

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO
RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA
DE CARÁQUEZ – ZONA SUSCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN**

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

STEVEN ANDRÉS NAVARRETE FRANCO

PAMELA ALEXANDRA ORDINOLA VEGA

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

A mis padres, por ayudarme incondicionalmente en todo este maravilloso proceso:

Janneth Liliana Franco Rivadeneira

Maire Antonio Navarrete Lozano

Steven Andrés Navarrete Franco

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres, Eduardo Ordinola y Fanny Vega, quienes en todo momento me han brindado su amor incondicional, sus experiencias, sus consejos en los momentos de inquietud y su confianza.

A mi Papá, usted que siempre se ha esforzado en darnos lo mejor a mis hermanas y a mí, también por ser mi modelo a seguir, de que con esfuerzo, dedicación y trabajo uno puede ir adelante en la vida.

A mi Mamá, por sus palabras de aliento y ánimo en todo momento, para que persevere en mis planes y nunca me rinda sin importar la situación.

Y a mi Abuelita Mercedes que, desde el cielo, estoy muy segura se encuentra feliz por esta meta alcanzada.

Pamela Alexandra Ordinola Vega

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento personal a mi compañera de la materia integradora Pamela Ordinola por haberme ayudado y soportado en todos estos años de carrera.

A Miguel Ángel Chávez, Ph. D por su dirección y apoyo en el desarrollo de este proyecto, por su calidad como docente y por tener siempre confianza en los alumnos de esta grandiosa institución.

También un agradecimiento a mi Tutor Guillermo Muñoz, por haberme ayudado y resuelto las muchas dudas que tuve en este proyecto, por su predisposición y consejos.

Al Ing. Erwin Larreta, por ser un ejemplo no solo como profesor, sino como ser humano, por su ayuda incondicional prestada en todos estos años.

Al Ing. Arnaldo Bayona, por su asesoría y predisposición a ayudarnos en la sección de presupuestos.

Steven Andrés Navarrete Franco

AGRADECIMIENTOS

Agradezco ante todo a Dios, por estar conmigo en cada paso que he dado, por darme salud, y fortaleza para seguir adelante en este camino que está por culminar. A mis padres, por creer en mi capacidad como profesional, por motivarme a alcanzar mis sueños y por ser ese ejemplo que me ayudó a ser la persona que soy hoy en día. A mis hermanas, que en los momentos de cansancio siempre estaban presentes para compartirme sus locuras y alegría.

A mi compañero de la materia integradora, Steven Navarrete que, por su dedicación, esfuerzo, ayuda y apoyo total hemos logrado completar con éxito esta última meta en nuestra etapa universitaria.

Al Ing. Glgo. Erwin Larreta por su orientación y consejos a lo largo de mi carrera universitaria. Al Ing. Miguel Chávez, PhD. e Ing. Guillermo Muñoz Villa, Ms.C. por su dirección y apoyo en el desarrollo de este proyecto. A mis amigos, que han estado conmigo en todo momento tratando de avanzar todos por igual así fuéramos de distintas carreras.

Pamela Alexandra Ordinola Vega

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Steven Andrés Navarrete Franco* y *Pamela Alexandra Ordinola Vega* damos nuestro consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”

Steven Andrés Navarrete Franco

Pamela Alexandra Ordinola Vega

EVALUADORES

Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo, Ph. D.

Profesor Coordinador de Proyectos de la FICT - ESPOL

Ing. Guillermo Muñoz Villa, Ms.C.

Profesor Tutor de la Materia Integradora FICT – ESPOL

RESUMEN

El presente proyecto expone el diseño y análisis estructural del nuevo edificio de Capitanía de Puertos de la ciudad de Bahía de Caráquez de cuatro niveles, el edificio previamente construido se vio gravemente afectado por el sismo ocurrido el 16 de Abril del 2016 con epicentro en la ciudad de Pedernales, que luego de la revisión de edificaciones se constató que la estructura sufrió de daños estructurales y no estructurales, motivo por el cual se decidió demolerlo y construir uno nuevo en otra ubicación empleando dispositivos sísmicos elastoméricos de base con núcleo de plomo y deslizadores sísmicos. El objetivo de este proyecto es ofrecer un lugar adecuado y seguro a los trabajadores de la capitanía para que desempeñen sus actividades laborales.

Las alternativas de diseño que se analizan son: un Sistema de Pórticos de Acero Resistente a Momento y un Sistema de Pórticos de Acero Resistente a Momento con Aisladores Sísmicos de Base, comparando cuál de las alternativas presenta un mejor desempeño ante un evento sísmico, revisando condiciones como: derivas máximas y fuerzas sísmicas que soporta la estructura.

Las normativas que se utilizaron en este proyecto fueron: ASCE 7-16, NEC-SE-DS 2015 (Peligro Sísmico), NEC-SE-AC 2015 (Estructuras de Acero), ACI 318-14 y AISC-358. El diseño y análisis de los elementos estructurales del edificio CAPBAH se lo realizó mediante el software ETABS 2016, para la losa de cimentación se empleó el software SAFE 2016, verificando los requerimientos y condiciones de las normas de diseño mencionadas.

Se optó por la alternativa del Sistema PARM con Aisladores Sísmicos de Base, de acuerdo a la matriz de selección establecida en el Capítulo II, que muestra ser la más apropiada por los requerimientos de diseño de la estructura.

Palabras Clave: Sismorresistente, Aisladores Elastoméricos, Bahía de Caráquez.

ABSTRACT

The present project exposes the design and structural analysis of the new Harbor Captaincy building of the city of Bahía de Caráquez of four levels, the previously constructed building was severely affected by the earthquake that occurred on April 16, 2016 with epicenter in the city of Pedernales, that after the revision of buildings it was found that the structure suffered from structural and non-structural damage, which is why it was decided to demolish it and build a new one in another location using seismic base elastometric devices with lead core and seismic sliders . The objective of this project is to offer a suitable and safe place to the workers of the captaincy to carry out their work activities.

Design alternatives analyzed are: A system of steel frames resistant moment and a system of steel frames resistant moment with isolators Seismic Base, comparing which of the alternatives presented a better performance in a seismic event, checking conditions as: maximum drifts and seismic forces that supports the structure.

The regulations that were used in this project were: ASCE 7-16, NEC-SE-DS 2015 (Seismic Hazard), NEC-SE-AC 2015 (Steel Structures), ACI 318-14 and AISC-358. The design and analysis of the structural elements of the CAPBAH building was performed by using the ETABS 2016 software. The software SAFE 2016 was used for the foundation slab, verifying the requirements and conditions of the aforementioned design standards.

The alternative of the PARM System with Base Seismic Isolators was chosen, according to the selection matrix established in Chapter II, which shows to be the most appropriate for the design requirements of the structure.

Keywords: *Earthquake Resistant, Elastometric Insulators, Bahía de Caráquez.*

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	I
RESUMEN.....	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE GENERAL	IV
ABREVIATURAS.....	X
SIMBOLOGÍAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XX
ÍNDICE DE PLANOS.....	XXIII
CAPÍTULO I	2
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Descripción del Problema	2
1.2 Justificación del Problema	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General.....	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Marco Teórico	6
1.4.1 Principio de Diseño de Estructuras Metálicas	6
1.4.1.1 Disposiciones Generales	6
1.4.1.2 Cargas y Combinaciones de Cargas	6
1.4.1.3 Bases de Diseño.....	6
1.4.1.4 Propiedades de los miembros.....	8
1.4.1.5 Fabricación y Montaje.....	8
1.4.2 Requerimientos Generales de Diseño de Sistemas de Aislamiento Sísmico8	
1.4.2.1 Factor de Importancia.....	9

1.4.2.2 Redundancia.....	9
1.4.2.3 Sistemas de Aislamiento.....	9
1.4.2.4 Sistemas Estructurales	11
1.4.2.5 Estructuras con Aisladores Sísmicos en Ecuador.....	11
1.4.3 Soluciones al problema de Licuefacción	12
1.4.3.1 Efectos de Licuefacción en Edificios.....	13
CAPÍTULO II	15
2. METODOLOGÍA.....	15
2.1 Descripción del Área de Trabajo.....	15
2.1.1 Ubicación Geográfica	15
2.1.2 Aspectos Geográficos	16
2.1.3 Aspecto Poblacional.....	16
2.1.4 Aspectos Geológicos.....	17
2.1.4.1 Formación Borbón	17
2.1.4.2 Formación Onzole.....	17
2.2 Formulación de Alternativas.....	18
2.2.1 Alternativa 1: Pórticos de Acero Resistente a Momentos (PARM)	18
2.2.2 Alternativa 2: PARM con aisladores sísmicos elastoméricos de base con núcleo de plomo.	19
2.3 Descripción y Selección de la mejor alternativa.....	20
2.3.1 Matriz de Selección de las alternativas	20
2.3.2 Descripción general de la estructura seleccionada: PARM y Sistema de Aislamiento Sísmico	21
2.4 Trabajo en campo y oficina	23
2.4.1 Ensayos de Laboratorio:.....	23
2.4.2 Exploración Geotécnica:.....	24
2.4.2.1 Sondeo 1:	24

2.4.2.2	Sondeo 2:	24
2.4.3	Análisis Topográfico de la zona de estudio	25
2.5	Normas de Diseño	27
2.6	Softwares de Diseño y Modelamiento Estructural.....	28
2.7	Metodología de Diseño basado en Fuerzas.....	28
2.7.1	Estimación de Cargas	28
2.7.2	Estimación de Fuerzas Sísmicas.....	29
2.7.3	Análisis Estructural.....	30
2.7.3.1	Definición de espectro de diseño	30
2.7.3.2	Determinación de diagramas de momentos, fuerza axial y cortante.....	30
2.7.4	Diseño de Elementos sometidos a Flexión.....	31
2.7.5	Diseño de Elementos sometidos a Compresión y Flexión.....	32
2.7.6	Efecto P – Delta.....	33
2.7.7	Diseño de Sistema de Aisladores Sísmicos	34
2.7.7.1	Diseño de Aisladores Sísmicos.....	34
2.7.7.2	Análisis Dinámico No Lineal a través del Método de Integración Directa	35
2.7.7.3	Diseño de Diafragmas Rígidos.	37
2.7.8	Diseño de Pórticos IMF	37
2.7.9	Diseño de la Subestructura	41
2.7.9.1	Diseño de la Losa de Cimentación	41
2.7.9.2	Solución del Fenómeno de Licuefacción	43
CAPÍTULO III	45
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	45
3.1	Estimación de Cargas.....	45
3.1.1	Metrado de Cargas – Nivel 1:.....	45
3.1.2	Metrado de Cargas – Nivel 2:.....	45

3.1.3	Metrado de Cargas - Nivel 3, 4:.....	46
3.1.4	Metrado de Cargas – Terraza:.....	47
3.2	Análisis Estructural.....	47
3.2.1	Definición de espectro de diseño.....	47
3.2.2	Determinación de diagramas de momentos, fuerza axial y cortante ...	49
3.2.3	Diseño de Elementos sometidos a Flexión.....	51
3.2.3.1	Elementos estructurales - Vigas Nivel 1:	52
3.2.3.2	Elementos estructurales - Vigas Nivel 2:	53
3.2.3.3	Elementos estructurales - Vigas Nivel 3:	54
3.2.3.4	Elementos estructurales - Vigas Nivel 4:	55
3.2.4	Diseño de Elementos sometidos a Compresión y Flexión.....	57
3.2.4.1	Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 1:.....	57
3.2.4.2	Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 2:.....	58
3.2.4.3	Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 3:.....	59
3.2.4.4	Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 4:.....	60
3.2.5	Revisión Efecto P-Delta.....	62
3.2.6	Diseño de Sistema de Aisladores Sísmicos	62
3.2.6.1	Diseño de Aisladores Sísmicos.....	62
3.2.6.2	Análisis Dinámico No Lineal a través del Método de Integración Directa 67	
3.2.6.3	Determinación de Espectros de Respuesta de los Aisladores.....	72
3.2.6.4	Resultados del Análisis Modal	74
3.2.6.5	Diseño de Diafragmas Rígidos	76
3.2.7	Diseño de Pórticos IMF	77
3.2.8	Demanda - Capacidad.....	82
3.2.9	Diseño de Conexiones Precalificadas	83
3.2.10	Diseño de la Subestructura	83

3.2.11 Presupuesto Referencial de la obra	86
3.2.12 Presupuesto Final de la obra.....	88
CAPÍTULO IV	90
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
4.1 CONCLUSIONES	90
4.2 RECOMENDACIONES.....	93
BIBLIOGRAFÍA	94
APÉNDICES.....	97
APÉNDICE A.....	98
5. REGULARIZACIÓN AMBIENTAL	98
5.1 Introducción	98
5.2 Objetivos	98
5.2.1 Objetivo General.....	98
5.2.2 Objetivos Específicos	98
5.3 Regularización Ambiental del Proyecto.....	99
5.4 Formulario de Certificado Ambiental.....	100
5.5 Guía de Buenas Prácticas Ambientales.....	106
5.5.1 Fase de Diseño	107
5.5.2 Fase de Construcción.....	108
APÉNDICE B.....	121
APÉNDICE C	156
APÉNDICE D	170
APÉNDICE E.....	185
APÉNDICE F.....	192
APÉNDICE G	202
APÉNDICE H	205
APÉNDICE I.....	211

APÉNDICE J212

ABREVIATURAS

ACI	-	American Concrete Institute
AISC	-	American Institute of Steel Construction
ANSI	-	American National Standard Institute
ASCE	-	American Society of Civil Engineers
ASTM	-	American Society for Testing and Materials
CAPBAH	-	Capitanía de Puertos de Bahía de Caráquez
ESPOL	-	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FEMA	-	Federal Emergency Management Agency
IGEPN	-	Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional
NEC	-	Norma Ecuatoriana de la Construcción
PARM	-	Pórticos de Acero Resistentes a Momento
SDI	-	Steel Deck Institute
SUIA	-	Sistema Único de Información Ambiental
TULAS	-	Texto Unificado Legislación Secundaria

SIMBOLOGÍAS

Φ	Factor de Resistencia
φR_n	Resistencia de Diseño
Φ_b	Factor de minoración de resistencia para la resistencia a flexión.
β_M	Coeficiente relacionado al amortiguamiento efectivo para máximo
β_D	Coeficiente relacionado al amortiguamiento efectivo
BM	Base Medible
Cm	Centímetros
Cw	Constante de Alabeo
DD	Desplazamiento de Diseño
DM	Desplazamiento de máximo de diseño
DTD	Desplazamiento de Diseño Total
DTM	Desplazamiento de Máximo Total
E	Módulo de elasticidad del acero
e	Excentricidad, equivalente al 5% del lado mayor
f'_c	Resistencia especificada a la compresión del concreto RDP
Fy	Tensión cedente
Fe	Tensión de pandeo elástico:
Fcr	Tensión crítica de pandeo
Gd	Módulo de corte del Caucho
Kh	Rigidez efectiva del dispositivo
Km	Kilómetro
Lb	Libra
Mnx	Momento nominal de la sección

Mp	Momento Plástico de la Sección
Mn	Momento resistente
M	Metros
m ²	Metros Cuadrados
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Rts	Radio de Giro Efectivo
R _u	Resistencia requerida
R _n	Resistencia nominal
Sx	Módulo de Sección
SM1	Aceleración espectral para el máximo sismo con amortiguamiento de 5% en 1[s]
SD1	Aceleración espectral de diseño con amortiguamiento de 5% en 1[s]
SPT	Standard Penetration Test
ton/m ²	Tonelada sobre metros cuadrados
Tfb	Período fundamental de la estructura a partir del análisis modal
Tr	Altura del caucho
Wd	Carga Muerta
TD	Periodo objetivo de la estructura aislada
TM	Periodo máximo de la estructura aislada desplazamiento.
Vt:	Corte total en la rótula plástica
Vm	Corte por acción sísmica en la sección reducida.
Vg	Corte máximo
WI	Carga Viva
Wu	Carga Última

y Distancia del centro de rigidez al punto más alejado de la estructura

Zx Módulo plástico de la sección.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Edificio de Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez después del sismo del 16 de Abril del 2016	2
Figura 1.2: Edificio de Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez después de la demolición (Tomada el 26 de Octubre del 2018)	3
Figura 1.3: Edificio de Capitanía Provisional de Puerto de Bahía de Caráquez (Tomada el 26 de Octubre del 2018).....	3
Figura 1.4: Fenómeno de Subducción entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana	4
Figura 1.5: Antigua y nueva ubicación del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”	5
Figura 1.6: Tipos de Conexiones a Momento	8
Figura 1.7: Aisladores Sísmicos LRB instalados en el Sky Building	11
Figura 1.8: Suelos con presencia de Licuefacción después del terremoto del 16 abril, Zona: Litoral de Manabí. Se puede presenciar volcanes de arena y efectos de licuefacción.	12
Figura 1.9: Fallas de suelo debido a licuefacción ocurrida por Terremoto del 16 de abril de 2016, a la izquierda lateral spreads, a la derecha falla en cimentación ground oscillation failure, Portoviejo, Manabí.....	13
Figura 2.1: Ubicación del cantón Bahía de Caráquez.....	15
Figura 2.2: Ubicación del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”	16
Figura 2.3: Av. 3 de Noviembre, terreno del Edificio de Capitanía	16
Figura 2.4: Mapa Geológico de la zona costera del Ecuador	18
Figura 2.5: Comportamiento de una edificación con y sin aislamiento sísmico	19
Figura 2.6: Ubicación exacta del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”	22
Figura 2.7: Fachada Frontal del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”	23
Figura 2.8: Puntos tomados en la zona del proyecto.....	25
Figura 2.9: Espectro de Sitio del Edificio Centinela	29
Figura 2.10 Formas de Pandeo de la columna.....	33
Figura 2.11: Spectral Matching in Time Domain entre AMNT EW y Espectro de Sitio CAPBAH	36
Figura 2.12: Spectral Matching in Time Domaing entre AMNT NS y Espectro de Sitio CAPBAH	36

Figura 2.13: Tipos de Configuraciones Estructurales	39
Figura 2.14: Conexiones de los Pórticos IMF	39
Figura 2.15: Losa de Cimentación diseñada en el Software SAFE 2016, Vista en 3D..	42
Figura 2.16: Vista en Planta de la Losa de Cimentación en el Software REVIT 2016...	42
Figura 2.17: Vista en Planta de la losa de Cimentación con las franjas en dirección X y Y en el Software SAFE 2016.....	43
Figura 2.18: Vista Isométrica de las Columnas de Grava en el Software REVIT 2016..	44
Figura 2.19: Vista en Elevación de las Columnas de Grava en el Software REVIT 2016	44
Figura 3.1: Espectro de Respuesta de Sitio	48
Figura 3.2: Vista Isométrica Axial 1.2D+L+Eqy	49
Figura 3.3: Vista Isométrica Fuerza Cortante 2-2	49
Figura 3.4: Vista Isométrica Fuerza Cortante 3-3	50
Figura 3.5: Vista Isométrica Momento Flector 3-3	50
Figura 3.6: Vista Isométrica Momento Flector 2-2	51
Figura 3.7: Vista en Planta - Vigas Principales, secundarias y correas del nivel 1	52
Figura 3.8: Vista en Planta - Vigas Principales, secundarias y correas del nivel 2	53
Figura 3.9: Vista en Planta - Vigas Principales, secundarias y correas del nivel 3	54
Figura 3.10: Vista en Planta - Vigas Principales, secundarias y correas del nivel 4	55
Figura 3.11: Vigas Principales en Dirección X.....	56
Figura 3.12: Vigas Principales en Dirección Y	56
Figura 3.13: Vigas Secundarias (Correas).....	56
Figura 3.14: Vista en Planta de las Columnas del nivel 1	57
Figura 3.15: Vista en Planta de las Columnas del nivel 2	58
Figura 3.16: Vista en Planta de las Columnas del nivel 3	59
Figura 3.17: Vista en Planta de las columnas del nivel 4.....	60
Figura 3.18: Columnas Metálicas Perfil W	61
Figura 3.19: Columnas Metálicas Perfil HSS	62
Figura 3.20: Propiedades de los Aisladores Sísmicos de Base LRB-S	63
Figura 3.21: Propiedades de los Deslizadores Sísmicos del Proyecto	65
Figura 3.22: Vista Isométrica de la ubicación de aisladores y deslizadores sísmicos ...	65
Figura 3.23: Vista Isométrica de la Estructura	66
Figura 3.24: Vista en Planta y ubicación de los Aisladores y Deslizadores	67

Figura 3.25 K3 Lazo de Histéresis.....	68
Figura 3.26 Diagrama de Histéresis K3	69
Figura 3.27 Diagrama de Histéresis K3	70
Figura 3.28 Diagrama de Histéresis K3	71
Figura 3.29: Aceleración Espectral vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 100% U1 + 30% U2 EN X).....	72
Figura 3.30: Aceleración Espectral vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 100% U1 + 30% U2 EN Y).....	72
Figura 3.31: Espectro de Aceleraciones vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 30% U1 + 100% U2 EN X)	73
Figura 3.32: Espectro de Aceleraciones vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 30% U1 + 100% U2 EN Y)	73
Figura 3.33: Novalosa.....	76
Figura 3.34: Detallamiento Placa Colaborante	77
Figura 3.35: Aisladores D+0.25L+Exy (DBE)	78
Figura 3.36: RP Aisladores D+0.25L+Exy (MCE)	79
Figura 3.37:RP CR1 1.4D.....	79
Figura 3.38: Presiones del Suelo por Combinación C5: 1.2D+L+Exy, Software SAFE 2016	83
Figura 3.39: Presiones del Suelo por Combinación C6: 1.2D+L+Exy, Software SAFE 2016	84
Figura 3.40: Verificación por Punzonamiento, Software SAFE 2016.....	84
Figura 3.41: Diagramas de Momento Flector en las franjas de la losa de cimentación, Software SAFE 2016.....	85
Figura 3.42: Diagramas de Fuerza Cortante en las franjas de la losa de Cimentación, Software SAFE 2016.....	86
Figura 5.1: Consulta de Actividades Ambientales a través del SUIA.....	99
Figura 5.2: Estratificación del suelo donde se construirá el Edificio CAPBAH.....	108
Figura 5.3: Plano del Área de Bodegas del Proyecto CAPBAH	110
Figura 5.4: Plano del Centro de Acopio del Proyecto CAPBAH	111
Figura 5.5: Dimensionamiento del Contenedor de 5m ³	111
Figura 5.6: Contenedor para desechos de construcción	112
Figura 5.7: Contenedor para Desechos Metálicos.....	112

Figura 5.8: Contenedor para Desechos Peligrosos	112
Figura 5.9: Contenedor para Papel, Cartón y Sacos	113
Figura 5.10: Tacho para Desechos Orgánicos	113
Figura 5.11: Tacho para Clavos	113
Figura 5.12: Ubicación del terreno del proyecto (A la derecha se ubica el C.C. Paseo Shopping y a la izquierda un local de venta de Pinturas).....	114
Figura 5.13: Equipos de Protección para trabajos en altura	114
Figura 5.14: Equipos de Protección para soldadura	115
Figura 5.15: Lona de Protección anti polvo	116
Figura 5.16 K3 Lazo de Histéresis.....	156
Figura 5.17 Diagrama de Histéresis K6	157
Figura 5.18 Diagrama de Histéresis K7	157
Figura 5.19 Diagrama de Histéresis K9	158
Figura 5.20 Diagrama de Histéresis K11	158
Figura 5.21 Diagrama de Histéresis K13.....	159
Figura 5.22 Diagrama de Histéresis K14	159
Figura 5.23 Diagrama de Histéresis K7	160
Figura 5.24 Diagrama de Histéresis K9	160
Figura 5.25 Diagrama de Histéresis K11	161
Figura 5.26 Diagrama de Histéresis K13.....	161
Figura 5.27 Diagrama de Histéresis K14.....	162
Figura 5.28 Diagrama de Histéresis K3	162
Figura 5.29 Diagrama de Histéresis K6	163
Figura 5.30 Diagrama de Histéresis K7	163
Figura 5.31 Diagrama de Histéresis K9	164
Figura 5.32 Diagrama de Histéresis K11	164
Figura 5.33 Diagrama de Histéresis K13.....	165
Figura 5.34 Diagrama de Histéresis K14.....	165
Figura 5.35 Diagrama de Histéresis K3	166
Figura 5.36 Diagrama de Histéresis K6	166
Figura 5.37 Diagrama de Histéresis K7	167
Figura 5.38 Diagrama de Histéresis K9	167
Figura 5.39 Diagrama de Histéresis K11	168

Figura 5.40 Diagrama de Histéresis K13	168
Figura 5.41 Diagrama de Histéresis K14	169
Figura 5.42: Vista XY A CR4 1.2D + L+Eqy	185
Figura 5.43: Vista XY CR4 1.2D + L+Eqy	185
Figura 5.44: Vista XY V22 1.2D + L+Eqy	186
Figura 5.45: Vista XY V33 1.2D + L+Eqy	186
Figura 5.46: Vista XZ A 1.2D + L+Eqy	187
Figura 5.47: Vista XZ M22 1.2D + L+Eqy	187
Figura 5.48: Vista XZ M33 1.2D + L+Eqy	188
Figura 5.49: Vista XZ V22 1.2D + L+Eqy	188
Figura 5.50: Vista XZ V33 1.2D + L+Eqy	189
Figura 5.51: Vista YZ A 1.2D + L+Eqy	189
Figura 5.52: Vista YZ M22 1.2D + L+Eqy	190
Figura 5.53: Vista YZ M33 1.2D + L+Eqy	190
Figura 5.54: Vista YZ V22 1.2D + L+Eqy	191
Figura 5.55: Vista YZ V33 1.2D + L+Eqy	191
Figura 5.56: Pórtico 1 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqx	192
Figura 5.57: Pórtico 1 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqy	192
Figura 5.58: Pórtico 2 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqx	193
Figura 5.59: Pórtico 2 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqy	193
Figura 5.60: Pórtico 1 IMF V22: 1.2D+L+ Eqx	194
Figura 5.61: Pórtico 1 IMF V22: 1.2D+L+ Eqy	194
Figura 5.62: Pórtico 2 IMF V22: 1.2D+L+ Eqy	195
Figura 5.63: Pórtico 2 IMF V22: 1.2D+L+ Eqx	195
Figura 5.64: Pórtico 1 IMF V33: 1.2D+L+ Eqx	196
Figura 5.65: Pórtico 1 IMF V33: 1.2D+L+ Eqy	196
Figura 5.66: Pórtico 2 IMF V33: 1.2D+L+ Eqx	197
Figura 5.67: Pórtico 2 IMF V33: 1.2D+L+ Eqy	197
Figura 5.68: Pórtico 1 IMF M22: 1.2D+L+ Eqx	198
Figura 5.69: Pórtico 1 IMF M22: 1.2D+L+ Eqy	198
Figura 5.70: Pórtico 2 IMF M22: 1.2D+L+ Eqy	199
Figura 5.71: Pórtico 2 IMF M22: 1.2D+L+ Eqx	199
Figura 5.72: Pórtico 2 IMF M33: 1.2D+L+ Eqx	200

Figura 5.73: Pórtico 2 IMF M33: 1.2D+L+ Eqy	200
Figura 5.74: Pórtico 1 IMF M33: 1.2D+L+ Eqx	201
Figura 5.75:Pórtico 1 IMF M33: 1.2D+L+ Eqy	201
Figura 5.76: RP Aisladores D+0.25L+Exy (DBE)	202
Figura 5.77: RP CR2 1.2 D+1.6L.....	202
Figura 5.78: RP CR3 1.2 D+L+Eqx.....	203
Figura 5.79: RP CR4 1.2 D+L+Eqy.....	203
Figura 5.80: RP Envolverte CR.....	204
Figura 5.81: RP Envolverte CS.....	204
Figura 5.82: Modo 1 considerando DR	205
Figura 5.83: Modo 1	205
Figura 5.84: Modo 2 considerando DR	206
Figura 5.85: Modo 2.....	206
Figura 5.86: Modo 3 considerando DR	207
Figura 5.87: Modo 3.....	207
Figura 5.88: Modo 4 considerando DR	208
Figura 5.89: Modo 4.....	208
Figura 5.90: Modo 5 considerando DR	209
Figura 5.91: Modo 5.....	209
Figura 5.92: Modo 6 considerando DR	210
Figura 5.93: Modo 6.....	210

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Coordenadas de ubicación de la zona del proyecto	15
Tabla 2.2: Matriz de Selección de Alternativas	21
Tabla 2.3: Descripción de los departamentos de cada nivel.....	22
Tabla 2.4: Ensayos de Laboratorio	23
Tabla 2.5: Lecturas de elevación tomadas a partir de la nivelación del terreno	26
Tabla 2.6: Coordenadas Este, Norte tomadas en la zona del proyecto.....	27
Tabla 2.7: Softwares a utilizar en el diseño de la edificación.....	28
Tabla 2.8: Tipos de Cargas estructurales y No estructurales	28
Tabla 2.9: Combinaciones de Carga	31
Tabla 2.10: Requerimientos de Diseño para pórticos IMF	37
Tabla 2.11: Pre-dimensionamiento del plinto aislado	41
Tabla 3.1: Metrado de Cargas del Nivel 1	45
Tabla 3.2: Metrado de Cargas del Nivel 2	46
Tabla 3.3: Metrado de Cargas del Nivel 3, 4	46
Tabla 3.4: Metrado de Cargas de la Terraza	47
Tabla 3.5: Factores de Reducción de Espectro de Diseño.....	47
Tabla 3.6: Tipos de Perfiles W del nivel 1.....	52
Tabla 3.7: Tipos de Perfiles W del nivel 2.....	53
Tabla 3.8: Tipos de Perfiles W del Nivel 3.....	54
Tabla 3.9: Tipos de Perfiles W del nivel 4.....	55
Tabla 3.10: Tipo de Perfiles W para columnas del nivel 1	58
Tabla 3.11: Tipos de Perfiles W para columnas del nivel 2	59
Tabla 3.12: Tipos de Perfiles W para columnas del nivel 3	60
Tabla 3.13: Tipos de Perfiles W para columnas del nivel 4	61
Tabla 3.14: Revisión Efecto P-Delta.....	62
Tabla 3.15: Valores Calculados de Desplazamientos.....	62
Tabla 3.16: Características calculadas de los Aisladores.....	63
Tabla 3.17: Propiedades del Aislador Sísmico seleccionado para el proyecto.....	64
Tabla 3.18: Propiedades Calculadas de los Aisladores Sísmicos de Base	64
Tabla 3.19: Valores finales del período	65
Tabla 3.20: Tipos de Aisladores y Deslizadores del Proyecto	66
Tabla 3.21: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (100% U1 + 30% U2) - DBE	68

