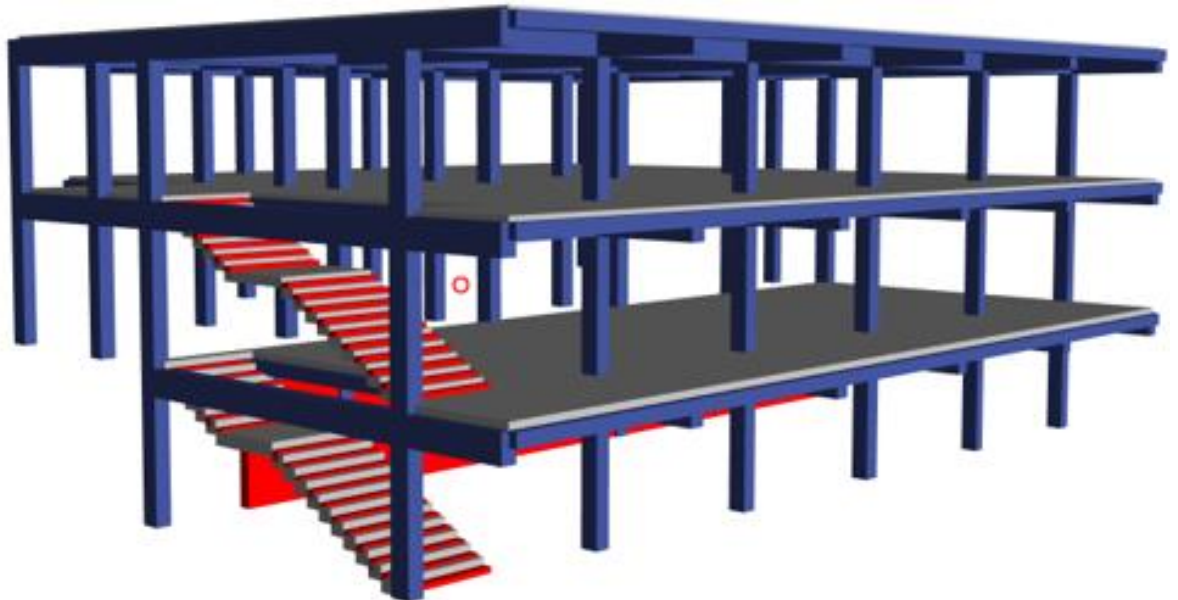
Gráfico 37 Espectro de respuesta elástico para 475 años y espectro de diseño



Elaboración: Fernando Guerrero

### 3.5.7. Esquematización 3D de la edificación en estudio

Gráfico 38 Vista 3D Estructura Actual



Fuente: ETABS 2018



### 3.5.8. Definición de secciones

En el programa de cálculo y diseño estructural se procedió a definir las propiedades de los materiales para posterior ingresar las secciones de todos los elementos estructurales; es decir, tanto para columnas rectangulares como para vigas rectangulares, las cuales se encuentran detalladas en las Tabla 15 y Tabla 16.

### 3.5.9. Columnas y Vigas

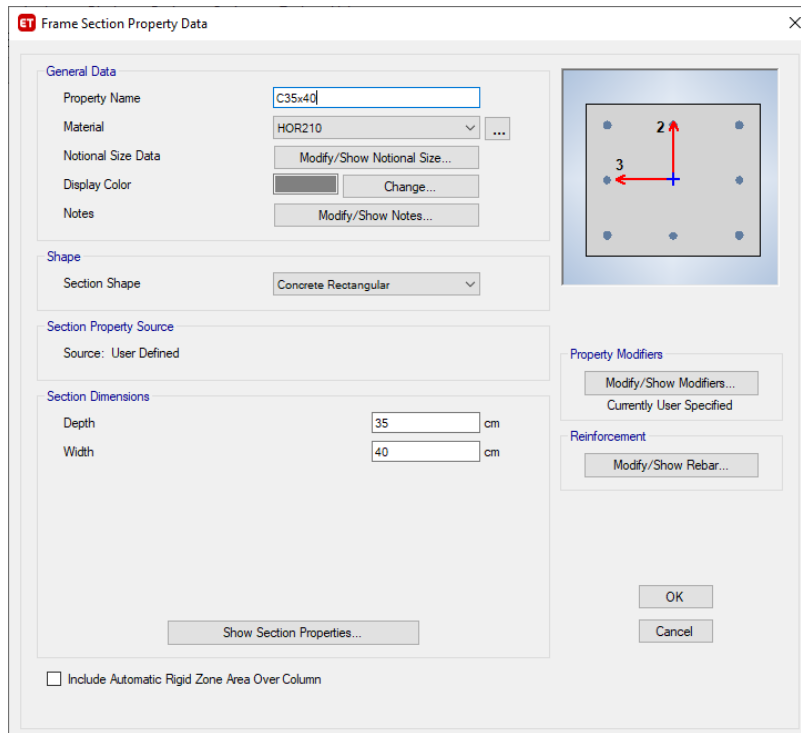
Para el caso de estructuras de hormigón armado, en el cálculo de la rigidez y de las derivas máximas se deberán utilizar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales, por lo que debemos adoptar valores de Inercias Agrietadas de acuerdo a la tabla 10-5 del código ASCE-41-13.

**Gráfico 39** Inercias agrietadas para elementos estructurales

Table 10-5. Effective Stiffness Values			
Component	Flexural Rigidity	Shear Rigidity	Axial Rigidity
Beams—nonprestressed <sup>a</sup>	$0.3E_c I_g$	$0.4E_c A_w$	—
Beams—prestressed <sup>a</sup>	$E_c I_g$	$0.4E_c A_w$	—
Columns with compression caused by design gravity loads $\geq 0.5A_g f'_c$	$0.7E_c I_g$	$0.4E_c A_w$	$E_c A_g$
Columns with compression caused by design gravity loads $\leq 0.1A_g f'_c$ or with tension	$0.3E_c I_g$	$0.4E_c A_w$	$E_c A_g$ (compression) $E_c A_g$ (tension)
Beam-column joints	Refer to Section 10.4.2.2.1	—	$E_c A_g$
Flat slabs—nonprestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_c A_g$	—
Flat slabs—prestressed	Refer to Section 10.4.4.2	$0.4E_c A_g$	—
Walls-cracked <sup>b</sup>	$0.5E_c A_g$	$0.4E_c A_w$	$E_c A_g$ (compression) $E_c A_g$ (tension)

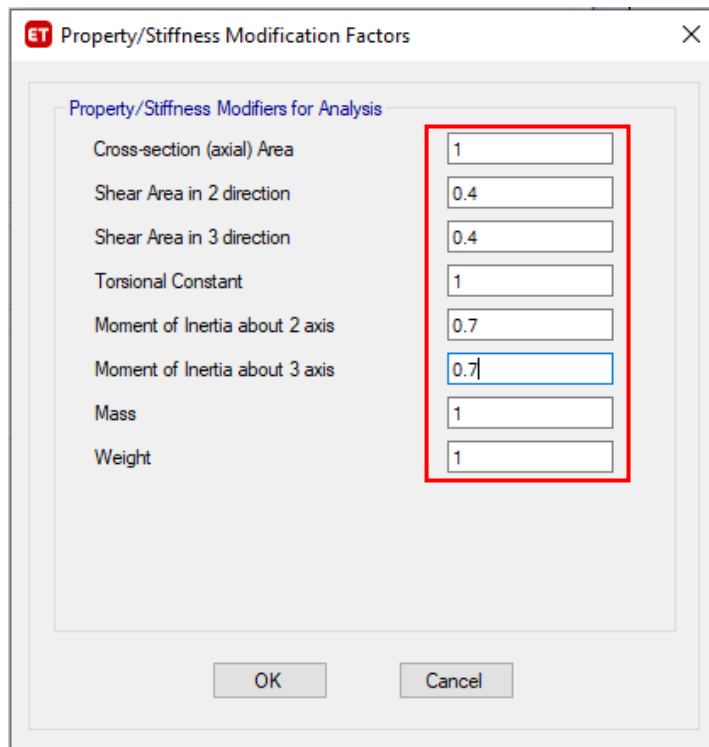
**Fuente:** ASCE-41-13

Gráfico 40 Definición de Columna T1



Fuente: ETABS 2018

Gráfico 41 Asignación De Inercias Agrietadas ETABS 2018



Fuente: ETABS 2018

### 3.6. ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA SIN REFORZAMIENTO

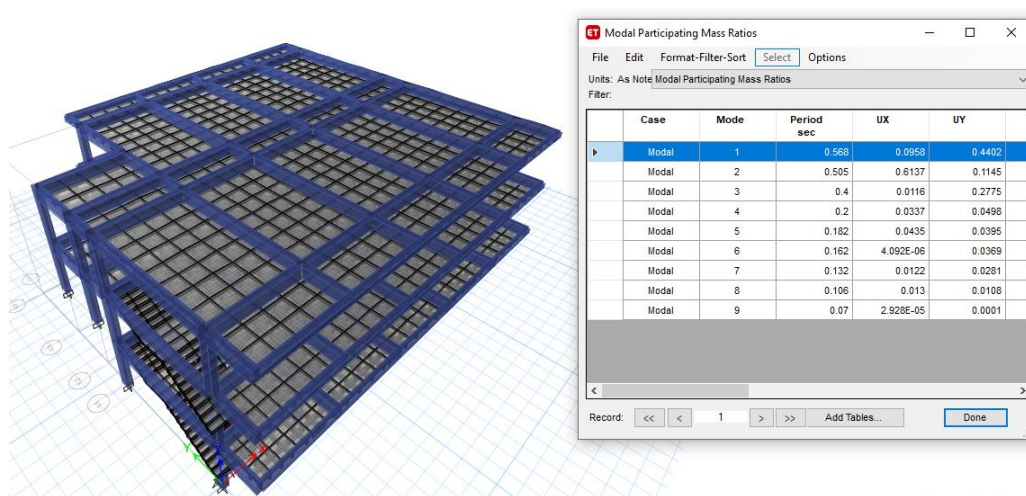
#### 3.6.1. Modos de vibración fundamental de la estructura

Los modos de vibración de la estructura están relacionados a las características, distribución de los elementos estructurales y cargas solicitantes, dichos modos de vibración nos muestran cómo se comporta la estructura durante una actividad sísmica.

De acuerdo a los cálculos realizados por medio de las ecuaciones establecidas en la NEC- 2015 el período fundamental de la estructura es de  $T=0.385$  seg., teniendo en consideración que el peso total de mi edificación es de 891.85 Ton.

Mediante el programa ETABS 2018 podemos observar que el período de la estructura es de  $T=0.568$  seg.

**Gráfico 42** Verificación del periodo fundamental de la estructura



Fuente: ETABS 2018

#### 3.6.2. Cálculo de Coeficiente de rigidez de la estructura (k)

El coeficiente  $k$  nos permite la correcta redistribución de las fuerzas verticales producidas por el cortante  $V$ .

**Tabla 34** Coeficiente k relacionado con el período de vibración de la estructura

Valor de T (seg)	k
$\leq 0.50$	1
$0.50 \leq T \leq 2.50$	$0.75 + 0.50T$
$> 2.50$	2

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

$$k = 0.75 + 0.50T$$

$$k = 0.75 + 0.50 (0.568)$$

$$k = 1.034$$

### 3.6.3. Verificación de efectos de torsión en planta

La verificación de los efectos de torsión en planta se lo chequea en los dos primeros modos de vibración, ya que son en los cuales la participación de las masas de la estructura es mayor.

$$Torsión = \frac{R_z}{U_x \text{ o } U_y} 100\%$$

$$Torsión = \frac{0.2788}{0.4402} 100\%$$

$$Torsión = 63.33\%$$

**Tabla 35** Chequeo de Torsión en planta

<b>Torsión en Planta</b>						
<b>Modo</b>	<b>Período (seg)</b>	<b>UX (%)</b>	<b>UY (%)</b>	<b>Rz (%)</b>		
1	0.568	0.0958	0.4402	0.2788	63.33%	<b>No</b>
2	0.505	0.6137	0.1145	0.020	3.26%	<b>Ok</b>

**Elaboración:** Fernando Guerrero

El primer modo de vibración supera el 30% de la participación rotacional permitida, lo que quiere decir que la estructura no se comporta de manera traslacional en los sentidos X e Y, dando como conclusión que la estructura sufre torsión en planta dentro de los dos primeros modos de vibración.

#### 3.6.4. Porcentaje de Participación Modal

**Tabla 36** Porcentaje de participación Modal

<b>TABLE: Modal Participating Mass Ratios</b>						
<b>Case</b>	<b>Mode</b>	<b>Period</b>	<b>UX</b>	<b>UY</b>	<b>SumUX</b>	<b>SumUY</b>
Modal	1	0.568	0.0958	0.4402	0.0958	0.4402
Modal	2	0.505	0.6137	0.1145	0.7095	0.5547
Modal	3	0.4	0.0116	0.2775	0.7211	0.8322
Modal	4	0.2	0.0337	0.0498	0.7548	0.8821
Modal	5	0.182	0.0435	0.0395	0.7983	0.9215
Modal	6	0.162	0.000004092	0.0369	0.7983	0.9585
Modal	7	0.132	0.0122	0.0281	0.8105	0.9865
Modal	8	0.106	0.013	0.0108	0.8235	0.9973
Modal	9	0.07	0.00002928	0.0001	0.8236	0.9974

**Fuente:** ETABS 2018

Para que el resultado sea aceptable la participación de masas (Sum UX) y (Sum UY) debe cumplir por lo menos el 90%, podemos observar que desde el quinto modo de vibración cumple con esta condición (Sum UY), pero (Sum UX) hasta el noveno

modo de vibración no supera el 90% de su participación de masa.

### 3.6.5. Chequeo del Cortante Basal

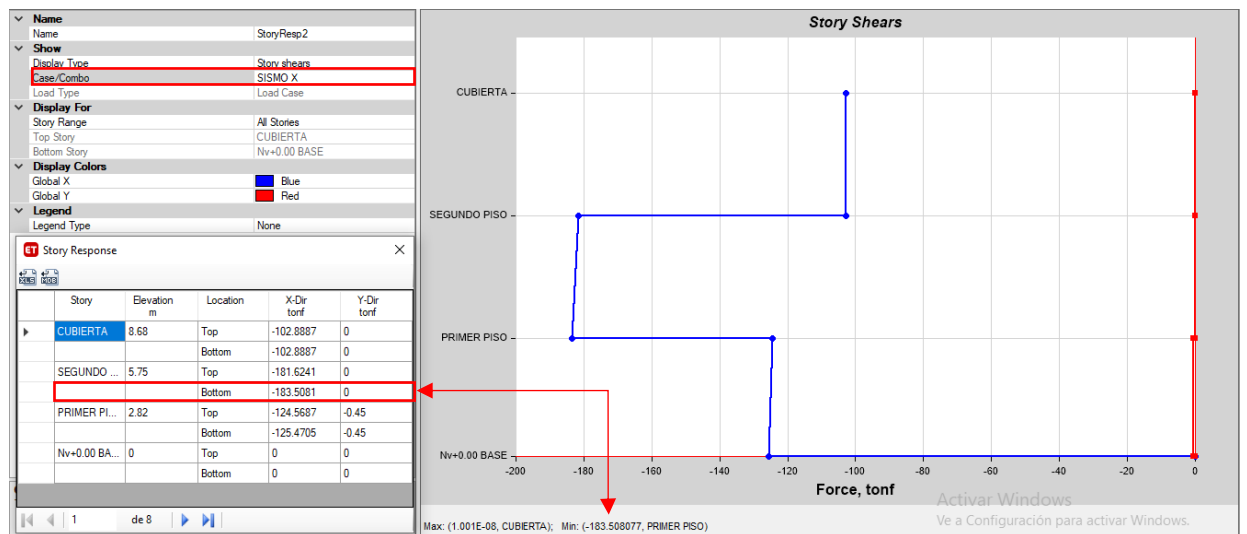
En el capítulo NEC-SE-DS de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 se establece los valores para el ajuste del cortante basal de los resultados obtenidos por el análisis dinámico.

**Tabla 37** Parámetros de Ajuste Corte Basal

<b>AJUSTE DEL CORTE BASAL DINÁMICO</b>
Cortante Dinámico $\geq$ 80% Cortante Estático (estructuras Regulares)
Cortante Dinámico $\geq$ 85% Cortante Estático (estructuras Irregulares)

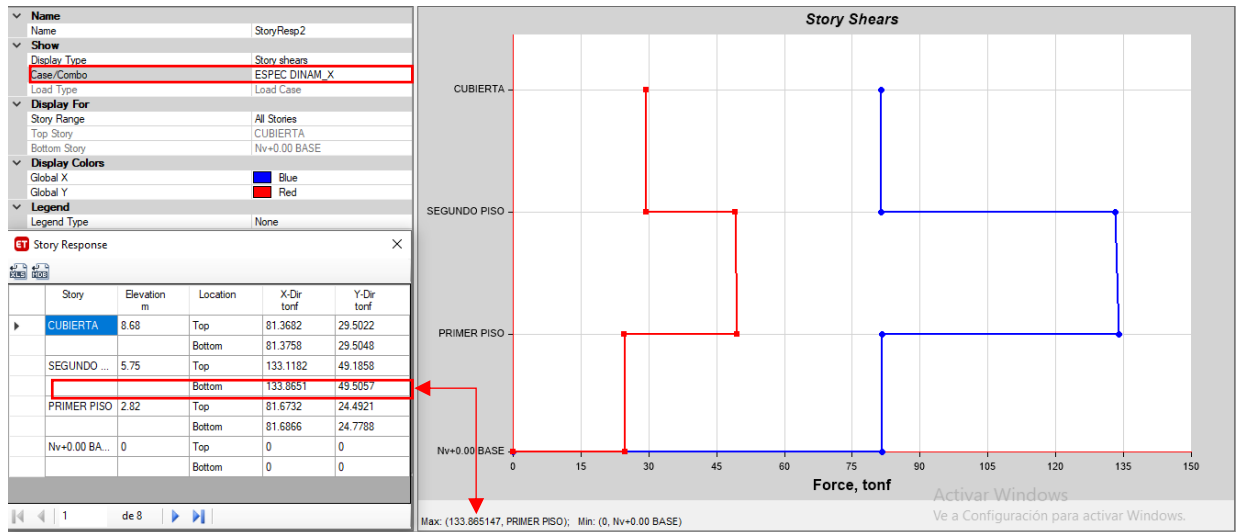
**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

**Gráfico 43** Cortante Basal Estático (Sentido X)



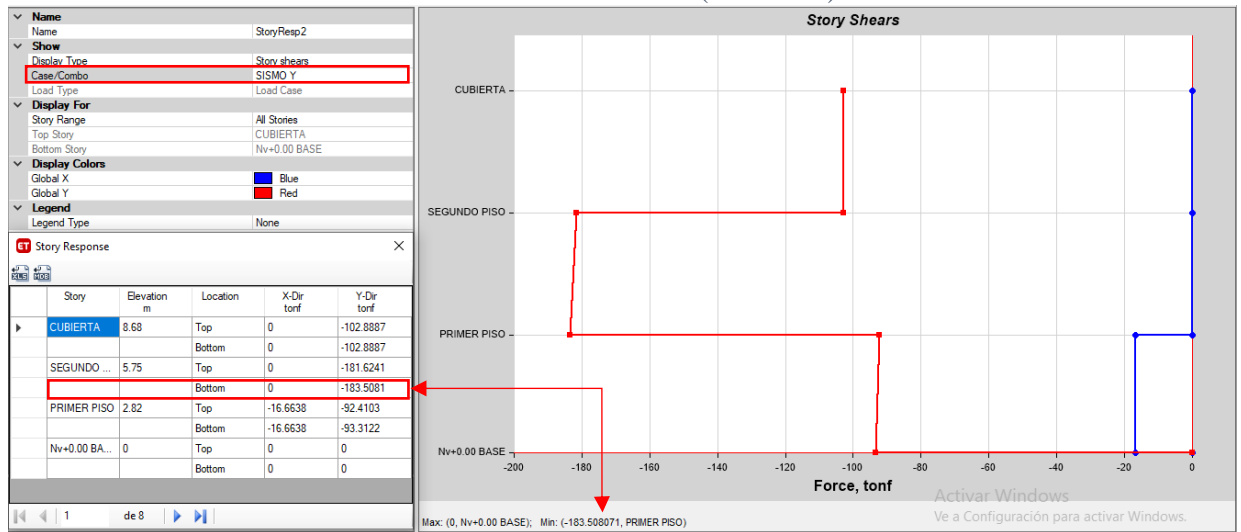
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 44** Cortante Basal Dinámico (Sentido X)



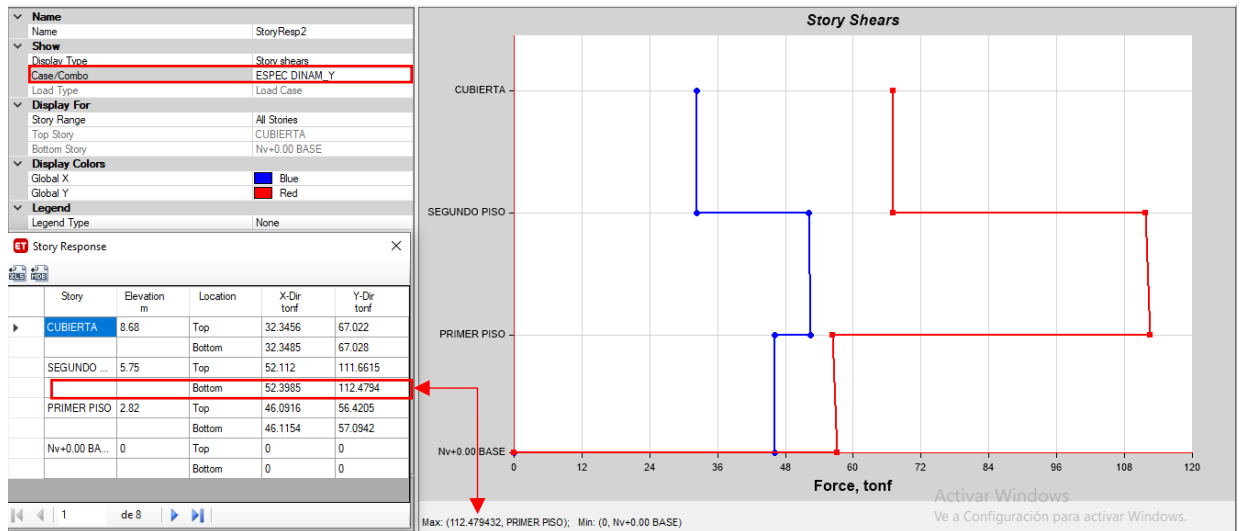
Fuente: ETABS 2018

**Gráfico 45** Cortante Basal Estático (Sentido Y)



Fuente: ETABS 2018

**Gráfico 46** Cortante Basal Dinámico (Sentido Y)



**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 47** Ajuste de Cortante Basal

AJUSTE DEL CORTE BASAL			
<b>DINÁMICO (Tn)</b>		<b>ESTÁTICO (Tn)</b>	<b>85%</b>
VD <sub>x</sub> =133.87	72.95%	VE <sub>x</sub> =183.51	<b>No</b>
VD <sub>y</sub> =112.48	61.29%	VE <sub>y</sub> =183.51	<b>No</b>

**Fuente:** Fernando Guerrero

Como se puede visualizar en el cuadro anterior, el cortante basal dinámico en ambos sentidos, no supera el 85% mínimo del cortante basal estático. Por lo que es necesario realizar una corrección en el coeficiente de la aceleración de la gravedad para que cumpla esta condición.

$$\text{Factor de Corrección(X)} = (0.85 \cdot VE_x) / VD_x = (0.85 \cdot 183.51) / 133.87 = 1.1652$$

$$\text{Factor de Corrección (Y)} = (0.85 \cdot VE_y) / VD_x = (0.85 \cdot 183.51) / 112.48 = 1.3868$$



### 3.6.6. Control de derivas de Piso

La Norma Ecuatoriana de la Construcción establece las derivas máximas inelásticas a través del siguiente cuadro:

**Gráfico 48** Límites de derivas permisibles

<b>Estructuras de:</b>	<b><math>\Delta_M</math> máxima (sin unidad)</b>
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

**Fuente:** Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

$$\Delta_M = 0.75 R (\Delta_E)$$

Dónde:

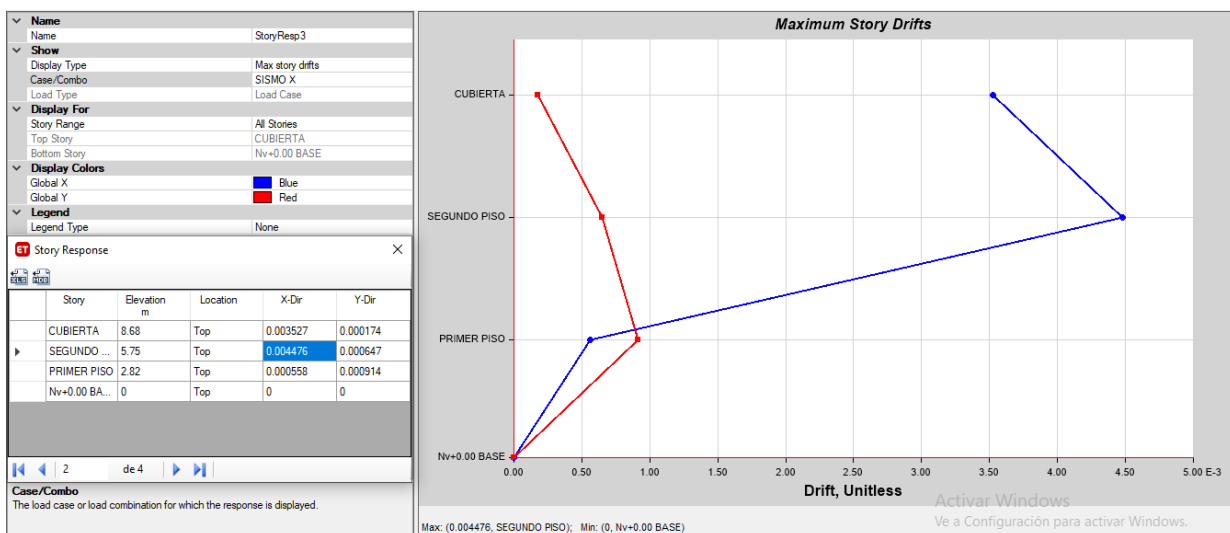
$\Delta_M$  = Deriva máxima inelástica

$\Delta_E$  = Deriva elástica obtenida en el rango elástico

R = Factor de reducción de resistencia.

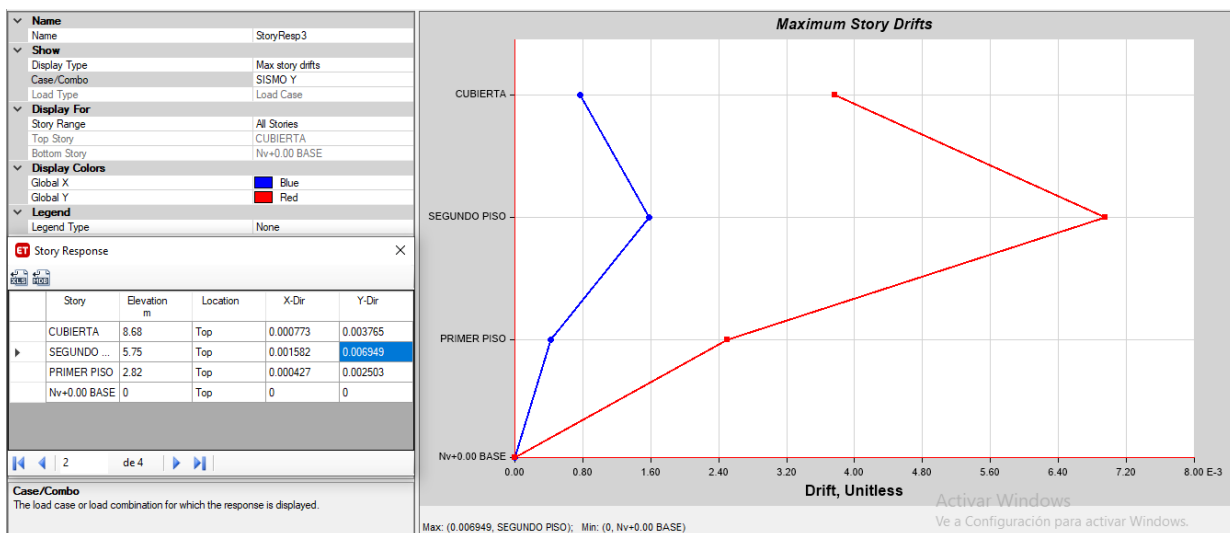
A través del Software ETABS V18.0.1 podemos visualizar los valores de las derivas máximas de piso, cuyo resultado se genera luego de aplicada las fuerzas de lateral del sismo de diseño tanto en el sentido X-X como el sentido Y-Y.

**Gráfico 49** Deriva de piso sentido X-X (ANÁLISIS ESTÁTICO)



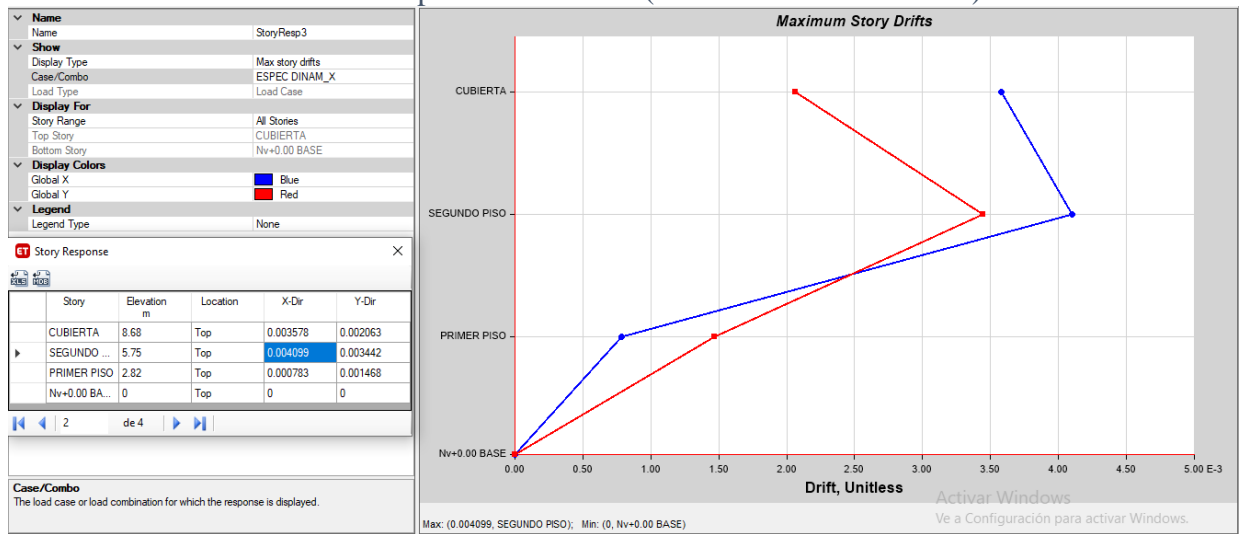
**Fuente: ETABS 2018**

**Gráfico 50** Deriva de piso sentido Y-Y (ANÁLISIS ESTÁTICO)



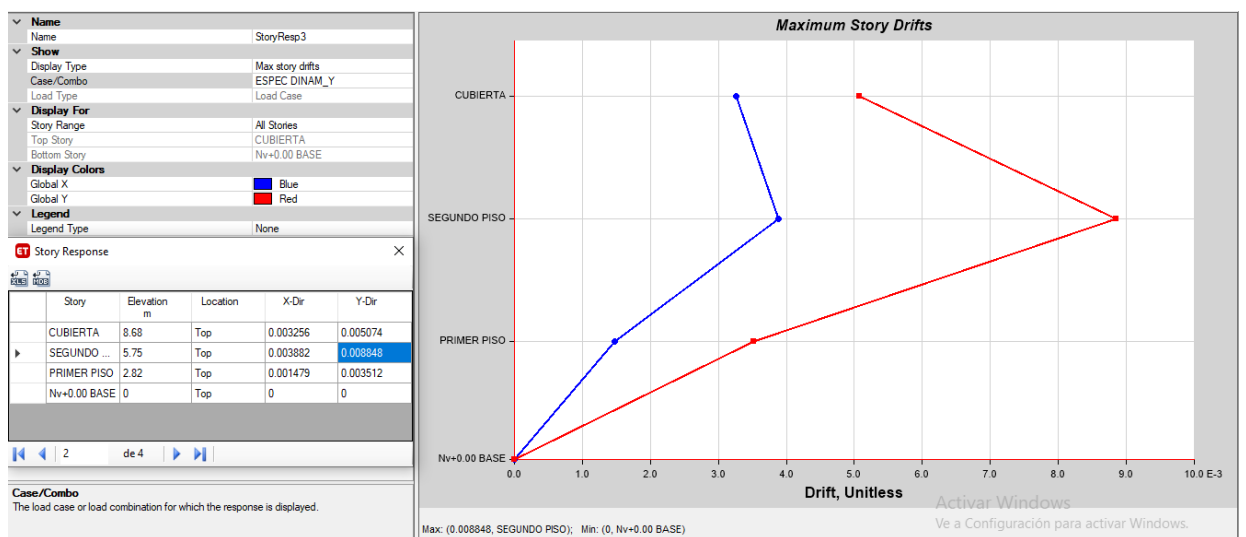
**Fuente: ETABS 2018**

**Gráfico 51** Deriva de piso sentido X-X (ANÁLISIS DINÁMICO)



Fuente: ETABS 2018

**Gráfico 52** Deriva de piso sentido Y-Y (ANÁLISIS DINÁMICO)



Fuente: ETABS 2018

Deriva de piso

$$\Delta_M = 0.75 R (\Delta_E) * 100\%$$

$\Delta_M = 0.75 \times 8 \times (0.004476)$  DERIVA ELÁSTICA SENTIDO X-X (METODO ESTÁTICO)

$\Delta_M = 2.6856\%$   $\therefore$  No cumple con las derivas máximas establecidas por la NEC

**Tabla 38** Cálculo de derivas máximas

<b>DERIVAS DE PISO</b>			
<b>ANÁLISIS ESTÁTICO</b>			
Deriva de piso máxima sentido X	0.004476	2.6856%	NO CUMPLE
Deriva de piso máxima sentido Y	0.006949	4.1694%	NO CUMPLE
<b>ANÁLISIS DINÁMICO</b>			
Deriva de piso máxima sentido X	0.004099	2.4594%	NO CUMPLE
Deriva de piso máxima sentido Y	0.008848	5.3088%	NO CUMPLE

**Fuente:** Fernando Guerrero

Como se puede observar que las derivas de todos los pisos superan el 2% permitido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, llegando en algunas a sobrepasar el 5%, no da un parámetro de que la estructura como está actualmente es una estructura demasiado flexible para soportar solicitaciones sísmicas por lo que, es indispensable realizar un reforzamiento integral para garantizar la seguridad de sus ocupantes.

### **3.6.7. Chequeo de elementos de la estructura**

Una vez finalizado el análisis lineal procedemos realizar el chequeo de diseño de los elementos estructurales actuales con la finalidad de determinar si estos son capaces de resistir las solicitaciones de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015 y al ACI-318-14, utilizando las combinaciones Básicas de Carga.

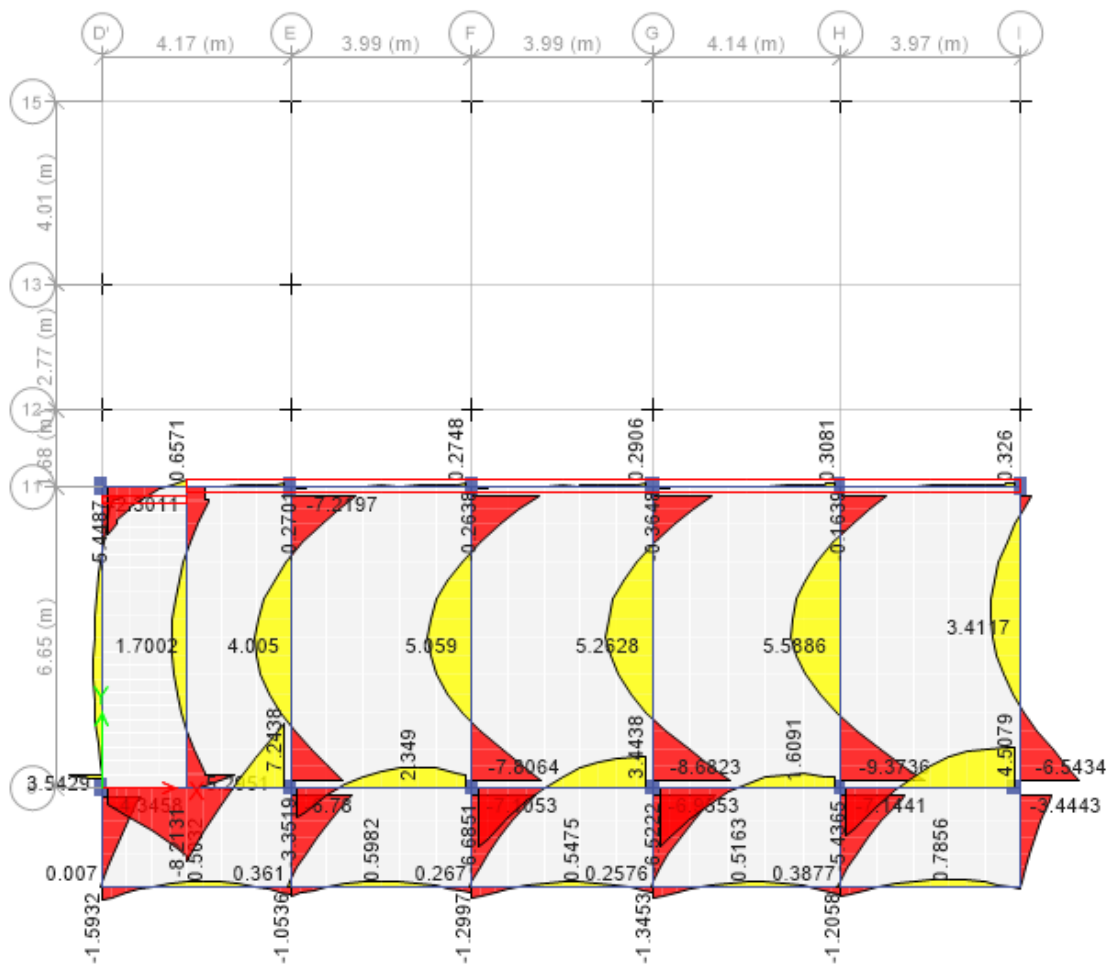
- 1.4D
- 1.2D+1.6L
- 1.2D+1.0E
- 0.9D+1.0E

Donde:

- D) Carga Muerta
- L) Carga Viva
- E) Carga sísmica

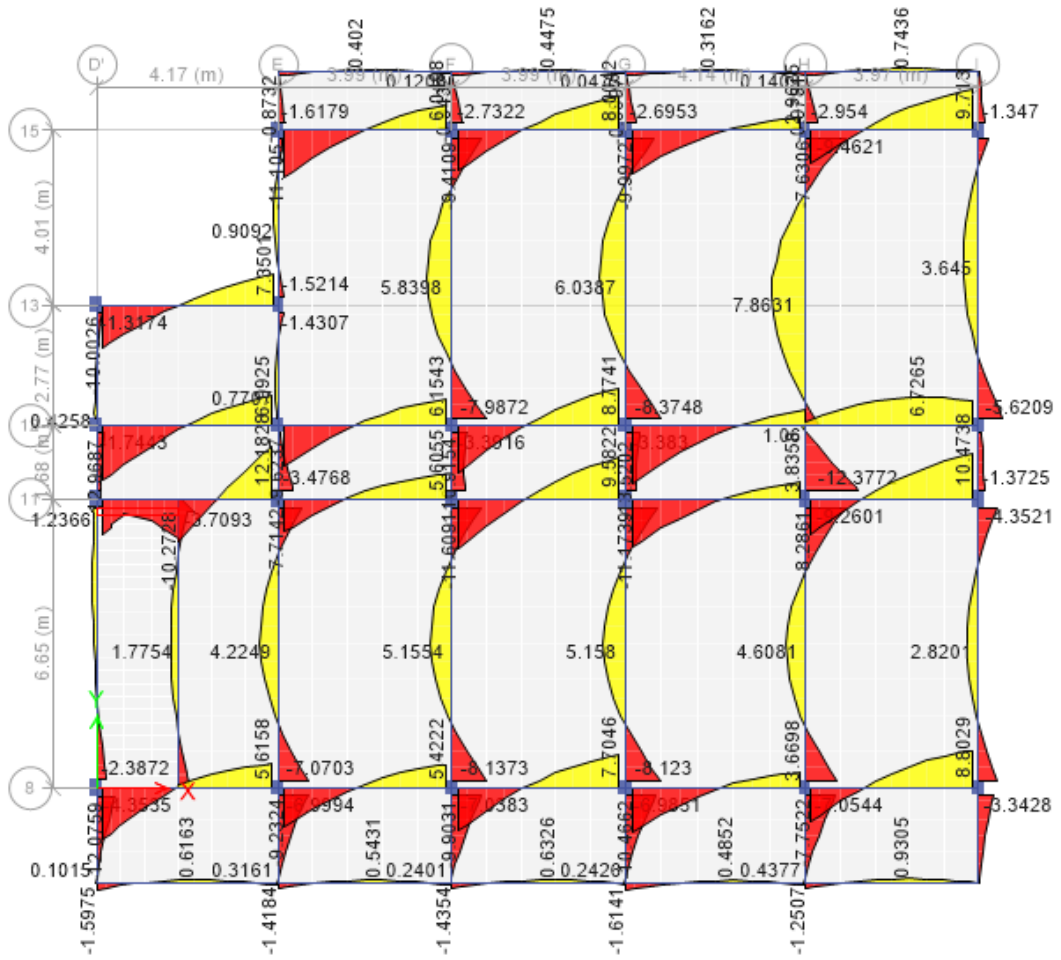
### 3.6.7.1. Diagrama de Momentos

**Gráfico 53** Obtención de Momentos M3 en vigas Nv+2.82



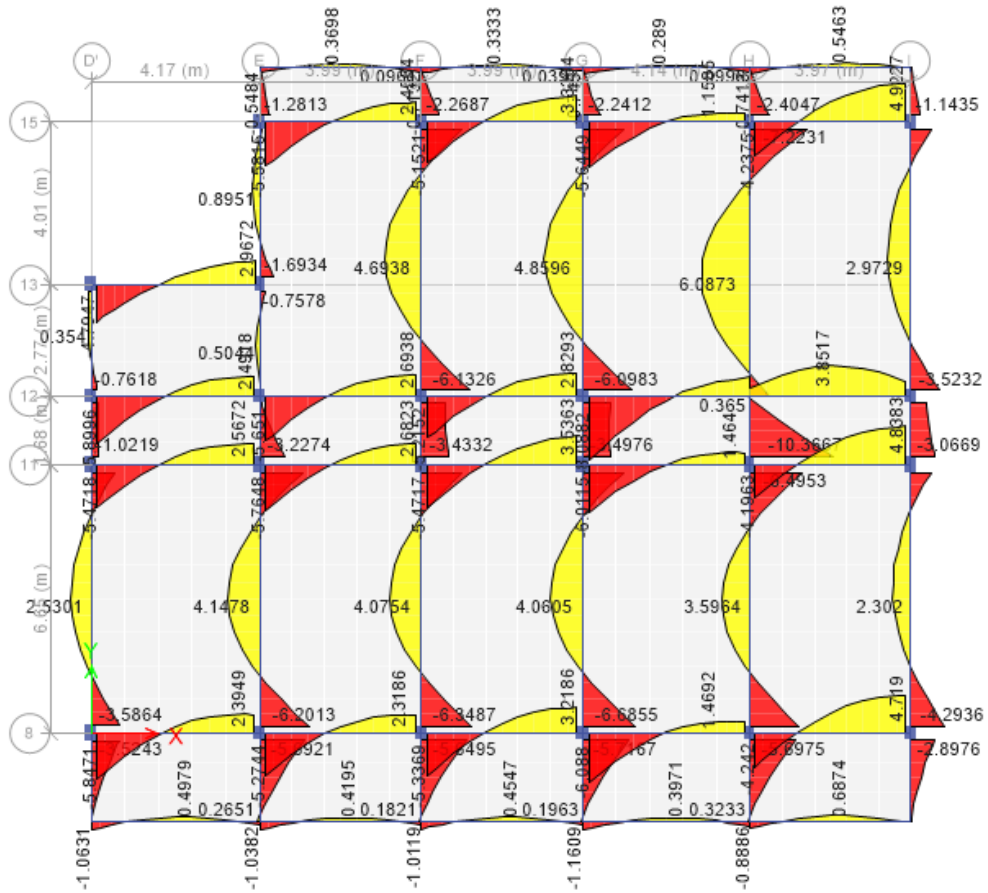
Fuente: ETABS 2018

**Gráfico 54** Obtención de Momentos M3 en vigas Nv+5.75



**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 55** Obtención de Momentos M3 en vigas Nv+8.68



**Fuente:** ETABS 2018

El tipo de falla más común presentada en las vigas es la falla por corte en la cual el esfuerzo excede el máximo permitido en todas las plantas de la estructura, las cuales se presenta a continuación:

## RESUMEN DISEÑO DE VIGA SECCIÓN 30x50



### Beam Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
PRIMER PISO	B16	74	V30x50	COMBO8	645	665	1	Sway Special

### Section Properties

b (cm)	h (cm)	b <sub>f</sub> (cm)	d <sub>s</sub> (cm)	d <sub>ct</sub> (cm)	d <sub>cb</sub> (cm)
30	50	30	0	3	3

### Material Properties

E <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	f <sub>y</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ys</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )
217.492	0.21	1	4.2	4.2

### Design Code Parameters

Φ <sub>T</sub>	Φ <sub>CTied</sub>	Φ <sub>CSpiral</sub>	Φ <sub>Vns</sub>	Φ <sub>Vs</sub>	Φ <sub>Vjoint</sub>
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

### Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M<sub>u3</sub>

	Design -Moment tonf-cm	Design +Moment tonf-cm	-Moment Rebar cm <sup>2</sup>	+Moment Rebar cm <sup>2</sup>	Minimum Rebar cm <sup>2</sup>	Required Rebar cm <sup>2</sup>
Top (+2 Axis)	0		0	0	0	0
Bottom (-2 Axis)		515.7	0	2.98	3.97	3.97

### Shear Force and Reinforcement for Shear, V<sub>u2</sub>

Shear V <sub>u2</sub> tonf	Shear ΦV <sub>c</sub> tonf	Shear ΦV <sub>s</sub> tonf	Shear V <sub>p</sub> tonf	Rebar A <sub>v</sub> /S cm <sup>2</sup> /cm
O/S #45	8.1268	3.3116	5.7915	0.0224

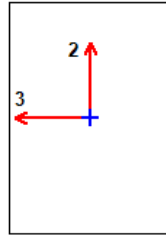
### Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T<sub>u</sub>

Φ*T <sub>u</sub> tonf-cm	T <sub>th</sub> tonf-cm	T <sub>cr</sub> tonf-cm	Area A <sub>o</sub> cm <sup>2</sup>	Perimeter, p <sub>h</sub> cm	Rebar A <sub>t</sub> /s cm <sup>2</sup> /cm	Rebar A <sub>t</sub> cm <sup>2</sup>
263.943	40.526	162.104	737.7	124.44	0.0568	7.07

**El esfuerzo a corte debido a la fuerza de acción y la torsión juntos supera el límite permitido**

## RESUMEN DISEÑO DE VIGA SECCIÓN 35x50





### Beam Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
SEGUNDO PISO	B19	87	V35x50	COMBO12	796	811	1	Sway Special

### Section Properties

b (cm)	h (cm)	b <sub>f</sub> (cm)	d <sub>s</sub> (cm)	d <sub>ct</sub> (cm)	d <sub>cb</sub> (cm)
35	50	35	0	3	3

### Material Properties

E <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	f <sub>y</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ys</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )
217.492	0.21	1	4.2	4.2

### Design Code Parameters

Φ <sub>T</sub>	Φ <sub>CTied</sub>	Φ <sub>CSpiral</sub>	Φ <sub>Vns</sub>	Φ <sub>Vs</sub>	Φ <sub>Vjoint</sub>
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

### Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M<sub>u3</sub>

	Design -Moment tonf-cm	Design +Moment tonf-cm	-Moment Rebar cm <sup>2</sup>	+Moment Rebar cm <sup>2</sup>	Minimum Rebar cm <sup>2</sup>	Required Rebar cm <sup>2</sup>
Top (+2 Axis)	-336.52		1.92	0	2.56	2.56
Bottom (-2 Axis)		168.26	0	0.95	1.27	1.27

### Shear Force and Reinforcement for Shear, V<sub>u2</sub>

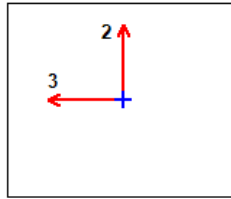
Shear V <sub>u2</sub> tonf	Shear ΦV <sub>c</sub> tonf	Shear ΦV <sub>s</sub> tonf	Shear V <sub>p</sub> tonf	Rebar A <sub>v</sub> /S cm <sup>2</sup> /cm
O/S #45	9.4813	0	4.6187	0

### Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T<sub>u</sub>

Φ*T <sub>u</sub> tonf-cm	T <sub>th</sub> tonf-cm	T <sub>cr</sub> tonf-cm	Area A <sub>o</sub> cm <sup>2</sup>	Perimeter, p <sub>h</sub> cm	Rebar A <sub>t</sub> /s cm <sup>2</sup> /cm	Rebar A <sub>t</sub> cm <sup>2</sup>
466.195	51.916	207.662	912.4	134.44	0.0811	10.9

**El esfuerzo a corte debido a la fuerza de acción y la torsión juntos supera el límite permitido**

## RESUMEN DISEÑO DE VIGA SECCIÓN 35x50



### Beam Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (cm)	LLRF	Type
SEGUNDO PISO	B42	149	VB30x25	COMBO11	665	665	1	Sway Special

### Section Properties

b (cm)	h (cm)	b <sub>f</sub> (cm)	d <sub>s</sub> (cm)	d <sub>ct</sub> (cm)	d <sub>cb</sub> (cm)
30	25	30	0	3	3

### Material Properties

E <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f' <sub>c</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	f <sub>y</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )	f <sub>ys</sub> (tonf/cm <sup>2</sup> )
217.492	0.21	1	4.2	4.2

### Design Code Parameters

Φ <sub>T</sub>	Φ <sub>CTied</sub>	Φ <sub>CSpiral</sub>	Φ <sub>Vns</sub>	Φ <sub>Vs</sub>	Φ <sub>Vjoint</sub>
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85

### Design Moment and Flexural Reinforcement for Moment, M<sub>u3</sub>

	Design -Moment tonf-cm	Design +Moment tonf-cm	-Moment Rebar cm <sup>2</sup>	+Moment Rebar cm <sup>2</sup>	Minimum Rebar cm <sup>2</sup>	Required Rebar cm <sup>2</sup>
Top (+2 Axis)	-205.586		2.59	0	2.21	2.59
Bottom (-2 Axis)		102.793	0	1.26	1.69	1.69

### Shear Force and Reinforcement for Shear, V<sub>u2</sub>

Shear V <sub>u2</sub> tonf	Shear ΦV <sub>c</sub> tonf	Shear ΦV <sub>s</sub> tonf	Shear V <sub>p</sub> tonf	Rebar A <sub>v</sub> /S cm <sup>2</sup> /cm
O/S #45	3.804	0	1.8366	0

### Torsion Force and Torsion Reinforcement for Torsion, T<sub>u</sub>

Φ*T <sub>u</sub> tonf-cm	T <sub>th</sub> tonf-cm	T <sub>cr</sub> tonf-cm	Area A <sub>o</sub> cm <sup>2</sup>	Perimeter, p <sub>h</sub> cm	Rebar A <sub>t</sub> /s cm <sup>2</sup> /cm	Rebar A <sub>t</sub> cm <sup>2</sup>
84.714	14.737	58.947	289.1	74.44	0.0465	3.46

**El esfuerzo a corte debido a la fuerza de acción y la torsión juntos supera el límite permitido**

**Tabla 39** Resumen de fallas a corte en vigas

FALLAS A CORTE EN VIGAS		
SECCIÓN (cm)	ELEMENTOS CON FALLA	TIPO DE FALLA
<b>N+8.68</b>		
35X50	1	El esfuerzo a corte excede el máximo permitido.
<b>N+5.75</b>		
35X50	9	El esfuerzo a corte excede el máximo permitido
30X25	1	El esfuerzo a corte excede el máximo permitido
<b>N+2.82</b>		
35X50	5	El esfuerzo a corte excede el máximo permitido
30X25	1	El esfuerzo a corte excede el máximo permitido

Elaboración: Fernando Guerrero

## ANÁLISIS DE COLUMNAS

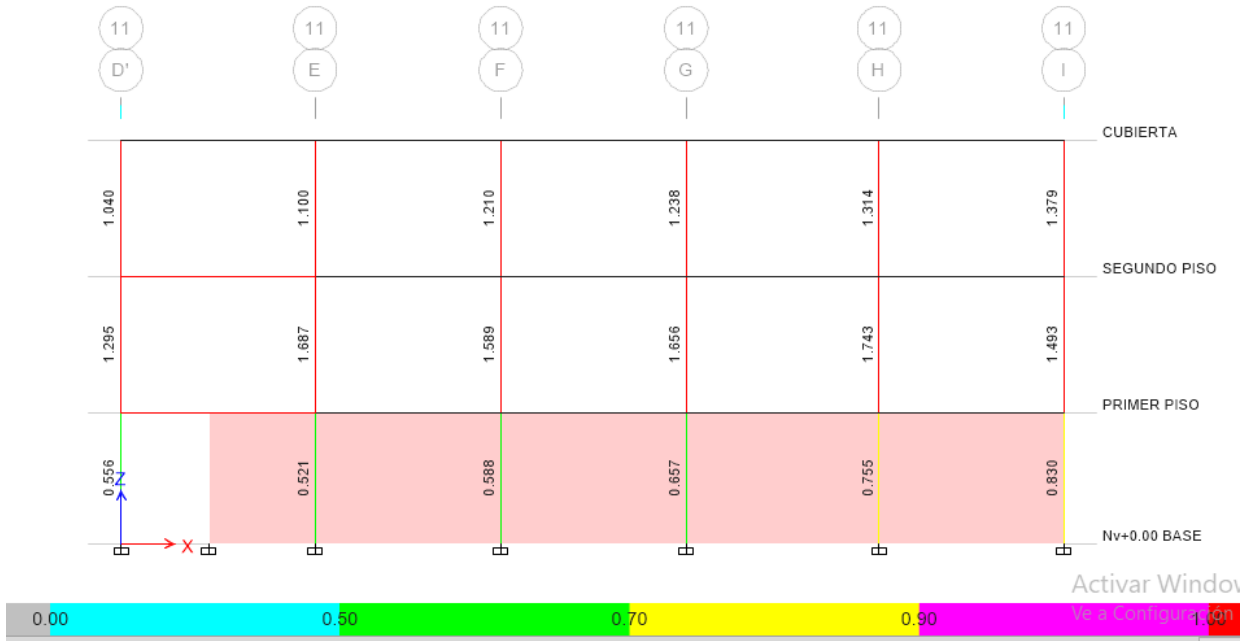
### 3.6.7.2. Chequeo Demanda / Capacidad en Columnas

Gráfico 56 Demanda/Capacidad Eje 8



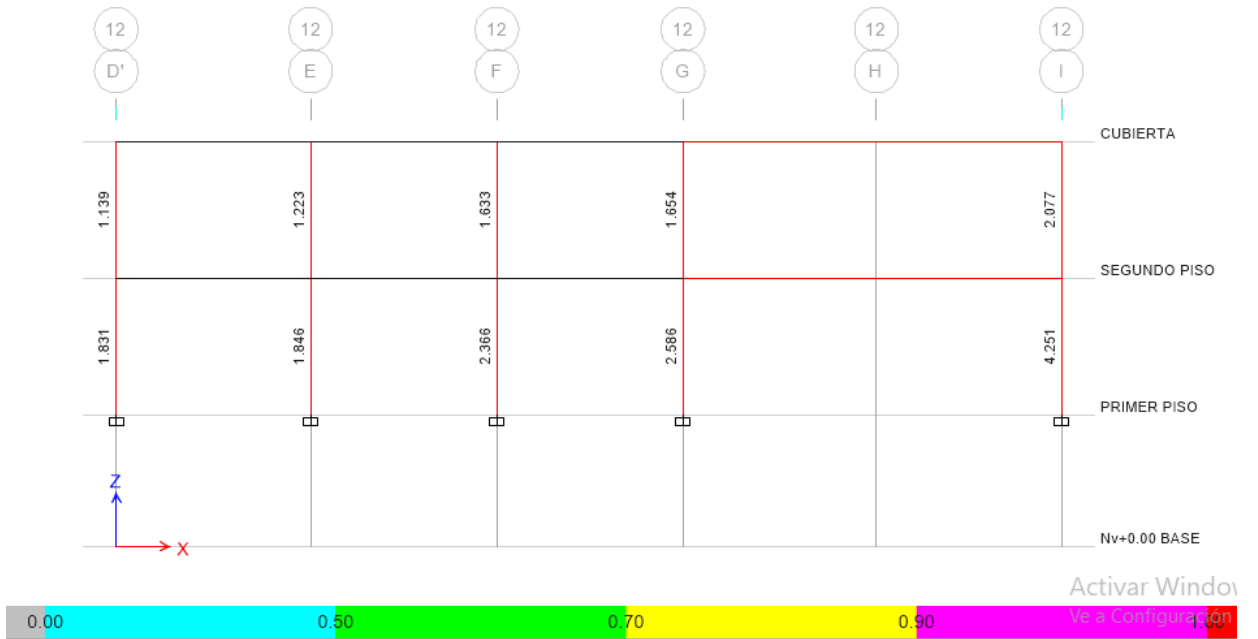
Fuente: ETABS 2018

**Gráfico 57** Demanda/Capacidad Eje 11



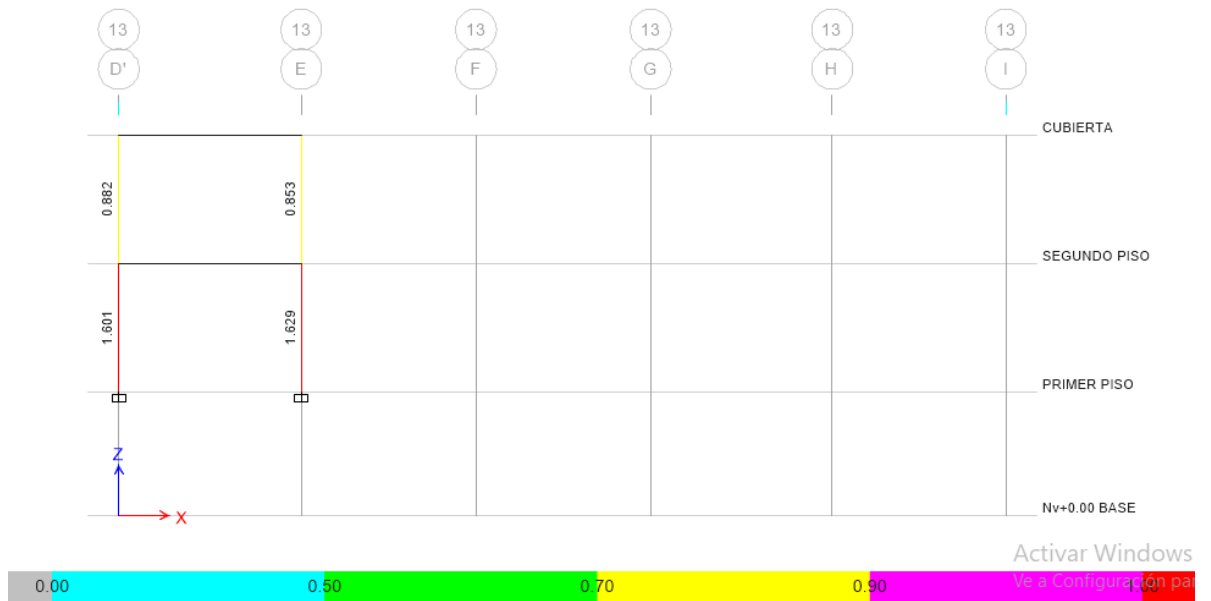
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 58** Demanda/Capacidad Eje 12



**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 59** Demanda/Capacidad Eje 13



**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 60** Demanda/Capacidad Eje 15



**Fuente:** ETABS 2018

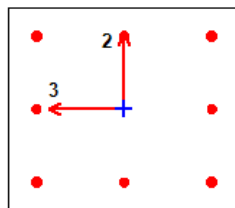
**Tabla 40** Fallas Demanda\Capacidad.