Tabla 3.22: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (30% U1 + 100%U2) – DBE	69
Tabla 3.23: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (100% U1 + 30% U2) – MCE.....	70
Tabla 3.24: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (30% U1 + 100%U2) – MCE.....	71
Tabla 3.25: Ratios de Masas de Participación Modal.....	74
Tabla 3.26: Continuación Tabla 3.25.....	75
Tabla 3.27: Ratios de Masas de Participación Modal.....	75
Tabla 3.28: Continuación Tabla 3.27.....	76
Tabla 3.29: Derivas Admisibles X=1 / ASCE 7-16.....	77
Tabla 3.30: Derivas Admisibles X=1 / NEC 2015	77
Tabla 3.31: Derivas Admisibles X=12.7 / ASCE 7-16.....	78
Tabla 3.32: Derivas Admisibles X=12.7 /NEC 2015	78
Tabla 3.33: Verificación de Relación Anchura – Espesor de los elementos estructurales tipo columna:.....	80
Tabla 3.34: Continuación de Tabla 3.33.....	80
Tabla 3.35: Verificación de Relación Anchura – Espesor de las vigas principales, secundarias y correas en Dirección X.....	81
Tabla 3.36: Continuación de Tabla 3.35.....	81
Tabla 3.37: Verificación de Relación Anchura – Espesor de las vigas principales, secundarias y correas en Dirección Y.....	81
Tabla 3.38: Continuación de la tabla 3.37	82
Tabla 3.39: Demanda Capacidad de Columnas.....	82
Tabla 3.40: Demanda Capacidad de Vigas	82
Tabla 3.41: Verificación por Punzonamiento	85
Tabla 3.42: Presupuesto Referencial de la Alternativa 1: PARM.....	86
Tabla 3.43: Presupuesto Final de la Obra con la Alternativa 2: PARM con Aisladores Sísmicos Elastoméricos	88
Tabla 4.1: Comparación de Presupuestos de las Alternativas	92
Tabla 5.1: Catálogo de Categorización Ambiental Nacional.....	100
Tabla 5.2: Datos Generales del Proyecto	100
Tabla 5.3: Recomendaciones para la fase de Diseño del Proyecto	107
Tabla 5.4: Recomendaciones para la Fase de Construcción del Proyecto.....	108
Tabla 5.5: Equipos de Protección Personal.....	115
Tabla 5.6: Desechos Sólidos Peligrosos y Disposición Final.....	118

Tabla 5.7: Desechos No Peligrosos, Almacenamiento y Disposición Final120

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Detallamiento: Planos Arquitectónicos Planta Baja
- PLANO 2 Detallamiento: Planos Arquitectónicos Planta 2 – Planta 3
- PLANO 3 Detallamiento: Planos Arquitectónicos Terraza
- PLANO 4 Detallamiento: Planos Arquitectónicos Fachada Frontal
- PLANO 5 Detallamiento Losa y Vigas de Concreto Armado
- PLANO 6 Detallamiento Aisladores Elastoméricos
- PLANO 7 Detallamiento Conexiones en X
- PLANO 8 Detallamiento Conexiones en Y
- PLANO 9 Detallamiento Pórticos IMF en dirección X
- PLANO 10 Detallamiento Pórticos IMF en dirección Y
- PLANO 11 Detallamiento Cimentación – Pantalla
- PLANO 12 Alzado Norte
- PLANO 13 Alzado Este
- PLANO 14 Detallamiento Planos Estructurales en Planta
- PLANO 15 Detallamiento Vista 3D
- PLANO 16 Detallamiento Columnas y Vigas
- PLANO 17 Detallamiento de Ubicación de los Aisladores y Deslizadores sísmicos
- PLANO 18 Detallamiento Losa Colaborante

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

El Sábado 16 de abril del 2016, Ecuador se vio afectado por un terremoto de magnitud 7,8 en la escala de Richter con epicentro en el cantón costero de Pedernales en la provincia de Manabí, a una profundidad de 20 km a las 18:58 hora local. Este fenómeno telúrico se expandió principalmente a las provincias de la costa noroeste del país.

Ecuador siempre se ha visto amenazado por una gran actividad sísmica y volcánica, debido a que se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico que posee una extensión de 40.000 km. El evento sísmico mencionado se originó por el proceso de subducción, donde la placa tectónica de Nazca se desplaza bajo la placa Sudamericana, lo que provocó estos movimientos.

La ciudad de Bahía de Caráquez que pertenece a la provincia de Manabí, fue una de las ciudades más afectadas por el sismo, debido a su proximidad con el epicentro. De acuerdo a evaluaciones posteriores al terremoto, la mayor parte de las edificaciones mostraron daños del tipo estructural y no estructural, además de la pérdida de vidas humanas y materiales.

En nuestro país para velar por la seguridad estructural de las edificaciones, existe la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) que especifica toda la información necesaria que los calculistas y diseñadores deben utilizar y cumplir para los diseños de estructuras, de tal manera que se resguarde la vida de los ciudadanos del país.

El presente proyecto tiene como propósito elaborar el diseño estructural de una edificación sismo resistente con aisladores sísmicos de 4 niveles para la Capitanía de Bahía de Caráquez (CAPBAH), que se encuentra ubicado en una zona susceptible al fenómeno de licuefacción. Además, se realizará una comparativa del diseño de la edificación con y sin aisladores elastoméricos de núcleo de base para el análisis sismo resistente de la estructura.

1.1 Descripción del Problema

El sismo ocurrido el 16 de abril del 2016 afectó de gran manera a la ciudad costera de Bahía de Caráquez, cantón Sucre, que cuenta con una cantidad aproximada de 20.921 habitantes. De acuerdo a información recolectada de diversas fuentes como: entrevistas a moradores de la zona, profesionales que se acercaron a realizar inspecciones, periódicos, artículos de internet y otras, en esa fecha una cantidad considerable de edificaciones se vieron afectadas estructuralmente.

Una de estas edificaciones y que será el centro de nuestro estudio es el “Edificio de Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez” perteneciente a la Armada del Ecuador, que se encontraba localizado en el Malecón Alberto F. Santos, pero que luego del terremoto tuvo que ser demolido por las afectaciones que el sismo provocó en la estructura.

En la Figura 1.1. se puede apreciar que el edificio de La Capitanía luego del sismo se encontraba apuntalado con cañas para asegurar la estructura.



Figura 1.1: Edificio de Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez después del sismo del 16 de Abril del 2016

Fuente: Diario “El Diario”

En el año 2017, el edificio de La Capitanía fue demolido por el gran riesgo que provocaba a la población aledaña del sector, al ser actualmente un área libre esquinero se planea la construcción de un monumento. En la Figura 1.2 se aprecia el terreno de construcción.



Figura 1.2: Edificio de Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez después de la demolición (Tomada el 26 de Octubre del 2018)

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Actualmente, hasta que se realice la construcción del edificio de Capitanía en el nuevo terreno, las oficinas se trasladaron a otro edificio provisional perteneciente a la Base Naval, el cual se observa en la Figura 1.3.



Figura 1.3: Edificio de Capitanía Provisional de Puerto de Bahía de Caráquez (Tomada el 26 de Octubre del 2018)

Fuente: Elaboración Propia, 2018

1.2 Justificación del Problema

Ecuador, al estar ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, presenta una constante amenaza sísmica y volcánica. En las costas del país están localizadas dos placas tectónicas, la placa de Nazca y la placa continental Sudamericana que se juntan por el fenómeno de subducción, cuando la placa de Nazca se desplaza por debajo de la placa Sudamericana, este movimiento genera sismos de diferentes profundidades y dimensión (IGEPN, 2016).

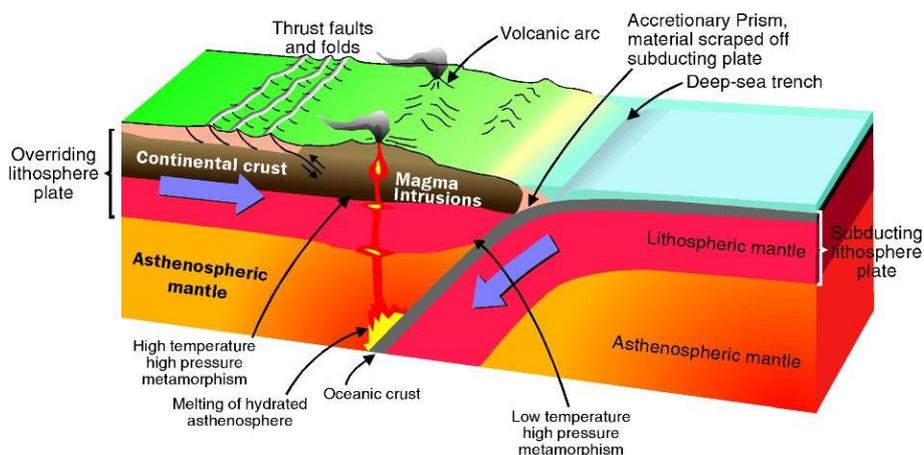


Figura 1.4: Fenómeno de Subducción entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana

Fuente: Nephicod, 2012

Las costas de Manabí están al frente del proceso de subducción de las placas, por lo que el sector de Bahía de Caráquez al estar ubicado en una zona de actividad sísmica, con un $Z= 0.5$ requiere que las estructuras posean sistemas de protección sísmica. Es por este motivo que el nuevo edificio de Puerto de Capitanía de Bahía de Caráquez incluirá aisladores sísmicos con núcleo de plomo en su base.

Originalmente, el edificio CAPBAH funcionaba como centro de atención de los retenes de las zonas aledañas, razón por la cual los departamentos de la institución se trasladaron a otro edificio provisional de la Armada Nacional para que continuaran ejerciendo las gestiones que se realizaban en la Capitanía.

La reconstrucción de la edificación se trasladará a una nueva ubicación, un terreno contiguo al Centro Comercial Paseo Shopping. En la Figura 1.5 se observa la antigua y nueva ubicación de la estructura.



Figura 1.5: Antigua y nueva ubicación del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”

Fuente: Google Earth Pro, 2018

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una edificación de 4 niveles sismo resistente con protección sísmica para la Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez, en el Cantón Sucre, Manabí.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Desarrollar el diseño de la estructura con un sistema de protección sísmica con aisladores sísmicos de base con núcleo de plomo.
2. Comparar el diseño de la estructura con y sin la aplicación de los aisladores sísmicos de base.
3. Modelar y simular la edificación con la aplicación del Software de análisis estructural y modelamiento de edificios ETABS 2018.
4. Realizar el correcto dimensionamiento de la edificación a través de las normas nacionales e internacionales de diseño de estructuras.
5. Estimar un correcto presupuesto referencial de la construcción de la estructura basado en los precios actuales de la Cámara de Construcción.
6. Establecer el correcto proceso de regularización ambiental necesario para el desarrollo del proyecto.

1.4 Marco Teórico

1.4.1 Principio de Diseño de Estructuras Metálicas

El diseño y análisis de estructuras metálicas se definen en el ANSI/ AISC 360-10 (2010) Capítulo B, los requerimientos generales para las estructuras metálicas se basan en:

- ✓ Disposiciones Generales
- ✓ Cargas y Combinaciones de Cargas
- ✓ Bases de Diseño
- ✓ Propiedades de Secciones
- ✓ Fabricación y Montaje

1.4.1.1 Disposiciones Generales

El comportamiento del sistema estructural de la edificación debe estar acorde a las conexiones y miembros descritos en el AISC 360-10 (2010) con que se diseñó la estructura inicialmente. La estructura puede obtener resistencia y estabilidad a través de cualquier tipo de combinación de miembros y conexiones.

1.4.1.2 Cargas y Combinaciones de Cargas

Las cargas y combinaciones de cargas serán establecidas por la normativa, para el diseño de la edificación se aplican las combinaciones de la NEC-15 (2015) y ASCE 7-16 (2016).

1.4.1.3 Bases de Diseño

De acuerdo al AISC 360-10 (2010), en el diseño de estructuras metálicas, comúnmente se emplean dos metodologías de diseño a) El método de Diseño de Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD) y b) El método de Diseño en Base a Resistencias Admisibles (ASD).

- **Resistencia Requerida**

La resistencia requerida de los miembros estructurales y conexiones se calcula a través del análisis estructural de las combinaciones de carga. El diseño toma en consideración tres tipos de análisis elástico, plástico e inelástico. (AISC 360-10, 2010).

- **Estados Límites**

El principio de estados límites establece que, si la edificación se encuentra sometida a combinaciones de carga apropiadas, no se excederán ninguno de los tres estados límites aplicables, resistentes o de servicio. (AISC 360-10, 2010).

- **Diseño por Resistencia empleando el método de Diseño en Base a Factores de Carga y Resistencia (LRFD).**

De acuerdo al AISC 360-10 (2010), el método LRFD satisface los requerimientos de diseño cuando la resistencia de diseño de cada uno de los componentes estructurales es mayor o igual a la resistencia requerida:

$$R_u \leq \phi R_n \quad (1.1)$$

Donde:

R_u : Resistencia requerida (LRFD)

R_n : Resistencia nominal

ϕ : Factor de Resistencia

ϕR_n : Resistencia de Diseño

- **Diseño por estabilidad**

Según el AISC 360-10 (2010), para brindar estabilidad a la estructura y cada uno de los componentes que conforman la misma deben tomarse en consideración ciertos requerimientos tales como:

- ✓ Deformaciones por flexión, corte, esfuerzo axial, y cualquier otra deformación que genere algún tipo de desplazamiento en la estructura.
- ✓ Efectos P- Δ y P- δ .
- ✓ Imperfecciones geométricas.
- ✓ Reducción de rigidez por comportamiento inelástico.
- ✓ Incerteza en la determinación de la rigidez y resistencia.

- **Diseño de Conexiones**

En el diseño de miembros de conexión, se espera que las fuerzas y deformaciones presenten el desempeño adecuado de la unión y del análisis estructural.

Existen dos tipos de conexiones, que son conexiones simples y conexiones a momento, estas últimas se clasifican en completamente restringidas y parcialmente restringidas.

En el proyecto se emplean las *Conexiones a Momento, Completamente Restringidas (FR)*, esta conexión transmite los momentos con una rotación casi imperceptible entre los miembros conectados.

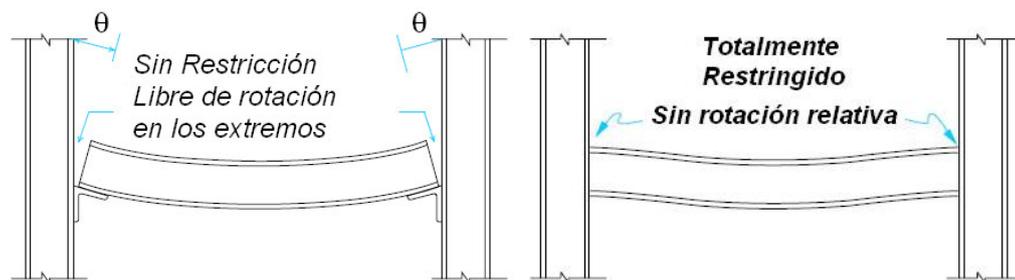


Figura 1.6: Tipos de Conexiones a Momento

Fuente: ALACERO, Módulo De Uniones Apernadas Y Soldadas, Departamento De Ingeniería Macro Steel Project

1.4.1.4 Propiedades de los miembros

Clasificación de las secciones según pandeo local

Las secciones que se encuentran sometidas a compresión se clasifican como: no esbeltas y esbeltas, mientras que las secciones sometidas a flexión se clasifican como: compactas, no compactas y esbeltas.

1.4.1.5 Fabricación y Montaje

Los requerimientos para la fabricación y montaje de acuerdo al AISC 360-10 (2010) se encuentran en el capítulo M:

- ✓ Planos de taller y montaje
- ✓ Fabricación
- ✓ Pintura en taller
- ✓ Montaje

1.4.2 Requerimientos Generales de Diseño de Sistemas de Aislamiento Sísmico

La normativa internacional ASCE/SEI 7-16 (2016), en el capítulo 17 correspondiente a Consideraciones Generales de Diseño para Estructuras Sísmicamente Aisladas

establece ciertos requerimientos de diseño necesarios para el análisis sísmico de la estructura.

1.4.2.1 Factor de Importancia

Todas las partes de la estructura, incluida la misma estructura por encima del sistema de aislamiento, debe asignarse una categoría de riesgo. El factor de importancia tomará el valor de 1.0 para estructuras sísmicamente aisladas (ASCE/SEI 7-16, 2016).

1.4.2.2 Redundancia

Se asigna un factor de redundancia ρ a la estructura por encima del sistema de aislamiento basado en requerimientos de la sección 12.3.4 del ASCE 7-16 (2016). El valor de redundancia ρ es igual a 1.0 para estructuras aisladas que no presentan irregularidad estructural.

1.4.2.3 Sistemas de Aislamiento

1.4.2.3.1 Condiciones Ambientales

Además de las cargas verticales y laterales producidas por el viento y terremotos, los sistemas de aislamiento deben considerar otros tipos de condiciones ambientales tales como: efectos de envejecimiento, fluencia, fatiga, temperatura de funcionamiento, exposición a la humedad y sustancias nocivas (ASCE/SEI 7-16, 2016).

1.4.2.3.2 Fuerza de Recuperación Lateral

El sistema de aislamiento deberá configurarse tanto para el límite superior e inferior, para producir una fuerza de restauración tal que la fuerza lateral en el desplazamiento máximo sea $0.025 W$ mayor que la fuerza lateral al 50% del desplazamiento máximo correspondiente (ASCE/SEI 7-16, 2016).

1.4.2.3.3 Restricciones de Desplazamiento

El sistema de aislamiento no se configura para incluir una restricción de desplazamiento que limite el desplazamiento lateral causado por el sismo máximo (MCER) que puede ocurrir a MM veces el desplazamiento total de diseño DTM, a menos que la estructura aislada sísmicamente sea designada de acuerdo a los siguientes criterios:

- La respuesta MCER es calculada de acuerdo al análisis dinámico de la sección 17.6 correspondiente al ASCE/SEI 7-16 considerando las características no lineales y la estructura del sistema de aislamiento.

- La capacidad última del sistema de aislación y elementos estructurales debajo del sistema de aislamiento debe sobrepasar las demandas de resistencia y desplazamiento.
- La estructura sobre el sistema de aislamiento se verifica con la estabilidad y la demanda dúctil de la respuesta MCER.
- Las restricciones de desplazamiento no se hacen efectivas en un desplazamiento menor que 0.76 veces el desplazamiento total del diseño.

1.4.2.3.4 Estabilidad de Cargas Verticales

Cada elemento del sistema de aislamiento se diseña para que se encuentren estables bajo la carga vertical de diseño a un desplazamiento igual al desplazamiento total de diseño (ASCE/SEI 7-16, 2016).

1.4.2.3.5 Inspección y Reemplazo

ASCE/SEI 7-16 (2016) establece que todos los elementos se tratarán como parte de la inspección a largo plazo y programa de reemplazo:

- Acceso para inspección y reemplazo de todos los componentes
- Un profesional de diseño registrado (RDP) debe completar una serie de observaciones de áreas de separación estructurales y componentes que cruzan la interfaz de aislamiento antes de la emisión del certificado de ocupación para estructuras sísmicamente aisladas. Tales observaciones deben verificar que las condiciones permiten el libre desplazamiento de la estructura hasta el desplazamiento máximo total.
- Las estructuras sísmicamente aisladas deben tener un monitoreo, inspección y plan de mantenimiento establecido por un RDP responsable por el diseño del sistema aislado.

1.4.2.3.6 Control de Calidad

El programa de pruebas de control de calidad para unidades de aislamiento debe ser establecido por un responsable del diseño estructural.

1.4.2.4 Sistemas Estructurales

1.4.2.4.1 Distribución Horizontal de Fuerzas

Un diafragma horizontal u otros elementos estructurales deben proveer continuidad encima de la interfaz de aislamiento, suficiente resistencia y ductilidad para transmitir fuerzas de una parte de la estructura a otra (ASCE/SEI 7-16, 2016).

1.4.2.4.2 Marcos de acero ordinariamente reforzados

Los marcos de acero ordinariamente reforzados son permitidos como el sistema de fuerzas resistentes en estructuras sísmicamente aisladas asignados a la categoría de diseño sísmico D, E y F, estos marcos están permitidos a una altura de 160 pies (4.84m.) o menos siempre que los siguientes criterios de diseño sean satisfechos:

- ✓ Valor, RI
- ✓ Desplazamiento máximo total, DTM

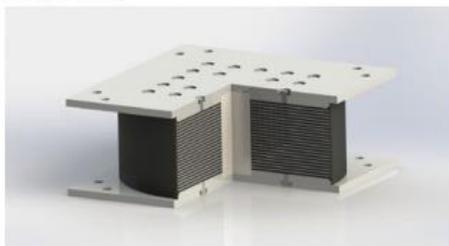
1.4.2.5 Estructuras con Aisladores Sísmicos en Ecuador

En el año 2014 se inauguró la primera edificación de oficinas con aisladores sísmicos en la ciudad de Guayaquil, conocido como Sky Building, el mismo que se encuentra ubicado cerca del Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo y forma parte del complejo comercial Aerocity.

La estructura cuenta con 15 niveles, cuatro destinados para parqueadero y once para oficinas.

Su diseño se basa en el principio de aislamiento sísmico, se instalaron 3 tipos de aisladores sísmicos con núcleo de plomo LASTO-LRB y 44 deslizadores sísmicos RESTON SPHERICAL que colaborarán en el aislamiento de la estructura (Refsheet Sky Building Guayaquil, 2015).

Aisladores sísmicos LASTO® LRB que se instalarán en el Sky Building



LASTO®LRB a escala real preparado para pruebas en Italia bajo condición sísmica actual



Figura 1.7: Aisladores Sísmicos LRB instalados en el Sky Building

Fuente: Refsheet Sky Building Guayaquil, 2015

1.4.3 Soluciones al problema de Licuefacción

Durante el sismo del 16 de abril, en zonas costeras se presentaron casos de licuefacción en casi todas las regiones de la costa de Manabí, las características de una zona propensa a licuefacción son la presencia de suelos granulares de baja compacidad, y suelos saturados, los volcanes de arena “Sand Boils”, fueron reportados durante el sismo. Las características geomorfológicas de suelos licuables predominan en suelos aluviales.

La licuefacción es un fenómeno de carácter físico que ocurre cuando a un suelo con condiciones sueltas y con un nivel freático por encima del estrato suelto se le aplica un esfuerzo cortante cíclico elevado, que genera un aumento de la presión de poros al no tener el agua un medio físico rápido para poder escapar de la acción de compresión generada por las ondas sísmicas al ocurrir este aumento de presión hidrostática los esfuerzos geoestáticos y cortantes del suelo se reducen, generando colapsos parciales en los estratos. Los volcanes de arena se producen debido al intento del agua de drenar atravesando estratos débiles saliendo el agua junto a la arena.



Figura 1.8: Suelos con presencia de Licuefacción después del terremoto del 16 abril, Zona: Litoral de Manabí. Se puede presenciar volcanes de arena y efectos de licuefacción.

Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, IGEPN

Los estudios de licuefacción demuestran que está tiene efectos en profundidades menores de 10 a 12 metros, a mayores profundidades los efectos pueden considerarse despreciables (Idriss & Boulanger, 2012).

1.4.3.1 Efectos de Licuefacción en Edificios

El fenómeno de licuefacción, por sí solo no es extremadamente peligroso, cuando está acompañada de un desplazamiento de masa de tierra o fallas en el suelo, es destructivo para las zonas donde están construidas las implantaciones.

Existen distintos casos de fallas de suelo debido a licuefacción por ejemplo desplazamientos laterales de agua (lateral spreads), fallas de flujo, oscilación de suelo y pérdida de capacidad portante.



Figura 1.9: Fallas de suelo debido a licuefacción ocurrida por Terremoto del 16 de abril de 2016, a la izquierda lateral spreads, a la derecha falla en cimentación ground oscillation failure, Portoviejo, Manabí.

Fuente: Aguiar & Mieles, 2016

Las fallas más importantes en este trabajo consistirán en las fallas de suelo por la oscilación, debido a que las condiciones topográficas del terreno de la Armada Nacional, no permitirían laterals spreads o fallas de flujo.

Estas fallas por oscilación del suelo provocan asentamientos diferenciales en las estructuras siendo potencialmente riesgosas estas fallas, que podrían hacer colapsar la estructura o inhabilitarla para siempre.

CAPÍTULO II

2. METODOLOGÍA

2.1 Descripción del Área de Trabajo

2.1.1 Ubicación Geográfica

Bahía de Caráquez es el área de interés del proyecto, que se encuentra localizada en la provincia de Manabí. Es la cabecera cantonal del cantón Sucre y limita al norte con el cantón San Vicente, al sur con Charapoto, al este con Tosagua y al oeste con el Océano Pacífico.

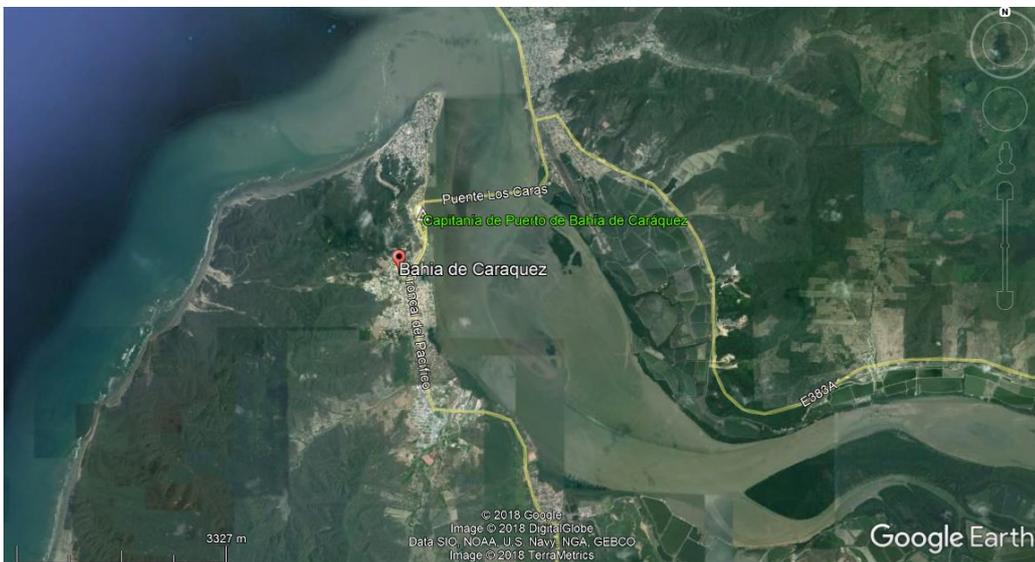


Figura 2.1: Ubicación del cantón Bahía de Caráquez

Fuente: Google Maps, 2018

El sector de estudio que se analizará para el diseño del nuevo edificio de Capitanía se ubica en la Avenida Unidad Nacional, a un lado del Centro Comercial Paseo Shopping con las coordenadas mostradas en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Coordenadas de ubicación de la zona del proyecto

ESTE	NORTE
564112	9932362
564112	9932348
564079	9932348
564079	9932362

Fuente: Elaboración Propia, 2018



Figura 2.2: Ubicación del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”

Fuente: Google Earth Pro, 2018

2.1.2 Aspectos Geográficos

Se puede observar por la Figura 2.3, que el área de interés es un terreno llano, normal en este tipo de lugares cercanos a la costa que presentan un relieve bajo, con altitudes que no sobrepasan los 400 msnm. Bahía de Caráquez presenta una numerosa cantidad de lomas como San Felipe, Loma España, Estero Ébano, Quebrada El Charco, entre otras que muestran un relieve entre 0 msnm a 200 msnm. (IGM, 2015).



Figura 2.3: Av. 3 de Noviembre, terreno del Edificio de Capitanía

Fuente: Google Earth Pro, 2018

2.1.3 Aspecto Poblacional

Bahía de Caráquez se convirtió en una de los puertos más importantes del Ecuador por su gran aporte al sector económico por la exportación de productos nacionales tales

como cacao, café, maní, etc. A continuación, se detalla información del nivel socio económico de la ciudad.

- **Población:**

De acuerdo al Censo del 2010, en la ciudad de Bahía de Caráquez hay aproximadamente 20.921 habitantes. Esta cantidad se obtiene debido a la organización de 2 parroquias urbanas Bahía de Caráquez y Leónidas Plaza Gutiérrez. (INEC, 2010).

- **Educación:**

El período estudiantil en la ciudad de Bahía de Caráquez se encuentra bajo el régimen Costa, siendo su inicio de clases en el mes de abril y finalizando en el mes de febrero.

De acuerdo al Censo realizado en el año 2010, la ciudad de Bahía de Caráquez tiene un índice de analfabetismo del 7,94%, mientras que en las parroquias de Charopotó y San Isidro, este índice es mayor. (INEC, 2010).

2.1.4 Aspectos Geológicos

2.1.4.1 Formación Borbón

En las zonas altas de Bahía de Caráquez se localiza la formación geológica Borbón que está formada por rocas clásticas, que se componen por areniscas tobáceas. La formación Borbón corresponde a la era ternaria Plioceno, se ha determinado que la deposición marítima y las acumulaciones eólicas conformaron esta formación geológica (Villares et al., 2016).

2.1.4.2 Formación Onzole

En las zonas bajas de la ciudad se ubica la formación Onzole que se caracteriza por la presencia de lutitas y limolitas.