FALLAS DEMANDA/CAPACIDAD		
SECCIÓN (cm)	ELEMENTOS CON FALLA	TIPO DE FALLA
<b>N+0.00 al N+2.82</b>		
25x35	1	La relación a corte elemento supera el límite
30x35	1	La relación a corte elemento supera el límite
<b>N+2.82 al N+5.75</b>		
25x35	2	La relación de capacidad supera el límite
30x35	10	La relación de capacidad supera el límite
35x35	3	La relación de capacidad supera el límite
30x40	5	La relación a corte elemento supera el límite
35x40	1	La relación de capacidad supera el límite
25x40	3	La relación a corte elemento supera el límite
<b>N+5.75 al N+8.68</b>		
25x35	2	La relación a corte elemento supera el límite
30x35	8	La relación de capacidad supera el límite
30x40	4	La relación a corte elemento supera el límite
35x40	1	La relación de capacidad supera el límite
25x40	1	La relación de capacidad supera el límite
35x35	2	La relación a corte elemento supera el límite

**Elaboración:** Fernando Guerrero

Al verificar la demanda/capacidad de las columnas, se puede observar que las secciones transversales de las columnas son insuficientes por que la demanda/capacidad excede en la totalidad de ellas, lo cual representa una amenaza permanente a la estabilidad de la estructura y un riesgo latente para todos sus ocupantes cuando se produzca una sollicitación sísmica; por lo que, es fundamental un reforzamiento integral de las mismas.

**RESUMEN DISEÑO DE COLUMNA  
SECCIÓN 35x40 (UBICACIÓN EJE G11 - Nv+2.82)**



**Column Element Details (Summary)**

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
SEGUNDO	C10	22	C35x40	COMBO12	2.43	2.93	0.648	Sway

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
PISO								Special

#### Section Properties

b (m)	h (m)	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.4	0.35	0.049	0.0173

#### Material Properties

$E_c$ (tonf/m <sup>2</sup> )	$f'_c$ (tonf/m <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	$f_y$ (tonf/m <sup>2</sup> )	$f_{ys}$ (tonf/m <sup>2</sup> )
2174922.14	2100	1	42000	42000

#### Design Code Parameters

$\Phi_T$	$\Phi_{CTied}$	$\Phi_{CSpiral}$	$\Phi_{Vns}$	$\Phi_{Vs}$	$\Phi_{Vjoint}$	$\Omega_0$
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

#### Axial Force and Biaxial Moment Design For $P_u$ , $M_{u2}$ , $M_{u3}$

Design $P_u$ tonf	Design $M_{u2}$ tonf-m	Design $M_{u3}$ tonf-m	Minimum $M_2$ tonf-m	Minimum $M_3$ tonf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
50.4478	5.6131	1.2985	1.3742	1.2985	1.3	0.504

#### Axial Force and Biaxial Moment Factors

	$C_m$ Factor Unitless	$\delta_{ns}$ Factor Unitless	$\delta_s$ Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	0.29766	1	1	1	2.43
Minor Bend(M2)	0.356756	1	1	1	2.43

#### Shear Design for $V_{u2}$ , $V_{u3}$

	Shear $V_u$ tonf	Shear $\Phi V_c$ tonf	Shear $\Phi V_s$ tonf	Shear $\Phi V_p$ tonf	Rebar $A_v$ /s m <sup>2</sup> /m
Major, $V_{u2}$	11.1916	8.7179	3.1744	11.1916	0.00033
Minor, $V_{u3}$	12.4077	8.8953	3.5124	12.4077	0.00032

#### Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear $V_{u,Top}$ tonf	Shear $V_{u,Tot}$ tonf	Shear $\Phi V_c$ tonf	Joint Area m <sup>2</sup>	Shear Ratio Unitless
Major Shear, $V_{u2}$	0	8.633	67.1669	91.4504	0.14	0.734
Minor Shear, $V_{u3}$	0	10.1611	74.9999	91.4504	0.14	0.82

#### (6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
1.138	1.073

### DIAGRAMA DE ITERACIÓN

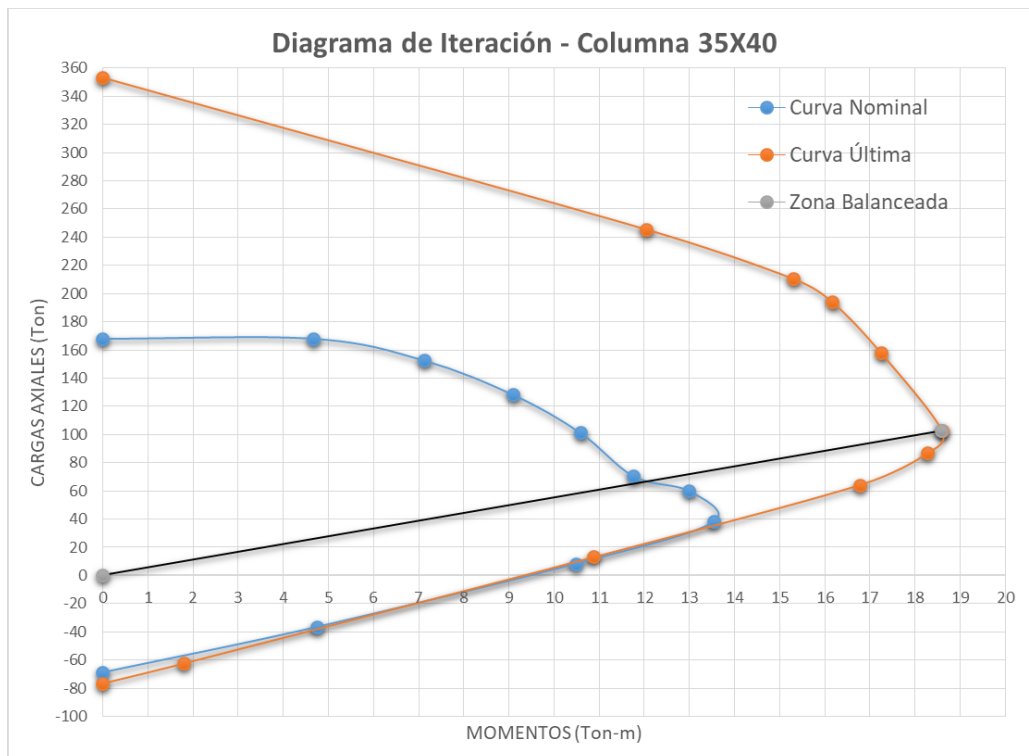
#### COLUMNA SECCIÓN 35x40 (UBICACIÓN EJE G11 - $N_v+2.82$ )

**Tabla 41** Carga y Momentos Resistentes

CURVA NOMINAL			CURVA ÚLTIMA		
Punto	P (Ton)	M3 (T-m)	Punto	P (Ton)	M3 (T-m)
1	168.0577	0	1	353.3726	0
2	168.0577	4.6738	2	245.6487	12.0339
3	152.5607	7.1228	3	210.6028	15.2898
4	128.1339	9.0964	4	194.0891	16.1576
5	101.2038	10.5816	5	157.8192	17.2411
6	70.2852	11.7638	6	102.653	18.5901
7	59.8862	12.9899	7	86.7231	18.2616
8	38.1374	13.5335	8	64.351	16.7741
9	8.4361	10.4797	9	13.0991	10.8717
10	-36.5731	4.7361	10	-62.3703	1.7897
11	-68.8867	0	11	-76.5408	0

**Elaboración:** Fernando Guerrero

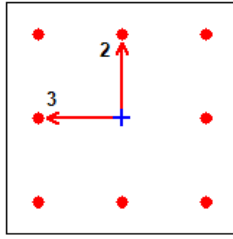
**Gráfico 61** Diagrama de Iteración columna 35X40



**Elaboración:** Fernando Guerrero

**RESUMEN DISEÑO DE COLUMNA  
SECCIÓN 35x35 (UBICACIÓN EJE G12 - N<sub>v</sub>+5.75)**





### Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
SEGUNDO PISO	C15	27	C35x35	COMBO12	2.43	2.93	0.598	Sway Special

### Section Properties

b (m)	h (m)	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.35	0.35	0.048	0.0173

### Material Properties

$E_c$ (tonf/m <sup>2</sup> )	$f'_c$ (tonf/m <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	$f_y$ (tonf/m <sup>2</sup> )	$f_{ys}$ (tonf/m <sup>2</sup> )
2174922.14	2100	1	42000	42000

### Design Code Parameters

$\Phi_T$	$\Phi_{CTied}$	$\Phi_{CSpiral}$	$\Phi_{Vns}$	$\Phi_{Vs}$	$\Phi_{Vjoint}$	$\Omega_0$
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

### Axial Force and Biaxial Moment Design For $P_u$ , $M_{u2}$ , $M_{u3}$

Design $P_u$ tonf	Design $M_{u2}$ tonf-m	Design $M_{u3}$ tonf-m	Minimum $M_2$ tonf-m	Minimum $M_3$ tonf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
3.7686	16.7729	0.2516	0.097	0.097	1.31(O/S #35)	1.961(O/S #35)

### Axial Force and Biaxial Moment Factors

	$C_m$ Factor Unitless	$\delta_{ns}$ Factor Unitless	$\delta_s$ Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	0.963273	1	1	1	2.43
Minor Bend(M2)	0.295809	1	1	1	2.43

### Shear Design for $V_{u2}$ , $V_{u3}$

	Shear $V_u$ tonf	Shear $\Phi V_c$ tonf	Shear $\Phi V_s$ tonf	Shear $\Phi V_p$ tonf	Rebar $A_v$ /s m <sup>2</sup> /m
Major, $V_{u2}$	9.5397	0	9.5397	9.5397	0.001
Minor, $V_{u3}$	15.9789	0	15.9789	9.5397	0.0021

### Joint Shear Check/Design

	<b>Joint Shear Force</b> tonf	<b>Shear <math>V_{u,Top}</math></b> tonf	<b>Shear <math>V_{u,Tot}</math></b> tonf	<b>Shear <math>\Phi V_c</math></b> tonf	<b>Joint Area</b> m <sup>2</sup>	<b>Shear Ratio</b> Unitless
Major Shear, $V_{u2}$	0	6.7554	76.2407	80.0191	0.1225	0.953
Minor Shear, $V_{u3}$	O/S #34	6.7554	97.4509	80.0191	0.1225	1.218

**(6/5) Beam/Column Capacity Ratio**

**Major Ratio    Minor Ratio**

1.791            2.174

**La relación de capacidad supera el límite**

**La relación a corte elemento supera el límite**

**DIAGRAMA DE ITERACIÓN**

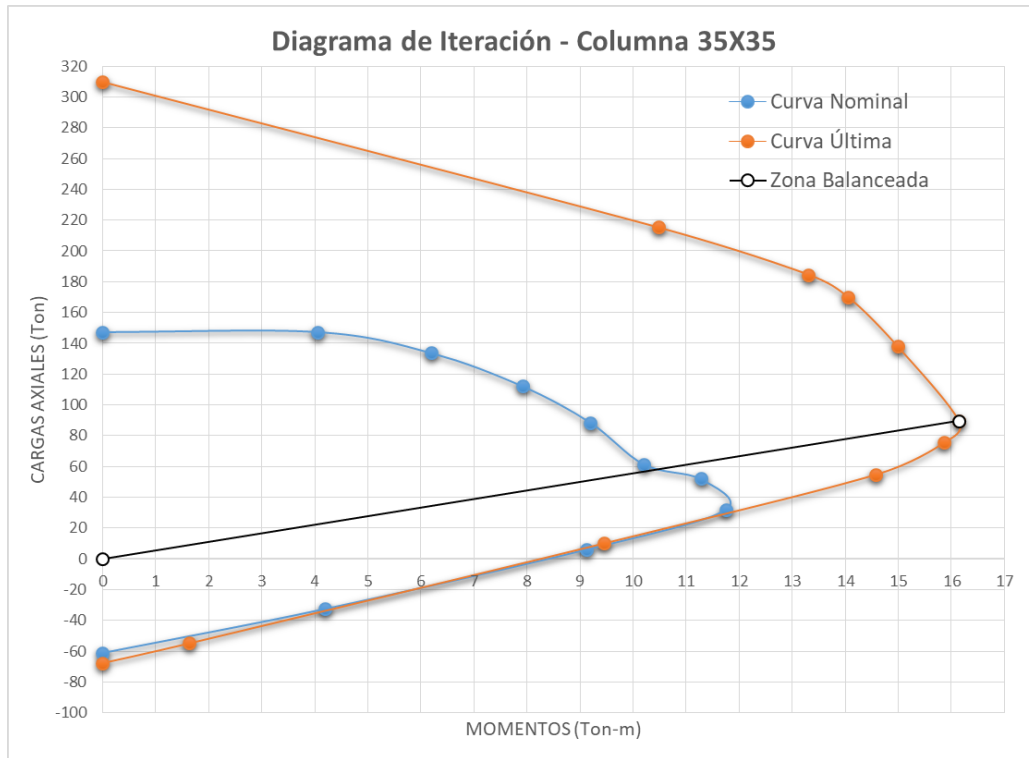
**COLUMNA SECCIÓN 35x35 (UBICACIÓN EJE G12 - Nv+5.75)**

**Tabla 42** Carga y Momentos Resistentes

<b>CURVA NOMINAL</b>			<b>CURVA ÚLTIMA</b>		
<b>Punto</b>	<b>P (Ton)</b>	<b>M3 (T-m)</b>	<b>Punto</b>	<b>P (Ton)</b>	<b>M3 (T-m)</b>
1	147.3474	0	1	309.769	0
2	147.3474	4.058	2	215.379	10.4705
3	133.7689	6.1951	3	184.6194	13.3089
4	112.3144	7.9113	4	170.0654	14.0533
5	88.6362	9.1957	5	138.2052	14.9814
6	61.4668	10.2071	6	89.7681	16.1343
7	52.0706	11.2713	7	75.4509	15.854
8	32.0192	11.7476	8	54.8025	14.5722
9	6.2069	9.1126	9	10.1248	9.4457
10	-32.1974	4.1952	10	-54.7917	1.6228
11	-60.8126	0	11	-67.5696	0

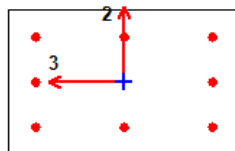
**Elaboración:** Fernando Guerrero

**Gráfico 62** Diagrama de Iteración columna 35X35



**Elaboración:** Fernando Guerrero

**DIAGRAMA DE ITERACIÓN  
COLUMNA SECCIÓN 25x40 (UBICACIÓN EJE H11 - Nv+8.68)**



**Column Element Details (Summary)**

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
CUBIERT A	C11	55	C25x40	COMBO12	2.43	2.93	0.675	Sway Special

**Section Properties**

b (m)	h (m)	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.4	0.25	0.047	0.0173

**Material Properties**

$E_c$ (tonf/m <sup>2</sup> )	$f'_c$ (tonf/m <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	$f_y$ (tonf/m <sup>2</sup> )	$f_{ys}$ (tonf/m <sup>2</sup> )
2174922.14	2100	1	42000	42000

#### Design Code Parameters

$\Phi_T$	$\Phi_{CTied}$	$\Phi_{CSpiral}$	$\Phi_{Vns}$	$\Phi_{Vs}$	$\Phi_{Vjoint}$	$\Omega_0$
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

#### Axial Force and Biaxial Moment Design For $P_u$ , $M_{u2}$ , $M_{u3}$

Design $P_u$ tonf	Design $M_{u2}$ tonf-m	Design $M_{u3}$ tonf-m	Minimum $M_2$ tonf-m	Minimum $M_3$ tonf-m	Rebar % %	Capacity Ratio Unitless
18.4051	8.279	0.4185	0.5014	0.4185	1.23	0.806

#### Axial Force and Biaxial Moment Factors

	$C_m$ Factor Unitless	$\delta_{ns}$ Factor Unitless	$\delta_s$ Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	0.222482	1	1	1	2.43
Minor Bend(M2)	0.247775	1	1	1	2.43

#### Shear Design for $V_{u2}$ , $V_{u3}$

	Shear $V_u$ tonf	Shear $\Phi V_c$ tonf	Shear $\Phi V_s$ tonf	Shear $\Phi V_p$ tonf	Rebar $A_v$ /s m <sup>2</sup> /m
Major, $V_{u2}$	5.6594	5.2928	2.1409	5.6594	0.00033
Minor, $V_{u3}$	10.0585	5.7523	4.3062	10.0585	0.00039

#### Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Force tonf	Shear $V_{u,Top}$ tonf	Shear $V_{u,Tot}$ tonf	Shear $\Phi V_c$ tonf	Joint Area m <sup>2</sup>	Shear Ratio Unitless
Major Shear, $V_{u2}$	O/S #34	0	73.5	65.3217	0.1	1.125
Minor Shear, $V_{u3}$	O/S #34	0	92.0398	65.3217	0.1	1.409

#### (6/5) Beam/Column Capacity Ratio

Major Ratio	Minor Ratio
5.031	3.529

**La relación a corte elemento supera el límite**

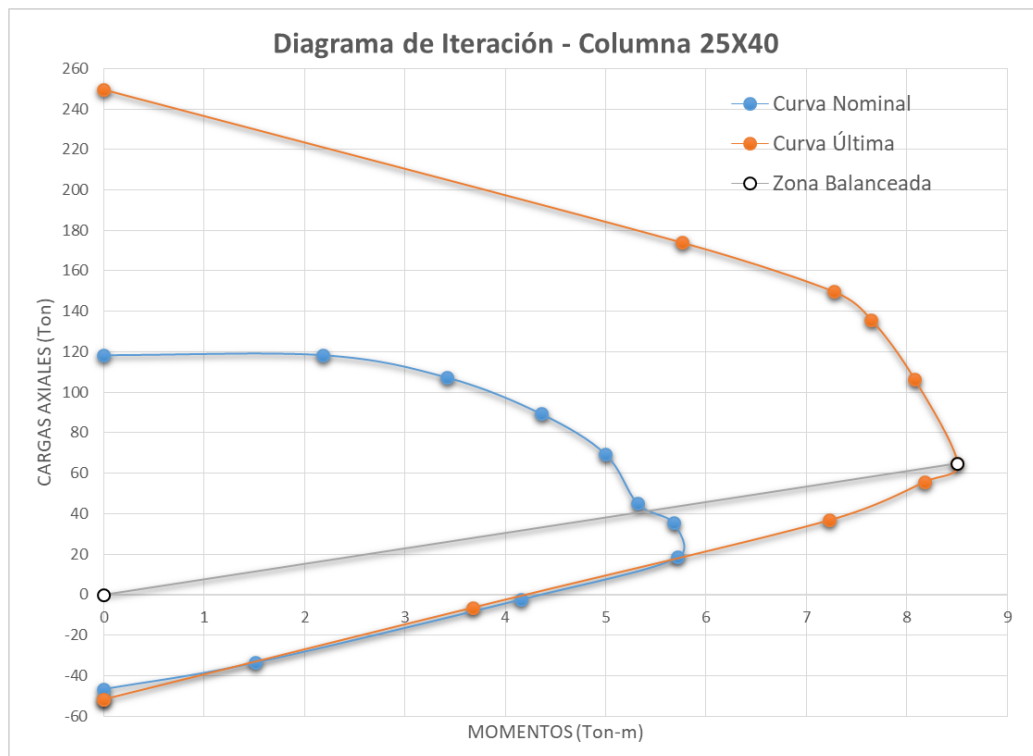
### DIAGRAMA DE ITERACIÓN COLUMNA SECCIÓN 25x40 (UBICACIÓN EJE H11 - Nv+8.68)

**Tabla 43** Carga y Momentos Resistentes

CURVA NOMINAL			CURVA ÚLTIMA		
Punto	P (Ton)	M3 (T-m)	Punto	P (Ton)	M3 (T-m)
1	118.5666	0	1	249.5887	0
2	118.5666	2.1831	2	173.9683	5.7618
3	107.5119	3.421	3	149.711	7.273
4	89.5195	4.3591	4	135.8809	7.6449
5	69.6078	4.9984	5	106.5264	8.0761
6	45.0553	5.3203	6	64.8188	8.5038
7	35.652	5.6734	7	55.8496	8.1784
8	18.4899	5.7156	8	36.7765	7.2223
9	-2.1875	4.1573	9	-6.3759	3.6728
10	-33.3913	1.509	10	-51.7104	0
11	-46.5394	0	11	-51.7104	0

**Elaboración:** Fernando Guerrero

**Gráfico 63** Diagrama de Iteración columna 25X40



**Elaboración:** Fernando Guerrero

### 3.7. PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

Como resultado de análisis estructural se desprende la imperiosa necesidad de reforzar la estructura porque presenta derivas de piso excesivas debido a la poca sección transversal y la limitada capacidad de soporte de las columnas ante las fuerzas sísmicas, además de incumplir con los niveles de desempeño establecidos en la NEC 2015.

Se propone un reforzamiento integral con Arriostramientos Laterales y encamisando a todas las columnas que la demanda supere la capacidad de la misma provocando una falla por exceder el límite permitido de su capacidad. La propuesta planteada para las columnas del edificio conlleva a recubrirlas con acero estructural mejorando sus propiedades y asegurando que las columnas no fallen por compresión excesiva ya que sus hormigones tienen unas resistencias a la compresión promedio de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.7.1. Encamisado de columnas

El reforzamiento o encamisado se lo realizará mediante la unión de dos perfiles tipo “C” de acero laminadas en caliente tipo ASTM A36-GR36, soldadas que conformen una sección tubular que recubra toda la columna de hormigón.

En las especificaciones LRFD segunda edición podemos encontrar la fórmula para el cálculo del espesor mínimo de una sección compuesta.

$$t_{min} = b * \sqrt{\frac{Fy}{3E}}$$

Donde:

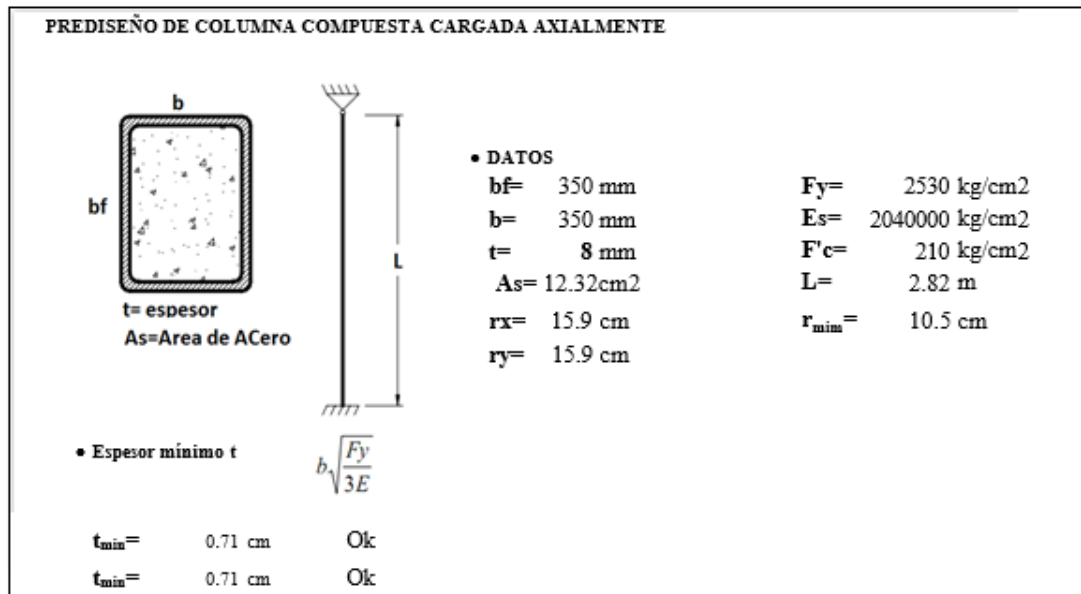
**Tmin** = Espesor mínimo

**b** = Ancho de la sección rectangular

**Fy** = Esfuerzo a fluencia del acero

**E** = Módulo de elasticidad del acero

**Gráfico 64** Cálculo de espesor mínimo de placas



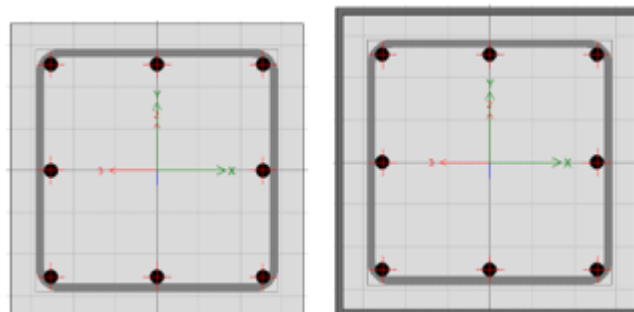
**Elaboración:** Fernando Guerrero

El espesor mínimo de las planchas de acero para conformar el encamisado de las columnas es de 7.12 mm para lo cual asumiremos unos perfiles tipo C de 8mm de espesor.

### 3.7.1.1. Momento curvatura de la Sección Compuesta

Con la ayuda del software ETABS 2018 obtenemos los diagramas momento-curvatura para la columna de sección 35x35cm actualmente y con la propuesta de refuerzo

**Gráfico 65** Columna 35x35 sección actual vs sección compuesta



**Fuente:** ETABS 2018

En el gráfico 83 en el lado izquierdo se representa la columna 35x35 en condiciones actuales,

mientras que a la derecha se muestra la columna de 35x35cm reforzada con una lámina de acero ASTM A36-Gr36 de 8mm de espesor.

Mediante la elaboración del diagrama momento-curvatura podemos evidenciar que al reforzar la columna con láminas de acero ASTM A36-Gr36 la capacidad de la columna para soportar las solicitaciones mejora sustancialmente.