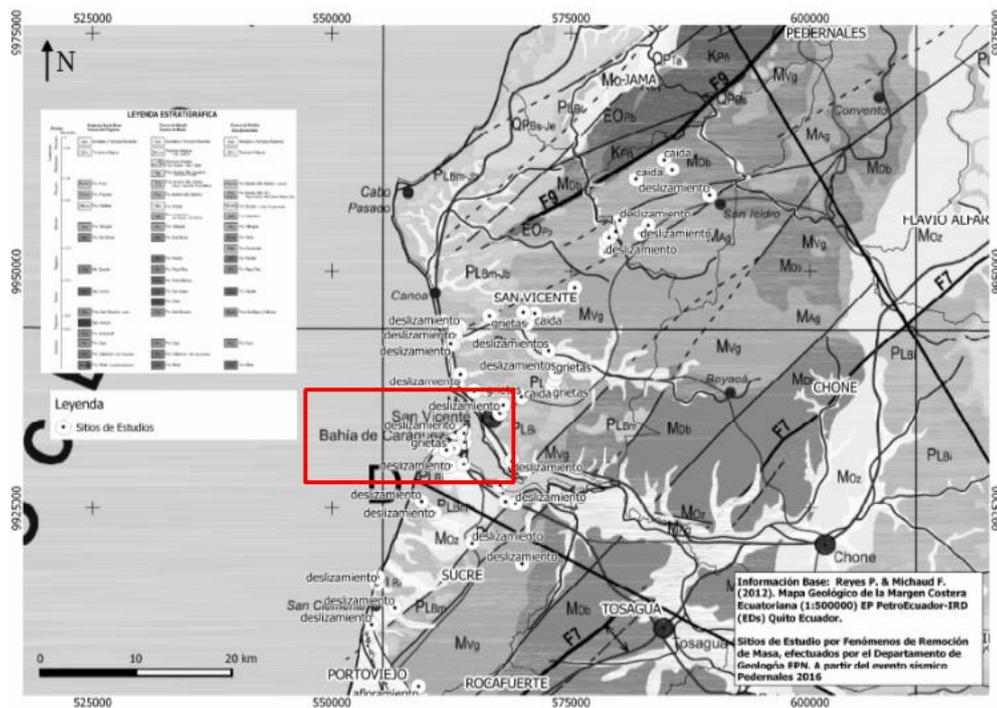


Figura 2.4: Mapa Geológico de la zona costera del Ecuador

Fuente: Reyes P. & Michaud F., 2012

2.2 Formulación de Alternativas

En el presente capítulo se desarrollan dos alternativas de configuración estructural para el diseño del edificio CAPBAH, en las cuales se analiza el comportamiento y desempeño sísmico de la edificación ante un evento telúrico de magnitud considerable.

2.2.1 Alternativa 1: Pórticos de Acero Resistente a Momentos (PARM)

Los pórticos resistentes a momento son un sistema de construcción conformados por elementos como vigas y columnas, que soportan cargas verticales y de sismo, este sistema se emplea normalmente en estructuras que se requiere sean dúctiles (NEC-15, 2015).

En esta alternativa, la edificación no cuenta con un sistema de aisladores sísmicos elastoméricos de base, por lo tanto, no se considera necesario la implementación de un piso técnico o sótano para su instalación y revisión.

2.2.2 Alternativa 2: PARM con aisladores sísmicos elastoméricos de base con núcleo de plomo.

Los aisladores sísmicos son elementos con gran flexibilidad que se ubican entre la estructura y la cimentación, estos dispositivos buscan transferir la menor cantidad de movimiento a la estructura al producirse un sismo. Además, generan un incremento en el período fundamental de vibración del sistema, lo que produce una reducción en las aceleraciones y en las fuerzas inducidas por el sismo en la estructura (Genatios and Lafuente, 2016).

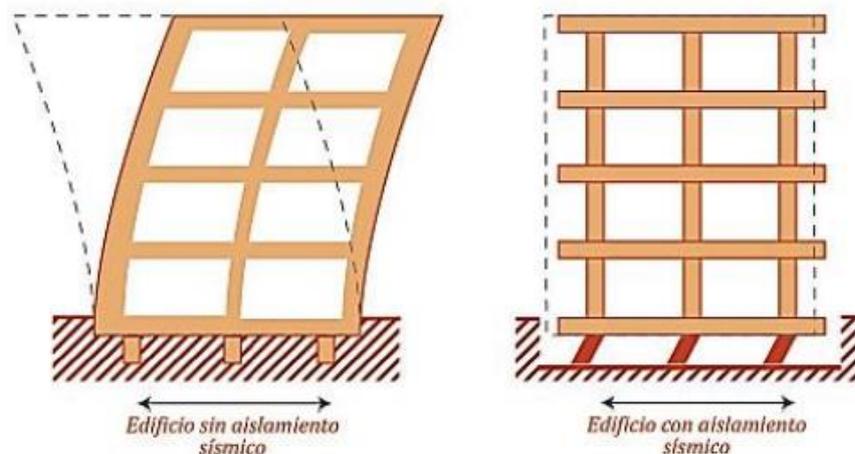


Figura 2.5: Comportamiento de una edificación con y sin aislamiento sísmico

Fuente: Genatios and Lafuente, 2016

El uso de aisladores permite que las deformaciones en la estructura sean considerablemente bajas y se concentren en el dispositivo, de manera que las derivas entre pisos también sean mínimas, si se logra este comportamiento, las fuerzas del sismo serán transmitidas al aislador, el cual generará grandes deformaciones y las soportará sin problemas puesto que para esto fueron diseñados (Genatios and Lafuente, 2016).

Para diseñar la estructura empleando este sistema con los aisladores sísmicos se necesita aumentar un nivel al edificio, conocido también como piso técnico o sótano, que sirve para la instalación y posterior revisión del estado de los dispositivos luego de un sismo.

2.3 Descripción y Selección de la mejor alternativa

2.3.1 Matriz de Selección de las alternativas

Para escoger entre las dos alternativas descritas se elaboró una matriz de selección, en la que se analizaron factores como complejidad constructiva, eficiencia, aspecto social, aspecto económico y mantenimiento. A continuación se detalla cada uno de los factores mencionados.

- Complejidad Constructiva

La estructura al encontrarse en una zona afectada por el fenómeno de la licuefacción requiere de una grúa para la colocación de pilotes rellenos con grava.

El edificio cuenta además con aisladores elastoméricos sísmicos de base y rodillos que deben ser instalados mediante pernos a una placa de anclaje que está conectada sobre pedestales de hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

- Eficiencia

El comportamiento de la estructura es un factor de importancia al seleccionar la alternativa más idónea para el proyecto, existen ciertos criterios que permiten establecer la eficiencia de la edificación como: fuerzas sísmicas, desempeño estructural, derivas admisibles y amortiguamiento.

- Aspecto Social

La edificación está destinada para el personal de la base naval de la ciudad de Bahía de Caráquez como capitanía de puerto, durante el día, los miembros de la base desarrollarán actividades laborales en los dos primeros niveles, y en la noche utilizarán la residencia en los dos últimos niveles.

- Aspecto Económico

La colocación de dispositivos aisladores de base y deslizadores sísmicos en una estructura PARM incrementa el costo general de la obra, debido a la compra, traslado e instalación de los dispositivos.

Otro aspecto económico a tomar en consideración es la construcción de las columnas de grava y la losa de cimentación para solucionar la licuefacción en el terreno del proyecto.

- Fuerzas Sísmicas

En el diseño de los aisladores de base, el nivel de fuerza sísmica de la estructura aumenta debido a que se consideran para el desarrollo del diseño los máximos sismos posibles priorizando que el nivel de daño ante un evento telúrico sea el mínimo.

- Mantenimiento

En todas las estructuras, sean estas de hormigón, acero o mixtas se debe realizar mantenimiento durante su vida útil. En el caso de la edificación con aisladores de base, se agregó un piso técnico para revisar el estado de los mismos, sin embargo, estos normalmente no requieren de mantenimiento.

Tabla 2.2: Matriz de Selección de Alternativas

MATRIZ DE SELECCIÓN O PRIORIZACIÓN		
Criterios:	Alternativa 1:	Alternativa 2:
	Pórticos de Acero Resistente a Momentos (PARM)	PARM con aisladores sísmicos elastoméricos de base con núcleo de plomo.
Complejidad Constructiva	2	3
Eficiencia	4	5
Aspecto Social	3	3
Aspecto Económico	2	4
Mantenimiento	3	3
Fuerza Sísmica	2	4
Total de Puntaje	288	2160
Alternativa Escogida	2	1

Fuente: Elaboración Propia, 2018

2.3.2 Descripción general de la estructura seleccionada: PARM y Sistema de Aislamiento Sísmico

La estructura solicitada es un edificio de 4 niveles para la Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez, los dos primeros niveles son de uso de oficinas y el tercer y cuarto nivel son para uso residencial. El área del terreno donde se construirá la edificación es de 445.90 m².

El edificio estará distribuido en diferentes departamentos, un sótano y una terraza.

La estructura del edificio constará de un sistema de pórticos de acero resistentes a momento (PARM), de siete aisladores sísmicos elastoméricos de base con núcleo de plomo en las columnas perimetrales y siete deslizadores sísmicos (rodillos) en las zonas sobrantes.

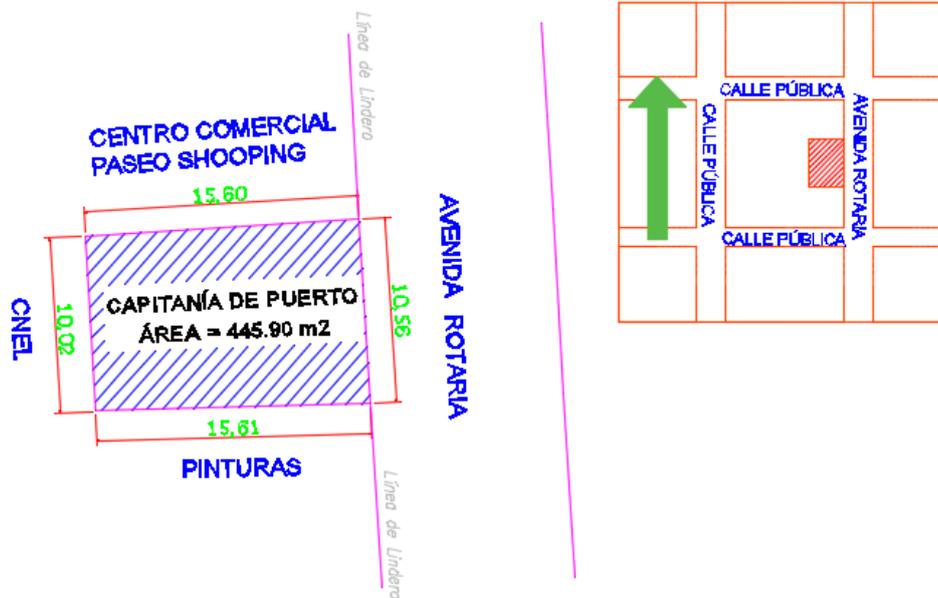


Figura 2.6: Ubicación exacta del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tabla 2.3: Descripción de los departamentos de cada nivel

Cuarto Nivel:	Terraza, antena.
Tercer Nivel:	Dormitorios, Comedor, Cocina, Sala de Estar, Baños.
Segundo Nivel:	Entrepunte, Camarotes Mujer, Camarotes Oficiales, Sala de Estar, Baños, Bodega, Pañol Armamento.
Primer Nivel:	Sala de Reuniones, Dpto. de Operaciones (Policía Marítimo, Gestión Ambiental, Telecomunicaciones, Jefe de Operaciones, Cafetería, Utilería), Oficina Capuerto, Secretaría, Asesor Jurídico, Asistente Comunicación Social, Baños.
Planta Baja:	Bodega, Oficina Mantenimiento, Dpto. Financiero (Tecnología de la Información, Jede Financiero), Dpto. de Personal, Dpto. de Tráfico Marítimo (Jefe de Tráfico, Policía Marítima, Servicio al Cliente, Carnetización), Sala de Atención al Cliente, Baños.
Piso Técnico:	Aisladores Sísmico de base con núcleo de plomo.

Fuente: Elaboración Propia, 2018



FACHADA FRONTAL .-

Figura 2.7: Fachada Frontal del “Edificio de Capitanía de Bahía de Caráquez”

Fuente: Base Naval de Bahía de Caráquez

2.4 Trabajo en campo y oficina

2.4.1 Ensayos de Laboratorio

Para caracterizar el suelo natural y conocer las propiedades físicas y mecánicas que presenta el área de estudio, es necesario desarrollar ensayos de laboratorio que definan los parámetros de resistencia a la compresión y capacidad portante del suelo que establecen los criterios de construcción de la subestructura.

Estos ensayos fueron proporcionados por la Armada Nacional del Ecuador y elaborados por el Laboratorio de Suelos, Hormigones y Asfaltos. Los ensayos se realizaron siguiendo la norma internacional ASTM (American Society for Testing and Materials).

Tabla 2.4: Ensayos de Laboratorio

CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM D – 2216
GRANULOMETRÍA	ASTM D – 422
LÍMITES DE ATTERBERG	ASTM D – 4318

Fuente: Laboratorio de Suelos, Hormigones y Asfaltos., 2017

2.4.2 Exploración Geotécnica

Para realizar un reconocimiento geotécnico se efectuaron dos sondeos a Rotación – Percusión con el Ensayo de Penetración Estándar SPT (Standard Penetration Test) según la norma ASTM D – 1586, con peso del martillo: 140 lb, con altura de caída: 75 cm, con muestras alteradas, hasta la profundidad de 6,45 m.

2.4.2.1 Sondeo 1

En el terreno se observó una capa de material granular de 20 cm, seguido de una capa de 60 cm de material del km 12, que presenta escombros de arena, hormigón y ladrillo. El perfil estratigráfico es heterogéneo, muestra limos orgánicos de mediana y baja plasticidad, limos blandos, compactos e inorgánicos, arenas finas. El nivel freático está localizado a una profundidad de 2m. y la capacidad portante del sondeo es de 21.20 ton/m², el perfil estratigráfico corresponde a un suelo tipo D.

2.4.2.2 Sondeo 2

De manera similar, en el terreno se observó una capa de material granular de 20 cm, seguido de una capa de 20 cm de material del km 12, que presenta escombros de arena, hormigón y ladrillo. El perfil estratigráfico también es heterogéneo, muestra limos inorgánicos de mediana y baja plasticidad, limos blandos, compactos e inorgánicos, arenas finas. El nivel freático está localizado a una profundidad de 1,5 m. y la capacidad portante del sondeo es de 18.60 ton/m², el perfil estratigráfico corresponde a un suelo tipo D.

El promedio de la capacidad portante entre los dos sondeos es igual a 19,90 ton/m², mientras que el tipo de suelo de la zona de estudio es tipo D.

Sin embargo, es importante mencionar que al realizar el análisis del potencial de licuefacción del área de estudio mediante el método simplificado de Seed & Idriss se encontró que el terreno presenta un potencial de licuación alto en los estratos en los que se asientan limos arenosos de baja plasticidad y baja compacidad, debido a esto, se necesitan más estudios para cuantificar los efectos reales de una posible licuefacción de la zona.

2.4.3 Análisis Topográfico de la zona de estudio

Para obtener las coordenadas de la zona de trabajo nos trasladamos a la ciudad de Bahía de Caráquez con un equipo de nivelación y un equipo de posicionamiento global (GPS),

En el terreno se trazó una cuadrícula de 5x2 con una distancia aproximada de 7 metros entre todos los puntos, a excepción de los puntos P8, P9 Y P10 que se encuentran a una distancia de 5 metros de los puntos P7, P11 y P12.

Como parte del proceso de nivelación de terreno, se posicionó una estación E1 en un determinado punto, se tomó la altura del instrumento y se procedió a tomar la lectura positiva de una base medible BM en la acera cercana al mar, seguido se tomaron 18 puntos como lecturas negativas y se procedió a calcular las cotas.



Figura 2.8: Puntos tomados en la zona del proyecto

Fuente: Google Earth Pro, 2018

La Tabla 2.5 presenta la información recolectada a través de la nivelación del terreno de la zona:

Tabla 2.5: Lecturas de elevación tomadas a partir de la nivelación del terreno

ESTACIÓN	PUNTO	LECTURA POSITIVA	ALTURA INSTRUMENTAL	LECTURA NEGATIVA	COTA	OBSERVACIÓN
Δ	\square	L(+)	Hi	L(-)		
E1			3.585			Estación 1
	BM	3.585			0.000	Base Medible (Acera cercana al mar)
	P1			1.710	1.875	Acera
	P2			1.700	1.885	Acera
	P3			1.690	1.895	Acera
	P4			1.680	1.905	Punto
	P5			1.690	1.895	Punto
	P6			1.610	1.975	Punto
	P7			1.590	1.995	Punto
	P8			1.550	2.035	Punto
	P9			1.545	2.040	Punto
	P10			1.520	2.065	Punto
	P11			1.540	2.045	Punto
	P12			1.580	2.005	Punto
	P13			1.620	1.965	Punto
	P14			1.550	2.035	Punto
	P15			1.610	1.975	Punto
	P16			1.642	1.943	Punto
	P17			1.660	1.925	Punto
	P18			1.600	1.985	Punto

Fuente: Elaboración Propia, 2018

De igual manera, con el equipo de posicionamiento global se obtuvieron las coordenadas este y norte.

Tabla 2.6: Coordenadas Este, Norte tomadas en la zona del proyecto

ESTE	NORTE
564112	9932362
564112	9932355
564112	9932348
564105	9932348
564098	9932348
564091	9932348
564084	9932348
564079	9932348
564079	9932355
564079	9932362
564084	9932362
564084	9932355
564091	9932355
564091	9932362
564098	9932362
564098	9932355
564105	9932355
564105	9932362

Fuente: Elaboración Propia, 2018

2.5 Normas de Diseño

Las normas a emplearse en el diseño y análisis de la superestructura y subestructura son las siguientes:

- American Society of Civil Engineers (2016). "Minimum Design Loads for Buildings and other Structures", ASCE Standard ASCE/SEI-7-16, Virginia.
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente
- Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 NEC-SE-AC: Estructuras de Acero.
- American Society for Testing and Materials ASTM
- Federal Emergency Management Agency FEMA "NEHRP Recommended Provisions and Commentary for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures", FEMA 450.
- American Concrete Institute ACI 318-14

- American Institute of Steel Construction “*Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications*” AISC-358

2.6 Softwares de Diseño y Modelamiento Estructural

Tabla 2.7: Softwares a utilizar en el diseño de la edificación

Auto-CAD:	Modelo estructural de la edificación, elaboración de planos
SAP 2000 v15:	Análisis y diseño de la superestructura
SAFE 2016:	Análisis y diseño de la cimentación
ETABS 2016:	Análisis estructural de la edificación completa.
REVIT 2016:	Modelamiento de la superestructura, elaboración de planos y vistas en 3D
MathCAD Prime 4.0:	Elaboración de las hojas de cálculo del diseño de la superestructura.

Fuente: Elaboración Propia, 2018

2.7 Metodología de Diseño basado en Fuerzas

2.7.1 Estimación de Cargas

Para determinar las cargas que soporta la estructura, se realizó un análisis de metrado de cargas para cada uno de los niveles de la edificación.

De acuerdo a la NEC-SE-CG: Cargas No Sísmicas para el cálculo y diseño de estructuras, se deben considerar las cargas permanentes (muertas) y las cargas variables (vivas).

En este proyecto, la carga muerta (W_d) se dividió en: cargas estructurales y cargas no estructurales, siendo:

Tabla 2.8: Tipos de Cargas estructurales y No estructurales

Cargas Estructurales:	Cargas No Estructurales:
Losa	Baldosas
Noalosa (Steel Panel)	Paredes
Peso propio de las vigas y columnas	Ductos y varios

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Para obtener las cargas vivas de diseño de la edificación, en la Tabla 9 correspondiente a la NEC-SE-CG: Cargas No Sísmicas se encuentran los valores de cargas de acuerdo a la ocupación o uso, por lo tanto, como la

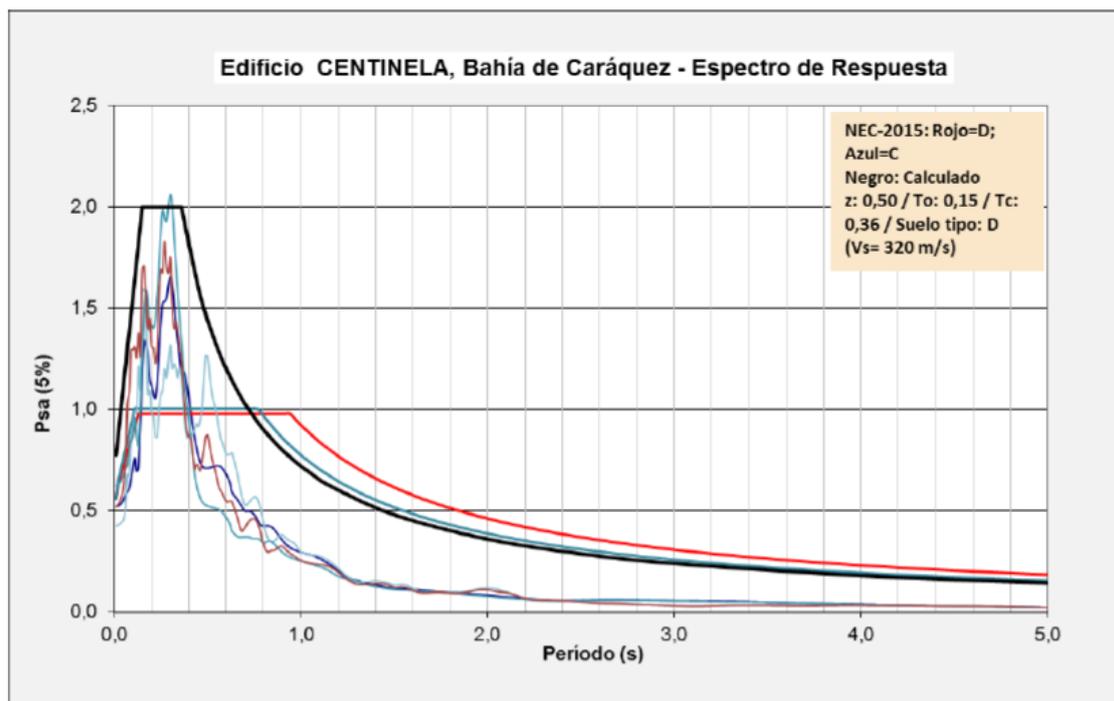
estructura tiene la finalidad de ser un edificio de oficinas se utilizaron los valores de dicha tabla.

2.7.2 Estimación de Fuerzas Sísmicas

Debido a que la estructura se encuentra en un terreno que presenta un potencial de licuación alto, se consideró para la estimación de fuerzas sísmicas del diseño sismorresistente el espectro de sitio del Edificio Centinela ubicado en la avenida Virgilio Ratti y la calle Mejía localizado en la ciudad de Bahía de Caráquez, en una zona cercana al lugar de nuestro proyecto que presenta condiciones geológicas y sondeos similares.

Los espectros de diseño se definen como la envolvente de valores máximos absolutos caracterizada por una aceleración máxima determinada y condiciones de respuesta del subsuelo.

Figura 2.9: Espectro de Sitio del Edificio Centinela



Fuente: Empresa Suelos y Muros, 2016

La información del espectro de sitio del Edificio Centinela fue otorgada por la empresa Suelos y Muros, quienes se encargaron del estudio de suelos de dicho proyecto.

Para el análisis Tiempo – Historia de la zona se necesitaron los acelerogramas del terremoto del 16 de abril del 2016, estos valores de aceleración se obtuvieron del portal del IGEPN, los mismos que fueron emparejados con los datos de aceleración del espectro de sitio del edificio Centinela.

La distribución triangular de las fuerzas sísmicas no aplica puesto que la estructura es irregular y se encuentra en una zona de licuefacción, debido a esto la distribución de fuerzas sísmicas es también irregular.

2.7.3 Análisis Estructural

2.7.3.1 Definición de espectro de diseño

Los espectros de diseño son aceleraciones que consideran la peligrosidad sísmica y representan curvas con patrones estables que sirven para el diseño de estructuras, los espectros otorgados por el ASCE 7-16 (2016), y por la NEC-15 (2015) representan consideraciones importantes para el diseño de estructuras en función de la filosofía de diseño sismo resistente y son considerados espectros elásticos, para probabilidades de ocurrencia de 475 años, sin embargo al tener la prioridad de reducir daños ante un evento MCE, se considerará el espectro de respuesta por encima de los aisladores reducido por un factor $R=2$ acorde a la normativa ASCE 7-16 (2016), para estructuras con aislamiento sísmico.

2.7.3.2 Determinación de diagramas de momentos, fuerza axial y cortante

Para determinar los momentos, fuerzas axiales y fuerzas cortantes de los elementos estructurales se aplicaron las combinaciones de carga establecidas por la NEC-SE-CG: Cargas No Sísmicas, Sección 3.4.3

A partir del espectro de diseño se hizo un análisis estructural de la subestructura, es decir sin considerar los dispositivos elastoméricos, los deslizadores sísmicos, el diafragma rígido, ni ningún otro elemento estructural ubicado por debajo de la superestructura.

Tabla 2.9: Combinaciones de Carga

Combinación 1:	1.4 D
Combinación 2:	1.2 D + 1.6 L + 0.5max [Lr; S ; R]
Combinación 3:	1.2 D + 1.6 max [Lr; S ; R]+ max[L ; 0.5W]
Combinación 4:	1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max [Lr; S ; R]
Combinación 5:	1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S
Combinación 6:	0.9 D +1.0 W
Combinación 7:	0.9 D + 1.0 E

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC 2015

2.7.4 Diseño de Elementos sometidos a Flexión

Para calcular la resistencia máxima plástica de una viga es necesario considerar la resistencia del acero en el intervalo plástico. (Gerdau Corsa, 2012).

La verificación de la capacidad a flexión se realiza en base a las longitudes libres no soportadas para el máximo aprovechamiento de la sección.

Los miembros en flexión presentan cuatro modos de fallas.

- Fluencia
- Pandeo local de los patines y del alma
- Pandeo lateral
- Pandeo lateral por flexo-torsión

Para verificar la esbeltez de los miembros de la sección se analizan los miembros no rigidizados y rigidizados que corresponden a las alas y el alma respectivamente.

- Miembros no rigidizados (Alas):

$$\lambda_f = \frac{bf}{2tf} \quad (2.1)$$

$$\lambda_{pf} = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2.2)$$

$$\lambda_{rf} = \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2.3)$$

- Miembros rigidizados (Alma):

$$\lambda_w = \frac{d}{tw} \quad (2.4)$$

$$\lambda_{pw} = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2.5)$$

$$\lambda_{rw} = \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2.6)$$

También se analiza las longitudes límites para pandeos en miembros a flexión:

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2.7)$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x h_o} + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x h_o}\right)^2 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E}\right)}} \quad (2.8)$$

Se determina el módulo plástico de la sección mediante la siguiente fórmula:

$$M_p = Z_x * F_y \quad (2.9)$$

Mientras que la fórmula del momento resistente es:

$$M_n = F_{cr} * S_x \quad (2.10)$$

2.7.5 Diseño de Elementos sometidos a Compresión y Flexión

Los elementos estructurales que se encuentran bajo la acción de cargas axiales se los conoce como miembros en compresión. Las columnas de acero cargadas axialmente suelen fallar normalmente por pandeo del miembro y por pandeo local de la placa, debido a esto se deben revisar los estados límites de las columnas. (Gerdau Corsa, 2012).

Los límites de esbeltez de los miembros de la sección se analizan de manera similar a los elementos estructurales tipo vigas.

- Miembros no rigidizados (Alas):

$$\lambda_r = \frac{bf}{2tf} \quad (2.11)$$

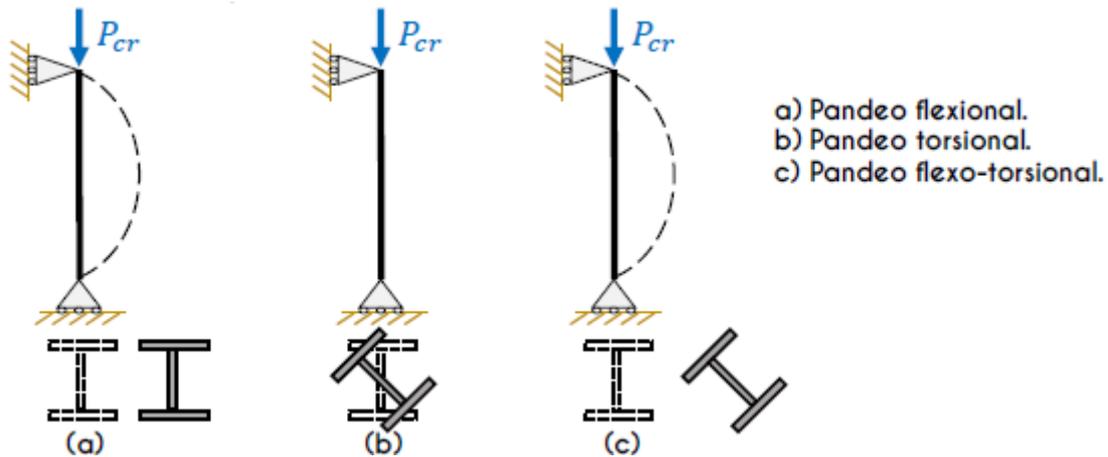
- Miembros rigidizados (Alma):

$$\lambda_r = \frac{h}{tw} \quad (2.12)$$

Cuando no se produce una distorsión de la sección de la columna esta se define como pandeo del miembro, el que puede tomar la forma de:

- Pandeo Flexional
- Pandeo Torsional
- Pandeo Flexo-Torsional

Figura 2.10 Formas de Pandeo de la columna



Fuente: CCIP - Especialización En Análisis Y Diseño En Acero Estructural AISC 360

Mientras que el pandeo local se caracteriza por la distorsión de la sección transversal. (Gerdau Corsa, 2012). La carga crítica de pandeo de Euler, se expresa en términos de tensiones como la Tensión Crítica de Pandeo.

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{kL}{r}\right)^2} \quad (2.13)$$

2.7.6 Efecto P – Delta

Los efectos P-Δ de acuerdo a la normativa nacional NEC 2015: NEC-SE-DS Peligro Sísmico, Sección 6.3.8 corresponden a efectos adicionales en la dirección X y Y de la edificación, generados por efectos de segundo orden que incrementan las fuerzas internas, momentos y derivas de la estructura.

El índice de estabilidad Q_i se calculó mediante la fórmula:

$$Q_i = \frac{P_i \cdot \Delta_i}{V_i \cdot h_i} \quad (2.14)$$

2.7.7 Diseño de Sistema de Aisladores Sísmicos

2.7.7.1 Diseño de Aisladores Sísmicos

Para el diseño de los aisladores elastoméricos de base se utilizó la norma internacional ASCE 7-16, Capítulo 17: Seismic Design Requirements For Seismically Isolated Structures.

El procedimiento para diseñar los aisladores de base fue el siguiente:

- Determinación del desplazamiento de diseño, desplazamiento máximo y desplazamiento de diseño total y máximo total de los aisladores sísmicos:

Zona:	Manabí
Tipo de Suelo:	F

El desplazamiento de diseño de los aisladores se obtuvo a partir de la ecuación:

$$D_D = \frac{S_{D1} * T_D}{4 * \pi * \beta_D} \quad (2.15)$$

El desplazamiento máximo de diseño de los aisladores se obtuvo a partir de la ecuación:

$$D_M = \frac{S_{M1} * T_M}{4 * \pi * \beta_M} \quad (2.16)$$

- Análisis de las cargas vivas y muertas de la planta baja de la estructura que se reparten en los aisladores.
- Determinación de la carga última a través de la combinación:

$$W_u = 1.2 W_d + 1.6 W_l \quad (2.17)$$

- Determinación del Período Real del Sistema.
- Cálculo de la Rigidez Compuesta del Sistema

$$K_{sistema} = 4\pi^2 \left(\frac{W_t}{T_D^2} \right) \quad (2.18)$$

$$K_{aislador} = \frac{K_{sistema}}{N_{aisladores}} \quad (2.19)$$

- Obtención de la altura del caucho y área requerida de los dispositivos elastoméricos.

$$t_r = \frac{D_D}{\gamma} \quad (2.20)$$

$$K_h = \frac{G_D * A}{t_r} \quad (2.21)$$

- Selección en el catálogo *Aisladores Elastoméricos De Caucho Y Plomo Serie LRB* de la Empresa *Fip Industriale*.
- Cálculo de la Energía Disipada.

$$W_D = 2 * \pi * K_{aislador} * D_D^2 * \beta \quad (2.22)$$

- Iteración de los valores de K1 y K2 de rigidez inicial y post fluencia de los aisladores para hallar la fuerza de fluencia, F_y .
- Obtención del período efectivo del sistema.

$$T_e = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{W_t}{g}}{K_{aislador} * N_{aislador}}} \quad (2.23)$$

2.7.7.2 Análisis Dinámico No Lineal a través del Método de Integración Directa

El análisis dinámico no lineal de la estructura se elaboró a través del Software ETABs 2016 a partir del espectro de respuesta de sitio elástico del proyecto Edificio Centinela y los registros de aceleraciones del sismo del 16 de Abril del 2016 (Mw. = 7.8) de la Base Manta, se optó por los datos de esta base debido a su cercanía con el sitio de estudio.

- AMNT E: Registro de Aceleraciones de Este a Oeste
- AMNT N: Registro de Aceleraciones de Norte a Sur

En el Software ETABs se emparejó el registro de aceleraciones tomados de la Base Manta con el espectro de respuesta de sitio.

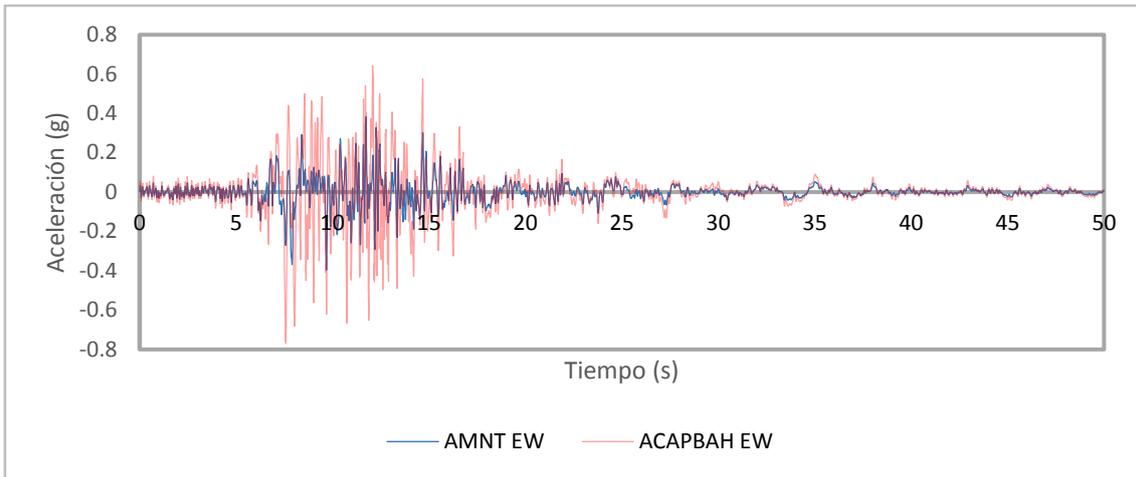


Figura 2.11: Spectral Matching in Time Domain entre AMNT EW y Espectro de Sitio CAPBAH

Fuente: Elaboración Propia, 2018

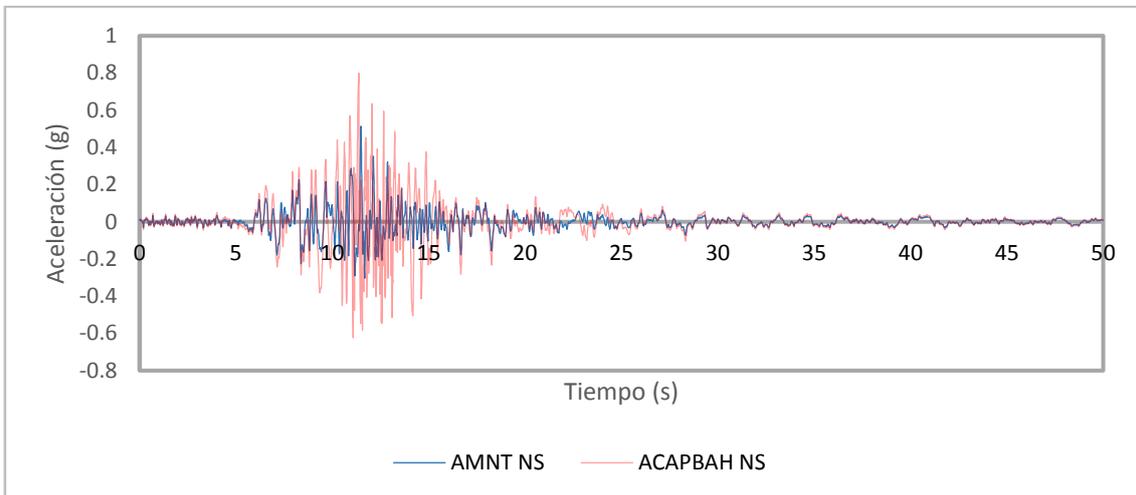


Figura 2.12: Spectral Matching in Time Domaing entre AMNT NS y Espectro de Sitio CAPBAH

Fuente: Elaboración Propia, 2018

La NEC-SE-DS: Peligro Sísmico 2015 permite la consideración de casos de cargas no lineales en sismos de **C1: D + 0.25L** (Combinación de Estados de Carga, en Rango No Lineal).

Se definieron estados de carga no lineales de la función Tiempo-Historia del Registro de Aceleraciones NS y EW ajustados al espectro de sitio del terreno. Estas funciones estaban en combinación con respecto al sismo de diseño de 100% U1 + 30% U2 y otra función en combinación con el sismo de diseño de 30% U1 + 100%U2.

Los casos no lineales, se asumieron a través del método No Lineal de Integración Directa, que permite determinar con mayor precisión las velocidades y desplazamientos de la estructura. Para mayor información de este método refiérase a las investigaciones de Hiber-Huge-Taylor.

Se consideró que el análisis no Lineal de los aisladores empezó en condiciones iniciales de la combinación C1: D+0.25L, para luego ser aplicado en el sismo de diseño en las funciones tiempo historia.

2.7.7.3 Diseño de Diafragmas Rígidos.

El diafragma rígido se encuentra ubicado sobre las vigas de concreto del nivel uno de la edificación, este elemento se planteó siguiendo las especificaciones técnicas del ACI 318, además se consideraron los efectos de retracción por cambios de temperatura en su diseño.

Debido a las condiciones de las vigas principales y secundarias, al diafragma se lo diseñó como una losa nervada en una dirección, siendo la dirección de los nervios el lado más corto hacia las vigas principales.

2.7.8 Diseño de Pórticos IMF

En este proyecto se implementaron los Pórticos No Arriostrados Intermedios conocidos como Pórticos IMF, los cuales de acuerdo a Crisafulli presentan la capacidad de disipar energía, lo que genera que el diseño se elabore con un factor de modificación de respuesta menor que los pórticos especiales. (Crisafulli, 2018).

Las vigas son los elementos de los pórticos IMF donde se desarrollarán las deformaciones inelásticas.

Los requerimientos de diseño para pórticos no arriostrados se muestran en la Tabla 2.10.

Tabla 2.10: Requerimientos de Diseño para pórticos IMF

Requerimiento	Categoría		
	Especial	Intermedio	Ordinario
Factor R	8	4.5	3.5
Capacidad de Rotación plástica en rótulas	0.03	0.01	---

Distorsión de Piso en las conexiones	0.04	0.02	---
Conexiones Viga-Columna	Precalificada o verificación experimental	Precalificada o verificación experimental	No
Zonas Protegidas	Extremo de viga	Extremo de Viga	No
Verificación Panel Nodal	Sí	No	No
Relación anchura-espesor	λ_{hd}	λ_{md}	No
Relación entre la resistencia flexional de columnas y vigas	Sí	No	No
Restricción lateral en nudos	Sí	No	No
Restricción lateral en vigas	Sí	SÍ	No

Fuente: Diseño Sismorresistente de Construcción de Acero, 2018.

- Factor R

En el diseño de estructuras para evitar la mayor cantidad de daño posible, se utilizan estructuras con aisladores sísmicos cuyo nivel de desempeño trata de que cuando ocurra el máximo sismo probable (MCE), el nivel de daño sea leve, mientras que para el sismo de diseño no exista daño, por eso se justifica usar un factor $R=2$ de acuerdo al ASCE 7-16.

- **Capacidad de Rotación plástica en rótulas**

Se debe revisar que la capacidad de rotación plástica de las columnas sea menor o igual a 0.01

- **Distorsión de Piso en las conexiones (Derivas Admisibles)**

La distorsión de piso total en las columnas debe ser menor o igual a 0.02 radianes.

- **Conexiones Viga – Columna**

En el diseño de conexiones precalificadas se emplearon conexiones tipo WUF considerando dos configuraciones estructurales.

Configuración 1	Nodo Interno
Configuración 2	Nodo Interno último piso

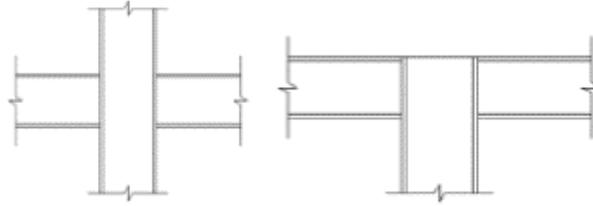


Figura 2.13: Tipos de Configuraciones Estructurales

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Se diseñaron 4 conexiones utilizando las dos configuraciones mencionadas, tomando las condiciones más críticas en los estados de resistencia del pórtico.



Figura 2.14: Conexiones de los Pórticos IMF

Fuente: Elaboración Propia, 2018

El diseño de las conexiones WUF se realizó siguiendo los siguientes pasos:

1. Determinación de las propiedades geométricas de las vigas derecha e izquierda.
2. Determinación de las propiedades geométricas de la columna
3. Cálculo del momento máximo probable

$$M_{pr} = C_{pr} * R_y * F_y * Z_x \quad (2.24)$$

4. Cálculo del corte total en la rótula plástica

El corte en rótula plástica se calculó a partir de un diagrama de cuerpo libre de la viga comprendida entre rótulas plásticas. Se asumió en este cálculo que en las rótulas plásticas se desarrolló un momento igual al momento máximo probable.

Además, se deberán incluir cargas gravitacionales actuando sobre la viga basado en la siguiente combinación de carga:

$$V_T = V_m + V_g \quad (2.25)$$

5. Diseño de la soldadura de las alas de la viga a la columna

Para la unión de las alas de la viga con el ala de la columna se empleó soldadura de penetración completa conforme a los requerimientos de soldadura de demanda crítica especificados en las Provisiones Sísmicas para Edificaciones con Estructuras de Acero (ANSI/AISC 341-10).

6. Diseño de la soldadura del alma de la viga a la columna

Para el proceso de montaje como mínimo se empleó una plancha de 10mm de espesor con soldadura de filete de 5mm y 3 Pernos de 5/8" A325.

La geometría de la plancha de corte y otros aspectos normativo deberán corresponder a la especificada en la Normativa para Edificios de Acero Estructural (ANSI/AISC 360-10).

7. Diseño de Zona Panel y Placa de Continuidad

Debido a que es un Sistema IMF, no es necesario la revisión de Zona de Panel como de la Placa de Continuidad, por lo tanto, SOLO se especificará las dimensiones de las placas siendo conservador:

- **Relación Anchura - Espesor para vigas y columnas**

Las secciones deben cumplir la relación anchura-espesor indicadas en la Tabla D1.1. de la ANSI/AISCE 341-10.

2.7.9 Diseño de la Subestructura

2.7.9.1 Diseño de la Losa de Cimentación

La subestructura de la edificación es una de las partes más importantes de la construcción, el edificio de Capitanía CAPBAH al construirse en un sitio con alto potencial al fenómeno de licuefacción requiere de una losa de cimentación, la cual es la más adecuada para este proyecto.

Estudios demuestran que las losas de cimentación reducen el riesgo de colapso de la estructura debido a un asentamiento diferencial generado por los efectos cosísmicos que generan licuefacción.

Al existir un diafragma rígido, el fenómeno de licuefacción puede producirse, sin embargo, no podría generarse un colapso de la estructura debido a que las fallas se producen en distintas zonas, pero no en toda el área de construcción.

La losa de cimentación se diseñó inicialmente como un plinto aislado para establecer el espesor de la losa.

Tabla 2.11: Pre-dimensionamiento del plinto aislado

Dimensiones de plinto		
B	5.00	m
H	5.00	m
Hp	0.60	m

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Tanto el plinto aislado como la losa de cimentación deben cumplir los cuatro criterios de verificación de diseño:

- Cortante
- Punzonamiento
- Flexión
- Aplastamiento

Para el análisis de la losa de cimentación se empleó el software estructural para el diseño de cimentaciones superficiales SAFE 2016.

Consideraciones de materiales:

- Resistencia a la compresión del concreto, $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de Refuerzo, $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

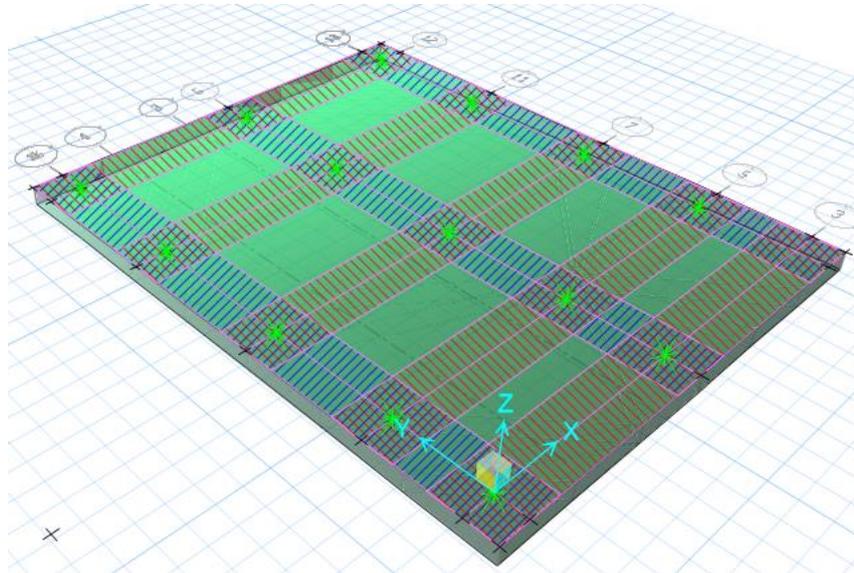


Figura 2.15: Losa de Cimentación diseñada en el Software SAFE 2016, Vista en 3D

Fuente: Elaboración Propia, 2018

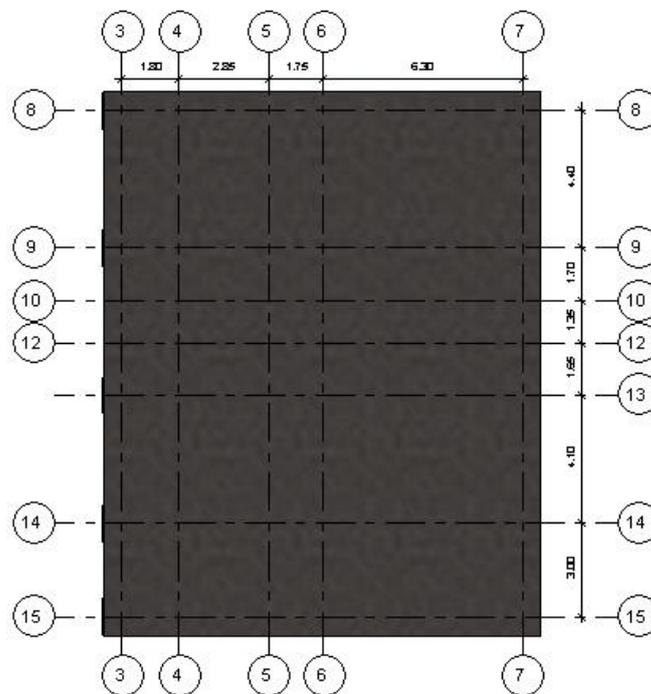


Figura 2.16: Vista en Planta de la Losa de Cimentación en el Software REVIT 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Los diagramas de momento flector, fuerzas cortantes y fuerzas axiales se obtienen mediante la creación de franjas (strips) longitudinales y transversales en la losa de cimentación.

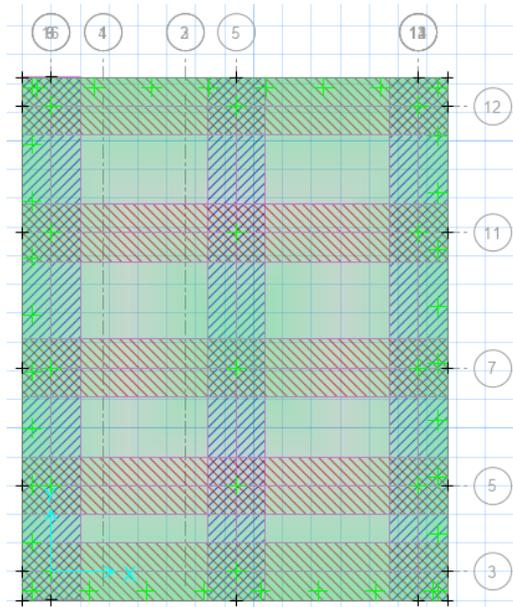


Figura 2.17: Vista en Planta de la losa de Cimentación con las franjas en dirección X y Y en el Software SAFE 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2018

2.7.9.2 Solución del Fenómeno de Licuefacción

La ciudad de Bahía de Caráquez al localizarse en una zona sísmica con alto potencial de licuefacción, se encuentra propensa a desplazamientos, empujes, asentamientos, pérdida de capacidad portante y otros fenómenos al momento de producirse un sismo.

Para mitigar los efectos de la licuefacción en la zona objetivo se utilizó en el diseño de la subestructura un sistema de columnas de grava, dicho sistema está conformado por 39 columnas con un diámetro de 0.50 metros, 10 metros de longitud y una separación de 2 metros.

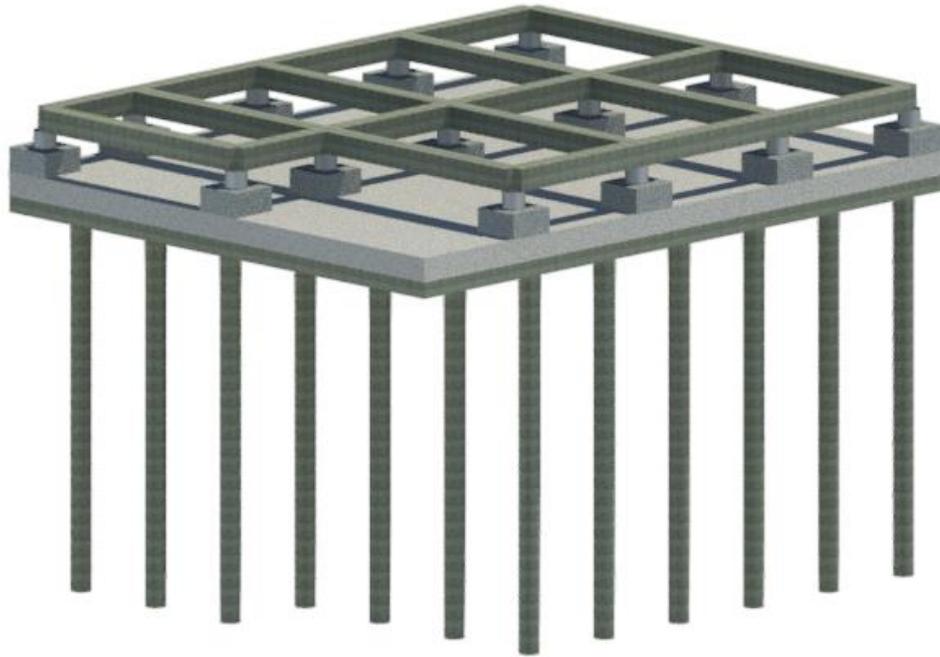


Figura 2.18: Vista Isométrica de las Columnas de Grava en el Software REVIT 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2018

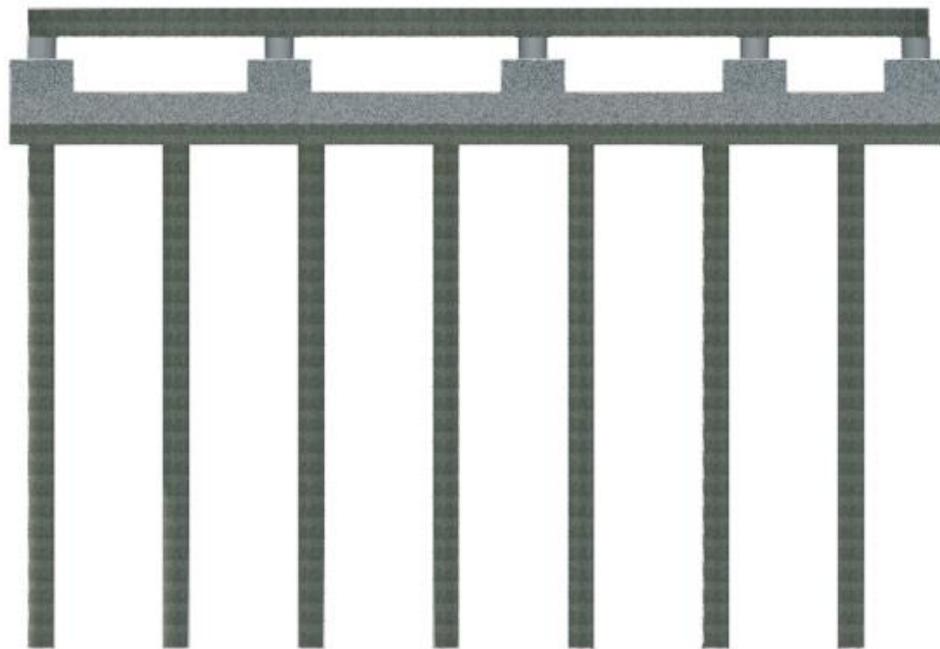


Figura 2.19: Vista en Elevación de las Columnas de Grava en el Software REVIT 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2018

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Estimación de Cargas

Las cargas muertas y vivas de la estructura, se calcularon mediante un metrado de cargas por niveles, el proceso de cálculo se detalla en el capítulo II.

3.1.1 Metrado de Cargas – Nivel 1

Tabla 3.1: Metrado de Cargas del Nivel 1

CARGA MUERTA [Wd]:		
Cargas Estructurales:	[kN/m ²]	[ton/m ²]
Losa: Espesor promedio=0.09x2.4	2.21	0.22
Novalosa(Steel panel), e=0.76 mm	0.10	0.01
Peso propio vigas y columnas	0.60	0.06
Cargas No estructurales:		
Baldosas	1.20	0.12
Paredes	1.79	0.18
Ductos y varios	0.20	0.02
Total de Carga Muerta=	6.10	0.61
CARGA VIVA [WI]		
Edificio de Oficinas		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.8	0.48
Oficinas	2.4	0.24
Corredores sobre el primer piso	4	0.40
Total de Carga Viva=	2.832	0.28

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.1.2 Metrado de Cargas – Nivel 2

Tabla 3.2: Metrado de Cargas del Nivel 2

CARGA MUERTA [Wd]:		
Cargas Estructurales:	[kN/m2]	[ton/m2]
Losas: promedio=0.09x2.4	2.19	0.22
Novalosa(Steel panel), e=0.76 mm	0.10	0.01
Peso propio vigas y columnas	0.60	0.06
Cargas No estructurales:		
Baldosas	1.20	0.12
Paredes	1.79	0.18
Ductos y varios	0.20	0.02
Total de Carga Muerta=	6.08	0.61
CARGA VIVA [WI]		
Edificio de Oficinas		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.8	0.48
Oficinas	2.4	0.24
Corredores sobre el primer piso	4	0.40
Total de Carga Viva=	2.624	0.26

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.1.3 Metrado de Cargas - Nivel 3, 4

Tabla 3.3: Metrado de Cargas del Nivel 3, 4

CARGA MUERTA [Wd]:		
Cargas Estructurales:	[kN/m2]	[ton/m2]
Losas: promedio=0.09x2.4	2.19	0.22
Novalosa(steel panel), e=0.76 mm	0.10	0.01
Peso propio vigas y columnas	0.60	0.06
Cargas No estructurales:		
Baldosas	1.20	0.12
Paredes	1.79	0.18
Ductos y varios	0.20	0.02
Total de Carga Muerta=	6.08	0.61
CARGA VIVA [WI]		
Edificio de Oficinas		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.8	0.48
Habitaciones	2	0.20
Corredores sobre el primer piso	4	0.40
Total de Carga Viva=	2.28	0.23

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.1.4 Metrado de Cargas – Terraza

Tabla 3.4: Metrado de Cargas de la Terraza

CARGA MUERTA [Wd]:		
Cargas Estructurales:	[kN/m ²]	[ton/m ²]
Losa: e promedio=0.09x2.4	2.19	0.22
Novalosa(steel panel), e=0.76 mm	0.10	0.01
Peso propio vigas y columnas	-	-
Cargas No estructurales:	-	-
Baldosas	1.20	0.12
Peso de Antena Pton=3 ton		
Ductos y varios	0.20	0.02
Total de Carga Muerta=	3.69	0.37
CARGA VIVA [WI]		
Edificio de Oficinas	-	-
Áreas de almacenamiento en techos	1	0.10
Bodegas de Almacenamiento	6	0.60
Total de Carga Viva=	2.2	0.22

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.2 Análisis Estructural

3.2.1 Definición de espectro de diseño

De acuerdo con lo especificado en metodología, el espectro de diseño fue obtenido de los espectros de respuesta otorgados por encima de aisladores, estos fueron reducidos acorde a la importancia estructural, ductilidad y configuración geométrica del edificio.

$$S_{a \text{ mod}} = \frac{(S_a)(I)}{(R)(\Phi_p)(\Phi_e)} \quad (2.26)$$

Tabla 3.5: Factores de Reducción de Espectro de Diseño

R	I _p	Φ _p	Φ _e
2	1.5	0.9	1

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC 2015

En el Figura 3.1. se muestran los espectros de respuesta y espectros de diseño reducido para los factores mencionados en la Tabla 3.5. Se usará para el diseño de la superestructura el espectro reducido con R=2.

También es importante apreciar que para periodos fundamentales con $T=0.81[s]$ los espectros de respuesta de sitio reducido con $R=8$ y el espectro de respuesta por encima de los aisladores reducido con $R=2$, son aproximadamente iguales por lo que se esperaría fuerzas sísmicas de diseño similares, esto es relevante debido a que si bien las fuerzas sísmicas son similares se esperaría que para un diseño convencional de pórticos SMF con $R=8$ exista daños considerables en la estructura de acorde a la filosofía de diseño basado en desempeño, mientras que para una estructura con aislamiento sísmico el nivel de daño es reducido e imperceptible para sismos de diseño.