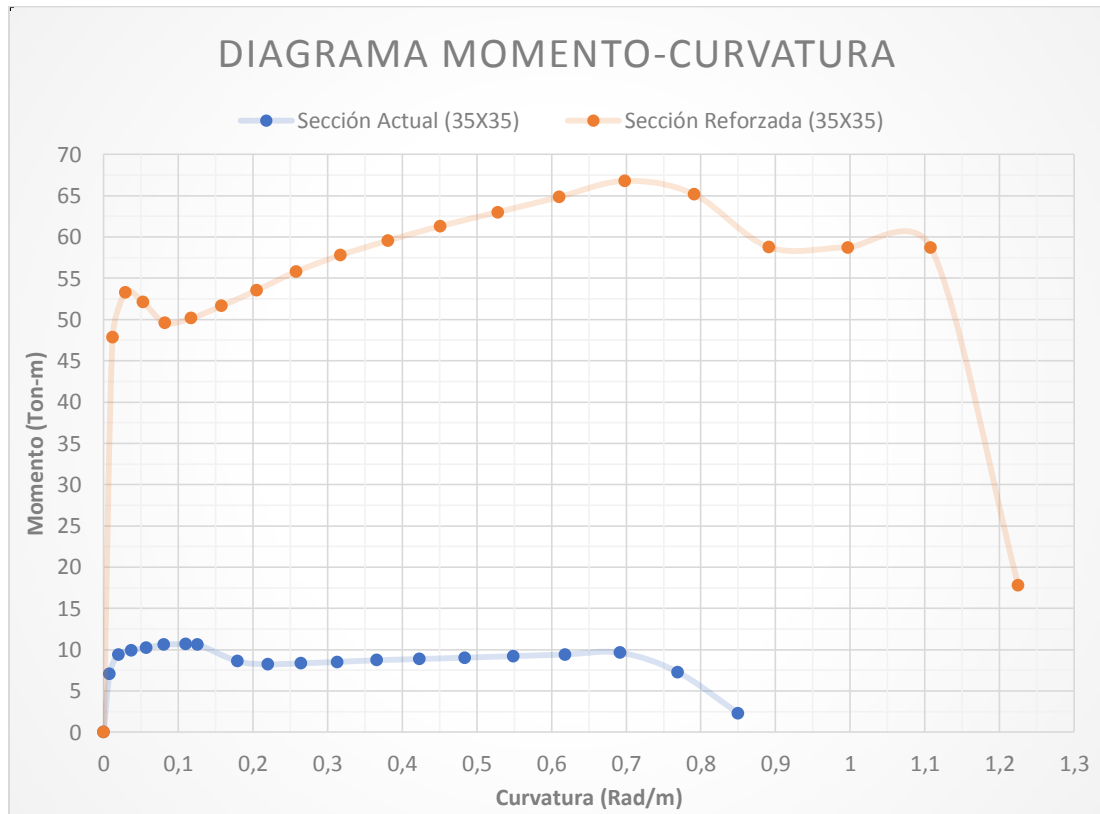
**Tabla 44** Valores de Momento-Curvatura

<b>TABLE: Moment Curvature Data</b>				
<b>Point</b>	<b>Sección actual</b>		<b>Sección reforzada</b>	
	<b>Moment</b>	<b>Curvature</b>	<b>Moment</b>	<b>Curvature</b>
	tonf-m	rad/m	tonf-m	rad/m
1	0	0	0	0
2	7.0594	0.008	47.8229	0.012
3	9.4151	0.02	53.2784	0.029
4	9.8769	0.037	52.1012	0.053
5	10.2241	0.057	49.6073	0.082
6	10.5955	0.081	50.1533	0.117
7	10.6617	0.11	51.6404	0.158
8	10.6431	0.126	53.5429	0.205
9	8.6019	0.179	55.8136	0.258
10	8.2377	0.22	57.79	0.317
11	8.3372	0.264	59.5657	0.381
12	8.5099	0.313	61.3255	0.451
13	8.716	0.366	63.0144	0.528
14	8.8608	0.423	64.8396	0.61
15	9.0267	0.484	66.7992	0.698
16	9.2115	0.549	65.1731	0.791
17	9.4131	0.618	58.7735	0.891
18	9.6299	0.692	58.744	0.997
19	7.2828	0.769	58.7137	1.108
20	2.3038	0.85	17.8156	1.225

**Fuente:** ETABS 2018



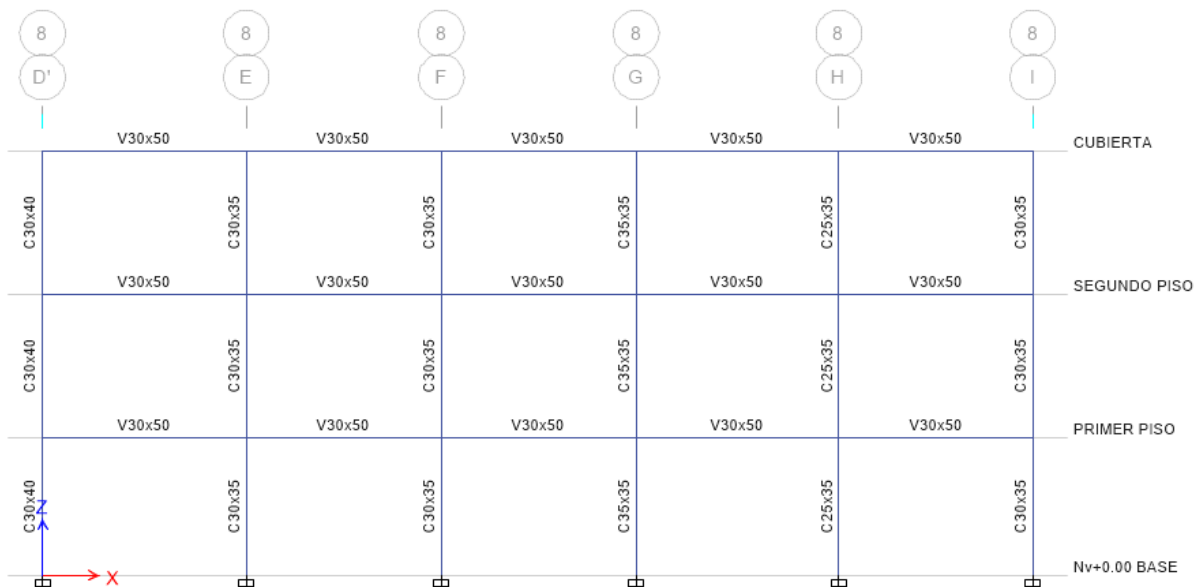
**Gráfico 66** Diagrama Momento - Curvatura

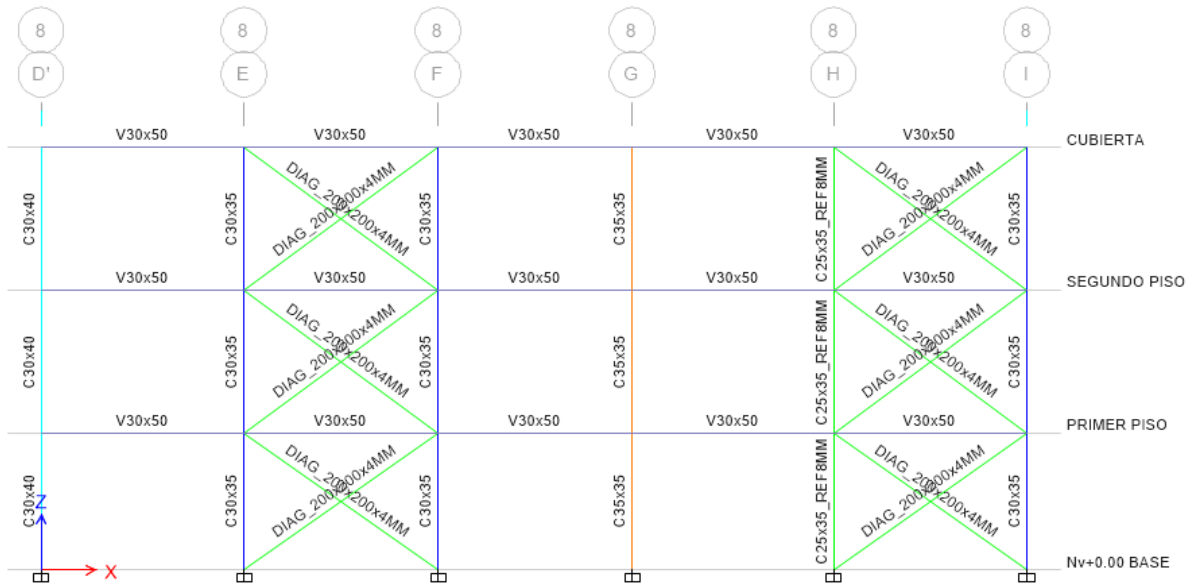


**Elaboración:** Fernando Guerrero

**3.7.2. Elementos de la Estructura Reforzada**

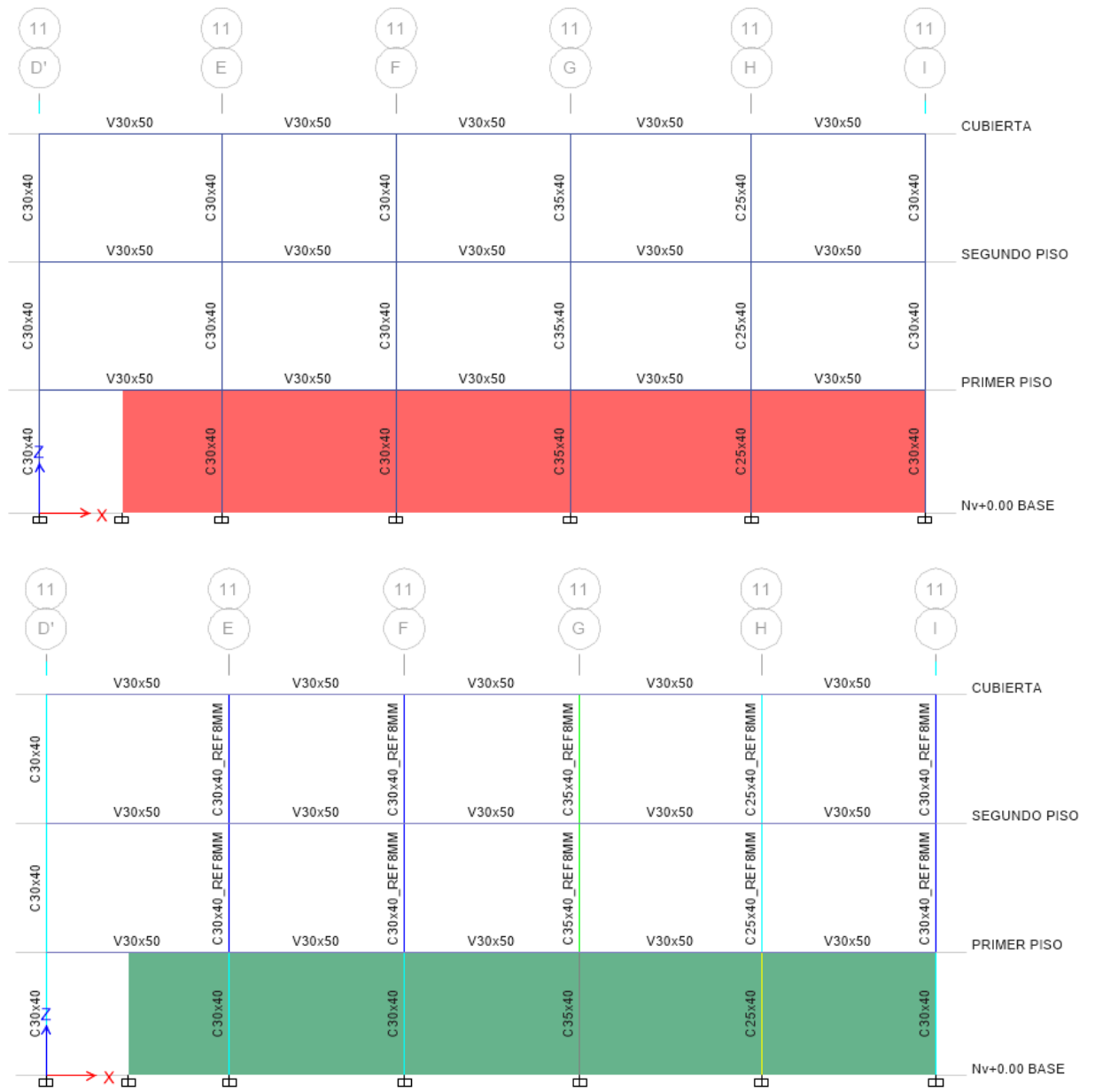
**Gráfico 67** Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 8)





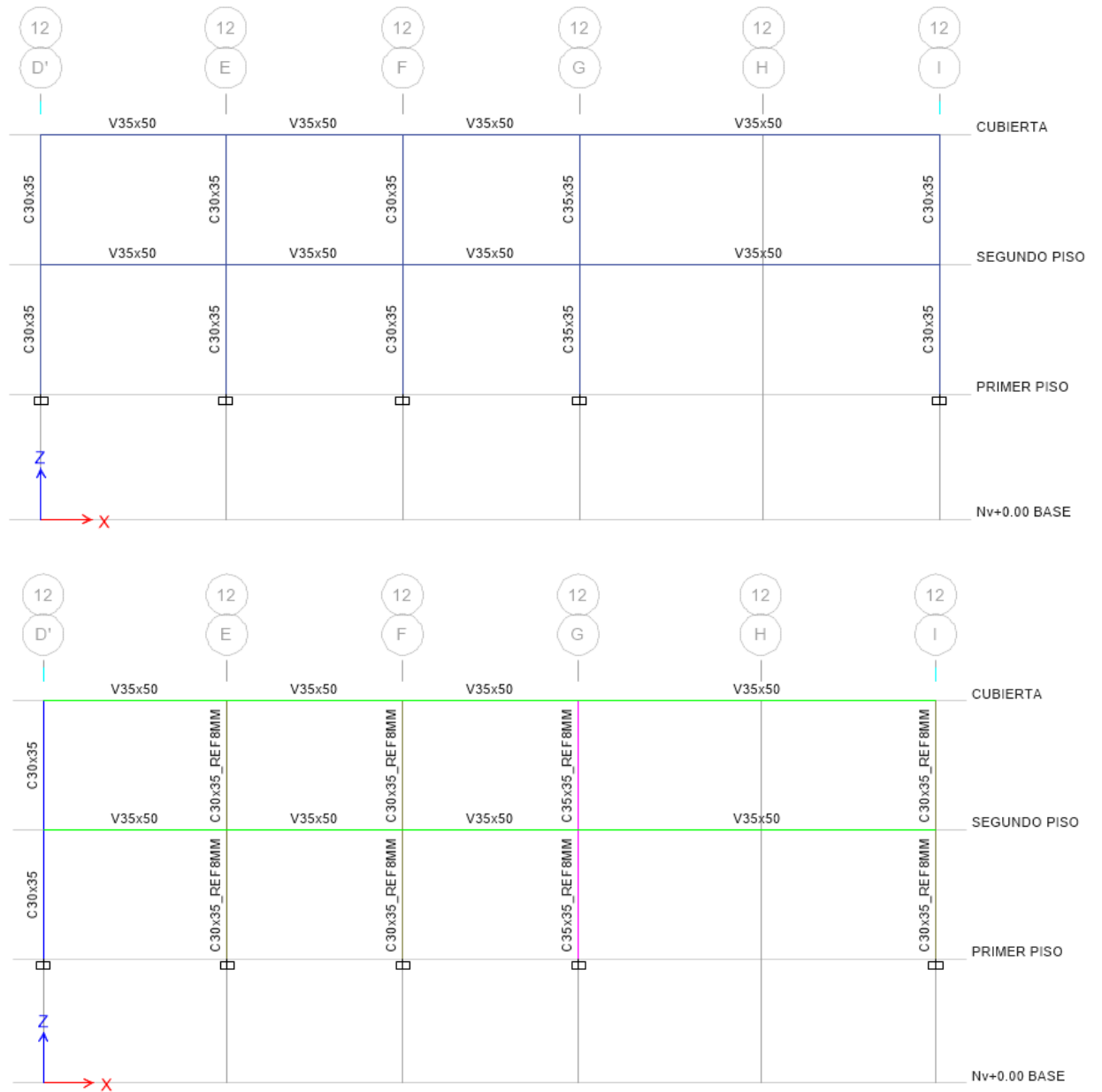
Fuente: ETABS 2018

**Gráfico 68** Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 11)



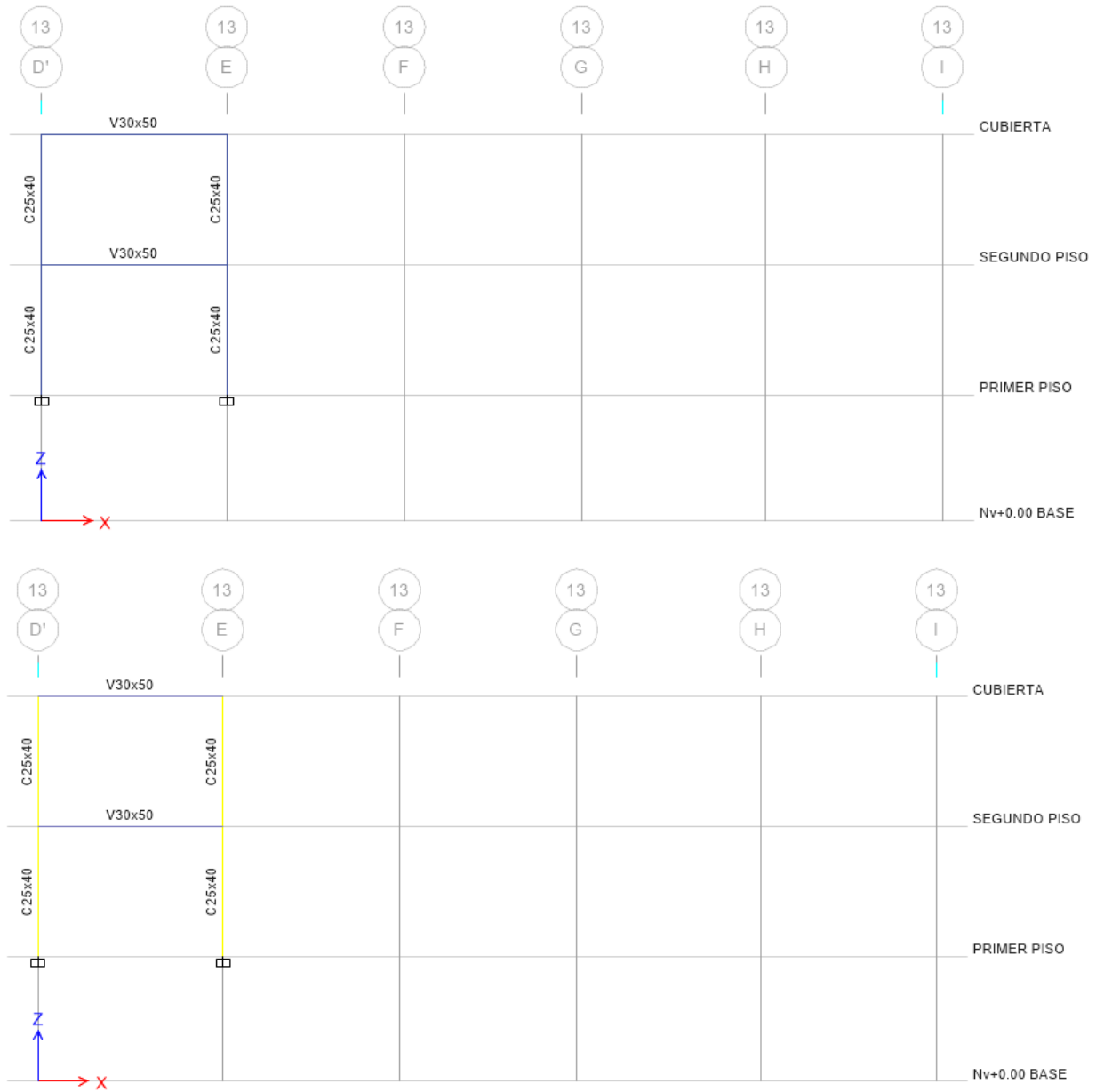
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 69** Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 12)



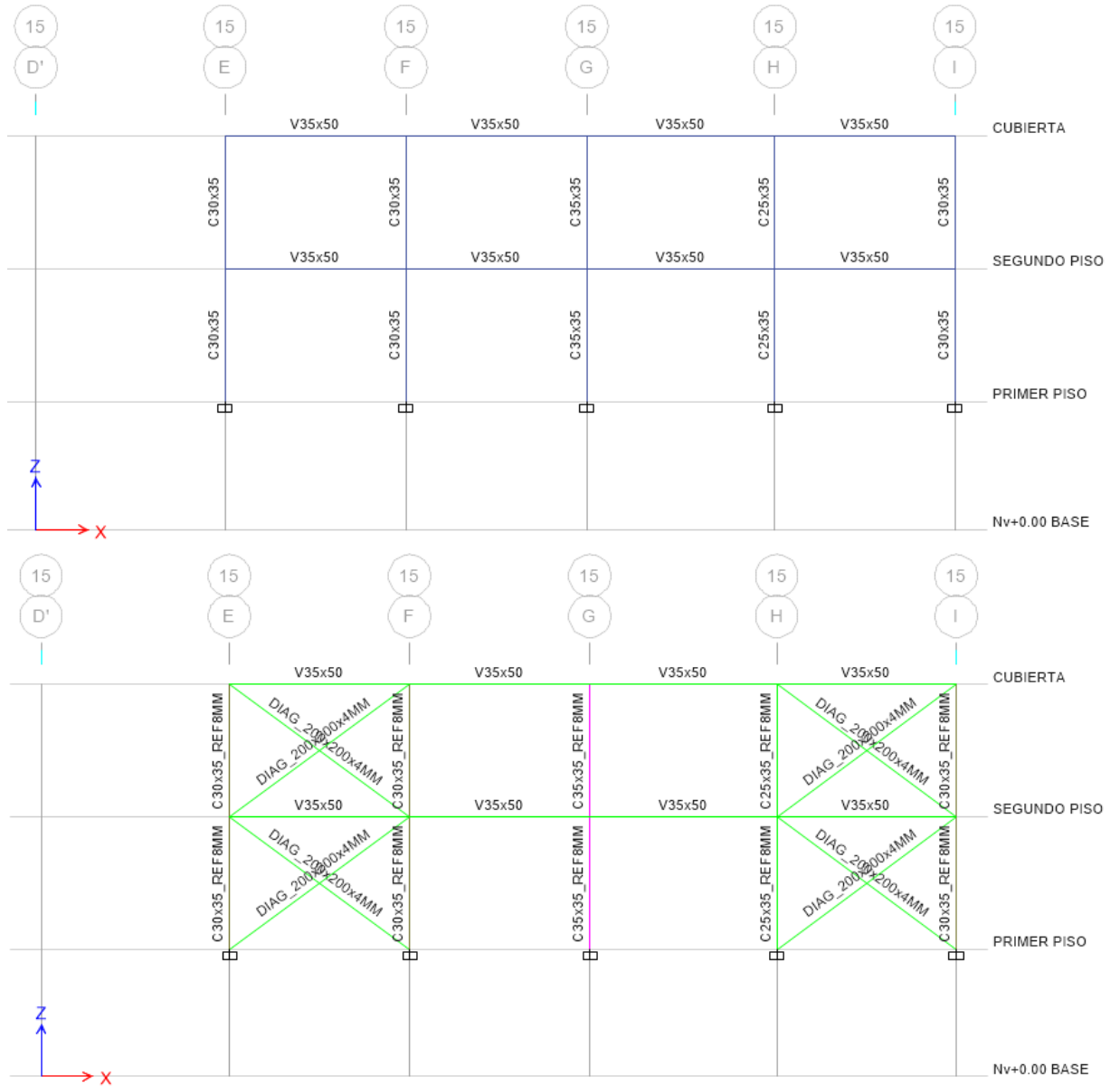
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 70** Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 13)



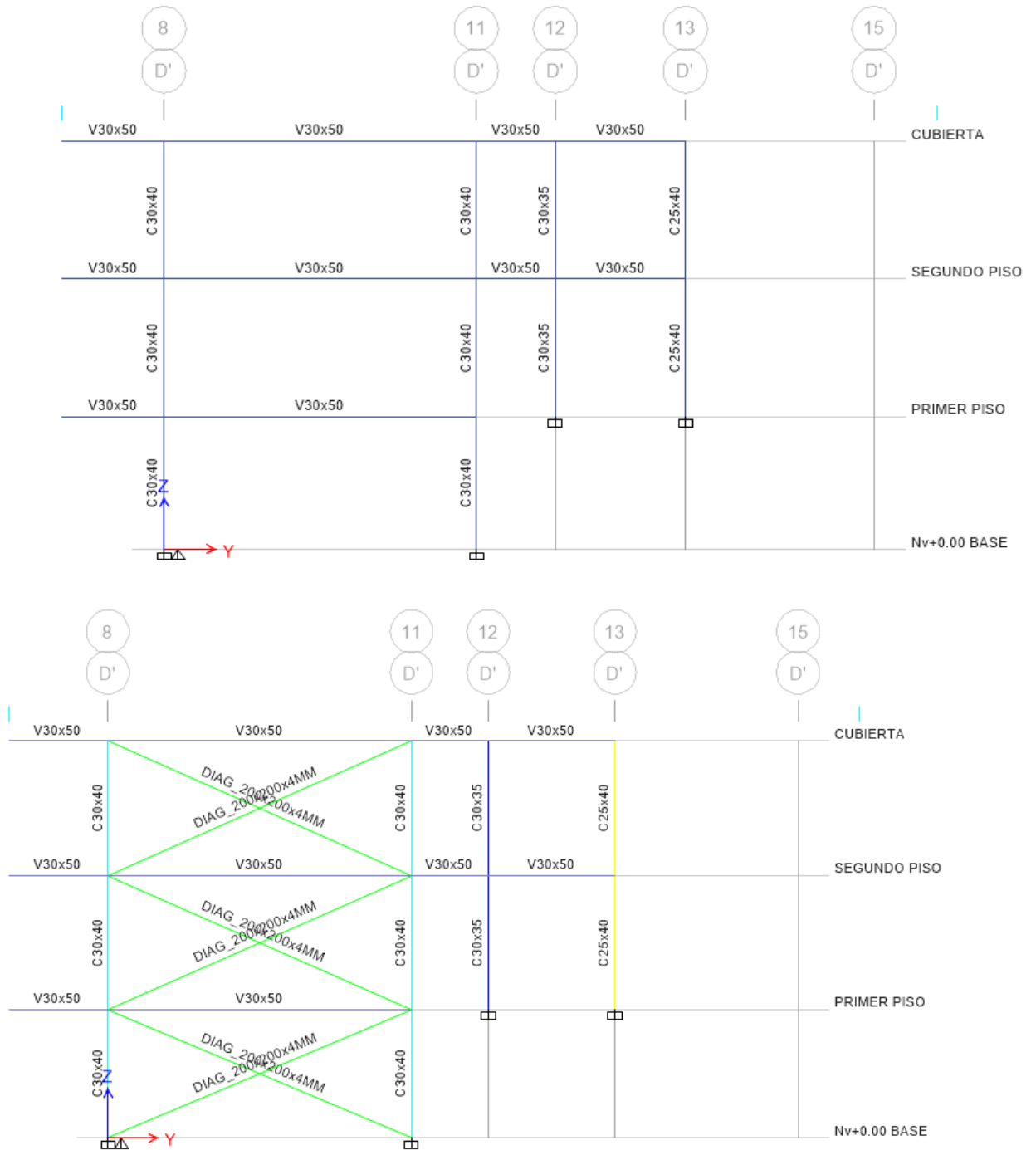
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 71** Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje 15)



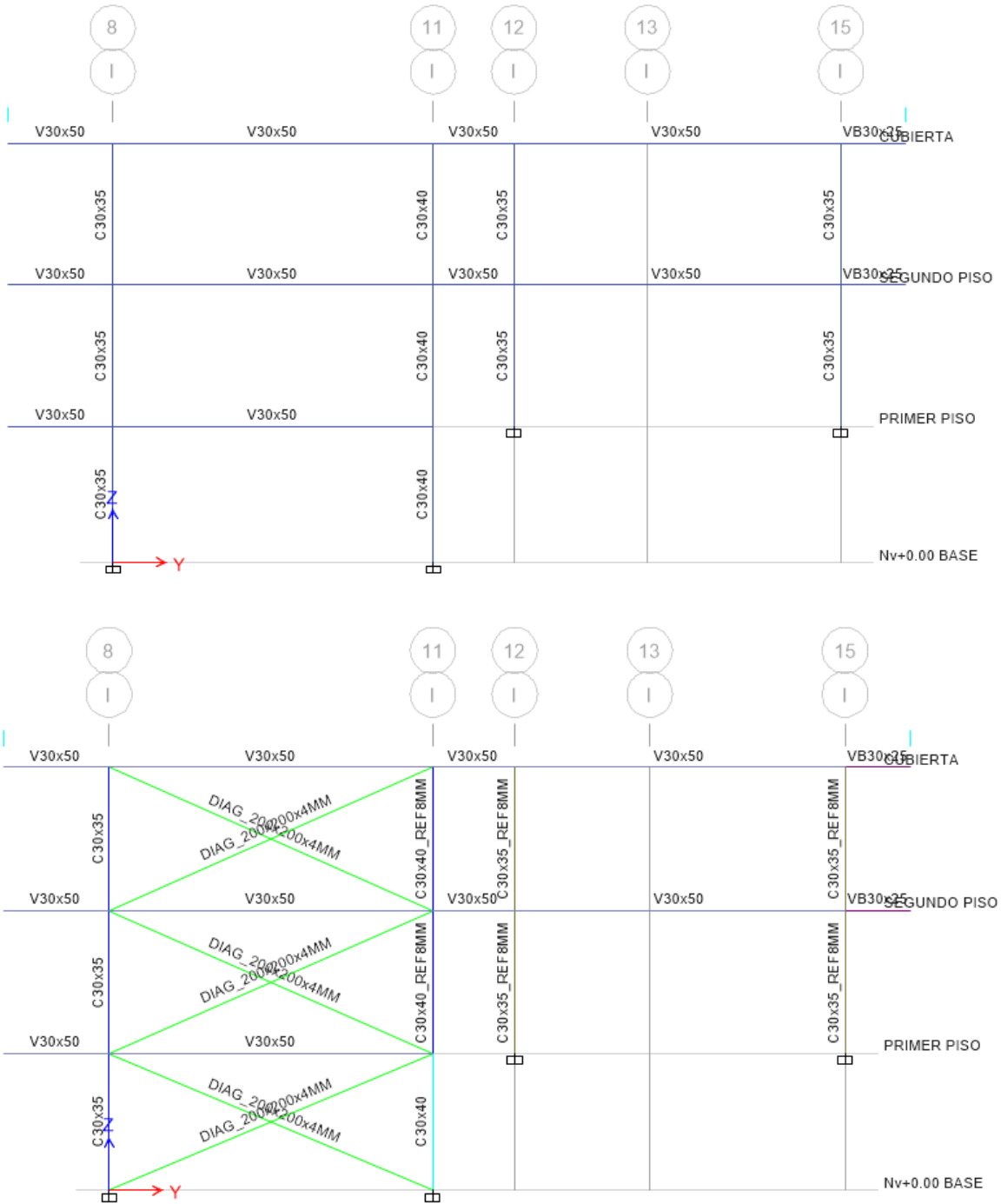
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 72** Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje D')



**Fuente:** ETABS 2018

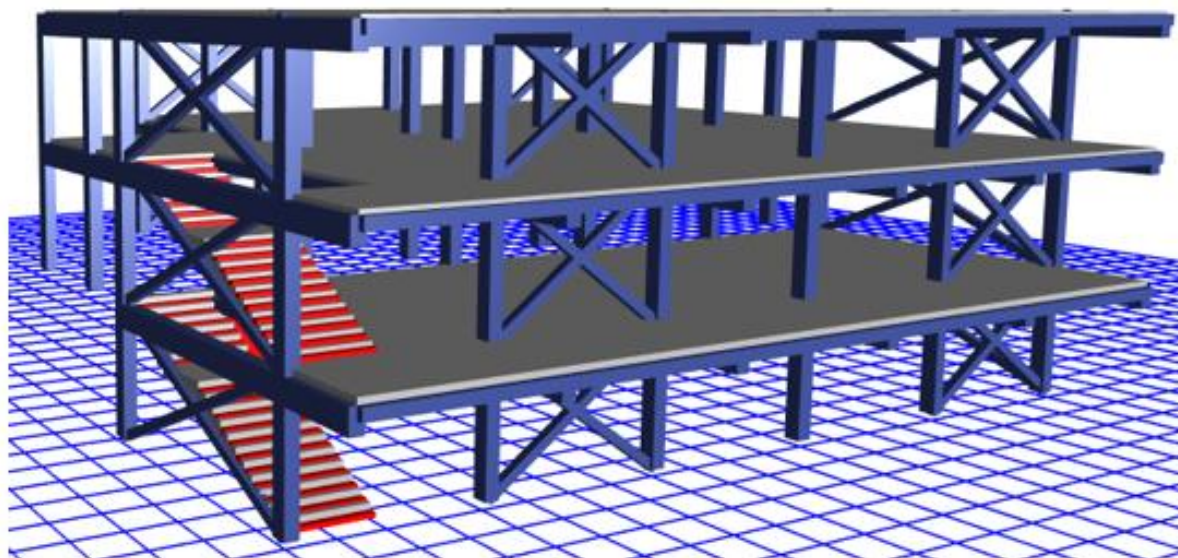
**Gráfico 73 Estructura Actual / Estructura Reforzada (Eje I)**



**Fuente: ETABS 2018**



Gráfico 74 Reforzamiento Integral (3D)



Fuente: ETABS 2018

### 3.7.3. Resultados Del Análisis Lineal De La Estructura Reforzada

De acuerdo a los cálculos realizados por medio de las ecuaciones establecidas en la NEC SE-DS 2015 el período fundamental (T) de la estructura es de  $T=0.385$  seg.