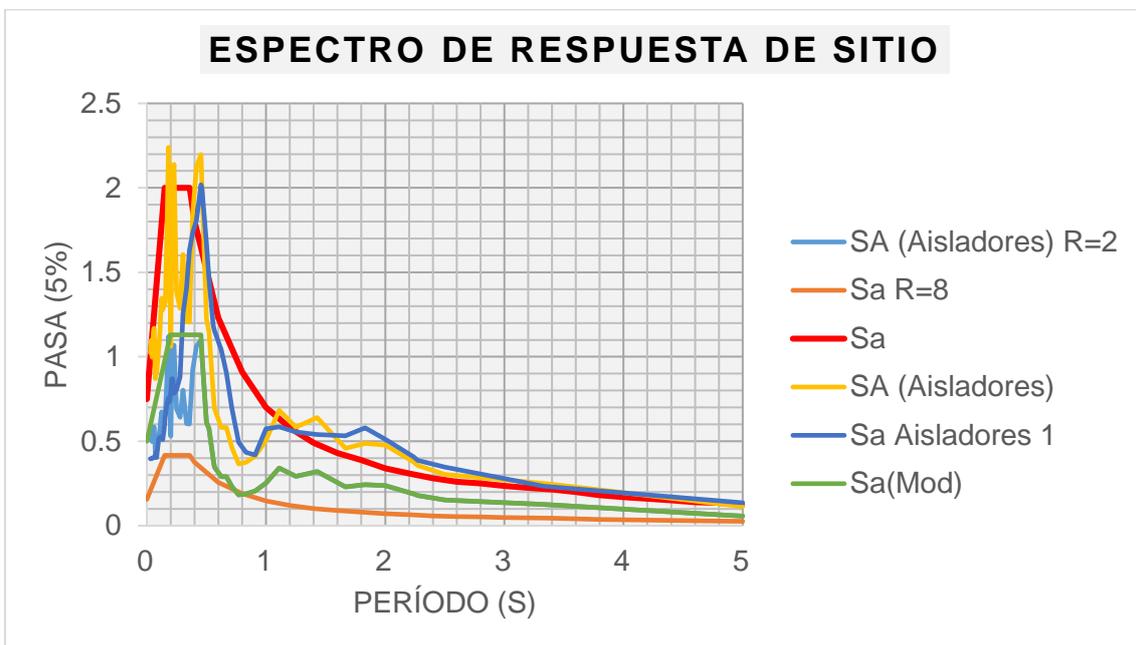


Figura 3.1: Espectro de Respuesta de Sitio

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.2.2 Determinación de diagramas de momentos, fuerza axial y cortante

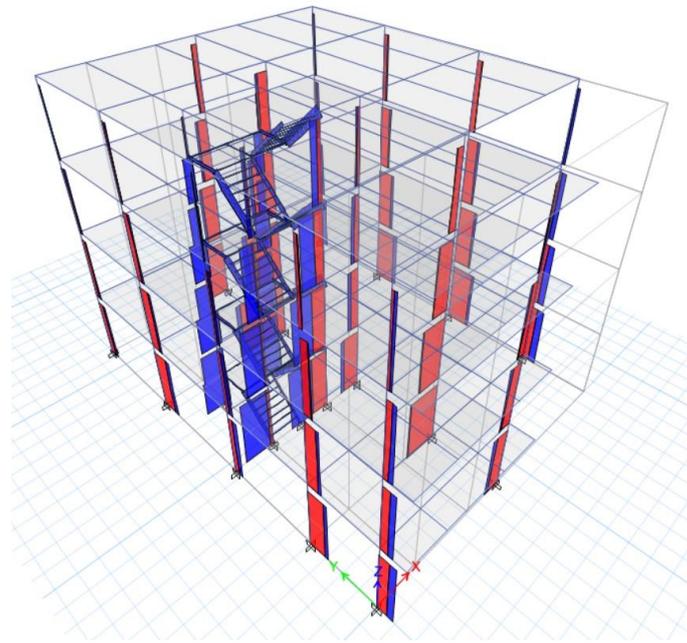


Figura 3.2: Vista Isométrica Axial 1.2D+L+Eqy

Fuente: Elaboración Propia, 2018

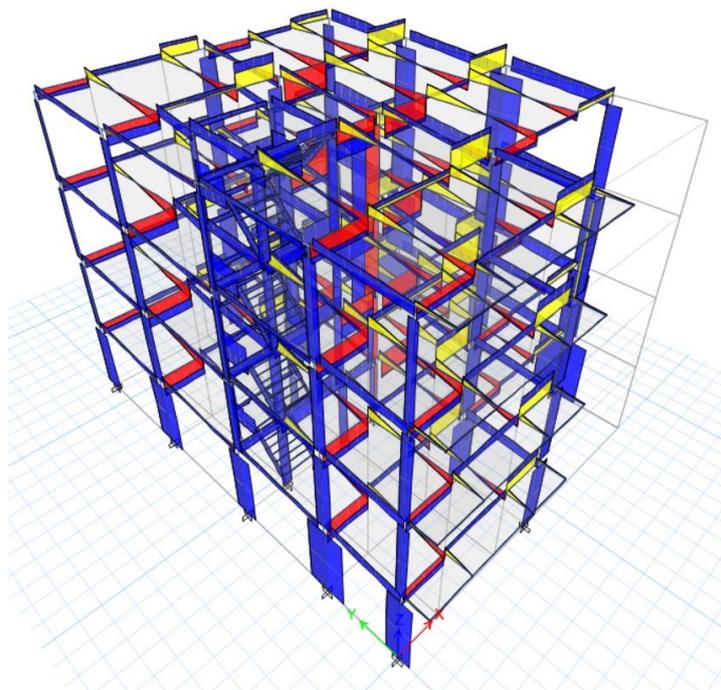


Figura 3.3: Vista Isométrica Fuerza Cortante 2-2

Fuente: Elaboración Propia, 2018

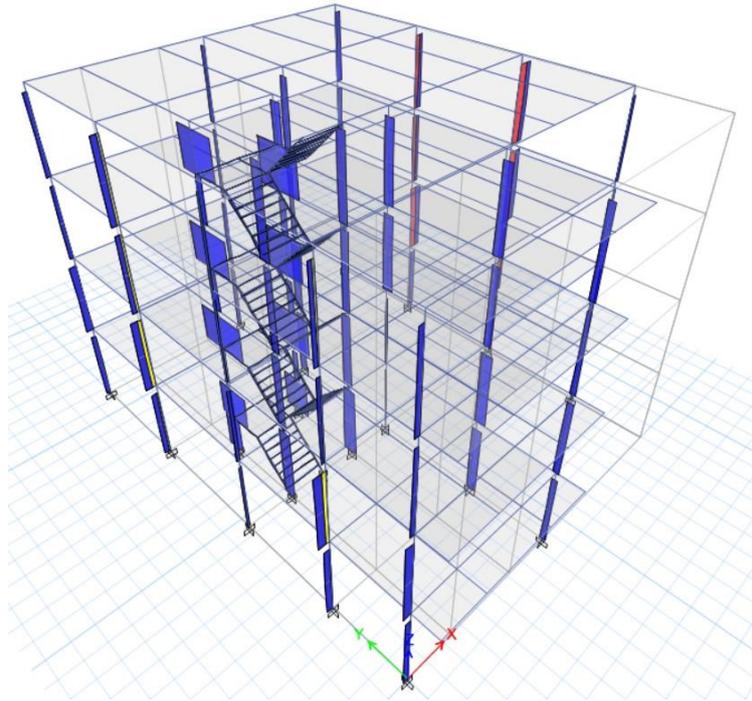


Figura 3.4: Vista Isométrica Fuerza Cortante 3-3

Fuente: Elaboración Propia, 2018

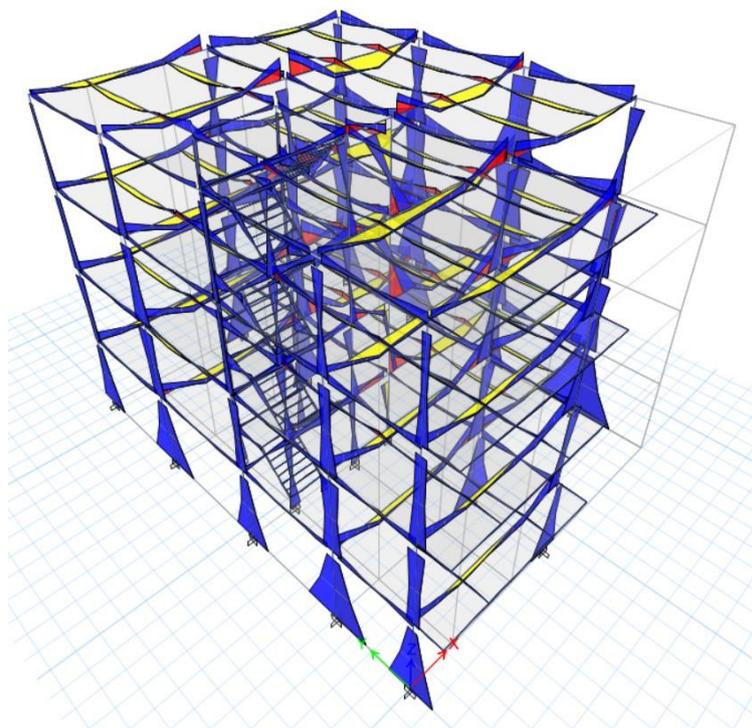


Figura 3.5: Vista Isométrica Momento Flector 3-3

Fuente: Elaboración Propia, 2018

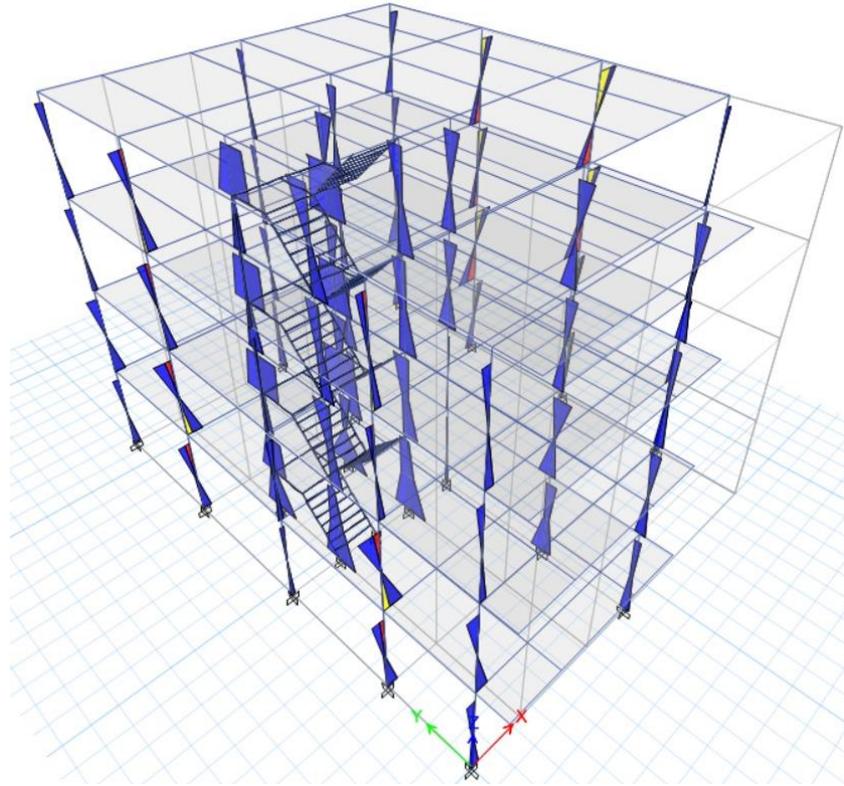


Figura 3.6: Vista Isométrica Momento Flector 2-2

Fuente: Elaboración Propia, 2018

3.2.3 Diseño de Elementos sometidos a Flexión

Se diseñaron los elementos sometidos a flexión, tales como las vigas principales, vigas secundarias y correas de cada nivel de la edificación a través del análisis estructural en el Software ETABs 2016, siguiendo las consideraciones de la norma internacional AISC 360-10 considerando que la demanda por capacidad sea:

$$\frac{D}{C} = \frac{Mu_z}{\phi M_n} \leq 1 \quad (2.27)$$

A continuación, se detallan los resultados de los elementos por cada piso, para mayor información sobre el diseño de elementos sometidos flexión ver Apéndice H.

3.2.3.1 Elementos estructurales - Vigas Nivel 1:

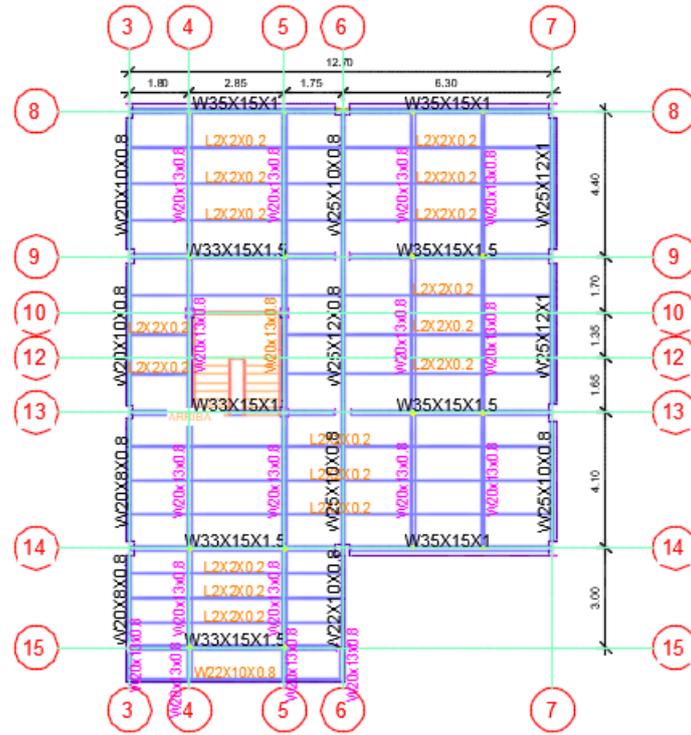


Figura 3.7: Vista en Planta - Vigas Principales, secundarias y correas del nivel 1

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.6: Tipos de Perfiles W del nivel 1

VIGAS PRINCIPALES					
DIRECCIÓN X					
TIPO DE PERFILES	bf	tf	h	tw	L
	mm	mm	mm	mm	mm
W35x15x1	150	10	350	10	12700
W33x15x1.5	150	15	330	15	6400
W35x15x1.5	150	15	350	15	6300
W33x15x1	150	10	350	10	6400
W33x15x1.5	150	15	330	15	6400
DIRECCIÓN Y					
W25x12x1	120	10	250	10	9100
W25x12x0.8	120	8	250	8	8200
W25x10x0.8	100	10	250	10	139400
W22x10x0.8	100	8	220	8	6400
W20x8x0.8	80	8	200	8	17200
VIGA SECUNDARIA					
W20x13x0.8	130	8	200	8	139400

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.3.3 Elementos estructurales - Vigas Nivel 3:

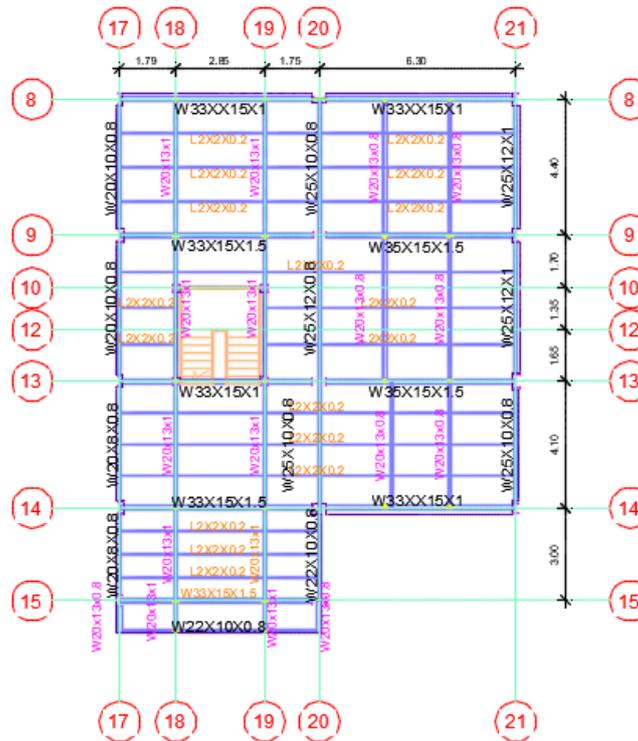


Figura 3.9: Vista en Planta - Vigas Principales, secundarias y correas del nivel 3

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.8: Tipos de Perfiles W del Nivel 3

VIGAS PRINCIPALES					
DIRECCIÓN X					
TIPO DE PERFILES	bf	tf	h	tw	L
	mm	mm	mm	mm	mm
W35x15x1	150	10	350	10	12700
W33x15x1.5	150	15	330	15	6400
W35x15x1.5	150	15	350	15	6300
W33x15x1	150	10	350	10	6400
W33x15x1.5	150	15	330	15	6400
DIRECCIÓN Y					
W25x12x1	120	10	250	10	9100
W25x12x0.8	120	8	250	8	8200
W25x10x0.8	100	10	250	10	139400
W22x10x0.8	100	8	220	8	6400
W20x8x0.8	80	8	200	8	17200
VIGA SECUNDARIA					
W20x13x1	130	10	200	10	80900

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.3.4 Elementos estructurales - Vigas Nivel 4:

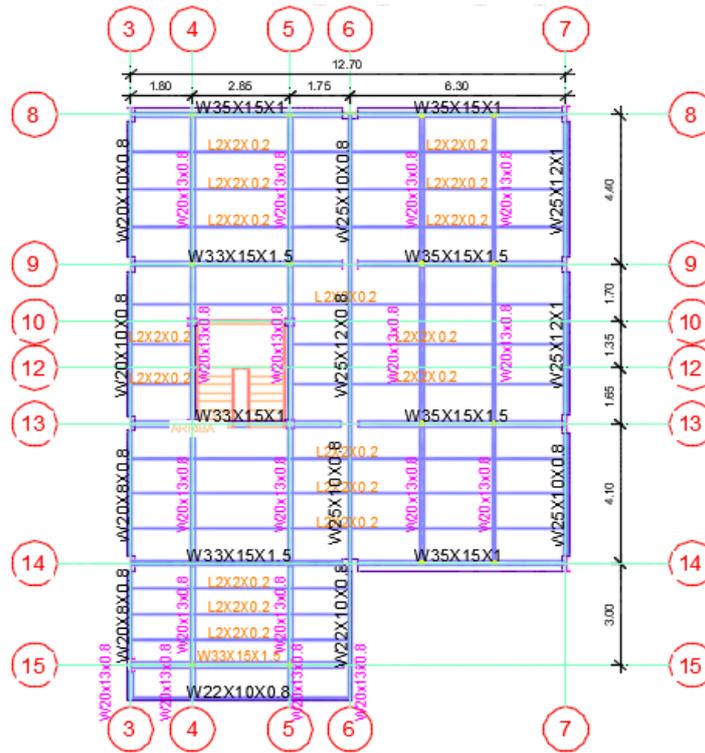


Figura 3.10: Vista en Planta - Vigas Principales, secundarias y correas del nivel 4

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.9: Tipos de Perfiles W del nivel 4

VIGAS PRINCIPALES					
DIRECCIÓN X					
TIPO DE PERFILES	bf	tf	h	tw	L
	mm	mm	mm	mm	mm
W35x15x1	150	10	350	10	12700
W33x15x1.5	150	15	330	15	6400
W35x15x1.5	150	15	350	15	6300
W33x15x1	150	10	350	10	6400
W33x15x1.5	150	15	330	15	6400
DIRECCIÓN Y					
W25x12x1	120	10	250	10	9100
W25x12x0.8	120	8	250	8	8200
W25x10x0.8	100	10	250	10	139400
W22x10x0.8	100	8	220	8	6400
W20x8x0.8	80	8	200	8	17200
VIGA SECUNDARIA					
W20x13x0.8	130	8	200	8	139400

Fuente: Elaboración Propia, 2019

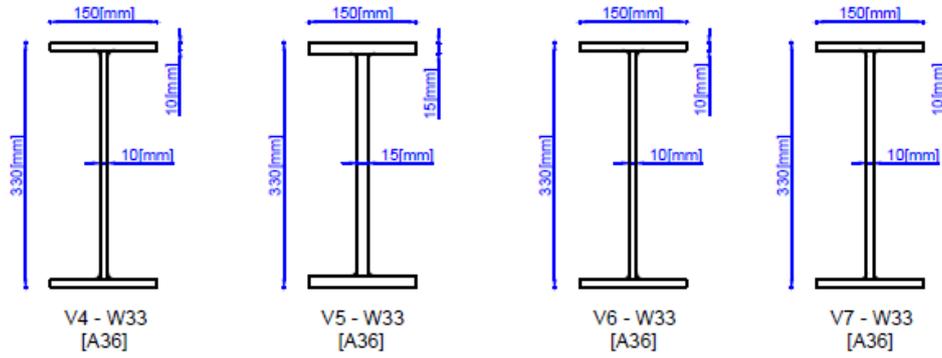


Figura 3.11: Vigas Principales en Dirección X

Fuente: Elaboración Propia, 2019

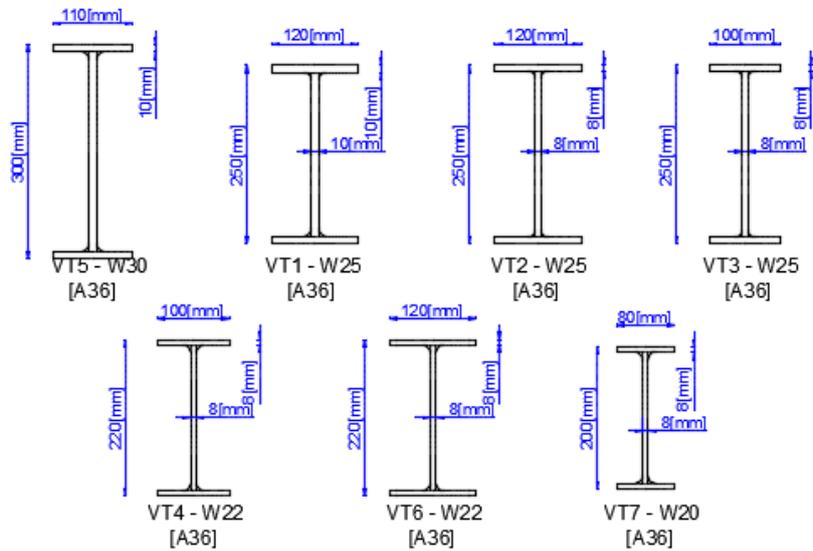


Figura 3.12: Vigas Principales en Dirección Y

Fuente: Elaboración Propia, 2019

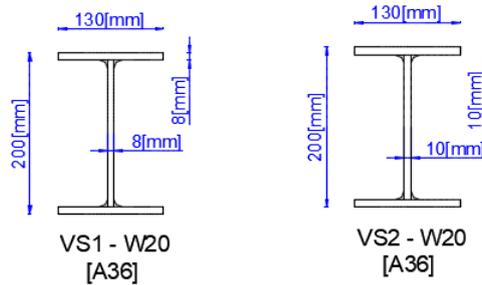


Figura 3.13: Vigas Secundarias (Correas)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.4 Diseño de Elementos sometidos a Compresión y Flexión

Se diseñaron los elementos sometidos a compresión de cada nivel de la edificación a través del análisis estructural en el Software ETABs 2016, siguiendo las consideraciones de la norma internacional AISC 360-10.

A continuación, se detallan los resultados de los elementos por cada piso, para mayor información sobre el diseño de elementos sometidos flexión ver Apéndice H.

3.2.4.1 Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 1:

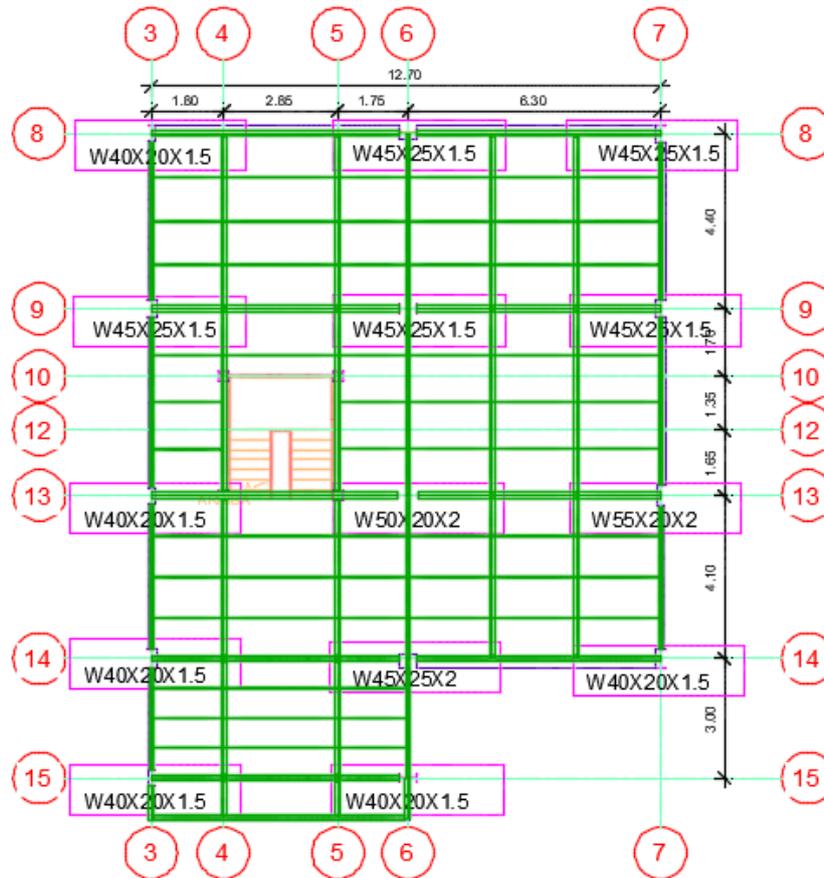


Figura 3.14: Vista en Planta de las Columnas del nivel 1

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.10: Tipo de Perfiles W para columnas del nivel 1

COLUMNAS ESTRUCTURALES					
Dimensiones	bf	tf	h	tw	L
	mm	mm	mm	mm	mm
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W45x25x1.5	250	15	450	15	3200
W50x20x2	200	20	500	20	3200
W55x20x2	200	20	550	20	3200
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W45x25x2	250	20	450	20	3200

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.4.2 Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 2:

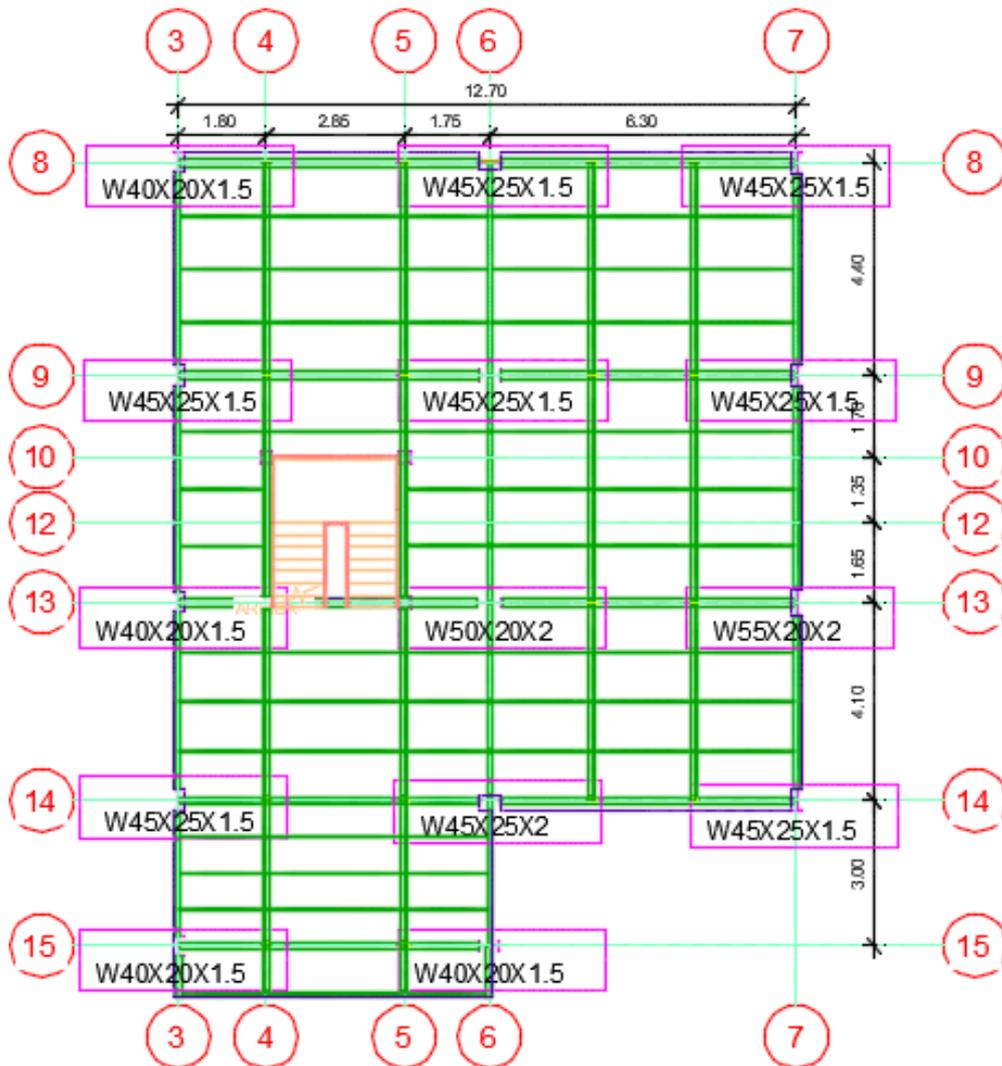


Figura 3.15: Vista en Planta de las Columnas del nivel 2

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.11: Tipos de Perfiles W para columnas del nivel 2

COLUMNAS ESTRUCTURALES					
Dimensiones	bf	tf	h	tw	L
	mm	mm	mm	mm	mm
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W45x25x1.5	250	15	450	15	3200
W50x20x2	200	20	500	20	3200
W55x20x2	200	20	550	20	3200
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W45x25x2	250	20	450	20	3200

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.4.3 Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 3:

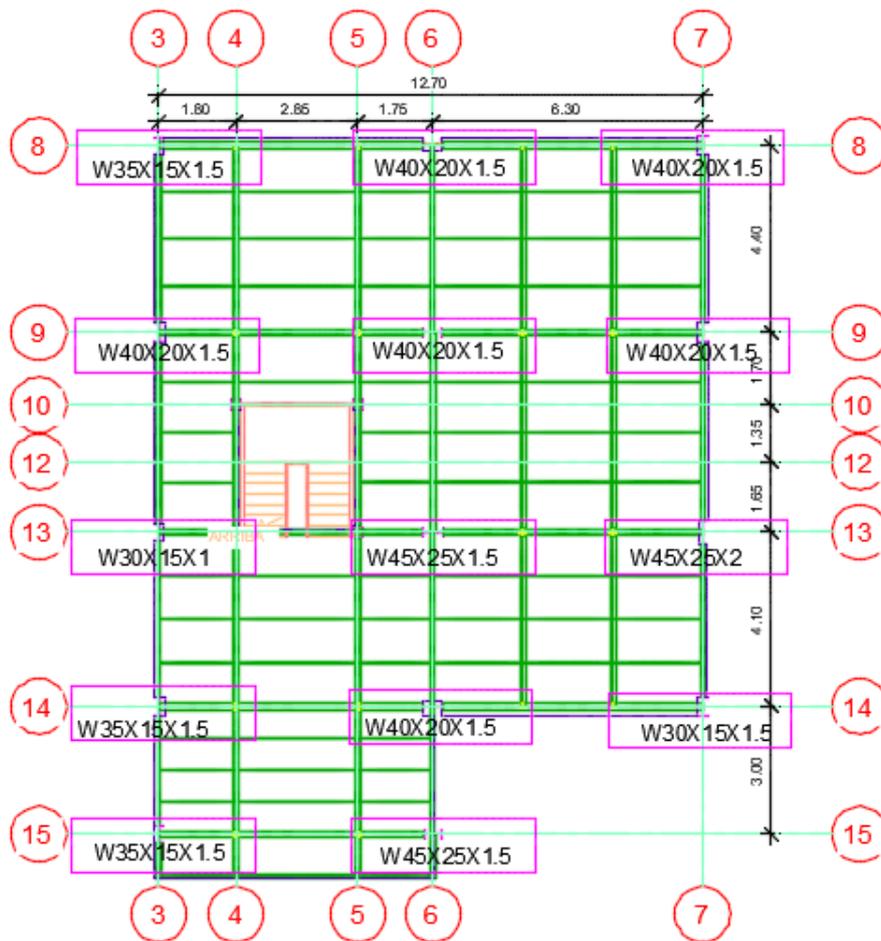


Figura 3.16: Vista en Planta de las Columnas del nivel 3

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.12: Tipos de Perfiles W para columnas del nivel 3

COLUMNAS ESTRUCTURALES					
Dimensiones	bf	tf	h	tw	L
	mm	mm	mm	mm	mm
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W45x25x1.5	250	15	450	15	3200
W45x25x2	250	20	450	20	3200
W35x15x1.5	150	15	350	15	3200
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W30x15x1.5	150	15	300	15	3200
W30x15x10	150	10	300	10	3200
W45x25x1.5	250	15	450	15	3200
W45x25x2	250	20	450	20	3200

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.4.4 Elementos estructurales tipo columnas, Nivel 4:

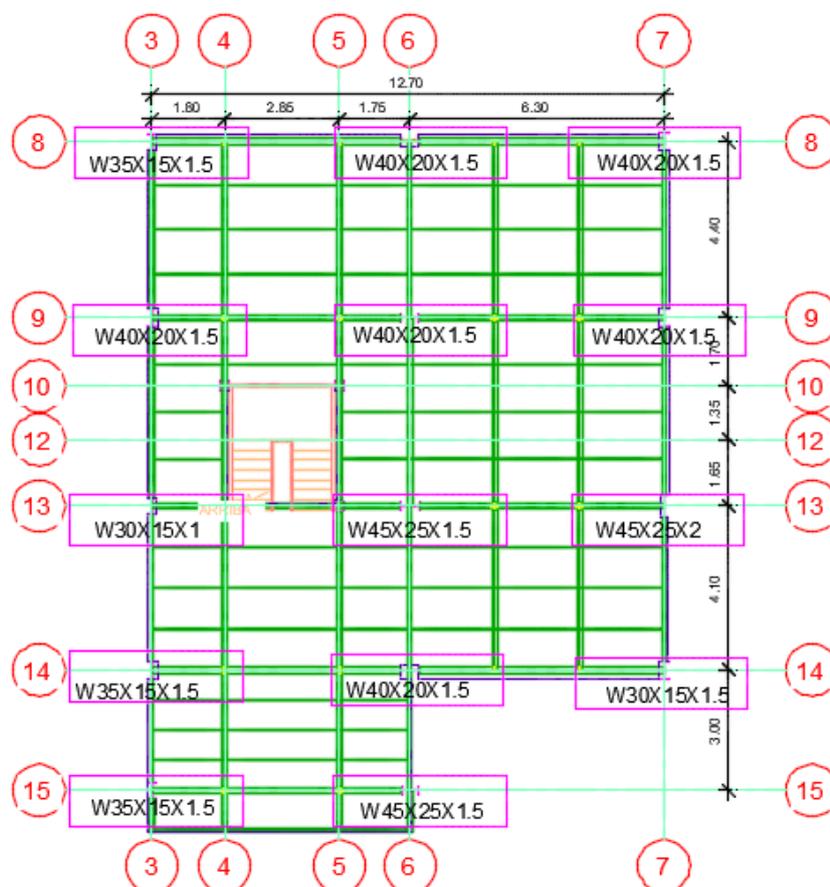


Figura 3.17: Vista en Planta de las columnas del nivel 4

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.13: Tipos de Perfiles W para columnas del nivel 4

COLUMNAS ESTRUCTURALES					
Dimensiones	bf	tf	h	tw	L
	mm	mm	mm	mm	mm
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W45x25x1.5	250	15	450	15	3200
W45x25x2	250	20	450	20	3200
W35x15x1.5	150	15	350	15	3200
W40x20x1.5	200	15	400	15	3200
W30x15x1.5	150	15	300	15	3200
W30x15x10	150	10	300	10	3200
W45x25x1.5	250	15	450	15	3200
W45x25x2	250	20	450	20	3200

Fuente: Elaboración Propia, 2019

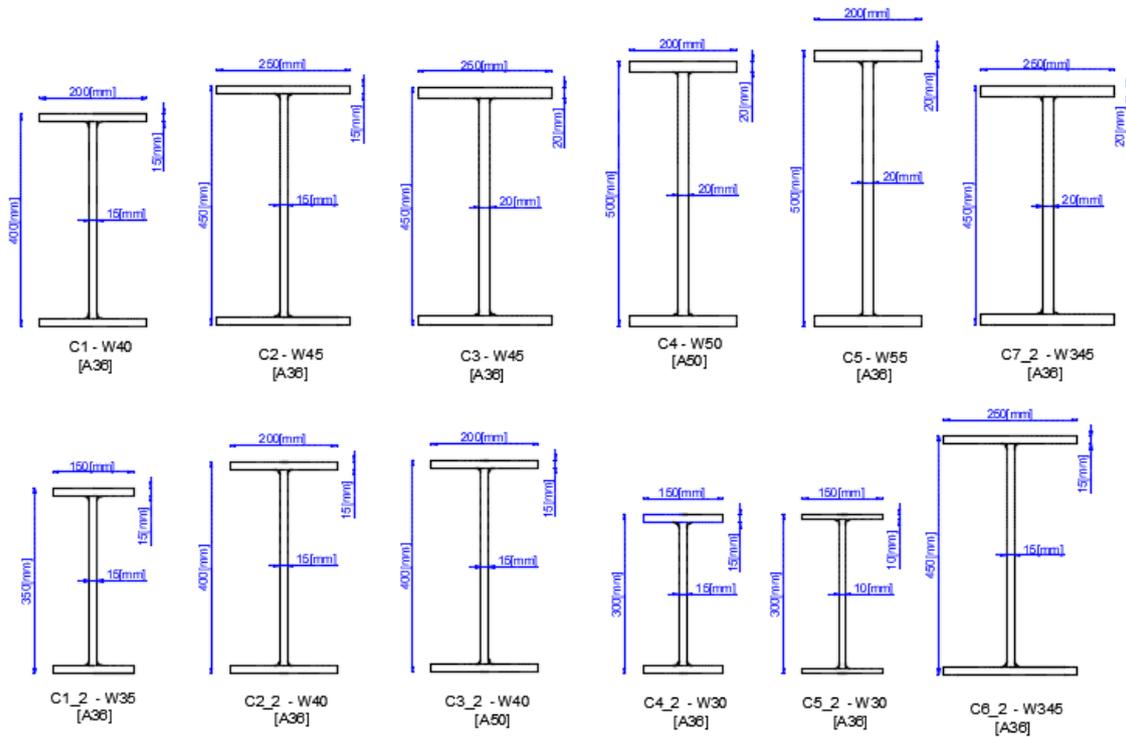


Figura 3.18: Columnas Metálicas Perfil W

Fuente: Elaboración Propia, 2019

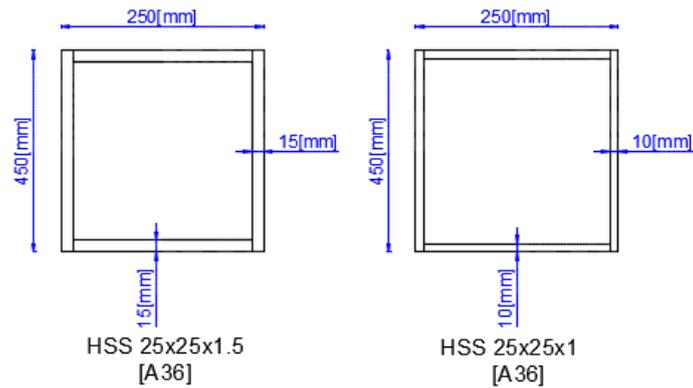


Figura 3.19: Columnas Metálicas Perfil HSS

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.5 Revisión Efecto P-Delta

Se determinó los valores del índice de estabilidad Q_i , y se verificó que los valores sean menores a 0.01, indicando que este efecto no influye en el diseño de la estructura.

Tabla 3.14: Revisión Efecto P-Delta

Nivel	P[kN]	P _i [kN]	V _i [kN]	Δ _i [mm]	h _i [m]	Q _i	Q _i ≤ 0.01
1	6775.240	16287.072	909.8612	8.087	3.2	0.045	No influye Efecto P-Δ
2	4939.952	9511.831	631.5217	18.061	3.2	0.085	No influye Efecto P-Δ
3	3166.964	4571.879	557.3601	26.226	3.2	0.067	No influye Efecto P-Δ
4	1404.916	1404.916	551.0494	33.407	3.2	0.027	No influye Efecto P-Δ

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.6 Diseño de Sistema de Aisladores Sísmicos

3.2.6.1 Diseño de Aisladores Sísmicos

Los desplazamientos de los aisladores se calcularon a partir de los períodos objetivos y máximos de la estructura aislada y los coeficientes de amortiguamiento.

Tabla 3.15: Valores Calculados de Desplazamientos

DESPLAZAMIENTOS		
Desplazamiento de Diseño	28.517	[cm]
Desplazamiento Máximo	36.516	[cm]
Desplazamiento de Diseño Total	33.913	[cm]
Desplazamiento Máximo Total	43.425	[cm]

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Para determinar el diámetro del dispositivo se determinó la rigidez compuesta del sistema y el número de aisladores necesarios para la edificación.

Tabla 3.16: Características calculadas de los Aisladores

Rigidez Compuesta del Sistema	4.64	[kN/mm]
Número de Dispositivos	7	
Rigidez del Dispositivo Aislador	0.663	[kN/mm]
Altura del Caucho calculada	19.01	[cm]
Módulo de Corte del Caucho	0.4	[Mpa]
Área del Dispositivo calculada	0.315	[cm ²]
Diámetro del Dispositivo calculado	0.633	[cm]

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Con los valores de desplazamiento de diseño y diámetro del dispositivo se seleccionó un modelo de aislador del catálogo AISLADORES ELASTOMÉTRICOS DE CAUCHO Y PLOMO Serie LRB de la Empresa FIP INDUSTRIALE. La Figura 3.20 corresponde a un desplazamiento de diseño de 400mm.

DESPLAZAMIENTO ±400 mm

LRB-S	V	F _{zd}	K _e	ξ _e	F ₂	F ₁	d ₁	K _v	D _g	t _e	h	H	Z
	kN	kN	kN/mm	%	kN	kN	mm	kN/mm	mm	mm	mm	mm	mm
			a	d ₂ = 333									
LRB-S 500/200-110	50	1810	0.67	27	224	106	16	582	500	200	357	407	550
LRB-S 550/200-120	260	2710	0.81	27	270	126	16	789	550	200	357	407	600
LRB-S 600/204-130	500	3190	0.95	27	315	148	16	844	600	204	343	393	650
LRB-S 650/204-140	960	4460	1.11	27	368	172	16	1087	650	204	353	413	700
LRB-S 700/203-150	1390	5240	1.28	26	427	197	16	1176	700	203	337	397	750
LRB-S 750/203-160	2170	6980	1.46	26	488	225	16	1461	750	203	337	397	800
LRB-S 800/200-175	2810	8050	1.71	27	572	268	16	1571	800	200	322	382	850
LRB-S 850/200-185	3850	10350	1.93	27	643	300	16	1901	850	200	322	382	900
LRB-S 900/207-195	4540	11250	2.11	27	704	333	17	1943	900	207	345	405	950
LRB-S 1000/207-200	7290	17610	2.45	24	816	354	17	2731	1000	207	355	435	1050
LRB-S 1100/220-200	10230	22370	2.66	22	887	360	18	3143	1100	220	364	444	1150
LRB-S 1200/220-200	13240	29340	2.99	20	996	365	18	3770	1200	220	356	436	1250

Figura 3.20: Propiedades de los Aisladores Sísmicos de Base LRB-S

Fuente: FIP Industriale

El dispositivo aislador de base seleccionado es: LRB-S 550/200-120, a continuación, se indican las propiedades del dispositivo.

Tabla 3.17: Propiedades del Aislador Sísmico seleccionado para el proyecto

DESPLAZAMIENTO DE DISEÑO 400mm – CATALOGO FIP			
V	kN	Carga máxima vertical en combinaciones de carga incluida la acción sísmica con desplazamiento 1.2 d2)	260
Fzd	kN	Carga máxima vertical en ULS	2710
Ke	kN/mm	Rigidez efectiva horizontal (con desplazamiento 1.2 d2)	0.81
Ee	%	Coefficiente de amortiguación viscosa equivalente (con desplazamiento 1.2 d2)	27
F2	kN	Fuerza horizontal máxima (con desplazamiento 1.2 d2)	270
f1	kN	Fluencia por fuerza	126
d1	mm	Fluencia por desplazamiento	16
Kv	kN/mm	Rigidez vertical	789
Dg	mm	Diámetro externo del caucho	550
te	mm	Espesor total del caucho	200
h	mm	Altura excluyendo las planchas de acero externas	357
H	mm	Altura total incluyendo las planchas de acero externas	407
Z	mm	Longitud del lado de las planchas de acero externas	600
	mm	Tamaño de las chapas	600

Fuente: FIP Industriale

Se determinaron características de los aisladores definitivos tales como: la rigidez post fluencia K2 y la rigidez inicial K1 que se obtuvo mediante iteraciones conociendo el valor de la fuerza característica Q, la fuerza fluencia fy del dispositivo y el amortiguamiento efectivo de cada aislador.

Tabla 3.18: Propiedades Calculadas de los Aisladores Sísmicos de Base

Primera iteración de K2 rigidez post fluencia	466.467	[kN/m]
Primera iteración de K1 rigidez inicial	4664.668	[kN/m]
Rigidez Post Fluencia K2	435.851	[kN/m]
Rigidez Inicial K1	5008.202	[kN/m]
Fuerza de Fluencia, Fy	143.435	[kN]
Ratio de Rigidez	0.087	
Frecuencia Angular del Sistema	2.737	[rad/s]
Amortiguamiento Efectivo de cada aislador	0.16	[kNs/mm]

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Los valores finales de los períodos se muestran a continuación:

Tabla 3.19: Valores finales del período

Período Efectivo del Sistema	2.077	[s]
Período fundamental de la estructura con aisladores, Software Etabs 2016	2.281	[s]
Período Objetivo	2.296	[s]

Fuente: Elaboración Propia, 2019

La selección de los deslizadores sísmicos se basó en la carga máxima axial de la envolvente de todas las combinaciones que soporta un deslizador, los dispositivos que se tomaron para el proyecto pertenecen al catálogo APOYOS VASOFLON de la Empresa FIP INDUSTRIALE.

TIPO DE APOYO	N _{sd} ELU kN	V _{ELU} kN	D _o mm	n _b n	type	C mm	D mm	G mm	F mm	H _{tot} mm	W kg
VU 50/100-5	500	50	160	4/2	1	270	315	270	160	108	23
VU 100/100-10	1.000	100	245	4/4	1	270	335	280	280	98	36
VU 150/100-15	1.500	150	275	4/4	1	275	365	300	300	97	44
VU 200/100-20	2.000	200	310	4/4	1	305	395	330	330	104	59
VU 250/100-25	2.500	250	335	4/4	1	320	410	350	350	104	66
VU 300/100-30	3.000	300	370	4/4	2	355	445	420	420	108	85
VU 350/100-35	3.500	350	395	4/4	2	380	470	430	430	111	97
VU 400/100-40	4.000	400	420	4/4	2	395	485	450	450	120	117
VU 450/100-45	4.500	450	445	4/4	2	415	505	470	470	120	130
VU 500/100-50	5.000	500	480	4/4	2	450	540	500	500	124	154

Figura 3.21: Propiedades de los Deslizadores Sísmicos del Proyecto

Fuente: FIP Industriale

El dispositivo deslizador sísmico seleccionado es el apoyo móvil VU Normal: VU 150/ 100-15. En el Software Etabs 2016, a los dispositivos aisladores y deslizadores se les asignó un código para su análisis:

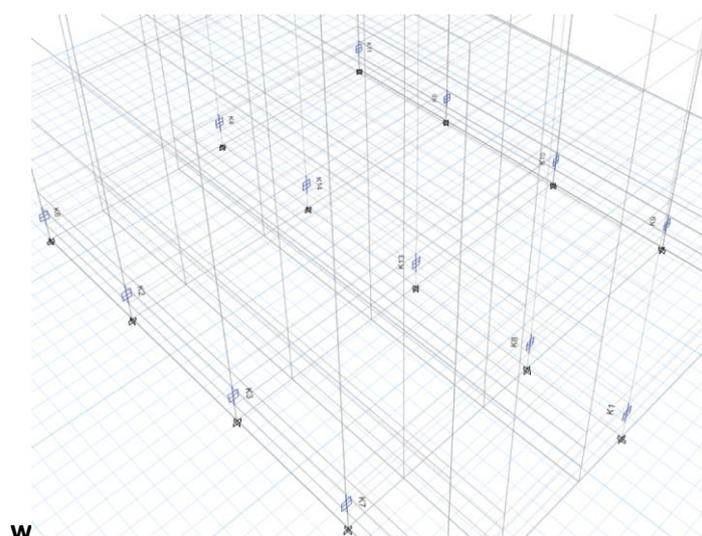


Figura 3.22: Vista Isométrica de la ubicación de aisladores y deslizadores sísmicos

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.20: Tipos de Aisladores y Deslizadores del Proyecto

CODIGO	TIPO AISLADORES
K1	Apoyo Móvil VU 150/ 100-15
K2	Apoyo Móvil VU 150/ 100-15
K3	Aislador LRBS-S 550/200-120
K4	Apoyo Móvil VU 150/ 100-15
K5	Apoyo Móvil VU 150/ 100-15
K6	Aislador LRBS-S 550/200-120
K7	Aislador LRBS-S 550/200-120
K8	Apoyo Móvil VU 150/ 100-15
K9	Aislador LRBS-S 550/200-120
K10	Aislador LRBS-S 550/200-120
K11	Aislador LRBS-S 550/200-120
K12	Apoyo Móvil VU 150/ 100-15
K13	Apoyo Móvil VU 150/ 100-15
K14	Aislador LRBS-S 550/200-120

Fuente: Elaboración Propia, 2019

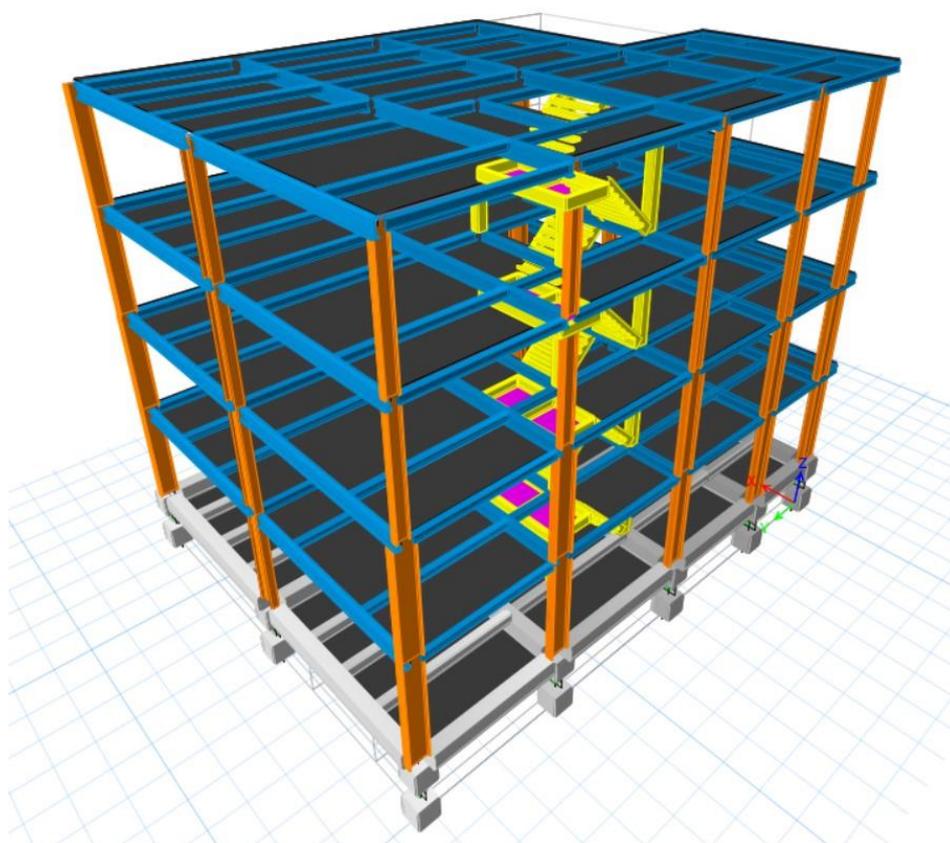


Figura 3.23: Vista Isométrica de la Estructura

Fuente: Elaboración Propia, 2019

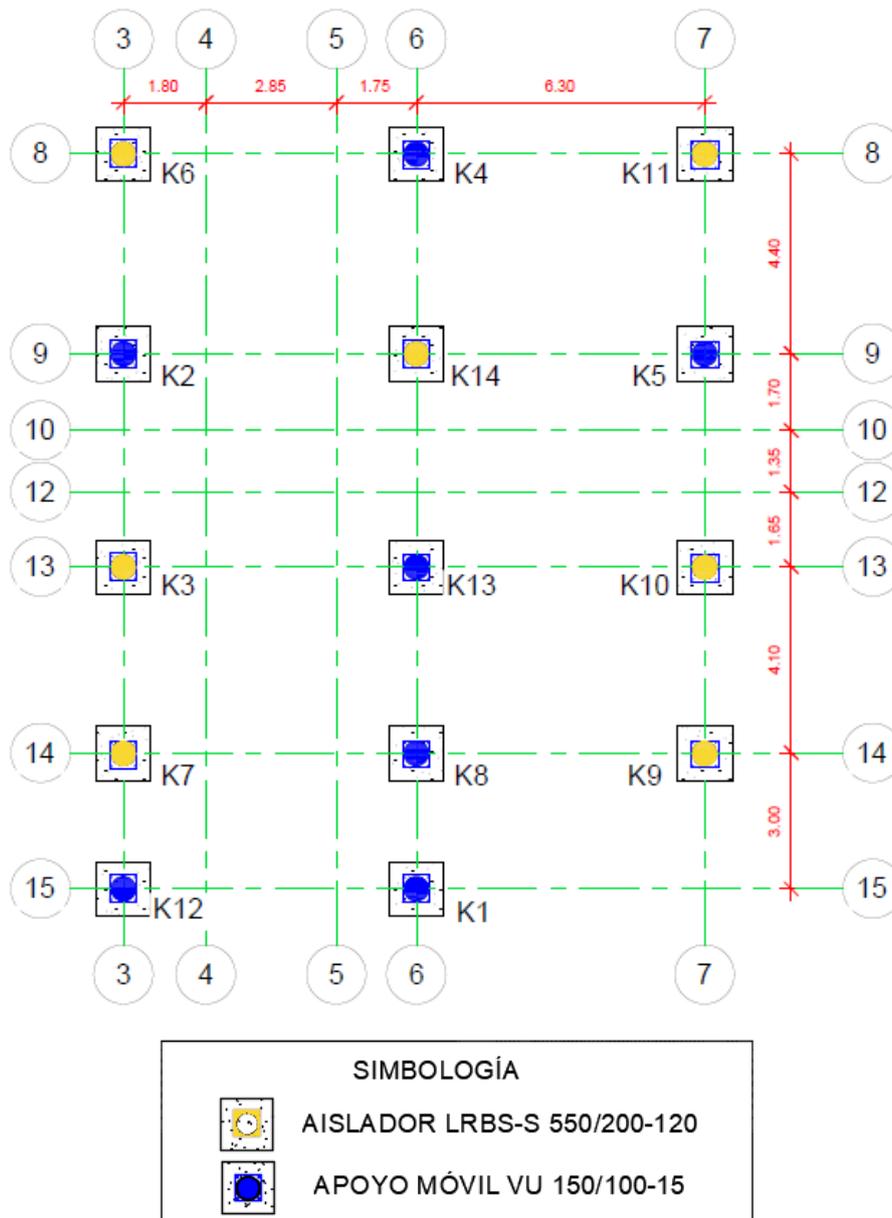


Figura 3.24: Vista en Planta y ubicación de los Aisladores y Deslizadores

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.6.2 Análisis Dinámico No Lineal a través del Método de Integración Directa

Los resultados correspondientes a los desplazamientos de los aisladores elastoméricos calculados a partir del método de integración directa se presentan a continuación de acuerdo a dos parámetros de diseño sísmico: DBE (Design Basis Earthquake) y MCE (Maximum Considered Earthquake).

Los diagramas de histéresis $V[kN]$ vs $Dd[mm]$ máximos y mínimos se encuentran en el Apéndice C.