Mediante el software ETABS 2018 podemos observar que el período de la estructura es de  $T=0.310$  seg.

### 3.7.4. Cálculo de Coeficiente de rigidez de la estructura Reforzada (k)

Tabla 45 Coeficiente k relacionado con el período de vibración de la estructura

Valor de T (seg)	k
$\leq 0.50$	1.00
$0.50 \leq T \leq 2.50$	$0.75 + 0.50T$
$> 2.50$	2.00

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015

Si  $T \leq 0.50 \therefore k = 1.00$

Como  $0.310 \leq T \leq 0.50$

$\therefore k = 1.00$

### 3.7.5. Chequeo de torsión en planta

$$Torsión = \frac{R_z}{U_x \text{ o } U_Y} 100\%$$

$$Torsión = \frac{0.0219}{0.8436} 100\%$$

$$Torsión = 2.596\%$$

**Tabla 46** Chequeo de Torsión en planta

Torsión en Planta						
Modo	Período (seg)	UX (%)	UY (%)	Rz (%)		
1	0.310	0.0045	0.8436	0.0219	2.596%	<b>OK</b>
2	0.256	0.574	0.0143	0.1732	30.00%	<b>OK</b>

**Elaboración:** Fernando Guerrero

Los dos primeros modos fundamentales no superan el 30% permitido por lo que se podría decir que la estructura se comporta de manera trasnacional en X y en Y.

### 3.7.6. Porcentaje de Participación Modal

Tabla 47 Porcentaje de participación Modal

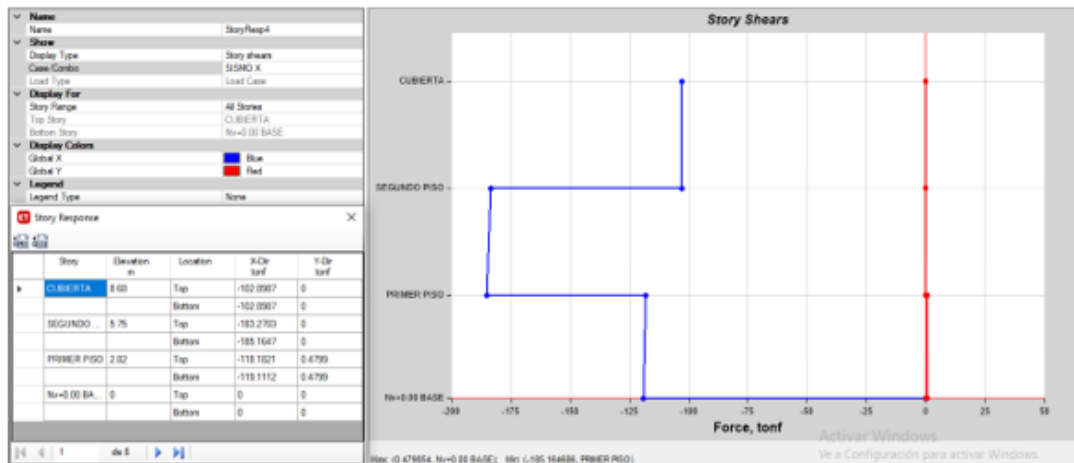
TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Modal	1	0.31	0.0045	0.8436	0.0045	0.8436
Modal	2	0.256	0.574	0.0143	0.5785	0.8579
Modal	3	0.188	0.1599	0.0072	0.7384	0.8651
Modal	4	0.11	0.0001	0.109	0.7385	0.9741
Modal	5	0.089	0.0703	0.0005	0.8088	0.9746
Modal	6	0.073	0.0015	0.0086	0.8103	0.9832
Modal	7	0.072	0.0029	0.0131	0.9132	0.9963
Modal	8	0.055	0.0234	0.001	0.9366	0.9974
Modal	9	0.039	0.0028	0.0000238	0.9654	0.9974

Fuente: ETABS 2018

El resultado de participación de masas cumple desde el séptimo modo, con más del 90% hasta llegar casi al 100% en el modo 9.

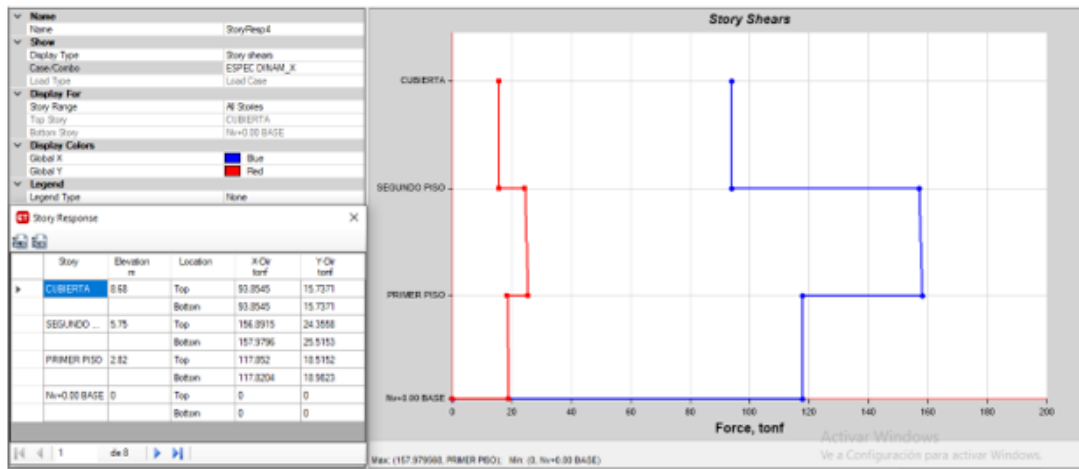
### 3.7.7. Chequeo del Cortante Basal estructura reforzada

Gráfico 75 Cortante Estático sentido X-X



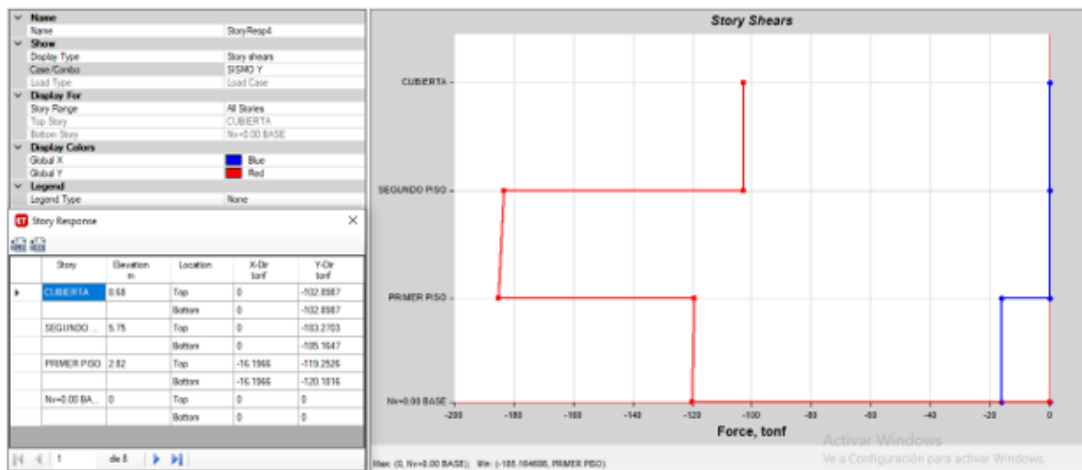
Fuente: ETABS 2018

Gráfico 76 Cortante Dinámico sentido X-X



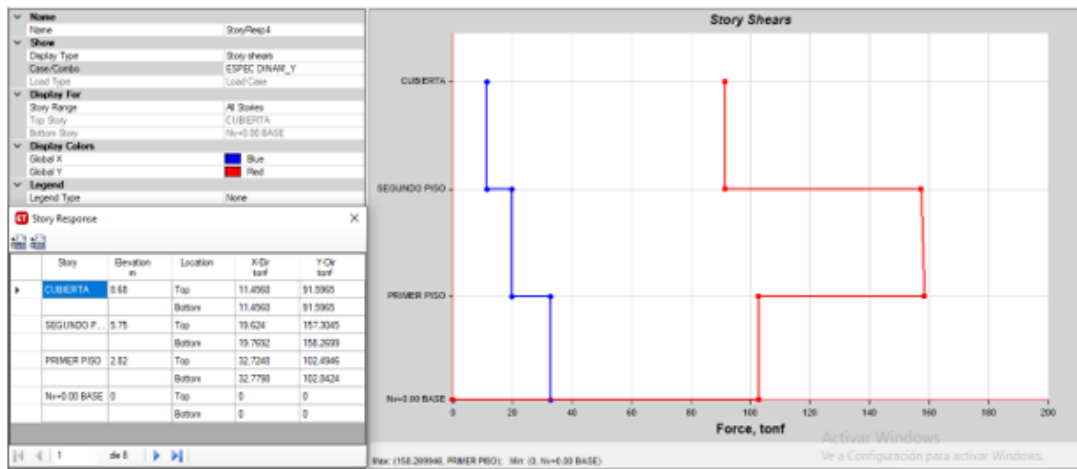
Fuente: ETABS 2018

Gráfico 77 Cortante Estático sentido Y-Y



Fuente: ETABS 2018

**Gráfico 78** Cortante Dinámico sentido Y-Y



**Fuente:** ETABS 2018

**Tabla 48** Ajuste de Cortante Basal

AJUSTE DEL CORTANTE BASAL					
DINÁMICO (Tn)			ESTÁTICO (Tn)		85%
VDx=	157.98	85.32%	VEx=	185.16	OK
VDy=	158.27	85.48%	VEy=	185.16	OK

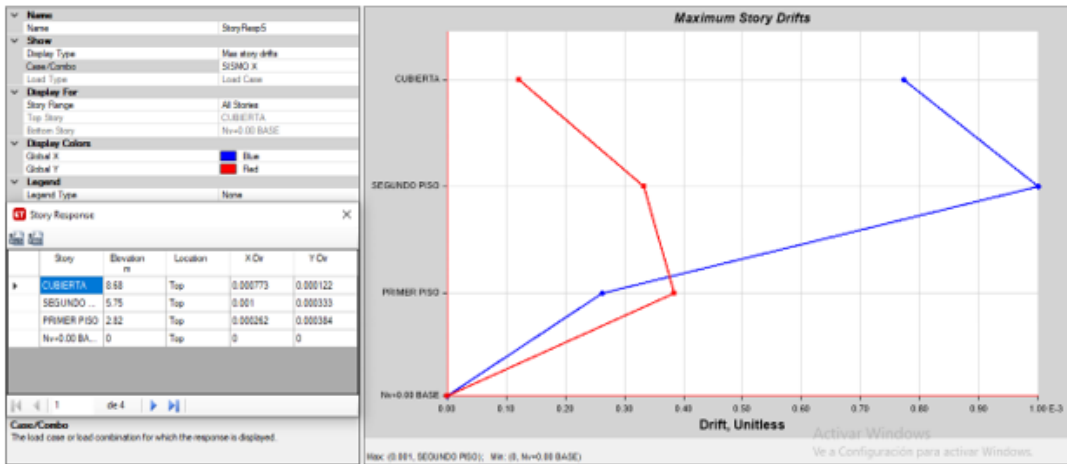
**Elaboración:** Fernando Guerrero

La estructura compuesta con los elementos de reforzamiento cumple con los parámetros requeridos por la NEC-2015

### 3.7.8. Control de derivas de Piso

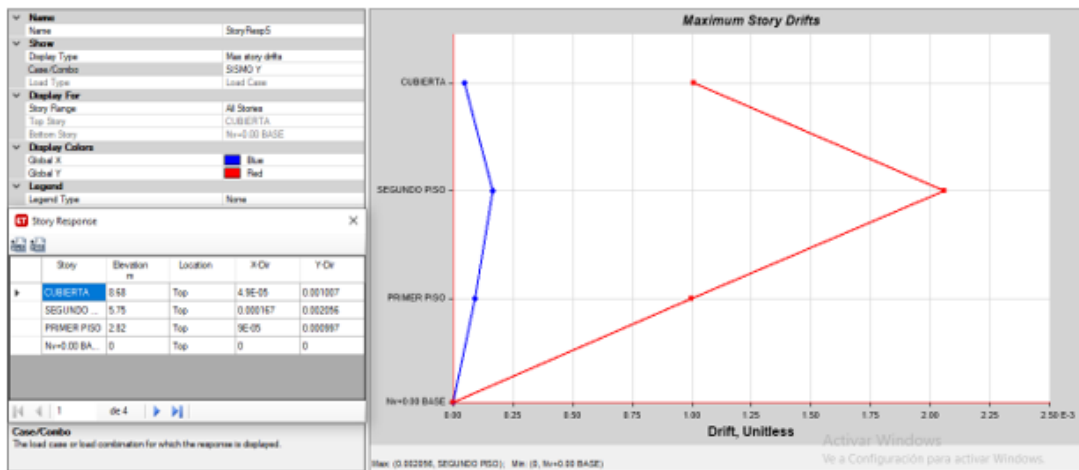
Mediante el Software Etabs 2018 obtenemos los valores de las derivas de piso automáticamente para ambos sentidos de aplicación de fuerzas laterales sísmicas como son en el sentido X-X e Y-Y.

Gráfico 79 Deriva de piso sentido X-X



Fuente: ETABS 2018

Gráfico 80 Deriva de piso sentido Y-Y



Fuente: ETABS 2018

Tabla 49 Cálculo de derivas

DERIVAS DE PISO			
Análisis Estático			
Deriva de piso máxima sentido X	0.000976	0.5856%	<b>Cumple</b>
Deriva de piso máxima sentido Y	0.001978	1.1868%	<b>Cumple</b>
Análisis Dinámico			
Deriva de piso máxima sentido X	0.001185	0.7110%	<b>Cumple</b>
Deriva de piso máxima sentido Y	0.001918	1.1508%	<b>Cumple</b>

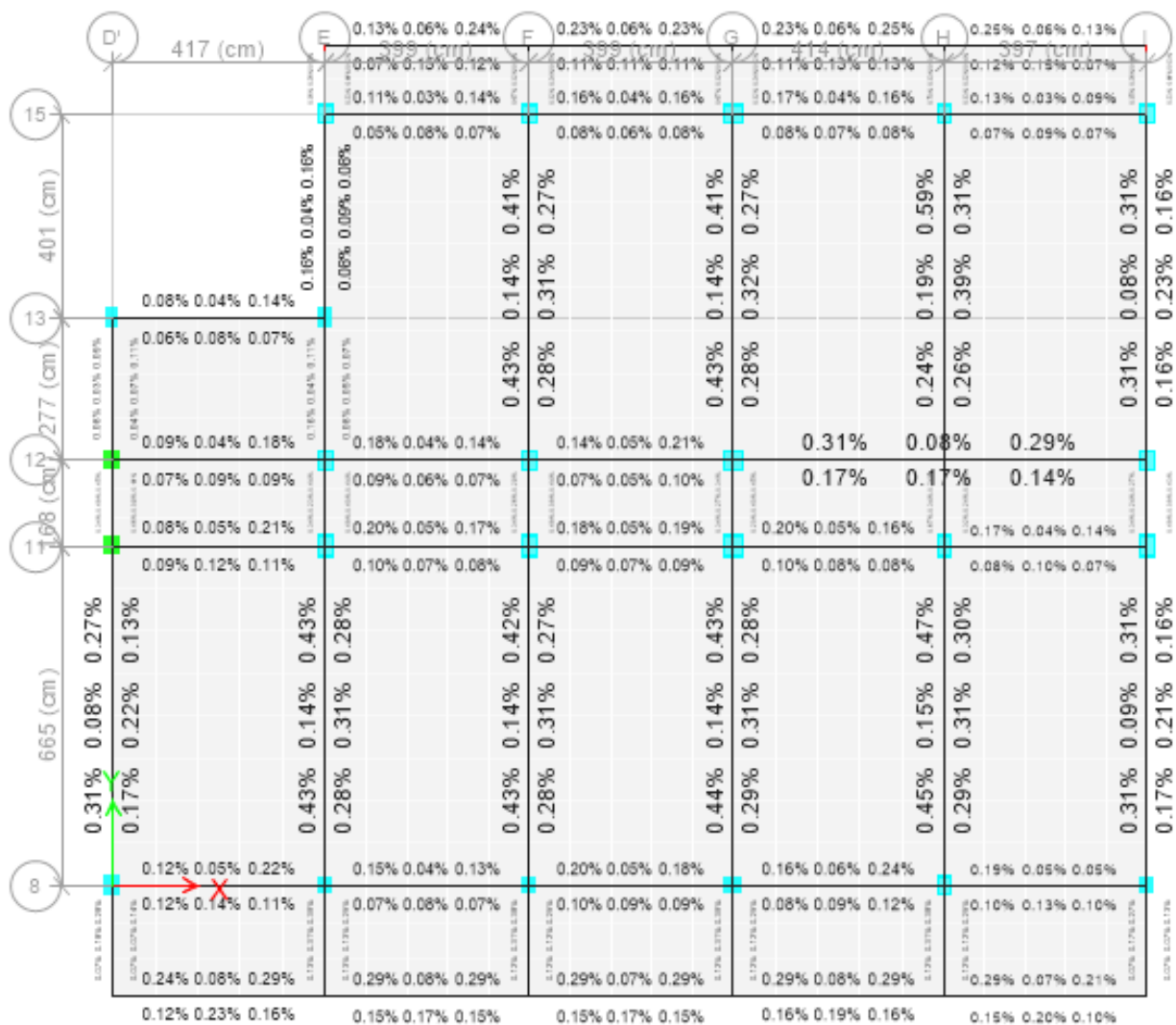
Elaboración: Fernando Guerrero

Se observar que las derivas de piso no superan el porcentaje del 2% permitido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, por lo que la estructura reforzada no tiene problemas por desplazamientos excesivos.

### 3.7.9. Chequeo de los elementos estructurales

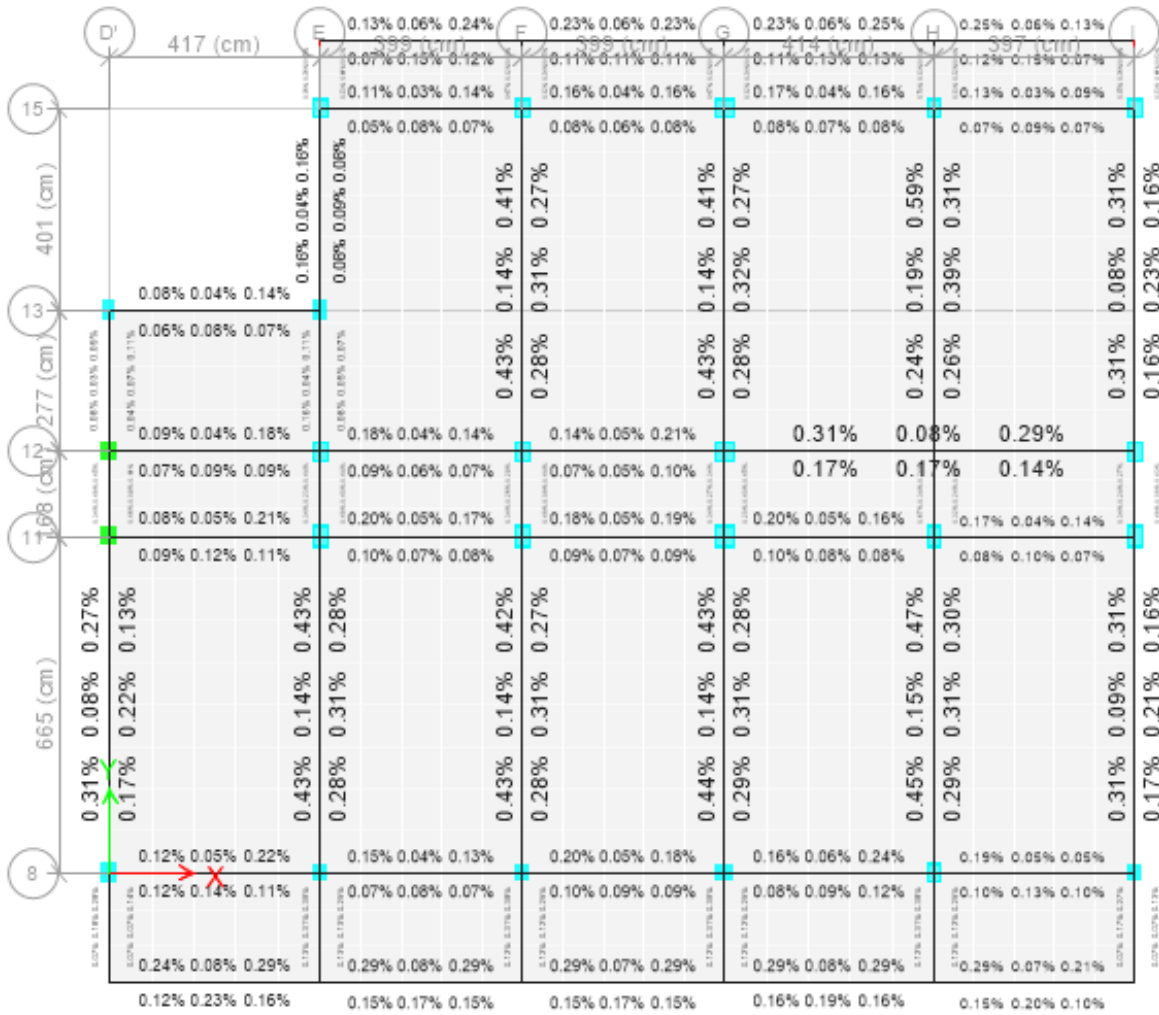
Realizado los chequeos de análisis de la estructura reforzada procedemos a la verificación de cumplimiento de capacidad de los elementos estructurales mediante el programa ETABS 2018 y se observa que las vigas cumplen completamente con las cargas actuantes en la estructura, en el caso de las columnas reforzadas se presenta de igualmente el cumplimiento de las secciones.

Gráfico 81 Porcentaje de acero de vigas nivel N+8.68



Fuente: ETABS 2018

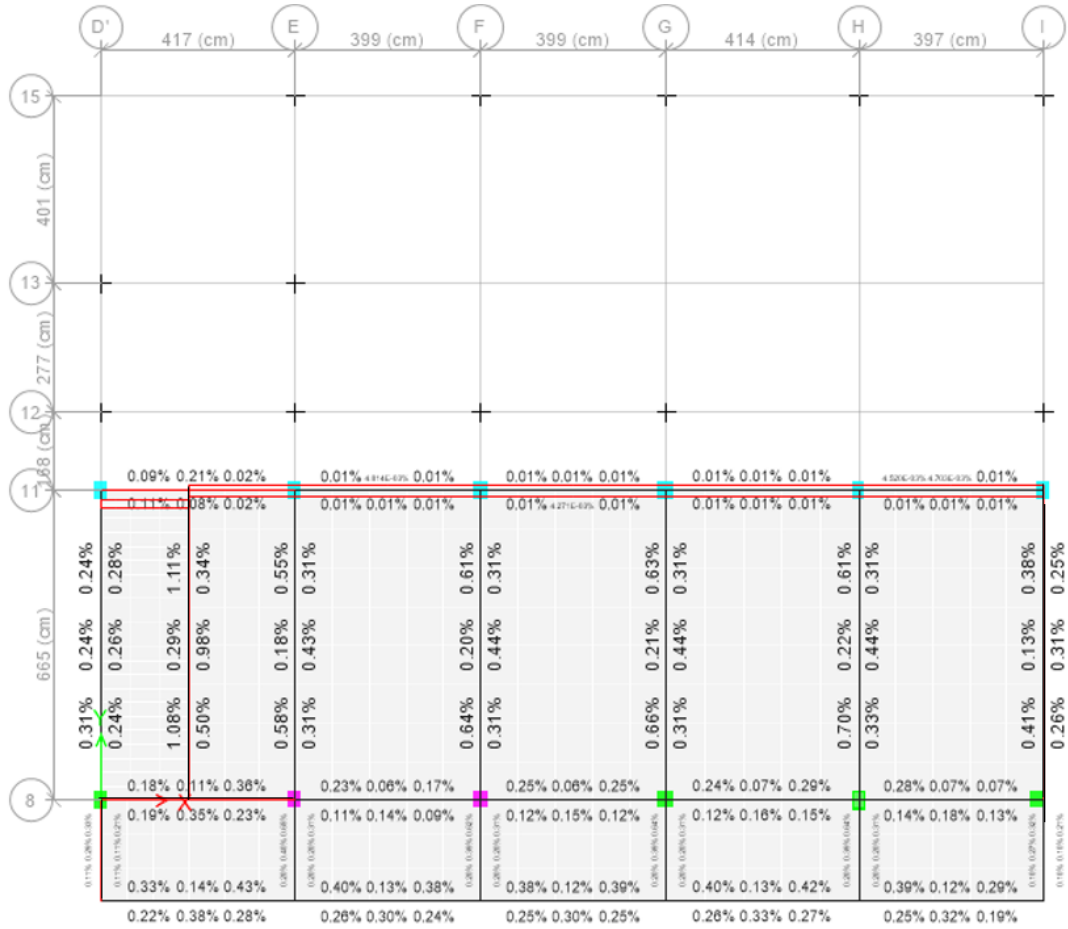
Gráfico 82 Porcentaje de acero de vigas nivel N+5.75



Fuente: ETABS 2018

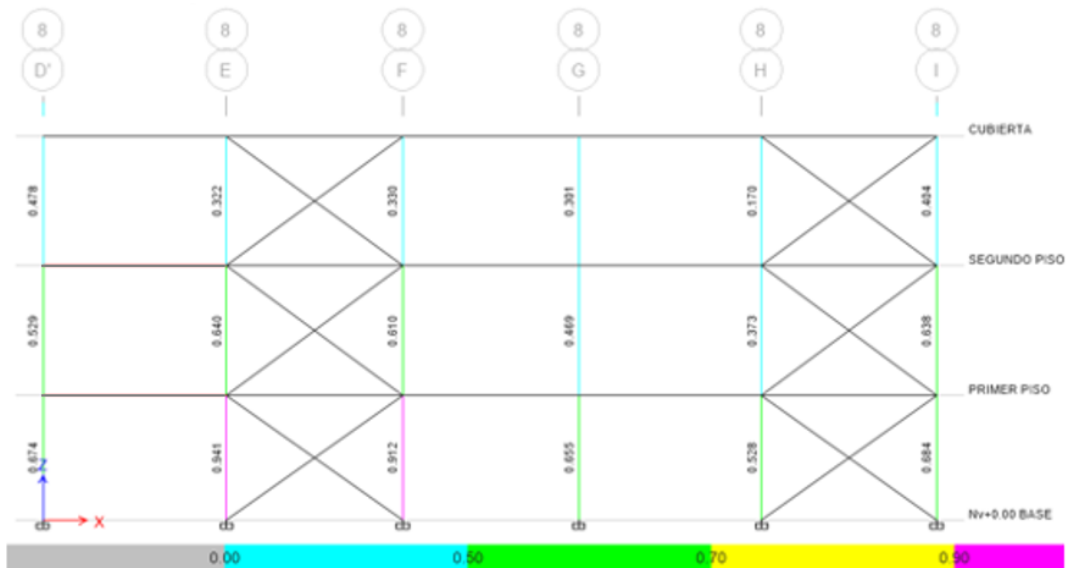


**Gráfico 83** Porcentaje de acero de vigas nivel N+2.82



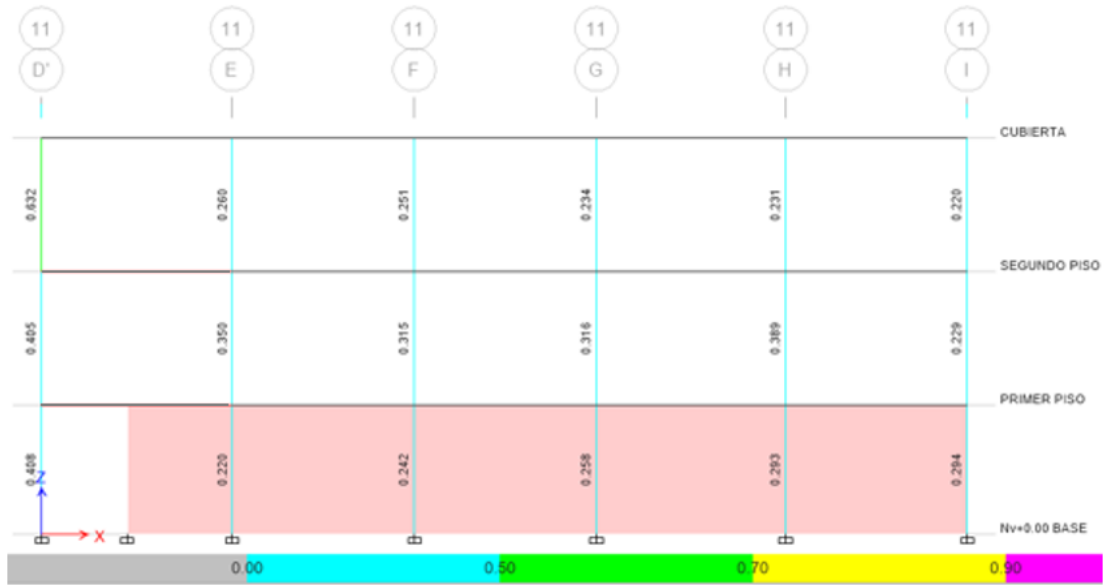
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 84** Demanda / Capacidad Eje 8