Tabla 3.21: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (100% U1 + 30% U2) - DBE

	MAX		Desplazamiento Máximo del Catálogo	MIN		Desplazamiento Máximo del Catálogo
	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm
K3	191.73	153.72	CUMPLE	-150.15	-53.18	CUMPLE
K6	181.3	136.76	CUMPLE	-154.35	-63.11	CUMPLE
K7	192.17	154.31	CUMPLE	-155.8	-62.58	CUMPLE
K9	199.06	156.93	CUMPLE	-160.86	-69.68	CUMPLE
K11	192.16	141.16	CUMPLE	-156.02	-59.34	CUMPLE
K13	193.77	149.05	CUMPLE	-157	-71.17	CUMPLE
K14	191.17	144.46	CUMPLE	-178.37	-60.49	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia, 2019

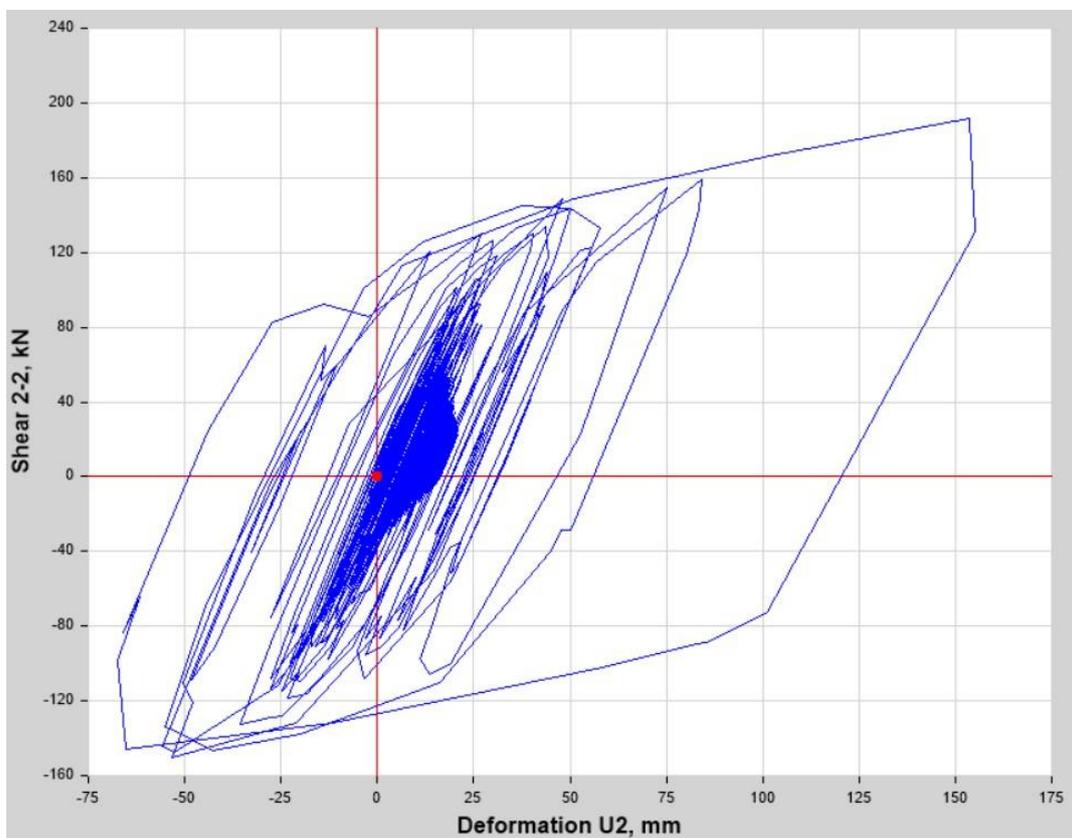


Figura 3.25 K3 Lazo de Histéresis

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.22: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (30% U1 + 100%U2) – DBE

	MAX		Desplazamiento Máximo del Catálogo	MIN		Desplazamiento Máximo del Catálogo
	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm
K3	165.79	91.5	CUMPLE	-172.34	-97.38	CUMPLE
K6	161.08	83.32	CUMPLE	-170.24	-95.31	CUMPLE
K7	163.44	84.07	CUMPLE	-172.73	-100.93	CUMPLE
K9	165.66	87.16	CUMPLE	-184.03	-126.85	CUMPLE
K11	162.09	84.86	CUMPLE	-182.97	-130.97	CUMPLE
K13	161.69	80.79	CUMPLE	-184.44	-124.16	CUMPLE
K14	167.7	95.85	CUMPLE	-177.14	-109.5	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia, 2019

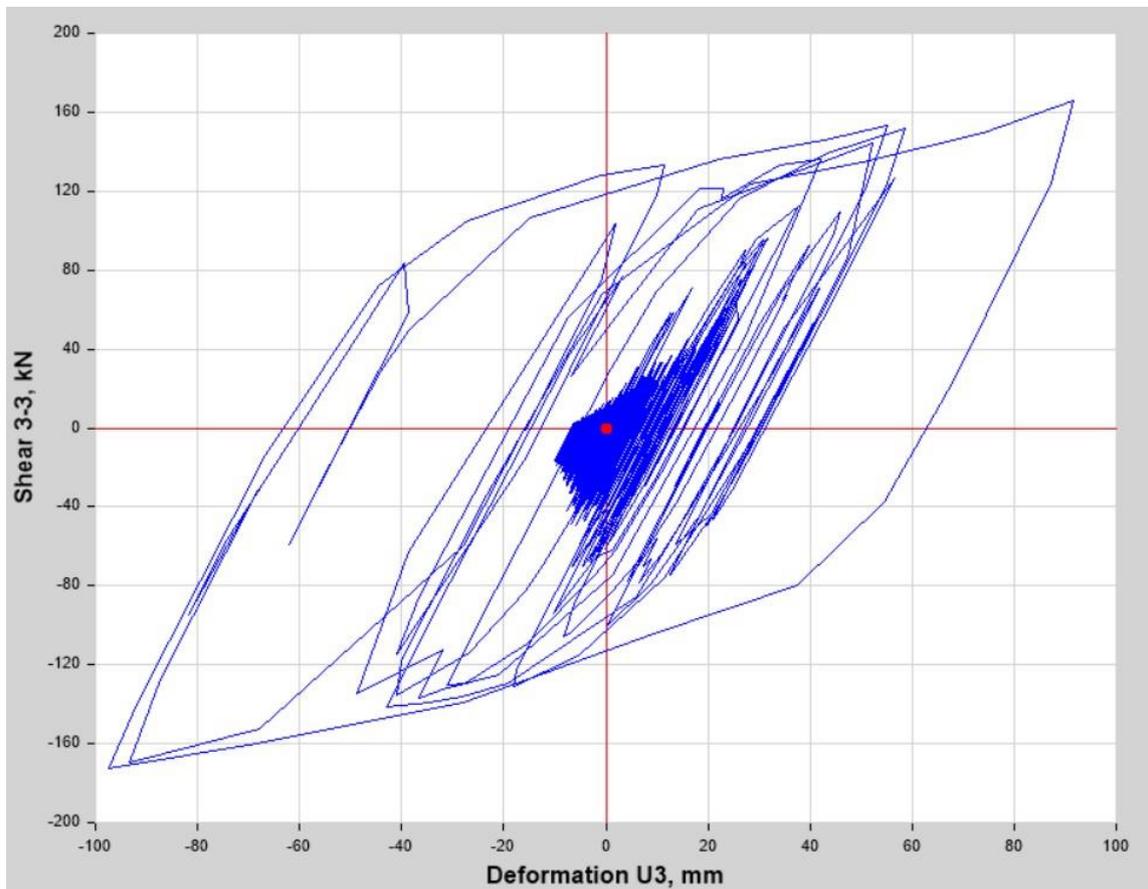


Figura 3.26 Diagrama de Histéresis K3

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.23: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (100% U1 + 30% U2) – MCE

	MAX		Desplazamiento Máximo del Catálogo	MIN		Desplazamiento Máximo del Catálogo
	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm
K3	201.53	163.23	CUMPLE	-160.98	-73.56	CUMPLE
K6	191.27	158.74	CUMPLE	-161.27	-76.4	CUMPLE
K7	201.13	174.91	CUMPLE	-167.78	-98.65	CUMPLE
K9	207.8	177.47	CUMPLE	-171.11	-95.31	CUMPLE
K11	201.53	163.23	CUMPLE	-160.98	-73.56	CUMPLE
K13	202.63	170.12	CUMPLE	-166.22	-85.47	CUMPLE
K14	200.24	166.04	CUMPLE	-161.72	-78.53	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia, 2019

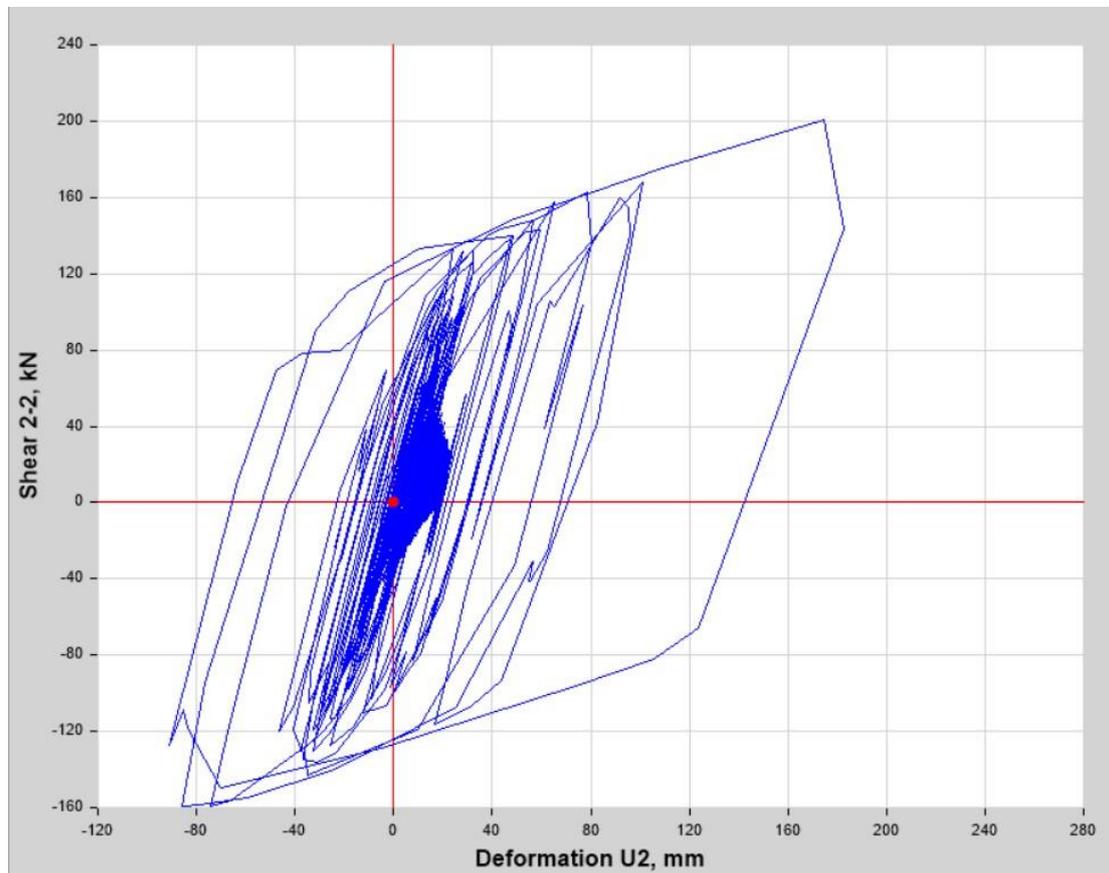


Figura 3.27 Diagrama de Histéresis K3

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.24: LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (30% U1 + 100%U2) – MCE

	MAX		Desplazamiento Máximo del Catálogo	MIN		Desplazamiento Máximo del Catálogo
	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm	V[kN]	Dd[mm]	D= 400 mm
K3	177.16	112.25	CUMPLE	-186.58	-129.78	CUMPLE
K6	172.94	104.12	CUMPLE	-187.3	-131.81	CUMPLE
K7	174.5	104.92	CUMPLE	-189.76	-137.65	CUMPLE
K9	174.64	103.75	CUMPLE	-189.57	-148.96	CUMPLE
K11	175.74	117.71	CUMPLE	-183.5	-132.45	CUMPLE
K13	172.07	99.4	CUMPLE	-190.44	-140.7	CUMPLE
K14	178.31	114.49	CUMPLE	-184.63	-126.57	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia, 2019

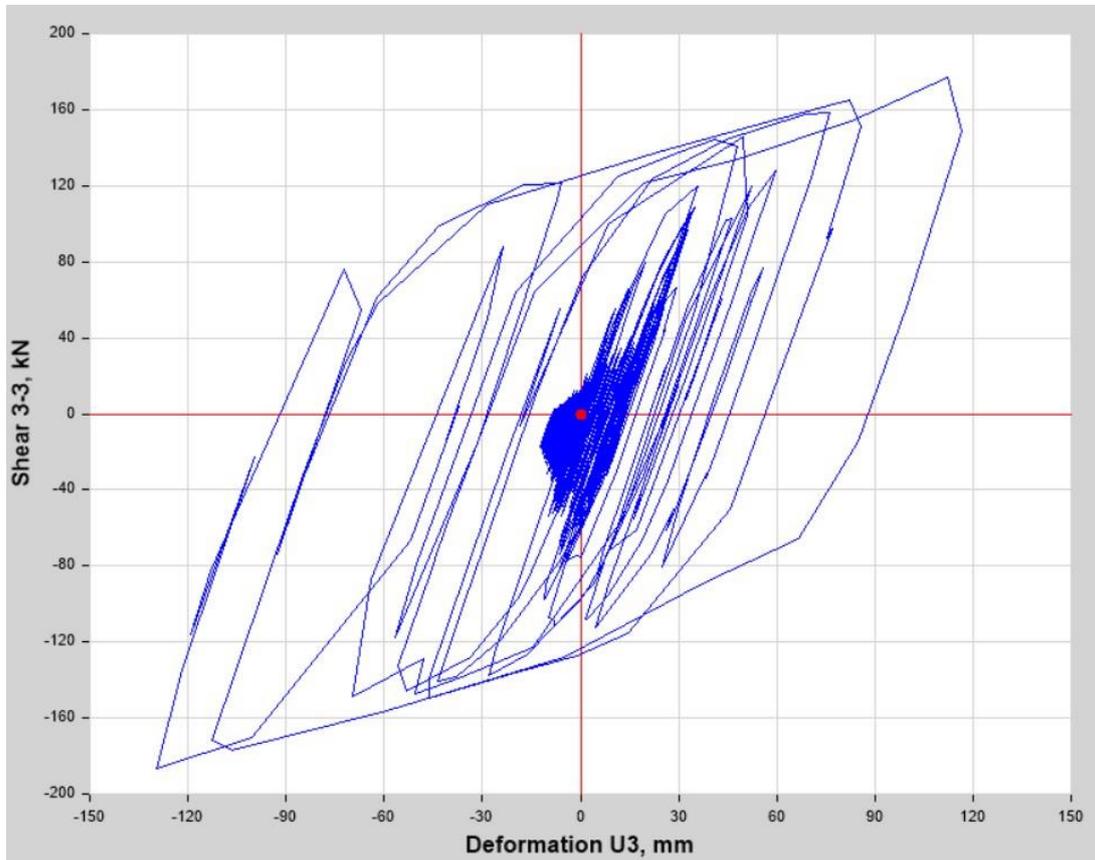


Figura 3.28 Diagrama de Histéresis K3

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.6.3 Determinación de Espectros de Respuesta de los Aisladores

Los espectros de respuesta en la superestructura para sismo de diseño de 475 años se indican a continuación:

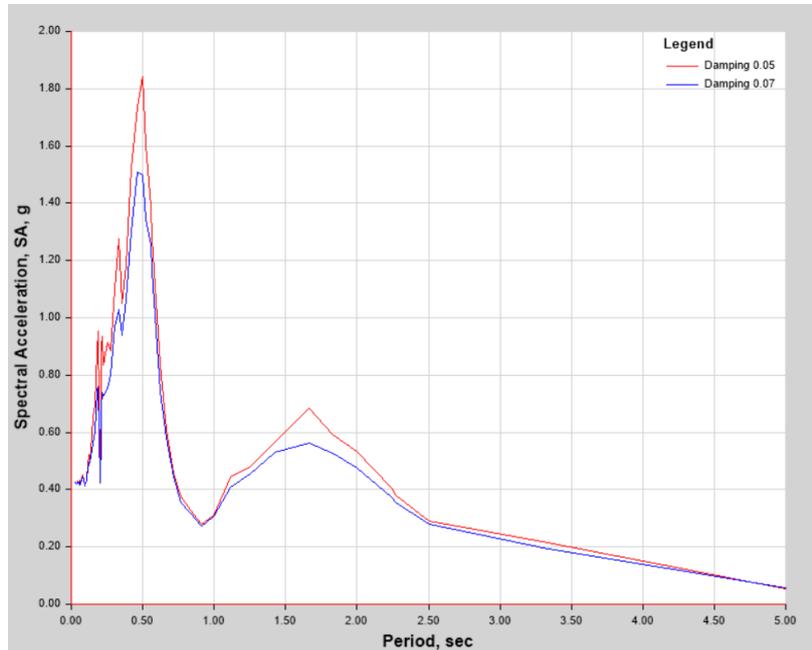


Figura 3.29: Aceleración Espectral vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 100% U1 + 30% U2 EN X)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

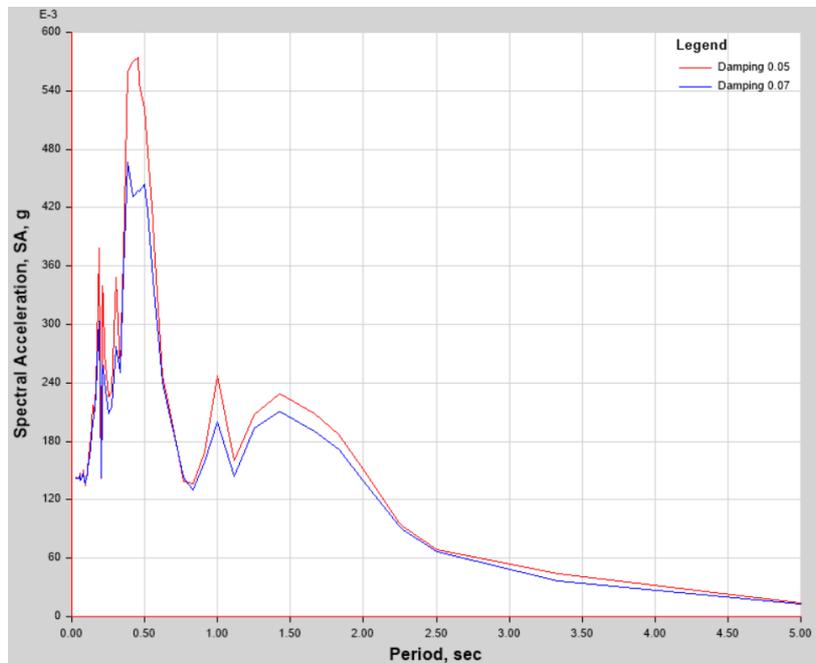


Figura 3.30: Aceleración Espectral vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 100% U1 + 30% U2 EN Y)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

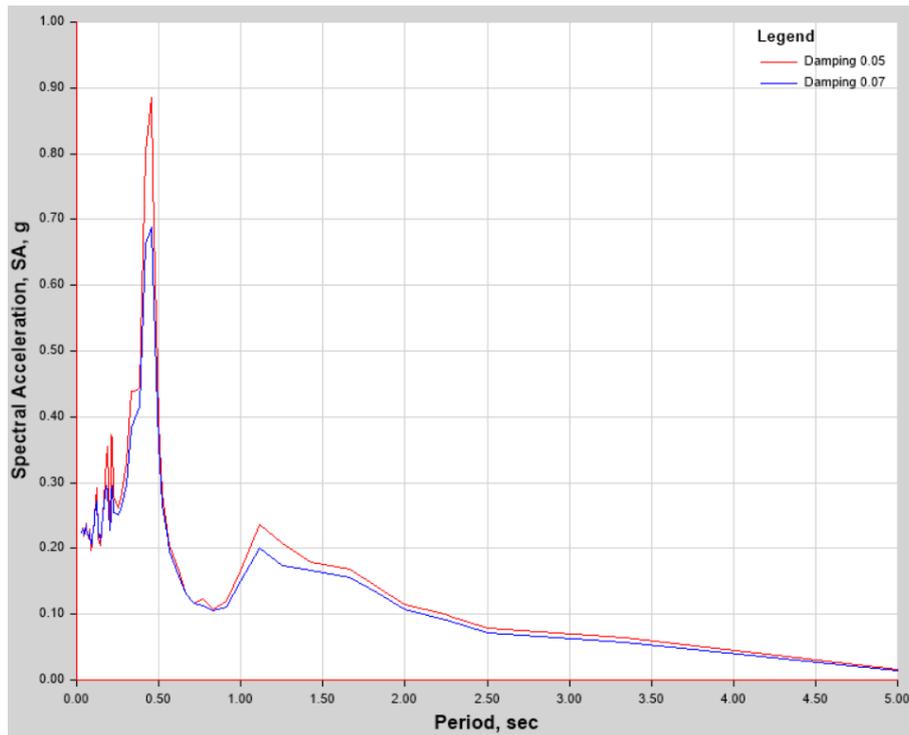


Figura 3.31: Espectro de Aceleraciones vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 30% U1 + 100% U2 EN X)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

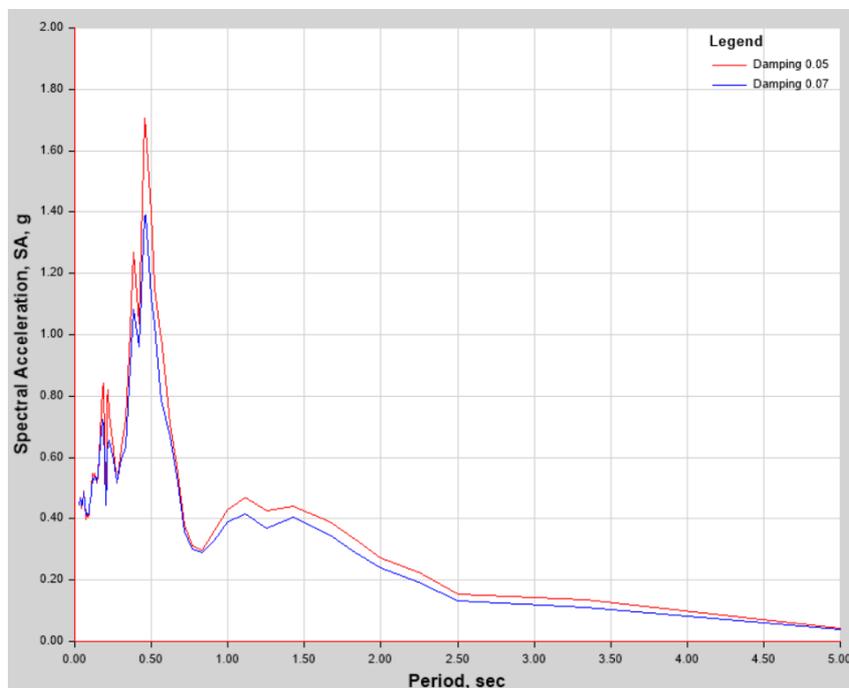


Figura 3.32: Espectro de Aceleraciones vs Tiempo (Caso No Lineal, Método de Integración Directa, Sismo 30% U1 + 100% U2 EN Y)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.6.4 Resultados del Análisis Modal

Obtener el valor de la masa modal efectiva brinda la oportunidad de entender los distintos modos de vibración de las estructuras. Los modales con masas efectivas con valores altos son propensos a verse excitados más fácilmente ante la presencia de cargas sísmicas en la base. El análisis modal brinda una función transitoria en función de la frecuencia usando el método de los elementos finitos en un sistema con múltiples grados de libertad, por cuestiones prácticas el análisis se redujo a los 12 modos principales debido a que estos representan más del 90% de la masa real que actúa en la estructura.

Los resultados demuestran que el Modo Fundamental de la estructura por encima de la losa de la planta baja es de 0.85[s] mientras que si consideramos el primer modo fundamental solo por encima de los aisladores sísmicos este es de 1.1[s].

Las ratios de la participación en masa se encuentran proporcionados en las siguientes tablas, para mayor información sobre los resultados totales véase (Anexo, H).

Tabla 3.25: Ratios de Masas de Participación Modal

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
		sec					
Modal	1	0.8560	0.0017	0.6154	0.0000	0.0017	0.6154
Modal	2	0.8030	0.8000	0.0028	0.0000	0.8017	0.6182
Modal	3	0.7470	0.0014	0.1709	0.0000	0.8031	0.7891
Modal	4	0.2570	0.0908	0.0287	0.0000	0.8939	0.8178
Modal	5	0.2560	0.0353	0.0799	0.0000	0.9292	0.8977
Modal	6	0.2270	0.0001	0.0192	0.0000	0.9293	0.9169
Modal	7	0.1340	0.0461	0.0000	0.0000	0.9754	0.9169
Modal	8	0.1220	0.0000	0.0527	0.0000	0.9754	0.9695
Modal	9	0.1090	0.0002	0.0005	0.0000	0.9757	0.9700
Modal	10	0.0900	0.0202	0.0000	0.0000	0.9959	0.9700
Modal	11	0.0780	0.0000	0.0246	0.0000	0.9959	0.9946
Modal	12	0.0680	0.0000	0.0010	0.0000	0.9959	0.9956

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.26: Continuación Tabla 3.25

Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
0.0000	0.1787	0.0004	0.1663	0.1787	0.0004	0.1663
0.0000	0.0008	0.2056	0.0002	0.1794	0.2061	0.1664
0.0000	0.0419	0.0003	0.6054	0.2213	0.2064	0.7718
0.0000	0.1175	0.4185	0.0084	0.3388	0.6249	0.7802
0.0000	0.3256	0.1600	0.0173	0.6644	0.7849	0.7975
0.0000	0.0871	0.0005	0.1171	0.7515	0.7854	0.9146
0.0000	0.0000	0.1212	0.0002	0.7515	0.9066	0.9148
0.0000	0.1417	0.0001	0.0009	0.8931	0.9067	0.9157
0.0000	0.0011	0.0008	0.0563	0.8942	0.9075	0.9720
0.0000	0.0000	0.0759	0.0002	0.8942	0.9834	0.9722
0.0000	0.0842	0.0000	0.0004	0.9784	0.9834	0.9726
0.0000	0.0035	0.0000	0.0261	0.9819	0.9834	0.9987

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.27: Ratios de Masas de Participación Modal

Caso	Modo	Período	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY
		sec					
Modal	1	1.0950	0.0000	0.4723	0.0000	0	0.4723
Modal	2	0.9200	0.5172	0.0000	0.0000	0.5172	0.4723
Modal	3	0.7960	0.0000	0.0261	0.0000	0.5172	0.4983
Modal	4	0.3120	0.0000	0.0930	0.0000	0.5172	0.5914
Modal	5	0.2920	0.0918	0.0000	0.0000	0.6091	0.5914
Modal	6	0.2350	0.0000	0.0059	0.0000	0.6091	0.5973
Modal	7	0.1490	0.0341	0.0004	0.0000	0.6432	0.5977
Modal	8	0.1410	0.0005	0.0383	0.0000	0.6437	0.6361
Modal	9	0.1090	0.0002	0.0035	0.0000	0.6439	0.6396
Modal	10	0.0930	0.0168	0.0000	0.0000	0.6606	0.6396
Modal	11	0.0830	0.0001	0.0194	0.0000	0.6607	0.659
Modal	12	0.0650	0.0000	0.0017	0.0000	0.6608	0.6607

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.28: Continuación Tabla 3.27

Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
0.0000	0.4732	0.0000	0.028	0.4732	0.0000	0.028
0.0000	0.0000	0.4839	0.0001	0.4732	0.4839	0.0281
0.0000	0.0265	0.0000	0.4891	0.4997	0.4839	0.5172
0.0000	0.0571	0.0000	0.0057	0.5568	0.4839	0.5229
0.0000	0.0000	0.0806	0.0001	0.5569	0.5646	0.523
0.0000	0.0035	0.0000	0.0955	0.5604	0.5646	0.6185
0.0000	0.0002	0.0160	0.0002	0.5606	0.5806	0.6187
0.0000	0.0177	0.0003	0.0031	0.5782	0.5809	0.6218
0.0000	0.0018	0.0001	0.0383	0.58	0.5810	0.6601
0.0000	0.0000	0.0140	0.0002	0.5801	0.5950	0.6603
0.0000	0.0138	0.0001	0.002	0.5939	0.5951	0.6623
0.0000	0.0012	0.0000	0.0182	0.5951	0.5951	0.6806

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.6.5 Diseño de Diafragmas Rígidos

La losa nervada se diseñó de acuerdo a las normas ANSI/ASCE 3-91 (Standard for the Structural Design of Composite Slabs), NTE- INEN 2397 (Placa Colaborante de Acero), y a las especificaciones del Steel Deck Institute para Placa Colaborante de Acero.

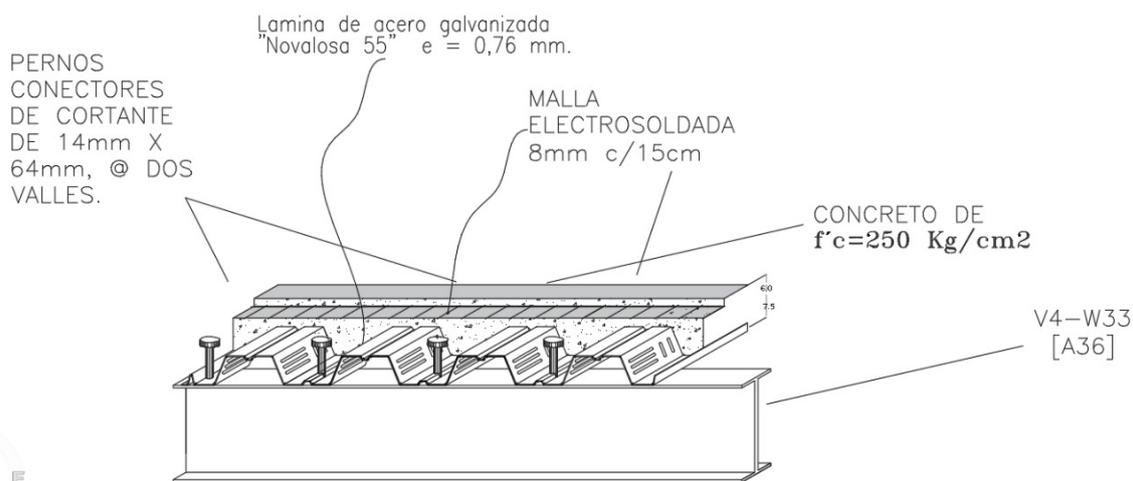


Figura 3.33: Novalosa

Fuente: Elaboración Propia, 2019

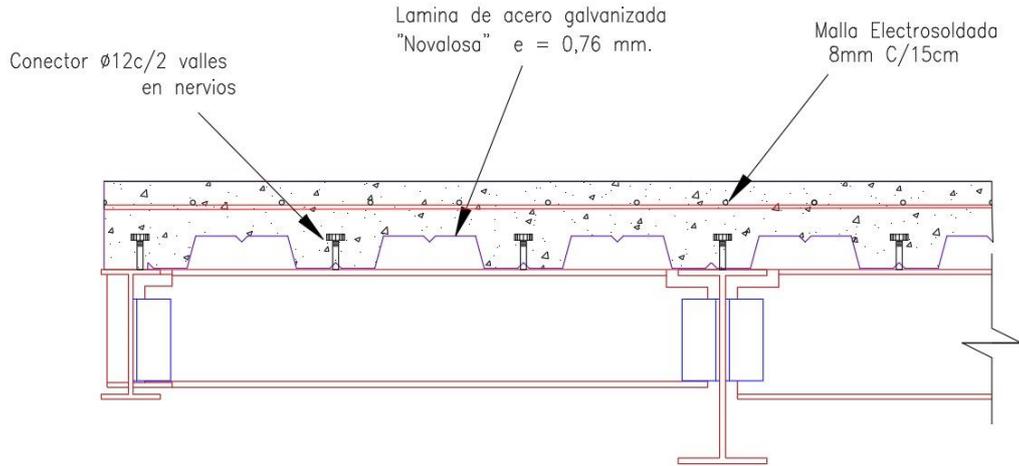


Figura 3.34: Detallamiento Placa Colaborante

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.7 Diseño de Pórticos IMF

Para la revisión de la rotación plástica en las rótulas y las distorsiones de piso en las conexiones (Derivas Admisibles) se utilizó la envolvente para estados de resistencia última.

Se compararon las derivas admisibles para $X1= 0$ y $X3= 12.7$ empleando las normas ASCE 7-16 y NEC 2015.