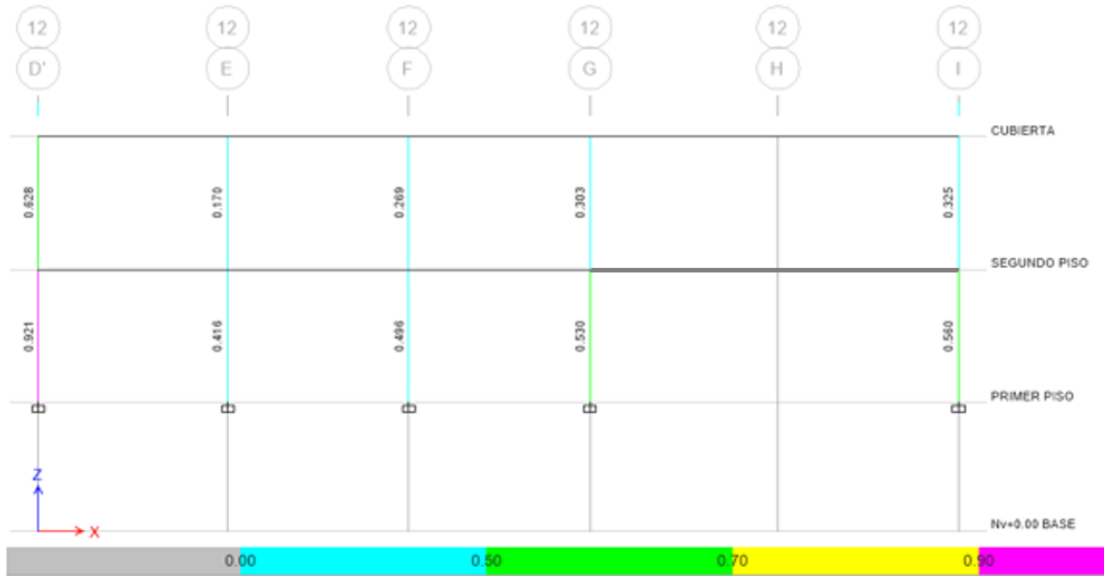
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 85** Demanda / Capacidad Eje 11



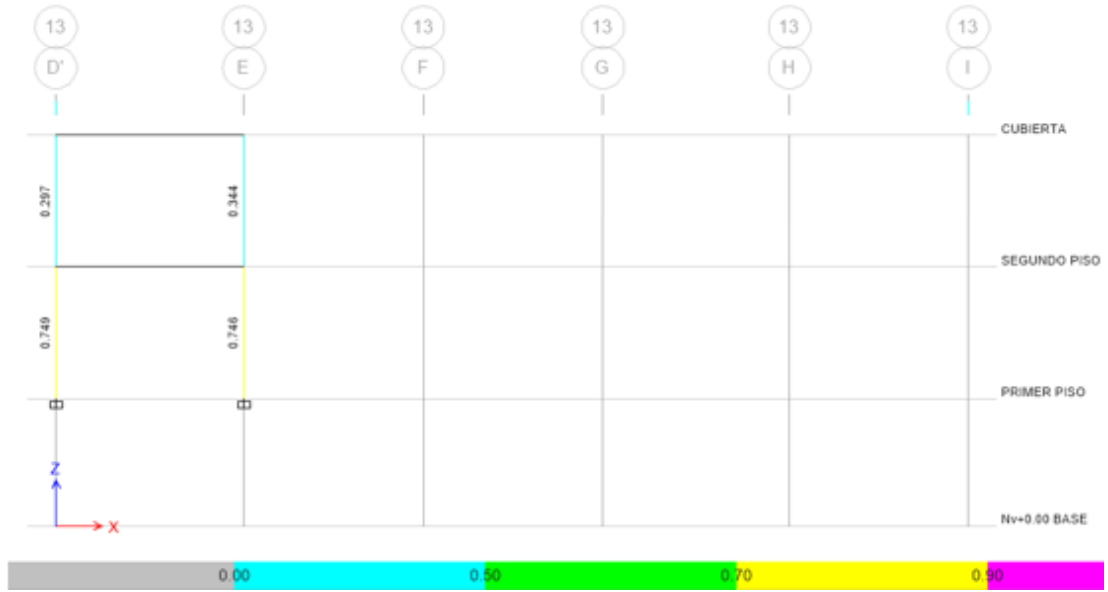
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 86** Demanda / Capacidad Eje 12



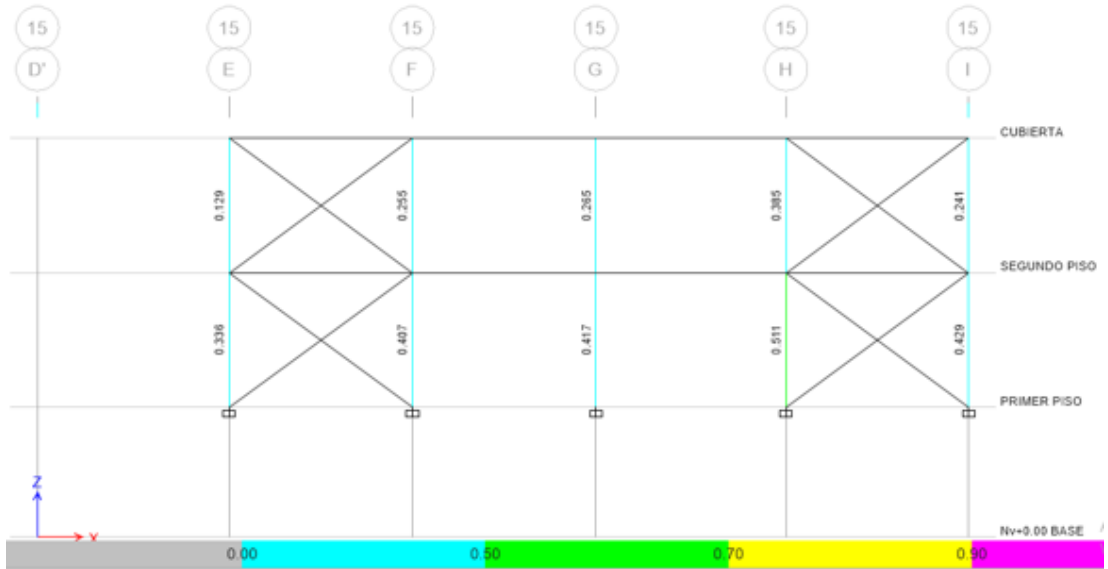
**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 87** Demanda / Capacidad Eje 13



**Fuente:** ETABS 2018

**Gráfico 88** Demanda / Capacidad Eje 15



**Fuente:** ETABS 2018

### 3.8.PRESUPUESTO

En la tabla 51 se adjunta el presupuesto referencial para el reforzamiento de la estructura.

**Tabla 50** Presupuesto Referencial

<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL PARA TRABAJOS DE REFORZAMIENTO</b>					
<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RUBRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PRECIO</b>
				<b>UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
R01	DERROCAMIENTO DE ESTRUCTURA EXISTENTE	M3	45.89	\$ 106.50	\$ 4,887.29
R02	DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERÍAS EXISTENTES	M2	475.41	\$ 9.53	\$ 4,530.66
R03	RETIRO DE ENLUCIDO EN COLUMNAS Y VIGAS	M2	110.74	\$ 4.57	\$ 506.08
R04	RETIRO DE PUERTAS Y VENTANAS EXISTENTES	M2	49.90	\$ 5.47	\$ 272.95
R05	PROVISIÓN Y FIGUARDO DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 Gr36	KG	36120.00	\$ 2.82	\$ 101,858.40
R06	MONTAJE Y PINTURA DE ACERO ESTRUCTURAL ASTM A-36 Gr36	KG	36120.00	\$ 0.78	\$ 28,173.60
R07	PLACAS DE SOPORTE Y ANCLAJES CON ADHESIVO EPÓXICO	KG	2482.05	\$ 6.37	\$ 15,810.66
R08	MAMPOSTERÍA DE BLOQUE E=20CM, MORTERO 1:3	M2	325.73	\$ 18.85	\$ 6,140.01
R09	ENLUCIDO VERTICAL PALETEADO FINO	M2	654.90	\$ 9.86	\$ 6,457.31
R10	PINTURA SATINADA 2 MANOS, INCL. PASTEADO 2 MANOS	M2	654.90	\$ 6.86	\$ 4,492.61
<b>TOTAL:</b>					\$ 172,129.57

**Elaboración:** Fernando Guerrero

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

- Una vez realizado el análisis lineal, se puede concluir que la estructura no cumple con las condiciones mínimas para soportar eventos sísmicos, por lo cual se determina que es necesario realizar el reforzamiento de la estructura para de esta manera garantizar la permanencia en el edificio de sus beneficiarios directos que son los estudiantes.
- El reforzamiento propuesto a través de encamisado en columnas y la ubicación de diagonales rigidizadoras, nos permite observar un comportamiento diferente al estado actual que sustentablemente brinda garantías para la ocupación de la estructura y cumple con los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- El reforzamiento de la estructura nos permite salvar y mejorar las condiciones de la misma, con una alternativa económica y segura.
- El análisis realizado a la estructura nos permite determinar el rendimiento y desempeño del edificio ante la presencia de un sismo, y de esta manera determinar cuáles son los elementos críticos que necesitan una intervención inmediata.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Se sugiere levantar todos los pisos de cerámica y retirar el excesivo masillado encontrado, esto, permitirá reducir la carga o peso del edificio y por ende tener un mejor comportamiento estructural ante eventos sísmicos.
- El Ecuador se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico y no se puede predecir con exactitud cuándo puede presentarse un evento sísmico por lo que se sugiere realizar el reforzamiento estructural.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. BLANCO, «CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA EL DISEÑO SISMORRESISTENTE,» *Revista de la Facultad de Ingeniería U.C.V.*, vol. 27, n° 3, pp. 71-84, 2012.
- [2] A. T. Gilmore, «El futuro del diseño sismorresistente de las edificaciones de concreto reforzado: Una visión basada en la sustentabilidad,» *Concreto, cemento, investigación y desarrollo*, vol. 2, n° 1, pp. 1-16, 2010.
- [3] S. Peñaherrera, Análisis sísmico y propuesta de reforzamiento de un edificio de hormigón armado afectado por el sismo del 19 de diciembre del 2016 ubicado en la parroquia Tonsupa perteneciente al cantón Atacames provincia de Esmeraldas, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2018.
- [4] «ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA,» *Ingeniería Sísmica*, 2016.
- [5] R. Aguiar, Análisis sísmico de Edificios, Quito: Escuela Politécnica del Ejército, 2008.
- [6] J. Silva, Análisis estructural sismo-resistente del bloque a del edificio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato campus Huachi para garantizar la seguridad de sus ocupantes, Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2011.
- [7] J. Villamarín y E. Yanez, «REFORZAMIENTO SÍSMICO DE ESTRUCTURAS APORTICADAS, REGULARES, EN PLANTAS Y REGULARES EN ELEVACIÓN,» ESPE, Sangolquí, 2015.
- [8] C. Arciniegas y J. Fuentes, «Reforzamiento sísmico de estructuras con paraboloides hiperbólicos aplicando el NEC-11,» ESPE, Quito, 2015.
- [9] M. Montero, «ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DE LA PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL REALIZADA POR LA EMPRESA MIYAMOTO INTERNATIONAL INC. DE LA CATEDRAL LA DOLOROSA DE MANTA TRAS EL SISMO DEL 16 DE ABRIL DEL 2016,» ESPE, Salgoquí, 2018.

- [10] A. Ocaña , «ANÁLISIS SÍSMICO Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO MEDIANTE LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-2015 APLICADA AL EDIFICIO CONDOMINIOS QUITO (CIUDAD DE GUAYAQUIL),» ESPE, Sangolqui, 2019.
- [11] P. Arteaga, «“ESTUDIO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, REHABILITACION Y EVALUACIÓN DEL INDICE DE DAÑO DE UNA EDIFICACION PERTENECIENTE AL PATRIMONIO CENTRAL EDIFICADO EN LA CIUDAD DE CUENCA ECUADOR.”,» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2016.
- [12] O. V. Ortiz, Algunas Consideraciones respecto de los efectos de los modos superiores en Estructuras aporricadas, Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2013.
- [13] R. Gonzáles y P. López, «Análisis Sísmico,» de *Norma de diseño sismo-resistente.*, Bogotá, DYAN, 2017, pp. 2-19.
- [14] P. T. y. P. M, SEISMIC DESIGN OF REINFORCED CONCRETE AND MASONRY BUILDINGS, New York: WILEY INTERSCIENCE PUBLICATION, 1992.
- [15] E. Raigosa, «Técnicas de reforzamiento de estructuras construidas de concreto que presentan deficiencias estructurales,» *ICO TEC*, p. 31, 2010.
- [16] A. Rodríguez , E. Bojórquez, A. Reyes, J. Áviles y S. Ruiz, «Determinación de espectros de respuesta considerando daño acumulado e interacción suelo-estructura,» *Ingeniería sísmica*, pp. 2-13, 2017.
- [17] Ministerio de Desarrollo Urbano y Social, «Procedimientos para caracterización sísmica del sitio,» pp. 2-19, 2013.
- [18] G. Juleff, «An Ancient wind powered iron smelting technology in Sri Lanka,» *Nature*, n° 379, 1996.
- [19] K. Sanderson, «Sharpest cut from nanotube sword: Carbon nanotech may have given swords of Damascus their edge,» *Nature*, 2006.
- [20] L. Colasante, L'étude des superficies de l'acier inoxydable austénitique AISI 304 après une déformation plastique et un procédé d'abrasion, Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes, 2006.



- [21] E. Ballesteros, Métodos de análisis estructural en comunidades naturales, en particular de fitobentos, *Oecología Aquatica*, 1986.
- [22] J. A. Pender, *Soldadura*, MdGraw-Hill, 1989.
- [23] D. L. Linero, Un modelo del fallo material en el hormigón armado, mediante la metodología de discontinuidades fuertes de continuo y la teoría de mezclas, Monograph CIMNE, 2019.
- [24] F. Leonhardt, «Estructuras de hormigón armado,» *El Ateneo*, 1985.
- [25] J. Diamond, «Armas, Gérmenes y acero,» *Debolsillo*, 2007.
- [26] C. Waguespack, *Mastering Autodesk Inventor 2014 and Autodesk Inventor LT 2014*, Autodesk Official Press, 2013.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1 - ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

### ANALISIS DE PRECIOS

**HOJA 1**

**DE 10**

UNIDAD:

M3

### UNITARIOS

RUBRO : R01

DETALLE : DERROCAMIENTO DE ESTRUCTURA EXISTENTE

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.23
EXCAVADORA DE ORUGA 128 HP	1.00	35.00	35.00	1.200	42.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>44.23</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OPERADOR EQUIPO PESADO OP C1	1.00	4.04	4.04	3.000	12.12
PEON EO E2	3.00	3.60	10.80	3.000	32.40
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>44.52</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>88.75</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>106.50</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>106.50</b>

SON: CIENTO SEIS DOLARES, 50/100  
CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 2  
 DE 10**  
 UNIDAD:  
 M2

**UNITARIOS**

RUBRO : R02  
 DETALLE : DERROCAMIENTO DE MAMPOSTERÍAS  
 EXISTENTES

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.38
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.38</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	1.00	3.60	3.60	2.100	7.56
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>7.56</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	7.94
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	9.53
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>9.53</b>

SON: NUEVE DOLARES, 53/100  
 CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
 IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 3  
 DE 10**  
 UNIDAD:  
 M2

**UNITARIOS**

RUBRO : R03  
 DETALLE : RETIRO DE ENLUCIDO EN  
 COLUMNAS Y VIGAS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.18
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.18</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.60	3.60	0.500	1.80
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.65	3.65	0.500	1.83
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.63</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>3.81</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%	<b>0.76</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>4.57</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>4.57</b>

SON: CUATRO DOLARES, 57/100  
 CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
 IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:**  
**PROYECTO:** -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 4**  
**DE 10**  
 UNIDAD:  
 M2

**UNITARIOS**

RUBRO : R04  
 DETALLE : RETIRO DE PUERTAS Y  
 VENTANAS EXISTENTES

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.22
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.22</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	EO E2	1.00	3.60	3.60	0.800	2.88
ALBAÑIL	EO D2	1.00	3.65	3.65	0.400	1.46
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>4.34</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	4.56
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	5.47
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>5.47</b>

**SON:** CINCO DOLARES, 47/100  
 CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN**  
**IVA**

FECHA: ENERO DE 2020

**FIRMA DEL OFERENTE**

NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 5  
 DE 10**  
 UNIDAD:  
 KG

**UNITARIOS**

RUBRO : R05  
 DETALLE : PROVISIÓN Y FIGUARDO DE ACERO  
 ESTRUCTURAL ASTM A-36 Gr36

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
CIZALLA	1.00	0.85	0.85	0.010	0.01
SOLDADORA	1.00	1.25	1.25	0.010	0.01
CORTADORA DE DISCO	1.00	1.00	1.00	0.010	0.01
ANDAMIOS	1.00	0.50	0.50	0.010	0.01
ELEVADOR	1.00	2.25	2.25	0.010	0.02
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.07</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO SOLDADOR EOC1	1.00	4.01	4.01	0.010	0.04
FIERRERO/PINTOR EOD2	1.00	3.62	3.62	0.010	0.04
PERFILERO EOC2	1.00	3.82	3.82	0.010	0.04
OPERADOR EQUIPO PESADO OPC1	1.00	4.01	4.01	0.010	0.04
PEON EOE2	1.00	3.58	3.58	0.010	0.04
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.20</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
ACERO ESTRUCTURAL A36	KG	1.050	1.88	1.97
SUELDA E7018	KG	0.025	4.20	0.11
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>2.08</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>2.35</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.82</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2.82</b>

SON: DOS DOLARES, 82/100  
 CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
 IVA

NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 6  
 DE 10**  
 UNIDAD:  
 KG

**UNITARIOS**

RUBRO : R06  
 DETALLE : MONTAJE Y PINTURA DE ACERO  
 ESTRUCTURAL ASTM A-36 Gr36

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
SOLDADORA	1.00	1.25	1.25	0.025	0.03
ANDAMIOS	5.00	0.50	2.50	0.025	0.06
ELEVADOR	1.00	2.25	2.25	0.025	0.06
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.17</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	EOE2	1.00	3.58	3.58	0.025	0.09
FIERRERO	EOD2	1.00	3.62	3.62	0.025	0.09
PERFILERO	EOC2	1.00	3.82	3.82	0.025	0.10
OPERADOR EQUIPO PESADO	OPC1	1.00	4.01	4.01	0.025	0.10
MAESTRO SOLADOR ESPECIALIZADO	EOC1	1.00	4.01	4.01	0.025	0.10
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.48</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.00</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>0.65</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%	<b>0.13</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>0.78</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>0.78</b>

SON: CERO DOLARES, 78/100  
 CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
 IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE



NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 7**  
**DE 10**  
 UNIDAD:  
 KG

**UNITARIOS**

RUBRO : R07  
 DETALLE : PLACAS DE SOPORTE Y ANCLAJES CON  
 ADHESIVO EPÓXICO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.07
SOLDADORA	1.00	1.25	1.25	0.500	0.63
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.70</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
FIERRERO/PINTOR/PLOMERO EO D2	1.00	3.65	3.65	0.200	0.73
FIERRERO EO D2	1.00	3.65	3.65	0.200	0.73
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.46</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
PLANCHA ACERO A36 E10MM	M2	0.100	12.60	1.26
SUELDA 60/11	KG	0.277	3.21	0.89
PINTURA ANTICORROSIVA	GLN	0.020	26.80	0.54
PERNO 3/4X6" -TUERCA Y RODELA	U	0.100	4.60	0.46
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>3.15</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>5.31</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>1.06</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.37</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>6.37</b>

OBSERVACIONES: Se respetar n estrictamente el detalle estructural.

SON: SEIS DOLARES, 37/100 CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 8**  
**DE 10**  
 UNIDAD:  
 M2

**UNITARIOS**

RUBRO : R08  
 DETALLE : MAMPOSTERÍA DE BLOQUE  
 E=20CM, MORTERO 1:3

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.30
ANDAMIOS	1.30	0.50	0.65	1.000	0.65
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.95</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.25	4.01	1.00	1.000	1.00
ALBANIL EO D2	0.70	3.65	2.56	1.000	2.56
PEON EO E2	0.70	3.60	2.52	1.000	2.52
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6.08</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
BLOQUE DE CARGA 15X20X40	U	13.200	0.35	4.62
MORTERO CEMENTO ARENA 1:6	M3	0.060	67.60	4.06
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>8.68</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	15.71
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	18.85
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>18.85</b>

SON: DIECIOCHO DOLARES, 85/100  
 CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
 IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

**HOJA 9  
 DE 10**  
 UNIDAD:  
 M2

**UNITARIOS**

RUBRO : R09  
 DETALLE : ENLUCIDO VERTICAL  
 PALETEADO FINO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.25
ANADMIOS	1.30	1.00	1.30	1.000	1.30
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.55</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	0.90	3.60	3.24	0.700	2.27
ALBAÑIL EO D2	0.90	3.65	3.29	0.700	2.30
MAESTRO DE OBRA EO C1	0.15	4.01	0.60	0.700	0.42
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>4.99</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
MORTERO CMTO:CMTA:ARENA 1:1:8	M3	0.010	66.50	0.67
MORTERO CEMENTO ARENA 1:6	M3	0.015	67.60	1.01
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1.68</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>		<b>8.22</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%	<b>1.64</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>9.86</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>9.86</b>

SON: NUEVE DOLARES, 86/100  
 CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
 IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE

NOMBRE DEL OFERENTE:  
 PROYECTO: -

**ANALISIS DE PRECIOS**

HOJA 10  
 DE 10  
 UNIDAD:  
 M2

**UNITARIOS**

RUBRO : R10  
 DETALLE : PINTURA SATINADA 2 MANOS, INCL.  
 PASTEADO 2 MANOS

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.07
ANDAMIOS	2.00	0.50	1.00	1.000	1.00
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.07</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PINTOR EO D2	1.00	3.65	3.65	0.200	0.73
AYUDANTE EO E2	1.00	3.60	3.60	0.200	0.72
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.45</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
PINTURA LATEX	GLN	0.080	35.00	2.80
LIJA	PLG	0.200	0.40	0.08
CEMENTO BLANCO	50K	0.002	12.00	0.02
YESO	KG	0.100	3.00	0.30
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>3.20</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.00</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>5.72</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>1.14</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.86</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>6.86</b>

SON: SEIS DOLARES, 86/100  
 CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN  
 IVA

FECHA: ENERO DE 2020

FIRMA DEL OFERENTE

## ANEXO 2 - RESULTADOS DE ENSAYOS ESCLEROMÉTRICOS

UNIDAD EDUCATIVA SANTO DOMINGO DE GUZMAN ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO" ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido								
PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL								
EQUIPO: MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N				ENSAYÓ: Ing. Carlos de la Torre D				
SECTOR: BLOQUE C, PLANTA BAJA Nv+0.00				Egdo. Fernando Guerrero				
Fecha de ensayo: 23/12/2019				SOLICITÓ: UE Santo Domingo de Guzmán				
DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO								
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 1 COLUMNA G11 Nv0+00 al Nv+2.82	35	40		0°	32	28	28,00
2					0°	25	17	17,00
3					0°	30	25	25,00
4					0°	28	22	22,00
5					0°	40	42	42,00
6					0°	36	35	35,00
7					0°	25	17	17,00
8					0°	28	22	22,00
9					0°	25	17	17,00
10					0°	25	17	17,00
11	PUNTO 2 COLUMNA G11 Nv+2.82 al Nv+5.75	35	40		0°	30	25	25,00
12					0°	24	16	16,00
13					0°	35	33	33,00
14					0°	28	22	22,00
15					0°	26	19	19,00
16					0°	28	22	22,00
17					0°	33	30	30,00
18					0°	37	37	37,00
19					0°	32	28	28,00
20					0°	28	22	22,00
21	PUNTO 3 COLUMNA G11 Nv5.75 al Nv+8.68	35	40		0°	28	22	22,00
22					0°	34	31	31,00
23					0°	36	35	35,00
24					0°	32	28	28,00
25					0°	32	28	28,00
26					0°	40	42	42,00
27					0°	30	25	25,00
28					0°	35	33	33,00
29					0°	36	35	35,00
30					0°	28	22	22,00
RESULTADOS OBTENIDOS								
DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>9,16</b>				RESISTENCIA PROMEDIO: <b>33,21 MPa</b>				
RESISTENCIA CARACTERISTICA: <b>28,50 MPa</b>				DISPERSIÓN: <b>+/- 4,50 MPa</b>				
UNIDAD EDUCATIVA								

**SANTO DOMINGO DE GUZMAN**  
**ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"**

**ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete**  
Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido

**PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL**

<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N	<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D
<b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA BAJA Nv+0.00	Egdo. Fernando Guerrero
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019	<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán

**DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO**

No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 4 COLUMNA G8 Nv0+00 al Nv+2.82	35	35		0°	25	17	17,00
2					0°	24	16	16,00
3					0°	24	16	16,00
4					0°	24	16	16,00
5					0°	30	25	25,00
6					0°	22	13	13,00
7					0°	26	19	19,00
8					0°	26	19	19,00
9					0°	20	10	10,00
10					0°	26	19	19,00
11	PUNTO 5 COLUMNA G8 Nv+2.82 al Nv+5.75	35	35		0°	28	22	22,00
12					0°	26	19	19,00
13					0°	32	28	28,00
14					0°	28	22	22,00
15					0°	26	19	19,00
16					0°	26	19	19,00
17					0°	24	16	16,00
18					0°	28	22	22,00
19					0°	28	22	22,00
20					0°	24	16	16,00
21	PUNTO 6 COLUMNA G8 Nv+5.75 al Nv+8.68	35	35		0°	38	39	39,00
22					0°	40	42	42,00
23					0°	38	39	39,00
24					0°	32	28	28,00
25					0°	32	28	28,00
26					0°	34	31	31,00
27					0°	36	35	35,00
28					0°	32	28	28,00
29					0°	35	33	33,00
30					0°	32	28	28,00

**RESULTADOS OBTENIDOS**

DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>10,08</b>  RESISTENCIA CARACTERÍSTICA: <b>23,50 MPa</b>	RESISTENCIA PROMEDIO: <b>29,42 MPa</b>  DISPERSIÓN: <b>+/- 4,50 MPa</b>
---	---

**UNIDAD EDUCATIVA**

<p style="text-align: center;"><b>SANTO DOMINGO DE GUZMAN</b>  <b>ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"</b>  <b>ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete</b>  Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido</p>								
<p style="text-align: center;"><b>PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL</b></p>								
<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N <b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA BAJA Nv+0.00				<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D Egdo. Fernando Guerrero				
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019				<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán				
<p style="text-align: center;"><b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b></p>								
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 7 COLUMNA I11 Nv0+00 al Nv+2.82	30	40		0°	36	35	35,00
2					0°	22	13	13,00
3					0°	34	31	31,00
4					0°	30	25	25,00
5					0°	32	28	28,00
6					0°	26	19	19,00
7					0°	28	22	22,00
8					0°	26	19	19,00
9					0°	32	28	28,00
10					0°	28	22	22,00
11	PUNTO 8 COLUMNA I11 Nv+2.82 al Nv+5.75	30	40		0°	20	10	10,00
12					0°	20	10	10,00
13					0°	30	25	25,00
14					0°	15	4	4,00
15					0°	25	17	17,00
16					0°	28	22	22,00
17					0°	28	22	22,00
18					0°	24	16	16,00
19					0°	28	22	22,00
20					0°	24	16	16,00
21	PUNTO 9 COLUMNA I11 Nv+5.75 al Nv+8.68	30	40		0°	32	28	28,00
22					0°	28	22	22,00
23					0°	30	25	25,00
24					0°	28	22	22,00
25					0°	28	22	22,00
26					0°	28	22	22,00
27					0°	28	22	22,00
28					0°	32	28	28,00
29					0°	28	22	22,00
30					0°	30	25	25,00
<p style="text-align: center;"><b>RESULTADOS OBTENIDOS</b></p>								
DESVIACIÓN ESTANDAR: <p style="text-align: center;"><b>8,00</b></p> RESISTENCIA CARACTERÍSTICA: <p style="text-align: center;"><b>23,50 MPa</b></p>				RESISTENCIA PROMEDIO: <p style="text-align: center;"><b>26,83 MPa</b></p> DISPERSIÓN: <p style="text-align: center;"><b>+/- 4,50 MPa</b></p>				
<p style="text-align: center;"><b>UNIDAD EDUCATIVA</b></p>								

<b>SANTO DOMINGO DE GUZMAN</b> <b>ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"</b> <b>ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete</b> Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido								
<b>PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL</b>								
<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N <b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA BAJA Nv+0.00				<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D Egdo. Fernando Guerrero				
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019				<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán				
<b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>								
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 10 COLUMNA E8 Nv0+00 al Nv+2.82	30	35		0°	34	31	31,00
2					0°	30	25	25,00
3					0°	28	22	22,00
4					0°	30	25	25,00
5					0°	34	31	31,00
6					0°	30	25	25,00
7					0°	35	33	33,00
8					0°	36	35	35,00
9					0°	32	28	28,00
10					0°	30	25	25,00
11	PUNTO 11 COLUMNA E8 Nv+2.82 al Nv+5.75	30	35		0°	32	28	28,00
12					0°	37	37	37,00
13					0°	35	33	33,00
14					0°	32	28	28,00
15					0°	28	22	22,00
16					0°	40	42	42,00
17					0°	38	39	39,00
18					0°	30	25	25,00
19					0°	33	30	30,00
20					0°	34	31	31,00
21	PUNTO 12 COLUMNA E8 Nv+5.75 al Nv+8.68	30	35		0°	29	23	23,00
22					0°	20	10	10,00
23					0°	26	19	19,00
24					0°	24	16	16,00
25					0°	26	19	19,00
26					0°	20	10	10,00
27					0°	24	16	16,00
28					0°	26	19	19,00
29					0°	22	13	13,00
30					0°	20	10	10,00
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>								
DESVIACIÓN ESTANDAR: <div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">10,53</div>				RESISTENCIA PROMEDIO: <div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">31,25 MPa</div>				
RESISTENCIA CARACTERISTICA: <div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">25,50 MPa</div>				DISPERSIÓN: <div style="text-align: right; font-weight: bold; font-size: 1.2em;">+/- 4,50 MPa</div>				
<b>UNIDAD EDUCATIVA</b>								



**SANTO DOMINGO DE GUZMAN**

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"**

**ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete**

Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido

**PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL**

<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N	<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D
<b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA Nv+2.82	Egdo. Fernando Guerrero
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019	<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán

**DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO**

No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 13 VIGA EJE E, TRAMO DEL EJE 8 AL EJE 11	30	50		-90°	39	32	32,00
2					-90°	43	40	40,00
3					-90°	39	32	32,00
4					-90°	42	38	38,00
5					-90°	46	46	46,00
6					-90°	46	46	46,00
7					-90°	34	24	24,00
8					-90°	40	34	34,00
9					-90°	37	29	29,00
10					-90°	37	29	29,00
11	PUNTO 14 VIGA EJE G, TRAMO DEL EJE 8 AL EJE 11	30	50		-90°	30	17	17,00
12					-90°	28	14	14,00
13					-90°	33	22	22,00
14					-90°	32	20	20,00
15					-90°	25	10	10,00
16					-90°	31	19	19,00
17					-90°	24	9	9,00
18					-90°	28	14	14,00
19					-90°	26	12	12,00
20					-90°	29	16	16,00
21	PUNTO 15 VIGA EJE I, TRAMO DEL EJE 8 AL EJE 11	30	50		-90°	38	31	31,00
22					-90°	39	32	32,00
23					-90°	36	27	27,00
24					-90°	38	31	31,00
25					-90°	39	32	32,00
26					-90°	38	31	31,00
27					-90°	30	17	17,00
28					-90°	36	27	27,00
29					-90°	38	31	31,00
30					-90°	32	20	20,00

**RESULTADOS OBTENIDOS**

DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>12,29</b>	RESISTENCIA PROMEDIO: <b>32,58 MPa</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA: <b>24,50 MPa</b>	DISPERSIÓN: <b>+/- 4,50 MPa</b>

**UNIDAD EDUCATIVA**

**SANTO DOMINGO DE GUZMAN**  
**ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"**  
**ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete**  
 Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido

**PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL**

<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N	<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D
<b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA Nv+5.75	Egdo. Fernando Guerrero
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019	<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán

**DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO**

No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 16 VIGA EJE E, TRAMO DEL EJE 15 AL EJE 13	30	50		-90°	38	31	31,00
2					-90°	36	27	27,00
3					-90°	32	20	20,00
4					-90°	36	27	27,00
5					-90°	41	36	36,00
6					-90°	38	31	31,00
7					-90°	39	32	32,00
8					-90°	39	32	32,00
9					-90°	40	34	34,00
10					-90°	38	31	31,00
11	PUNTO 17 VIGA EJE G, TRAMO DEL EJE 15 AL EJE 13	30	50		-90°	38	31	31,00
12					-90°	32	20	20,00
13					-90°	36	27	27,00
14					-90°	34	24	24,00
15					-90°	34	24	24,00
16					-90°	36	27	27,00
17					-90°	38	31	31,00
18					-90°	36	27	27,00
19					-90°	34	24	24,00
20					-90°	40	34	34,00
21	PUNTO 18 VIGA EJE I, TRAMO DEL EJE 15 AL EJE 13	30	50		-90°	36	27	27,00
22					-90°	35	25	25,00
23					-90°	35	25	25,00
24					-90°	38	31	31,00
25					-90°	36	27	27,00
26					-90°	34	24	24,00
27					-90°	36	27	27,00
28					-90°	39	32	32,00
29					-90°	38	31	31,00
30					-90°	35	25	25,00

**RESULTADOS OBTENIDOS**

DESVIACIÓN ESTANDAR: <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>4,97</b></p> RESISTENCIA CARACTERISTICA: <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>34,50 MPa</b></p>	RESISTENCIA PROMEDIO: <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>35,17 MPa</b></p> DISPERSIÓN: <p style="text-align: center; font-size: 1.2em;"><b>+/- 4,50 MPa</b></p>
---	--

**UNIDAD EDUCATIVA**

**SANTO DOMINGO DE GUZMAN**  
**ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"**

**ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete**

Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido

**PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL**

<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N	<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D
<b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA Nv+8.68	Egdo. Fernando Guerrero
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019	<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán

**DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO**

No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	<b>PUNTO 19</b> VIGA EJE D', TRAMO DEL EJE 8 AL EJE 11	30	50		-90°	34	24	24,00
2					-90°	34	24	24,00
3					-90°	34	24	24,00
4					-90°	36	27	27,00
5					-90°	30	17	17,00
6					-90°	22	6	6,00
7					-90°	36	27	27,00
8					-90°	34	24	24,00
9					-90°	32	20	20,00
10					-90°	31	19	19,00
11	<b>PUNTO 20</b> VIGA EJE F, TRAMO DEL EJE 8 AL EJE 11	30	50		-90°	38	31	31,00
12					-90°	28	14	14,00
13					-90°	28	14	14,00
14					-90°	30	17	17,00
15					-90°	26	12	12,00
16					-90°	34	24	24,00
17					-90°	28	14	14,00
18					-90°	28	14	14,00
19					-90°	26	12	12,00
20					-90°	26	12	12,00
21	<b>PUNTO 21</b> VIGA EJE H, TRAMO DEL EJE 8 AL EJE 11	30	50		-90°	39	32	32,00
22					-90°	35	25	25,00
23					-90°	39	32	32,00
24					-90°	36	27	27,00
25					-90°	38	31	31,00
26					-90°	32	20	20,00
27					-90°	28	14	14,00
28					-90°	35	25	25,00
29					-90°	27	13	13,00
30					-90°	29	16	16,00

**RESULTADOS OBTENIDOS**

DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>8,71</b>  RESISTENCIA CARACTERÍSTICA: <b>21,50 MPa</b>	RESISTENCIA PROMEDIO: <b>25,46 MPa</b>  DISPERSIÓN: <b>+/- 4,50 MPa</b>
--	---

**UNIDAD EDUCATIVA**

**SANTO DOMINGO DE GUZMAN**

**ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"**

**ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete**

Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido

**PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL**

<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N	<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D
<b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA Nv+2.82	Egdo. Fernando Guerrero
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019	<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán

**DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO**

No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	PUNTO 22 VIGA EJE 11, TRAMO DEL EJE E AL EJE F	30	50		-90°	36	27	27,00
2					-90°	37	29	29,00
3					-90°	35	25	25,00
4					-90°	34	24	24,00
5					-90°	38	31	31,00
6					-90°	38	31	31,00
7					-90°	35	25	25,00
8					-90°	32	20	20,00
9					-90°	36	27	27,00
10					-90°	35	25	25,00
11	PUNTO 23 LOSA Nv+2.82, TABLERO 1		25		90°	32	34	34,00
12					90°	36	41	41,00
13					90°	30	30	30,00
14					90°	24	21	21,00
15					90°	36	41	41,00
16					90°	36	41	41,00
17					90°	29	29	29,00
18					90°	30	30	30,00
19					90°	30	30	30,00
20					90°	32	34	34,00
21	PUNTO 24 LOSA Nv+2.82, TABLERO 2		25		90°	31	32	32,00
22					90°	34	37	37,00
23					90°	36	41	41,00
24					90°	36	41	41,00
25					90°	30	30	30,00
26					90°	28	27	27,00
27					90°	26	24	24,00
28					90°	36	41	41,00
29					90°	34	37	37,00
30					90°	26	24	24,00

**RESULTADOS OBTENIDOS**

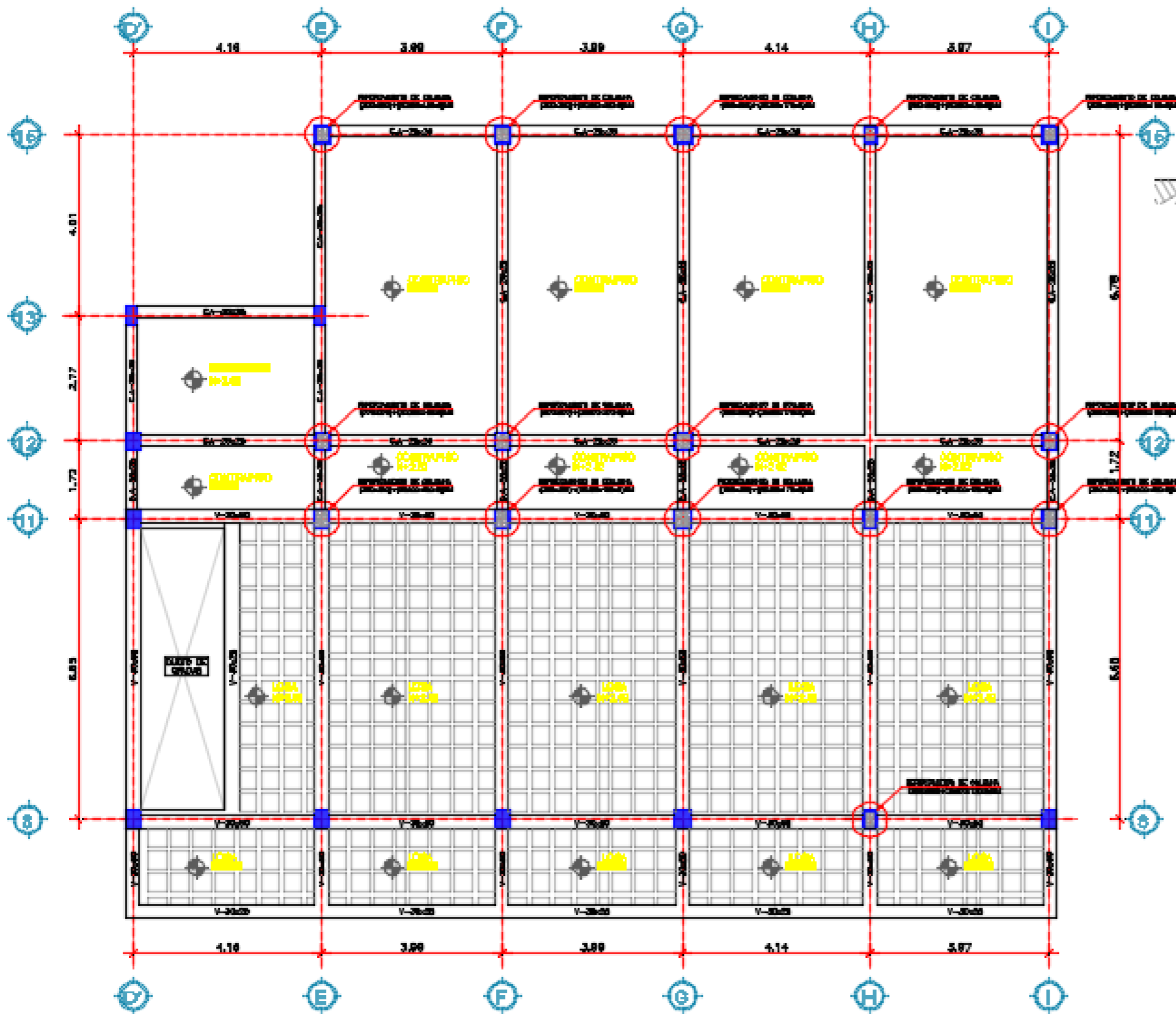
DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>7,99</b>	RESISTENCIA PROMEDIO: <b>38,71 MPa</b>
RESISTENCIA CARACTERISTICA: <b>35,50 MPa</b>	DISPERSIÓN: <b>+/- 4,50 MPa</b>

**UNIDAD EDUCATIVA**

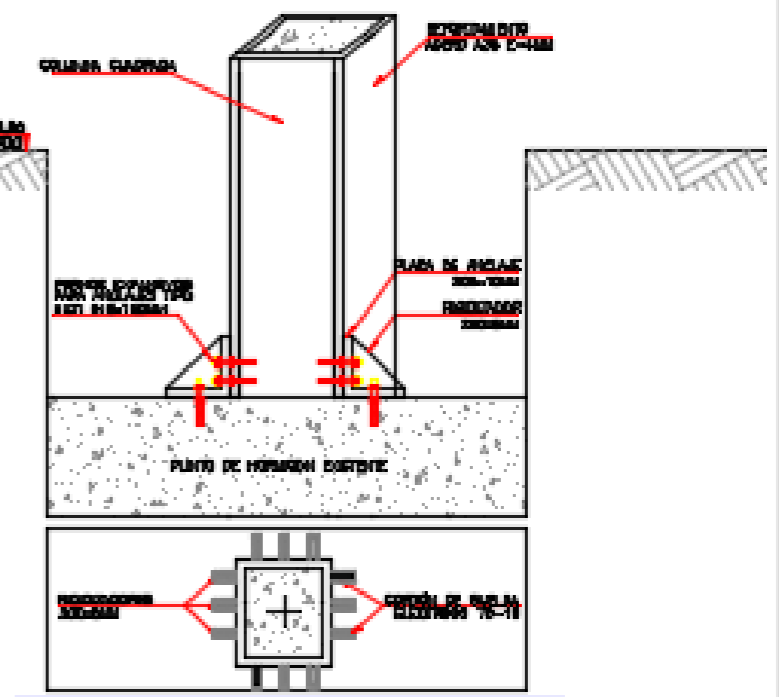
<b>SANTO DOMINGO DE GUZMAN</b>								
<b>ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"</b>								
<b>ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete</b>								
Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido								
<b>PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL</b>								
<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N				<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D				
<b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA Nv+5.75				<b>Egdo.</b> Fernando Guerrero				
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019				<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán				
<b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>								
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)
		B	H	D				
1	<b>PUNTO 25 LOSA Nv+5.75, TABLERO 3</b>		25		90°	38	44	44,00
2					90°	28	27	27,00
3					90°	30	30	30,00
4					90°	33	35	35,00
5					90°	30	30	30,00
6					90°	30	30	30,00
7					90°	32	34	34,00
8					90°	30	30	30,00
9					90°	28	27	27,00
10					90°	30	30	30,00
11	<b>PUNTO 26 LOSA Nv+5.75, TABLERO 4</b>		25		90°	29	29	29,00
12					90°	32	34	34,00
13					90°	28	27	27,00
14					90°	26	24	24,00
15					90°	28	27	27,00
16					90°	28	27	27,00
17					90°	27	25	25,00
18					90°	24	21	21,00
19					90°	28	27	27,00
20					90°	30	30	30,00
21	<b>PUNTO 27 LOSA Nv+5.75, TABLERO 5</b>		25		90°	36	41	41,00
22					90°	30	30	30,00
23					90°	34	37	37,00
24					90°	32	34	34,00
25					90°	38	44	44,00
26					90°	31	32	32,00
27					90°	30	30	30,00
28					90°	32	34	34,00
29					90°	26	24	24,00
30					90°	30	30	30,00
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>								
DESVIACIÓN ESTANDAR:				RESISTENCIA PROMEDIO:				
<b>6,73</b>				<b>38,50 MPa</b>				
RESISTENCIA CARACTERISTICA:				DISPERSIÓN:				
<b>36,50 MPa</b>				<b>+/- 4,50 MPa</b>				
<b>UNIDAD EDUCATIVA</b>								

<b>SANTO DOMINGO DE GUZMAN</b>									
<b>ENSAYO NO DESTRUCTIVO "ESCLERÓMETRO"</b>									
<b>ASTM C 805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete</b>									
Formulario de ensayo NO Destructivo a elementos de hormigón endurecido									
<b>PROYECTO: ANÁLISIS Y REHABILITACIÓN DEL BLOQUE CENTRAL</b>									
<b>EQUIPO:</b> MARTILLO DE REBOTE SCHMIDT N				<b>ENSAYÓ:</b> Ing. Carlos de la Torre D					
<b>SECTOR:</b> BLOQUE C, PLANTA Nv+8.68				<b>Egdo.</b> Fernando Guerrero					
<b>Fecha de ensayo:</b> 23/12/2019				<b>SOLICITÓ:</b> UE Santo Domingo de Guzmán					
<b>DATOS Y RESULTADOS DE ENSAYO</b>									
No. de Impactos	Ubicación del elemento ensayado	Dimensiones(cm)			Angulo de ensayo (°)	s c MPa	Esfuerzo Cúbico	ESFUERZO "fi" (MPa)	
		B	H	D					
1	<b>PUNTO 28 LOSA Nv+8.68, TABLERO 6</b>		25		90°	30	30	30,00	
2					90°	30	30	30,00	
3					90°	26	24	24,00	
4					90°	26	24	24,00	
5					90°	24	21	21,00	
6					90°	36	41	41,00	
7					90°	30	30	30,00	
8					90°	32	34	34,00	
9					90°	33	35	35,00	
10					90°	26	24	24,00	
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>									
DESVIACIÓN ESTANDAR: <b>7,35</b>				RESISTENCIA PROMEDIO: <b>36,63 MPa</b>					
RESISTENCIA CARACTERISTICA: <b>33,50 MPa</b>				DISPERSIÓN: <b>+/- 4,50 MPa</b>					
<b>FIRMA Y SELLO</b>									
<b>OBSERVACIONES:</b>									
								<b>Ing. Carlos A de la Torre D.</b> CONSULTOR ESTRUCTURAL	






NOTA: -SE REPLICARÁ LA ESTRUCTURA A MANO DERECHA Y A LA PARTE SUPERIOR DEL PLANO PARA POSTERIORMENTE REALIZAR EL ENLACE CON LA LOSA DE ACERO ARMADO.  
 -EL TIPO DE SOLDADURA DE BARRAS ES B3C A LA NORMA AWS D1.1



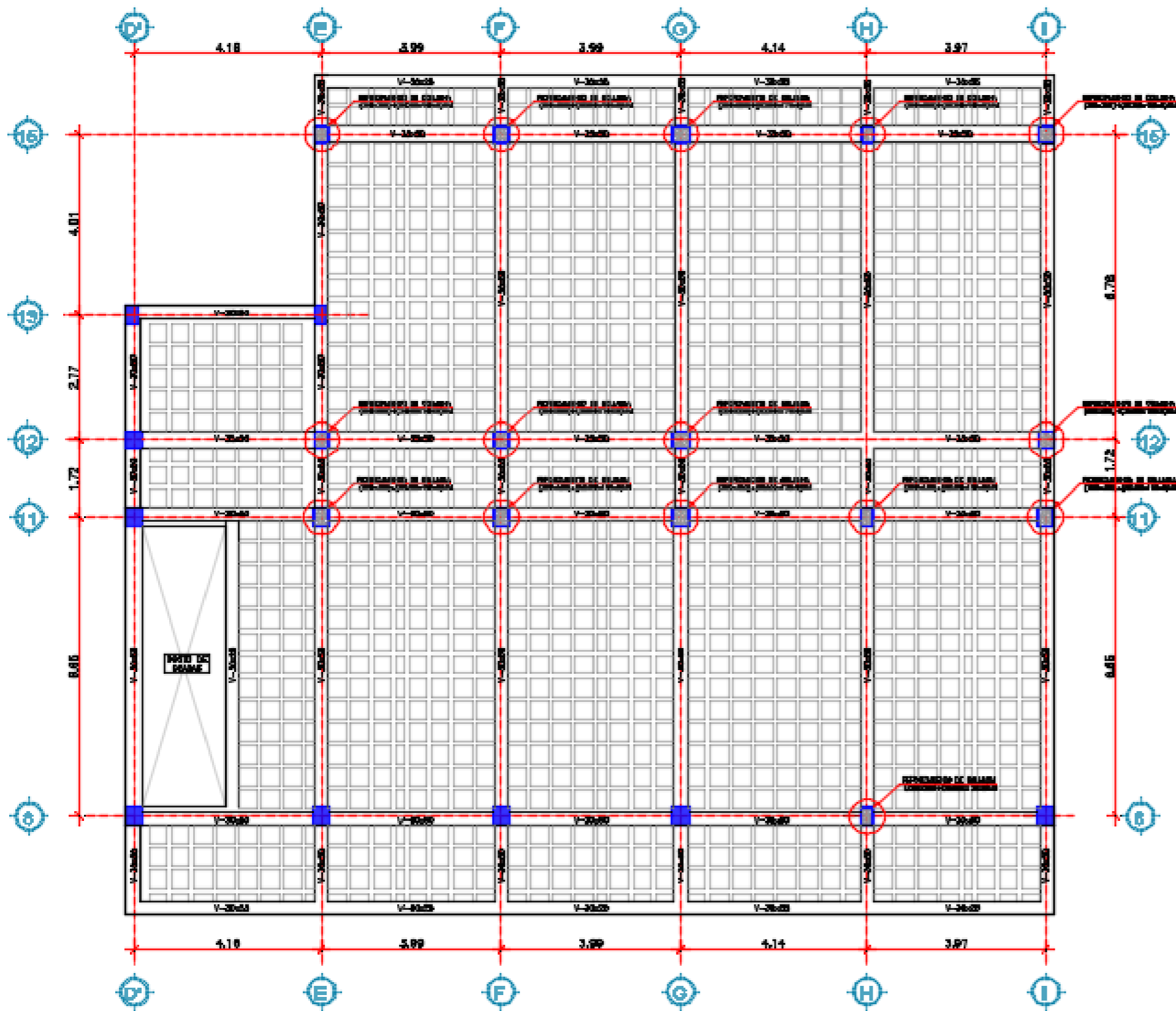
**DETALLE DE LA UNIÓN DE LAS COLUMNAS CON LA LOSA DE ACERO ARMADO EN COLUMNAS DE ACERO ARMADO EN EL PLANO N+2.82**  
 ESC. 1/4

**LOSA N+2.82 - UBICACIÓN REFORZAMIENTO DE COLUMNAS**

ESC. 1:100

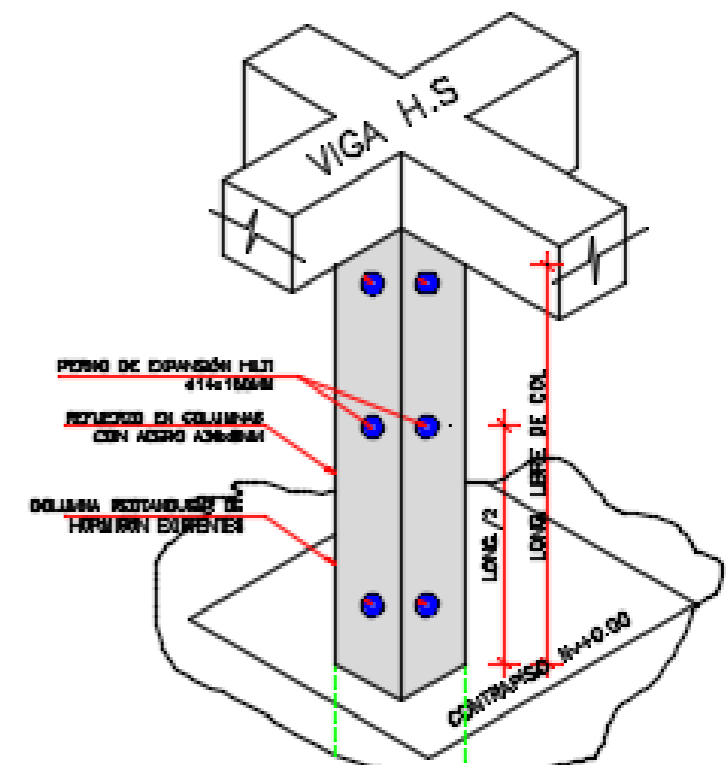
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES:</b>			
1.- HORMIGÓN $f_c = 300 \text{ kg/cm}^2$ a USE EN BLOQUE EN ALICATADO DE HORMIGÓN. 2.- MALLAS DE ACERO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ ACERO CORRIENTE. 3.- LAS MALLAS DE ACERO EN EL PLANO DEBEN SER DE TIPO A BARRAS. 4.- LAS MALLAS DE ACERO DEBEN SER DE TIPO A BARRAS. 5.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE BARRAS SON EN TIPO DE BARRAS. 6.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE BARRAS SON EN TIPO DE BARRAS. 7.- LAS MALLAS DE ACERO DEBEN SER DE TIPO A BARRAS. 8.- LAS MALLAS DE ACERO DEBEN SER DE TIPO A BARRAS. 9.- LAS MALLAS DE ACERO DEBEN SER DE TIPO A BARRAS. 10.- LAS MALLAS DE ACERO DEBEN SER DE TIPO A BARRAS.			
			
<b>PROYECTO:</b> OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DEL BARRIO DE LA UNIÓN RECONSTRUCCIÓN DEL BARRIO DE LA UNIÓN EN LA CIUDAD DE AMBATO PROYECTO DE TUBERÍA			
<b>DIRECCIÓN:</b> AV. LOS SANTOS ENTRE LOS RIOS Y LAS LAGUNAS / NOROCCIDENTAL / AMBATO			
<b>CONTENIDO:</b> PLANO DE UBICACIÓN DE LAS COLUMNAS DE REFORZAMIENTO		<b>ESCALA:</b> 1:100	
<b>FECHA:</b> 15/05/2024	<b>ELABORADO:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>APROBADO:</b>
<b>ELABORADO:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>REVISADO:</b>	<b>REVISADO:</b>





**LOSA N+5.75 - UBICACIÓN REFORZAMIENTO DE COLUMNAS**

ESC. 1:100



**UBICACIÓN DE ANCLAJE DE PERNO EXPANSIVO**

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES:**
- 1.- HORMIGÓN:  $f_c = 270 \text{ kg/cm}^2$  A LOS 28 DÍAS EN CLASIFICACIÓN SERVICIO
  - 2.- ACERO DE REFUERZO:  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , ACERO CORROSIVO
  - 3.- LAS SECCIONES TRANSVERSALES EN EL PLANO DEBEN SER LAS MISMAS A TODA LA ALTOREZA
  - 4.- LOS REVELOS DEBEN SER SUFICIENTES PARA LA CORRIENTE
  - 5.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE DIBUJO SON ENTRE OTRAS DISTINGUIDAS
  - 6.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE DIBUJO A MENOS DE 100 DE DISTANCIA DE LOS ANCLAJES
  - 7.- LOS REVELOS DE PUNTO DE VISTA DEBEN SER SUFICIENTES PARA EL ACERADO
  - 8.- CUALQUIER CAMBIO AL DISEÑO, DEBE CONCORDAR CON EL DISEÑADOR
  - 9.- EL ACERO REFORZADOR, DE SER NECESARIO DEBE CONCORDAR CON EL DISEÑO



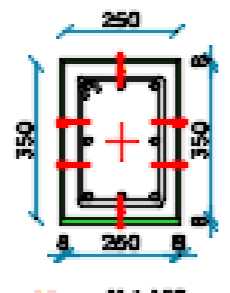
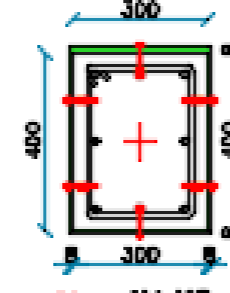
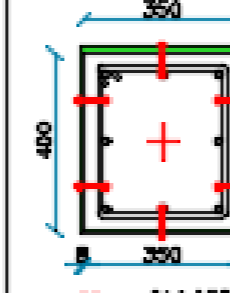
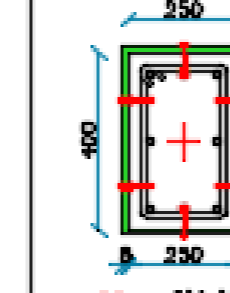
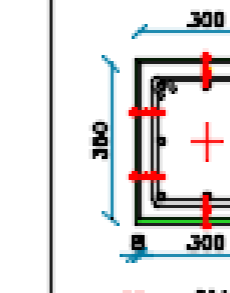
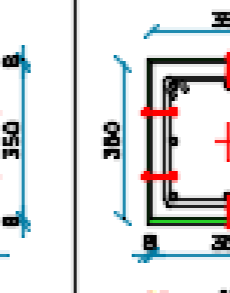
PROYECTA: ANILIS RAMOS Y FAMILIA REPARACIONES DEL BOSQUE DE LA UDEA  
 CAMPAÑA BARRIO BARRIO DE BARRIO BARRIO DE LA CIUDAD DE AMBATO  
 PROVINCIA DE TUNJA

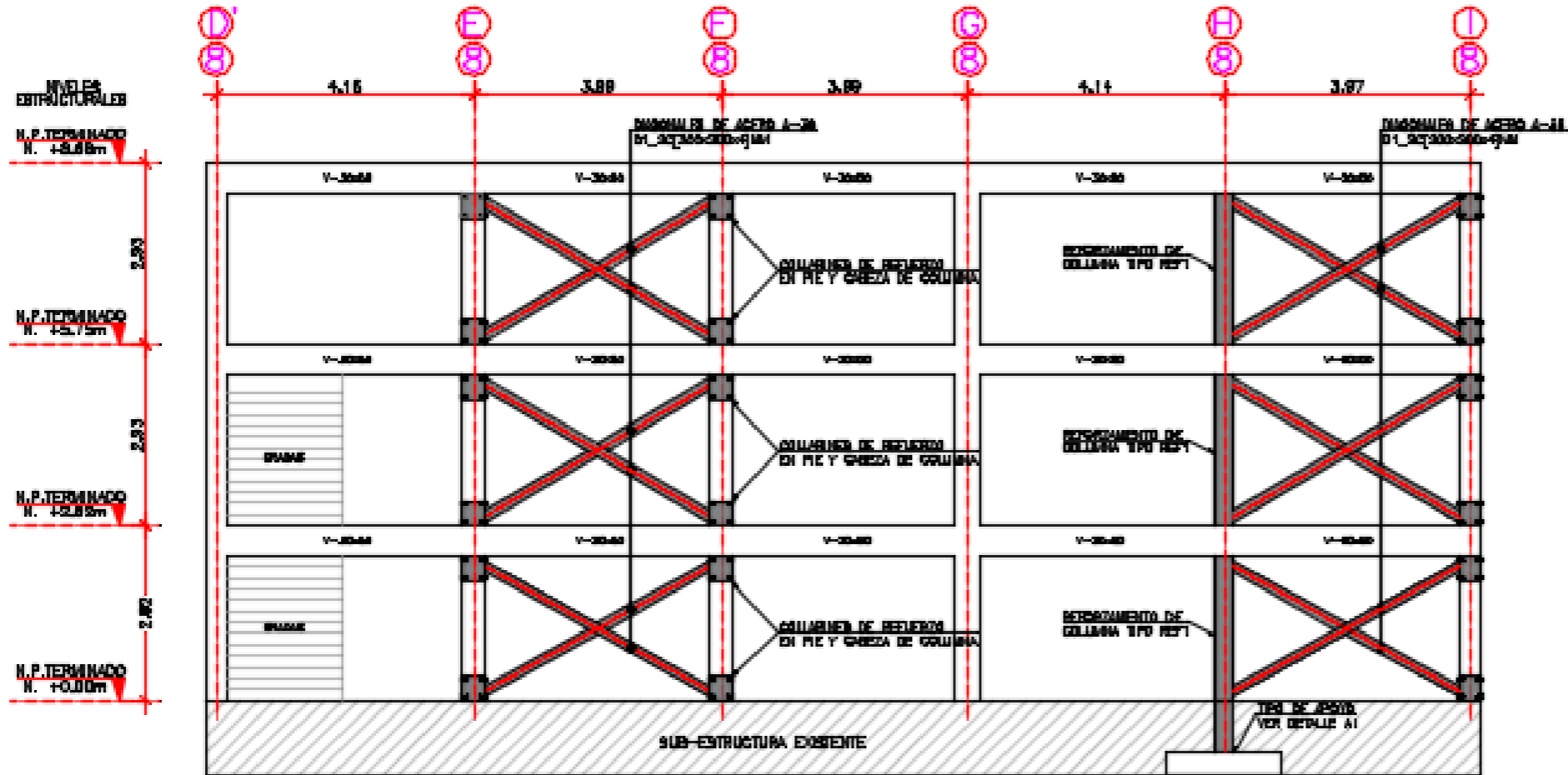
DIRECCIÓN: A LOS QUATRO DÍAS DE LAS 10:00 / 10:00 / 10:00 / 10:00

CONTIENE: LÍNEAS DE REFERENCIA, DETALLES DE ANCLAJE VIGAS  
 CLASIFICACIÓN DE REFORZAMIENTO

FECHA:	ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:

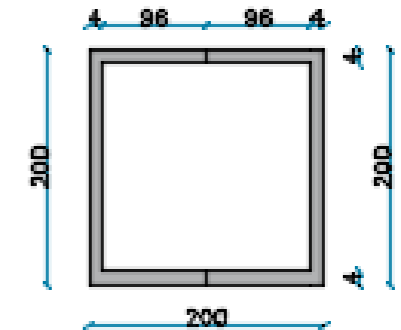
## CUADRO DE REFORZAMIENTO EN COLUMNAS

REFORZAMIENTO TIPO: REF1	REFORZAMIENTO TIPO: REF2	REFORZAMIENTO TIPO: REF3	REFORZAMIENTO TIPO: REF4	REFORZAMIENTO TIPO: REF5	REFORZAMIENTO TIPO: REF6
					
LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM
SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]



### ARRIOSTRAMENTOS

#### REFORZAMIENTOS LATERALES



**2C(200x200x4MM)**  
SIN ESCALA[MM]

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES:

- 1.- HERRAMIENTAS:  $f_y = 370 \text{ kgf/cm}^2$  A LOS 28 DÍAS EN CLASIFICACIÓN NORMAL
- 2.- MALLAS DE ACERO:  $f_y = 370 \text{ kgf/cm}^2$ , ACERO CORROSIVO
- 3.- LAS MEDIDAS SE TOMAN EN EL PLANO PUES SON LAS LEYENDAS A MEDIDA
- 4.- LOS HUELOS DEBEN SER CORRESPONDIENTES A PUNA TERMINADA
- 5.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE MALLAS SON ENTRE OMBROS COTIZADOS
- 6.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE MALLAS A MENOS DE 10 CM DE ESPESOR SE LE CONTARÁ
- 7.- LOS HUELOS DE PUNA TERMINADA DEBEN SER CORRESPONDIENTES
- 8.- CUALQUIER CANTO AL DISEÑO DEBE ORIENTARSE POR EL CALZADO
- 9.- EL ACERO ESTRUCTURAL DE AISLAMIENTO DE CONCRETO DEBEN SER DE PUNTA DE 3000 KG/CM<sup>2</sup>



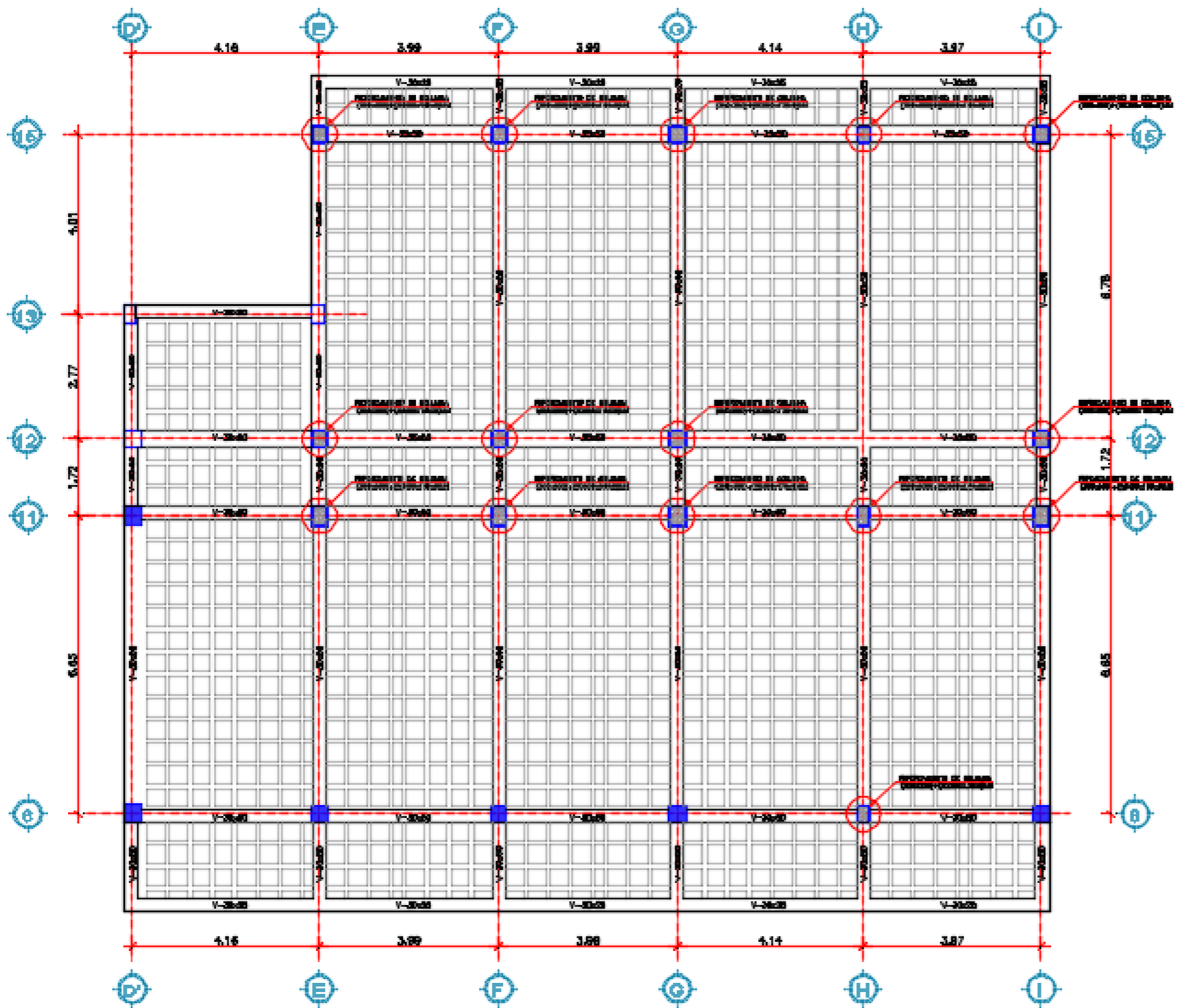
PROYECTO: **ANEXO "MUEBLES Y FOMENTO REPARACIONES DE MUEBLES" DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA ROSA DE ACOCHA UBICADA EN LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TAMBORA**

DIRECCIÓN: **AV. LOS GUAYABOS ENTRE LAS HERRERAS Y LAS LEÑAS / PUNTA / AMBATO**

CONTIENE: **LEYES DE DISEÑO, DETALLES DE ANCLAJE Y AISLAMIENTO DE REPARACIONES**

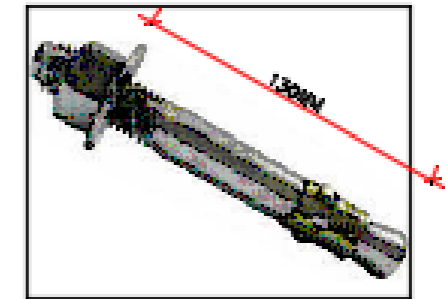
REVISED	DISEÑO	FECHA: <b>ENERO / 2018</b>	LÍNEA: <b>EDUCACIONAL</b>
DISEÑADO POR: <b>ING. FERNANDO ALVARO</b>		REVISADO POR: <b>ING. FERNANDO ALVARO</b>	LOGO: 





**LOSA Nv+8.68 - LOSA DE CUBIERTA**

ESC. 1:100



**DETALLE DE PERNO DE EXPANSIÓN HILTI HSA**

ESC. 3/N

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES**

- 1.- HORMIGÓN  $f_c = 270 \text{ kgf/cm}^2$  A LOS 28 DÍAS EN CLASIFICACIÓN B270
- 2.- MALLAS DE ACERO  $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$  ACERO CORROSIVO
- 3.- LAS MEDIDAS INDICADAS EN EL PLANO DEBEN SOBRE LAS LÍNEAS A MENOS
- 4.- LOS NIVELES INDICADOS CORRESPONDEN A OTRA TERMINADA
- 5.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE BARRAS SON SIN SUJECIÓN EXTENSORA
- 6.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE METROS, A MENOS QUE SE ESPESIFIQUE LO CONTRARIO
- 7.- LAS NIVELES DE PISO TERMINADOS DEBEN SER DE ACUERDO A LA COTACIÓN
- 8.- CALIBRE CUBIERTA AL DIBUJO PARA CONSULTAR POR EL CALIBRE
- 9.- EL ACERO ESTRUCTURAL ES AISI-60228 DE 20 CON LÍMITE DE FLUENCIA DE 3500 kgf/cm<sup>2</sup>



**PROYECTO:** AMPLIACIÓN Y MEJORA DE LA INFRAESTRUCTURA DEL BARRIO 2 DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA TERESA DE BUENOS AEROS EN LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TAMBORA

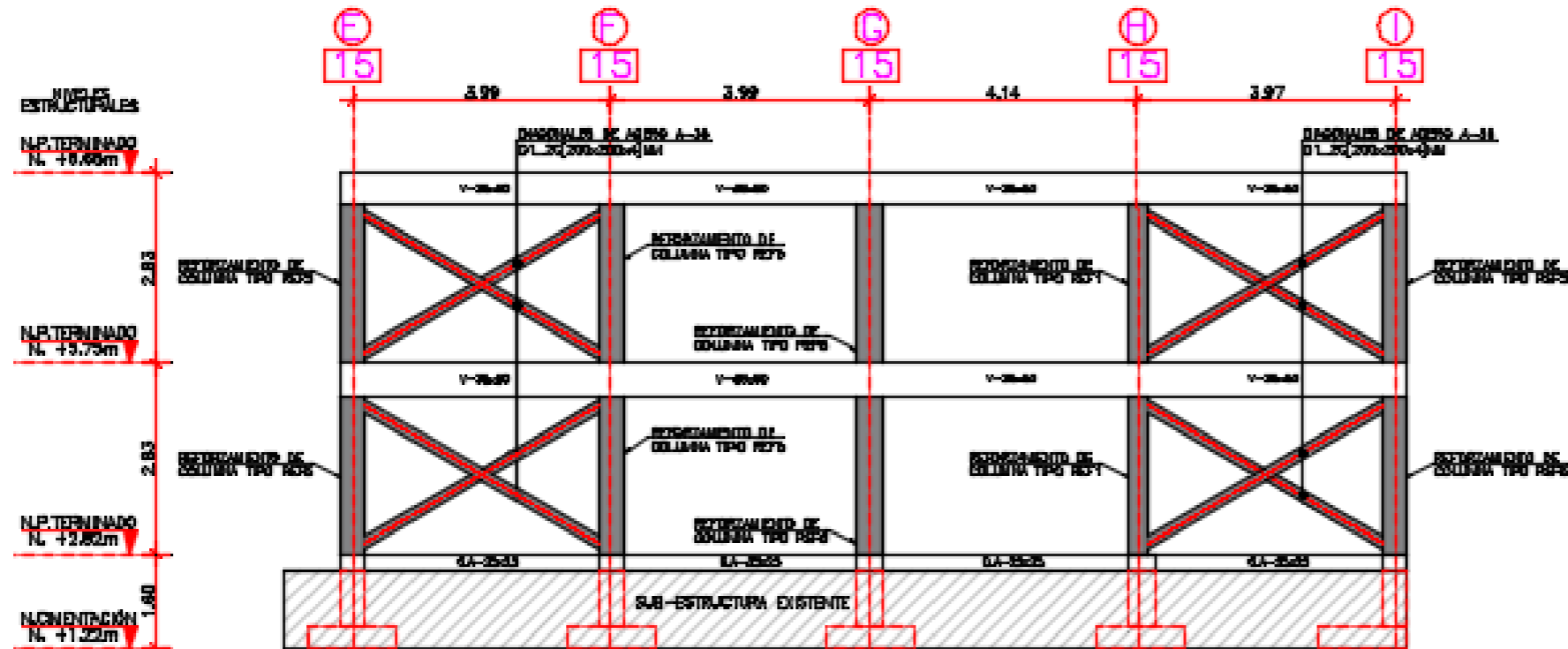
**DIRECCIÓN:** A LAS QUINCE HORAS ENTRE LAS LINEAS Y LAS LINEAS / PISO / NIVEL

**CONTENIDO:** LOSA DE CUBIERTA, CUBIERTA PÓRCELA DE 10, BARRAS DE MALLAS VARIAS, GUARDOS DE APOYO

<p>FECHA: 02/07 / 2020</p> <p>ELABORADO: [Nombre]</p> <p>REVISADO: [Nombre]</p> <p>PROYECTADO: [Nombre]</p>	<p>ESCALA: 1:100</p> <p>FECHA DE EMISIÓN: 02/07 / 2020</p> <p>FECHA DE REVISIÓN: [Fecha]</p>
---	--

## CUADRO DE REFORZAMIENTO EN COLUMNAS

REFORZAMIENTO TIPO: REF1	REFORZAMIENTO TIPO: REF2	REFORZAMIENTO TIPO: REF3	REFORZAMIENTO TIPO: REF4	REFORZAMIENTO TIPO: REF5	REFORZAMIENTO TIPO: REF6
LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM	LÁMINA A36 E=8MM
SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]	SIN ESCALA[MM]

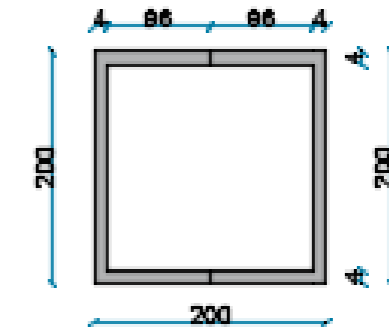


**ELEVACIÓN EJE 15 - REFORZAMIENTO DE COLUMNAS**

ESC. 1:50

### ARRIOSTRAMIENTOS

#### REFORZAMIENTOS LATERALES



2C(200x200x4MM)  
SIN ESCALA[MM]

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES

- 1.- NORMAS  $f_c = 270 \text{ kg/cm}^2$  A LOS 28 DÍAS EN COLUMNAS Y VIGAS
- 2.- VIGAS DE ACERO  $f_y = 4300 \text{ kg/cm}^2$ , ACERO CORROSIVO
- 3.- LAS MEDIDAS DENTRO DE EL PLANO DEBE SER LAS DADAS A MENOS
- 4.- LOS RECUERDOS DEBE SER COMPUESTO A OTRA TERMINA
- 5.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE SOBREPASE DEBE SER DADA DENTRO
- 6.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE SOBREPASE DEBE SER DADA DENTRO
- 7.- LAS RECUERDOS DEBE SER COMPUESTO DENTRO DENTRO ABRECIADO
- 8.- QUANTIA DADO AL DISEÑO DEBE SER DADO POR EL DISEÑO
- 9.- EL ACERO ESTRUCTURAL DE SER DADO DE CON LARGO DE FUERZA DE SER 18/200



PROYECTO: **ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y PLAN DE REFORZAMIENTO DEL BLOQUE C DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA ROSA DE SUZANA UNIDAD DE LA CIUDAD DE AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA**

OPCIÓN: **A/ LOS QUANTIA EN ENTRE LAS LINEAS Y LAS LINEAS / PISO / MURTO**

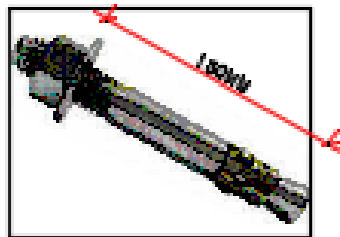
CONTIENE: **LISTA DE COLUMNAS, ELEVACIÓN TÉCNICA DE LA, DETALLE DE ANCLAJE VIGAS, CUANTIA DE REFORZAMIENTO**

REVISOR	DISEÑO	FECHA	ESCALA



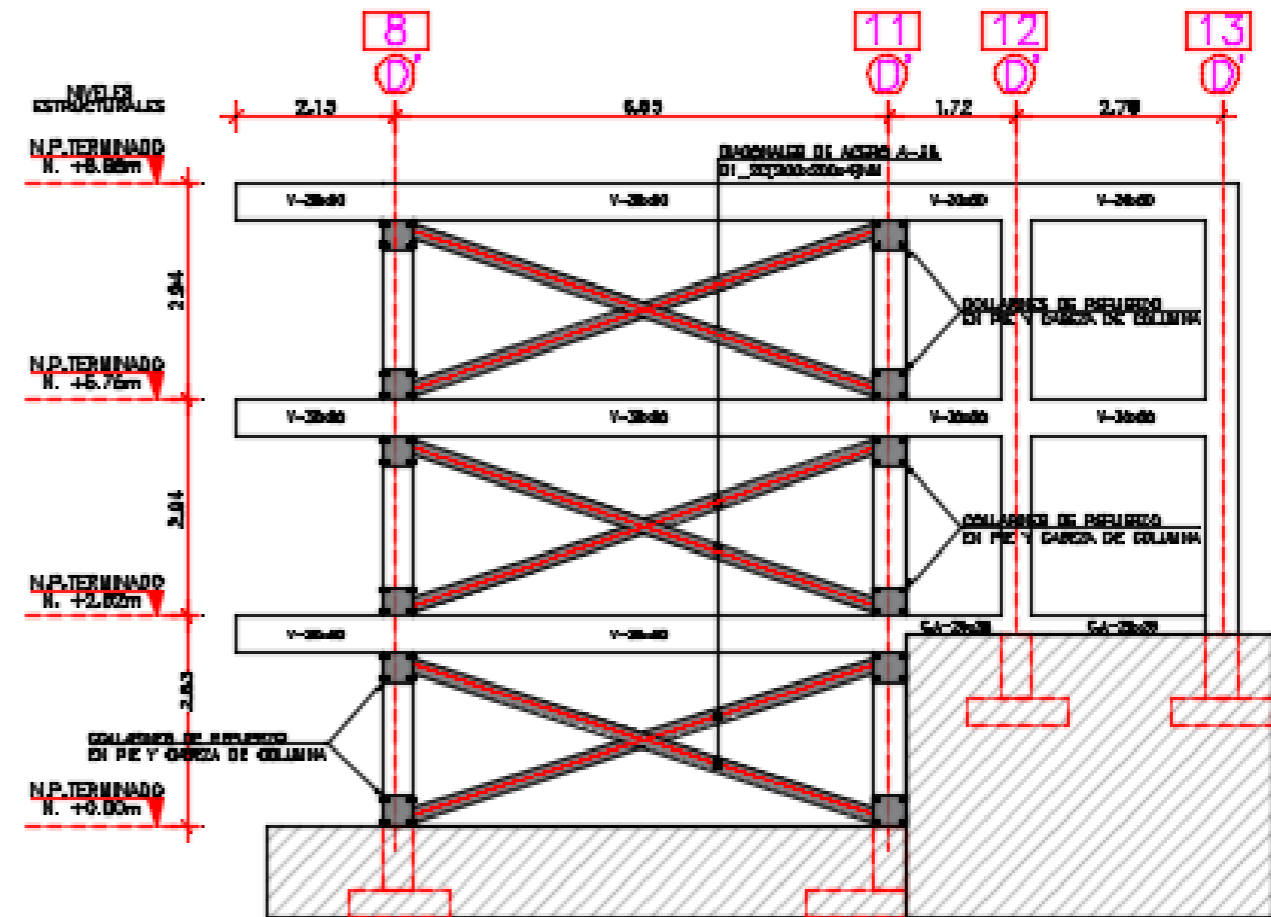
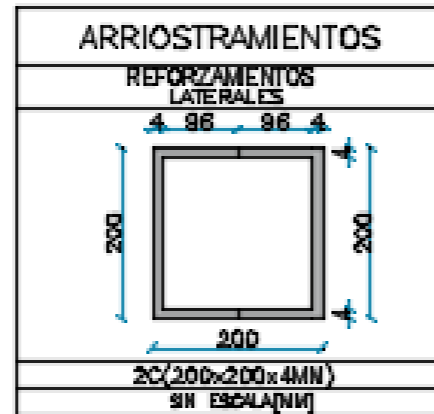
### CUADRO DE REFORZAMIENTO EN COLUMNAS

REFORZAMIENTO TIPO: REF1	REFORZAMIENTO TIPO: REF2	REFORZAMIENTO TIPO: REF3	REFORZAMIENTO TIPO: REF4	REFORZAMIENTO TIPO: REF5	REFORZAMIENTO TIPO: REF6
LÁMINA A36 E=8MM SIN ESCALA(MM)	LÁMINA A36 E=8MM SIN ESCALA(MM)	LÁMINA A36 E=8MM SIN ESCALA(MM)	LÁMINA A36 E=8MM SIN ESCALA(MM)	LÁMINA A36 E=8MM SIN ESCALA(MM)	LÁMINA A36 E=8MM SIN ESCALA(MM)



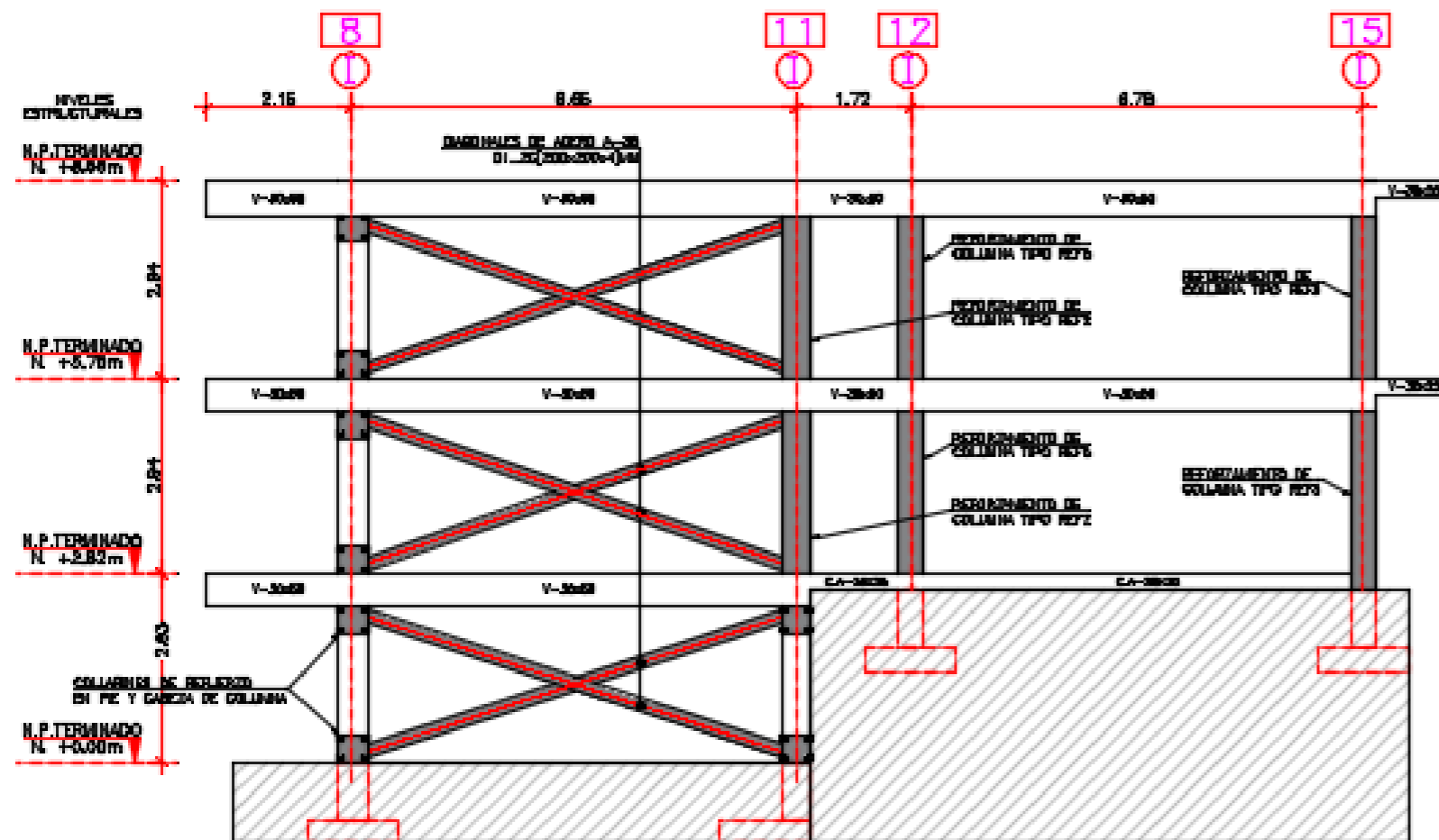
DETALLE DE FIBRO DE EXPANSIÓN HILTI HSA

ESC. 5/11



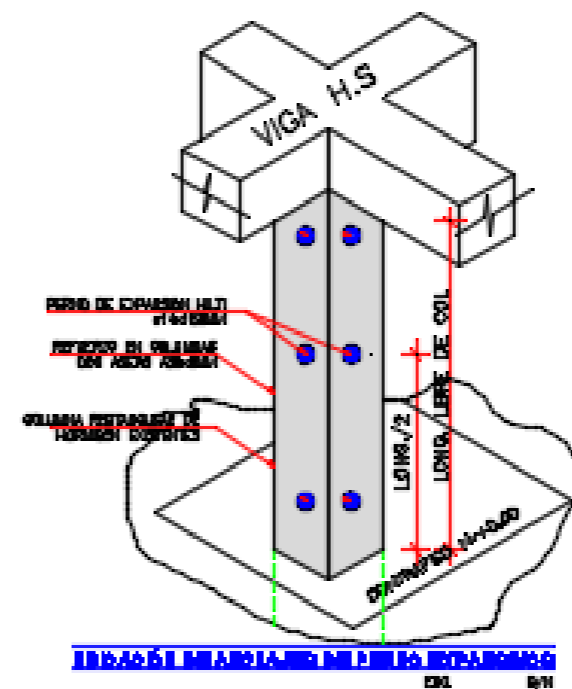
ELEVACIÓN EJE D' - ARRIOSTRAMIENTOS LATERALES "X"

ESC. 1:100



ELEVACIÓN EJE I - ARRIOSTRAMIENTOS LATERALES "X"

ESC. 1:100



INDICACIÓN DE LAS LAMINAS DE REFORZAMIENTO

ESC. 5/11

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES:**

- 1.- HORMIGÓN  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de colocación según norma.
- 2.- VARILLAS DE ACERO  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , ACERO CORROSIVO.
- 3.- LAS MEDIDAS SEÑALAN EN EL PLANO SINO SOBRE LAS LINEAS A MEDIDA.
- 4.- LOS NÚMEROS ENTRE CORCHONES CORRESPONDEN A OTRAS TRABAJADAS.
- 5.- LAS DIMENSIONES EN TIPO DE DIBUJO SON ENTRE CORCHONES.
- 6.- LAS DIMENSIONES ESPAN EN METROS A MENOS QUE SE ESPECIFIQUE LO CONTRARIO.
- 7.- LAS MEDIDAS DE PUNOS TRABAJADOS SIEMPRE SE DÁN EN SU SENTIDO MÁXIMO.
- 8.- CUALQUIER SÍMBOLO AL DIBUJO, DEBE CORRELACIONAR CON EL CUALQUIER.
- 9.- EL ACERO ESTRUCTURAL DE ACEROS DEBEN DE SER UNIFORMES DE ACEROS 60/20.

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBAATO**

PROFESOR: JUAN CARLOS Y PABLO REFORZAMIENTO DEL BLOQUE C DE LA UNIDAD EDUCATIVA SANTA DOMINGO DE GUAYMA VENEZUELA EN LA CIUDAD DE AMBAATO PROVINCIA DE TAMBORA.

DIRECCIÓN: AV. LOS ESTADOS DITE. LOS HEROS Y LAS LEAS / PUNO / AMBAATO

CONTIENE: ELEVACIÓN EJE D' DE D. I.

FECHA: 02/05/2024

ELABORADO: JUAN CARLOS Y PABLO

REVISADO: JUAN CARLOS Y PABLO

PROFESOR: JUAN CARLOS Y PABLO

ESC. 1:100