Tabla 3.29: Derivas Admisibles $X=1$ / ASCE 7-16

Nivel	He[m]	δe [mm]	δi [mm]	Δi [mm]	θi	Revisión	$\theta_{max} =$
						ASCE 7-16	0.02
1	3.2	8.15	21.73	21.73	0.0068	CUMPLE	
2	3.2	19.841	52.91	31.18	0.0097	CUMPLE	
3	3.2	30.087	80.23	27.32	0.0085	CUMPLE	
4	3.2	39.18	104.48	24.25	0.0076	CUMPLE	

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.30: Derivas Admisibles $X=1$ / NEC 2015

Nivel	He[m]	δe [mm]	δi [mm]	Δi [mm]	θi	Revisión	$\Delta_{max} =$
						NEC -2015	0.02
1	3.2	8.15	12.225	12.225	0.0038	CUMPLE	
2	3.2	19.841	29.7615	17.54	0.0055	CUMPLE	
3	3.2	30.087	45.1305	15.37	0.0048	CUMPLE	
4	3.2	39.18	58.77	13.64	0.0043	CUMPLE	

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.31: Derivas Admisibles X=12.7 / ASCE 7-16

Nivel	He[m]	δ_e [mm]	δ_i [mm]	Δ_i [mm]	θ_i	Revisión ASCE 7-16	$\theta_{max} =$
							0.02
1	3.2	9.74	25.97	25.97	0.0081	CUMPLE	
2	3.2	25.113	66.97	40.99	0.0128	CUMPLE	
3	3.2	39.772	106.06	39.09	0.0122	CUMPLE	
4	3.2	54.01	144.03	37.97	0.0119	CUMPLE	

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.32: Derivas Admisibles X=12.7 / NEC 2015

Nivel	He[m]	δ_e [mm]	δ_i [mm]	Δ_i [mm]	θ_i	Revisión NEC -2015	$\Delta_{max} =$
							0.02
1	3.2	9.74	14.61	14.61	0.0046	CUMPLE	
2	3.2	25.113	37.6695	23.06	0.0072	CUMPLE	
3	3.2	39.772	59.658	21.99	0.0069	CUMPLE	
4	3.2	54.01	81.015	21.36	0.0067	CUMPLE	

Fuente: Elaboración Propia, 2019

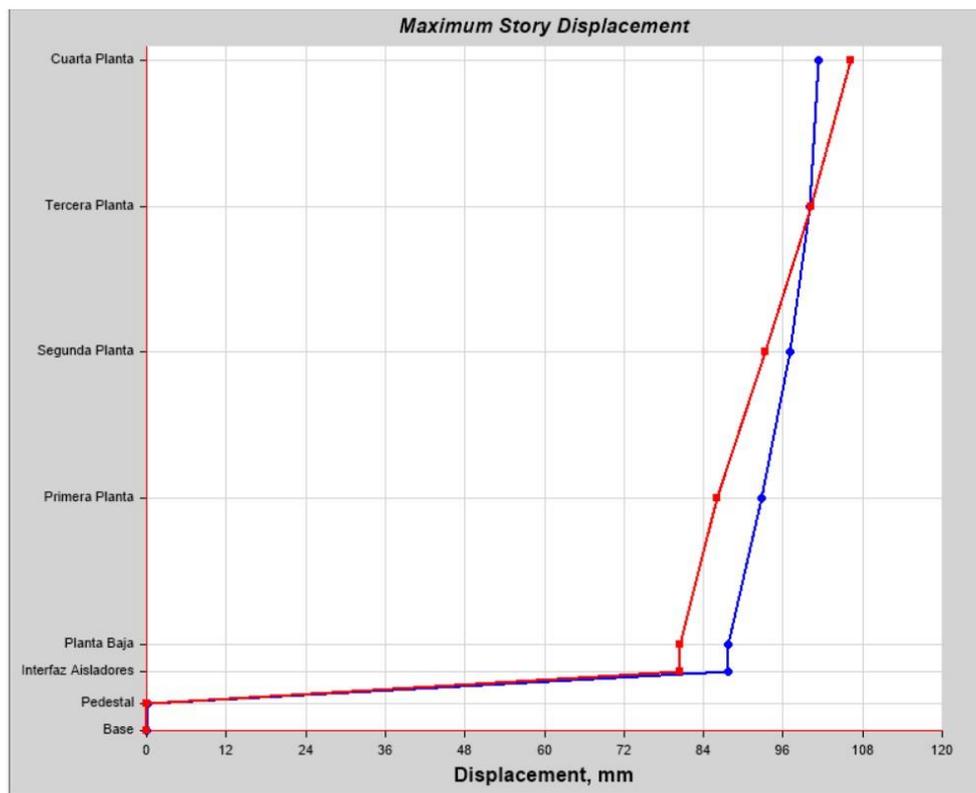


Figura 3.35: Aisladores D+0.25L+Exy (DBE)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

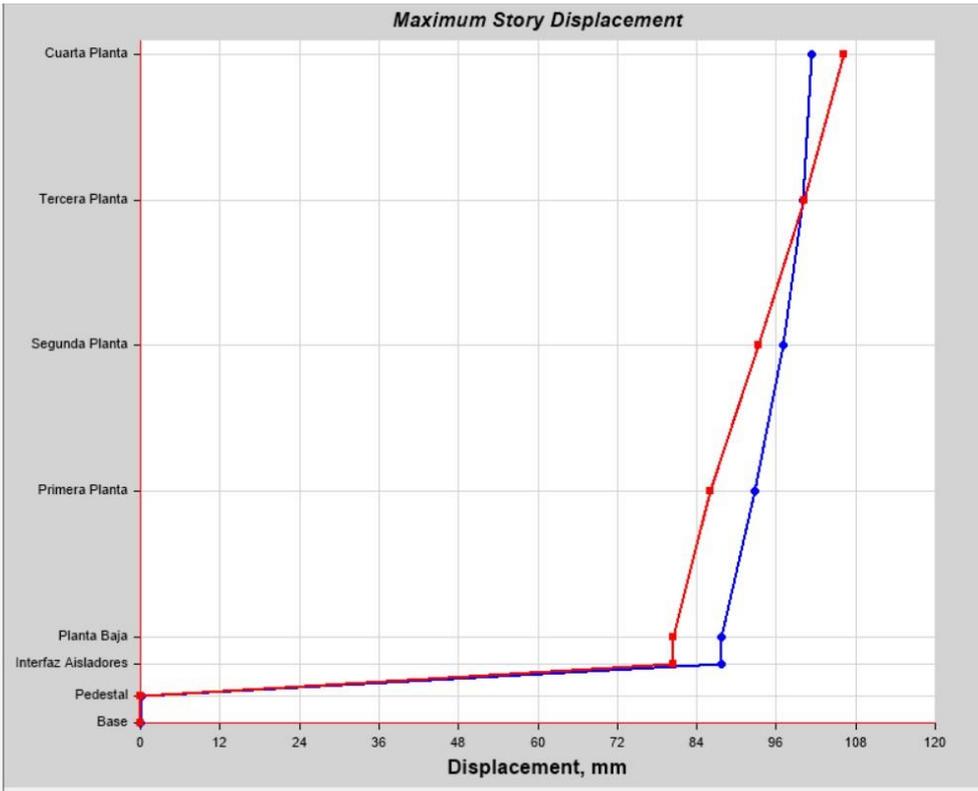


Figura 3.36: RP Aisladores D+0.25L+Exy (MCE)

Fuente: Elaboración Propia, 2019

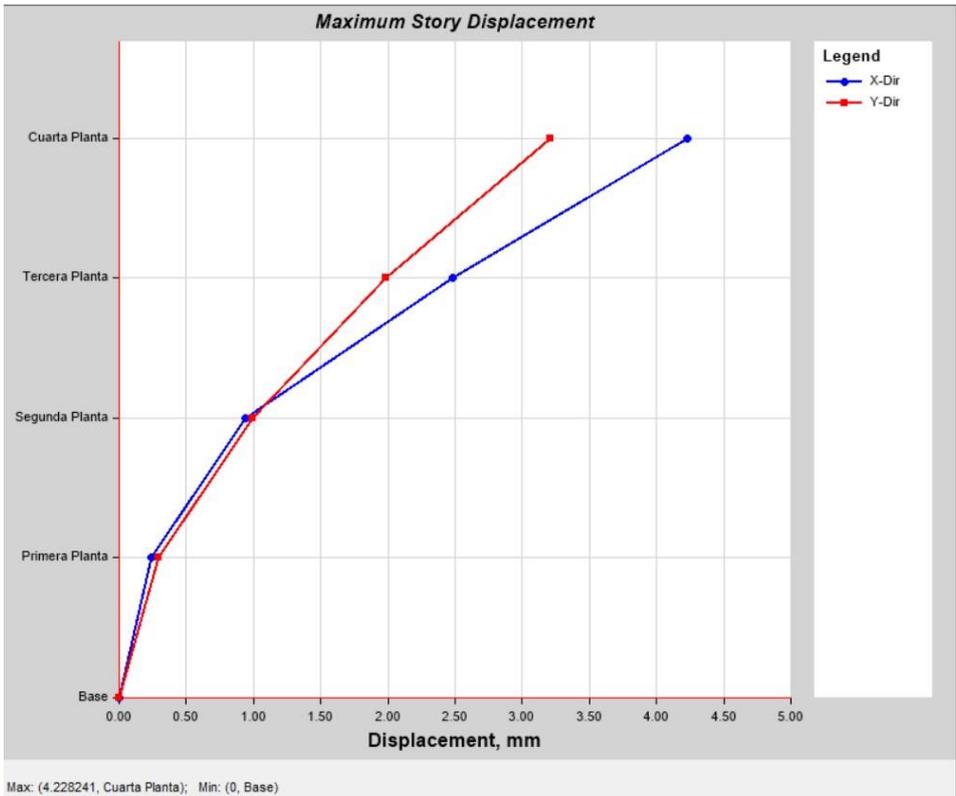


Figura 3.37: RP CR1 1.4D

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.33: Verificación de Relación Anchura – Espesor de los elementos estructurales tipo columna:

Marca	Dimensiones	M. No Rigidizados	M. Rigidizados
		$\lambda_f = bf/2tf$	$\lambda_w = d/tw$
C1	W40x20x1.5	6.667	24.667
C2	W45x25x1.5	8.333	28.000
C3	W45x25x2	6.250	20.500
C4 (A50)	W50x20x2	5.000	23.000
C5	W55x20x2	5.000	25.500
C1-2	W35x15x1.5	5.000	21.333
C2-2	W40x20x1.5	6.667	24.667
C3-2 (A50)	W40x20x1.5	6.667	24.667
C4-2	W30x15x1.5	5.000	18.000
C5-2	W30x15x10	7.500	28.000
C6-2	W45x25x1.5	8.333	28.000
C7-2	W45x25x2	6.250	20.500

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.34: Continuación de Tabla 3.33

Límites	Límites	Alas	Alma
$\lambda_{mf} = 0.38\sqrt{E/F_y}$	$\lambda_{mw} = 1.49\sqrt{E/F_y}$	Revisión $\lambda_f < \lambda_{mf}$	Revision $\lambda_w < \lambda_{mw}$
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
9.152	35.884	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
9.152	35.884	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA
10.785	42.290	COMPACTA	COMPACTA

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.35: Verificación de Relación Anchura – Espesor de las vigas principales, secundarias y correas en Dirección X

Marca	Dimensiones	M. No Rigidizados	M. Rigidizados
		$\lambda_f = bf/2tf$	$\lambda_w = d/tw$
V1	W35x15x1	7.500	33.000
V2	W33x15x1.5	5.000	20.000
V3	W35x15x1.5	5.000	21.333
V4	W33x15x1	7.500	33.000
V5	W33x15x1.5	5.000	20.000
V6	W35x15x1	7.500	33.000
V7	W33x15x1	7.500	33.000

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.36: Continuación de Tabla 3.35

Límites	Límites	Alas	Alma
$\lambda_{mf} = 0.38\sqrt{E/F_y}$	$\lambda_{mw} = 3.76\sqrt{E/F_y}$	Revisión $\lambda_f < \lambda_{mf}$	Revision $\lambda_w < \lambda_{mw}$
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.37: Verificación de Relación Anchura – Espesor de las vigas principales, secundarias y correas en Dirección Y

Marca	Dimensiones	M. No Rigidizados	M. Rigidizados
		$\lambda_f = bf/2tf$	$\lambda_w = d/tw$
VT1	W25x12x1	6.000	23.000
VT2	W25x12x0.8	7.500	29.250
VT3	W25x10x0.8	5.000	23.000
VT4	W22x10x0.8	6.250	25.500
VS1	W20x13x0.8	8.125	23.000
VS2	W20x13x1	6.500	18.000
VT7	W20x8x0.8	5.000	23.000
VT5	W30x11x1	5.500	28.000
VT6	W22x12x0.8	7.500	25.500

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.38: Continuación de la tabla 3.37

Límites	Límites	Alas	Alma
$\lambda_{mf} = 0.38\sqrt{E/Fy}$	$\lambda_{mw} = 3.76\sqrt{E/Fy}$	Revisión $\lambda_f < \lambda_{mf}$	Revision $\lambda_w < \lambda_{mw}$
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA
10.785	106.717	COMPACTA	COMPACTA

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.8 Demanda - Capacidad

Tabla 3.39: Demanda Capacidad de Columnas

Marca	Dimensiones	Estado de Resistencia Última	Demanda/ Capacidad	Chequeo
C1	W40x20x1.5	1.2D+L+Ey	0.728	OK
C2	W45x25x1.5	1.2D+L+Ey	0.796	OK
C3	W45x25x2	1.2D+L+Ex	0.945	OK
C4 (A50)	W55x20x2	1.2D+L+Ey	0.707	OK
C5	W55x20x2	1.2D+L+Ex	0.501	OK
C1-2	W35x15x1.5	1.2D+L+Ex	0.777	OK
C2-2	W40x20x1.5	1.2D+L+Ex	0.802	OK
C3-2 (A50)	W40x20x1.5	1.2D+L+Ex	0.786	OK
C4-2	W30x15x1.5	1.2D+L+Ey	0.707	OK
C5-2	W30x15x10	1.2D+L+Ey	0.738	OK

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.40: Demanda Capacidad de Vigas

Marca	Dimensiones	Estado de Resistencia Última	Demanda/ Capacidad	Chequeo
Dirección X				
V1	W35x15x1	1.2D+L+Ex	0.929	OK
V2	W33x15x1.5	1.2D+L+Ex	0.905	OK
V3	W35x15x1.5	1.2D+L+Ex	0.951	OK
V4	W33x15x1	1.2D+L+Ex	0.905	OK
V5	W33x15x1.5	1.2D+L+Ey	0.807	OK
V6	W35x15x1	1.2D+L+Ey	0.814	OK
V7	W33x15x1	1.2D+L+Ey	0.892	OK
Dirección Y				
VT1	W25x12x1	1.2D+L+Ey	0.830	OK
VT2	W25x12x0.8	1.2D+L+Ey	0.892	OK
VT3	W25x10x0.8	1.2D+L+Ex	0.829	OK
VT4	W22x10x0.8	1.2D+L+Ey	0.675	OK

VS1	W20x13x0.8	1.2D+1.6L	0.911	OK
VS2	W20x13x1	1.2D+L+Ey	0.735	OK
VT7	W20x8x0.8	1.2D+L+Ey	0.753	OK
VT5	W30x11x1	1.2D+L+Ex	0.749	OK
VT6	W22x12x0.8	1.2D+1.6L	0.668	OK

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.9 Diseño de Conexiones Precalificadas

El diseño detallado de las conexiones precalificadas según la ANSI/AISC 360-10 (2010) se encuentran en el Apéndice H.

3.2.10 Diseño de la Subestructura

En la verificación de los requerimientos de diseño de la subestructura se seleccionaron las combinaciones de carga C5: 1.2D+L+Exy y C6: 1.2D+L+Eyx para revisar las presiones que sufre el suelo bajo la estructura, verificando que el valor de las presiones no sobrepase al valor promedio de la capacidad portante de los sondeos del sitio. Valor de Capacidad Portante: 19.9 t/m².

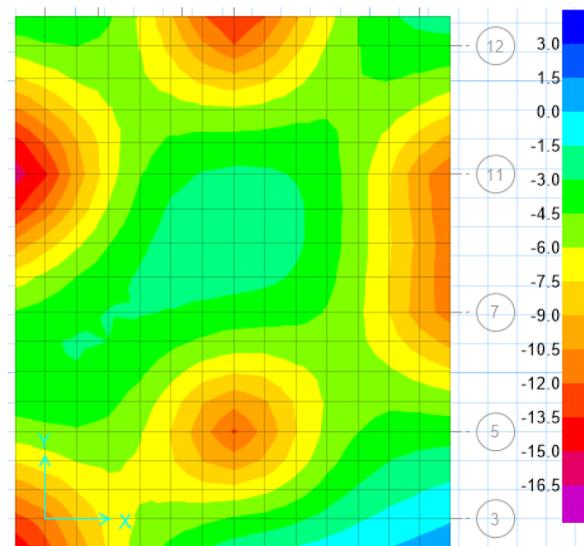


Figura 3.38: Presiones del Suelo por Combinación C5: 1.2D+L+Exy, Software SAFE 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2019

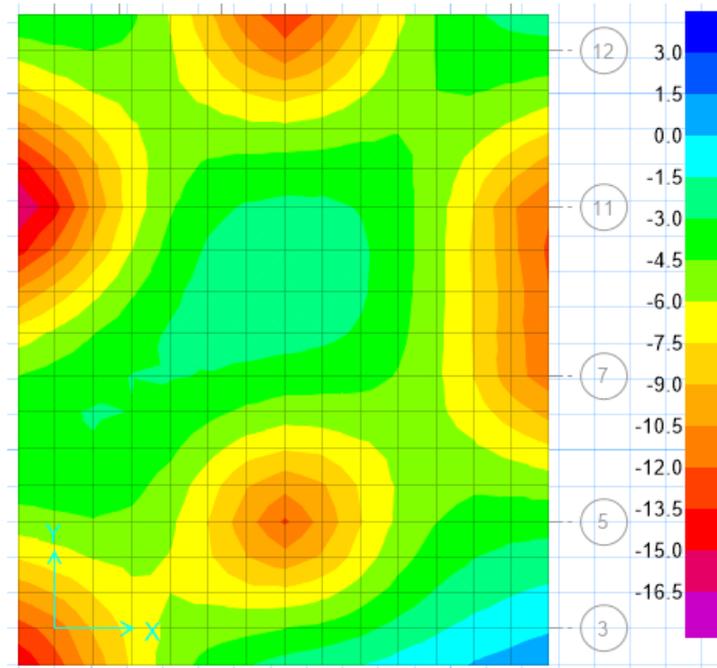


Figura 3.39: Presiones del Suelo por Combinación C6: 1.2D+L+Exy, Software SAFE 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2019

La estructura no fallará por punzonamiento debido a que ningún valor sobrepasa el valor de 1.00.

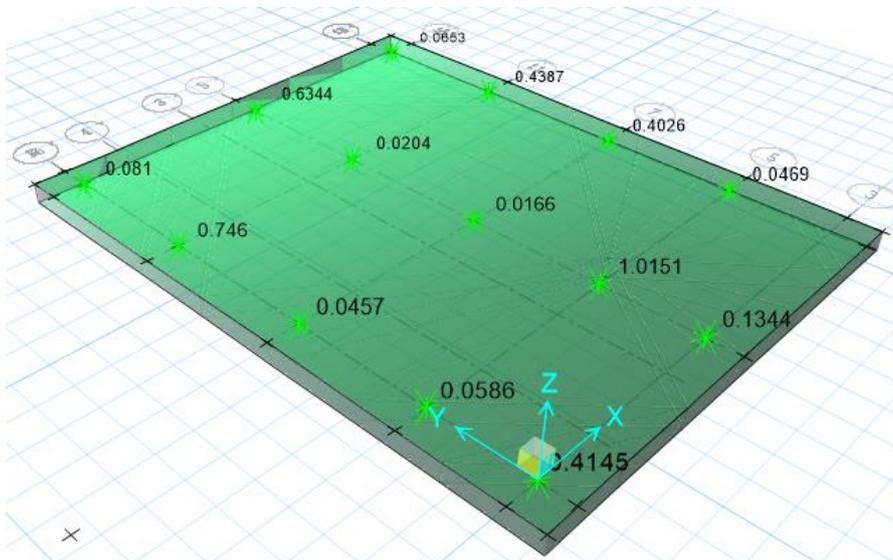


Figura 3.40: Verificación por Punzonamiento, Software SAFE 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2019

Tabla 3.41: Verificación por Punzonamiento

Verificación por Punzonamiento	
0.081	CUMPLE
0.746	CUMPLE
0.0457	CUMPLE
0.0586	CUMPLE
0.4145	CUMPLE
0.6344	CUMPLE
0.0204	CUMPLE
0.0166	CUMPLE
1.0151	CUMPLE
0.1344	CUMPLE
0.0653	CUMPLE
0.4387	CUMPLE
0.4026	CUMPLE
0.0469	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia, 2019

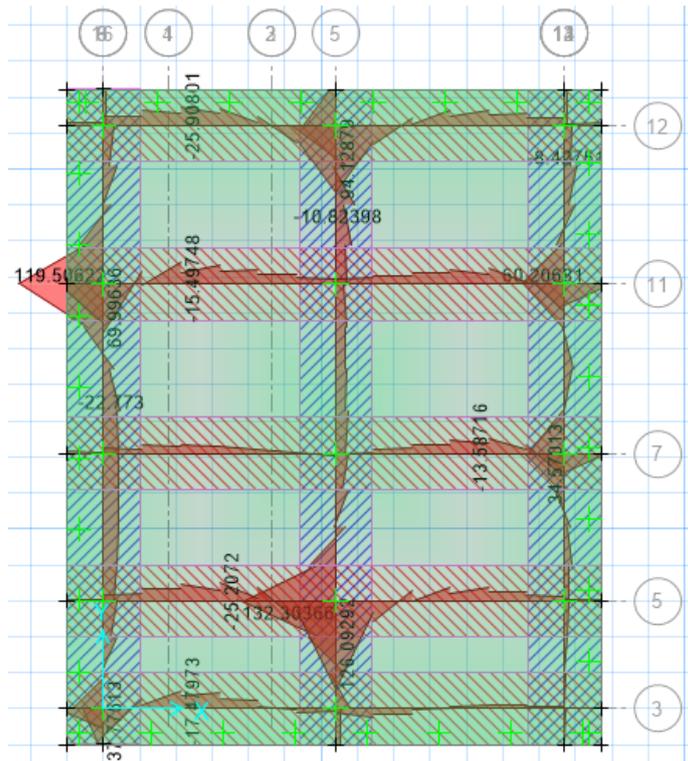


Figura 3.41: Diagramas de Momento Flector en las franjas de la losa de cimentación, Software SAFE 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2019

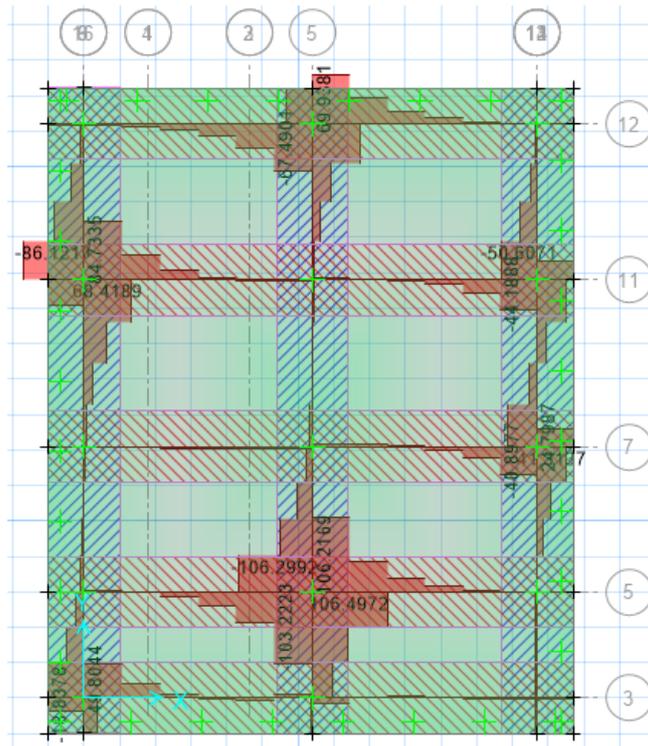


Figura 3.42: Diagramas de Fuerza Cortante en las franjas de la losa de Cimentación, Software SAFE 2016

Fuente: Elaboración Propia, 2019

3.2.11 Presupuesto Referencial de la obra

Se estimó el presupuesto referencial de la obra correspondiente a la Alternativa 1: Pórticos de Acero Resistentes a Momento, considerando que el valor puede variar máximo un 30% del costo total calculado.

Tabla 3.42: Presupuesto Referencial de la Alternativa 1: PARM

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE LA OBRA - ALTERNATIVA 1					
ID	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	OBRAS PROVISIONALES				
1.1	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos	m2.	442.52	\$ 1.01	\$ 446.95
1.2	Replanteo y Nivelación del Terreno	m2.	442.52	\$ 1.03	\$ 455.80
1.3	Cerramiento Provisional	m.	86.32	\$ 27.05	\$ 2,334.96
1.4	Servicios Higiénicos Provisionales	Global	1.00	\$ 390.25	\$ 390.25
1.5	Vallas y avisos publicitarios	u.	1.00	\$ 447.02	\$ 447.02
1.6	Construcción Provisional	m2.	48.00	\$ 60.83	\$ 2,919.84

1.7	Instalación de agua potable provisional	Global	1.00	\$ 40.35	\$ 40.35
1.8	Instalación de energía eléctrica provisional	Global	1.00	\$ 234.61	\$ 234.61
				SUBTOTAL	\$ 7,269.77
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	Relleno para nivelación con material en sitio	m3	65.69	\$ 9.11	\$ 598.44
				SUBTOTAL	\$ 598.44
3	SUB-ESTRUCTURA				
3.1.	COLUMNAS DE GRAVA				
3.1.1	Columnas de grava con diámetro D= 0.5m para estabilización de terreno, incluye excavación.	u	39.00	\$ 702.86	\$ 27,411.54
				SUBTOTAL	\$ 27,411.54
3.2	LOSA DE CIMENTACIÓN CON PANTALLA DE HORMIGÓN				
3.2.1.	Acero de refuerzo para cimentación fy= 4200 kg/cm2	kg.	3387.36	\$ 1.77	\$ 5,995.64
3.2.2	Hormigón premezclado en cimentación f'c= 280 kg/cm2	m3	91.97	\$ 287.37	\$ 26,428.67
				SUBTOTAL	\$ 32,424.31
3.3	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO				
3.3.1	Hormigón f'c =280 kg/cm2 sobre losa deck	m3	81.34	\$ 345.83	\$ 28,129.23
				SUBTOTAL	\$ 28,129.23
4	SUPER-ESTRUCTURA				
4.1	ESTRUCTURAS METÁLICAS				
4.1.1	Estructura de Acero: Vigas Metálicas ASTM A-36	kg.	25980.66	\$ 3.65	\$ 94,829.40
4.1.2	Estructura de Acero: Columnas Metálicas ASTM A-36	kg.	15593.37	\$ 3.65	\$ 56,915.78
4.1.3	Placa Colaborante e=0.65	m2.	690.71	\$ 1.96	\$ 1,353.79
4.1.4	Acero de refuerzo de losa fy= 4200 kg/cm2	kg.	0.00	\$ 1.96	\$ -
4.1.5	Malla electrosoldada losa fy=5000 kg/cm2	m2.	690.71	\$ 1.81	\$ 1,250.19
4.1.6	Plancha Base e=35mm ASTM A-50	kg.	819.72	\$ 3.78	\$ 3,098.53
4.1.7.	Estructura de Acero: Columnas Metálicas ASTM A-50	kg.	1227.74	\$ 3.78	\$ 4,640.86
				SUBTOTAL	\$ 162,088.55
SUBTOTAL GENERAL					\$ 257,921.82
IVA (12%)					\$ 30,950.62
PRESUPUESTO TOTAL					\$ 288,872.44
EL COSTO DE LA ESTRUCTURA POR METRO CUADRADO (m2)					\$ 263.85

3.2.12 Presupuesto Final de la obra

Se estimó el presupuesto de la obra correspondiente a la Alternativa 2: PARM con aisladores sísmicos elastoméricos de base con núcleo de plomo, a través de un análisis de precios unitarios.

El análisis de precios unitarios considera rubros desde las actividades preliminares al inicio de la construcción hasta su obra gris.

Tabla 3.43: Presupuesto Final de la Obra con la Alternativa 2: PARM con Aisladores Sísmicos Elastoméricos

PRESUPUESTO TOTAL DE LA OBRA					
ID	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	PRECIO TOTAL
1	OBRAS PROVISIONALES				
1.1	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos	m2.	442.52	\$ 1.01	\$ 446.95
1.2	Replanteo y Nivelación del Terreno	m2.	442.52	\$ 1.03	\$ 455.80
1.3	Cerramiento Provisional	m.	86.32	\$ 27.05	\$ 2,334.96
1.4	Servicios Higiénicos Provisionales	Global	1.00	\$ 390.25	\$ 390.25
1.5	Vallas y avisos publicitarios	u.	1.00	\$ 447.02	\$ 447.02
1.6	Construcción Provisional	m2.	48.00	\$ 60.83	\$ 2,919.84
1.7	Instalación de agua potable provisional	Global	1.00	\$ 40.35	\$ 40.35
1.8	Instalación de energía eléctrica provisional	Global	1.00	\$ 234.61	\$ 234.61
				SUBTOTAL	\$ 7,269.77
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				
2.1	Excavación de material común a máquina y desalojo	m3	459.84	\$ 6.24	\$ 2,869.38
2.2	Relleno para nivelación con material en sitio	m3	65.69	\$ 9.11	\$ 598.44
				SUBTOTAL	\$ 3,467.82
3	SUB-ESTRUCTURA				
3.1.	COLUMNAS DE GRAVA				
3.1.1	Columnas de grava con diámetro D= 0.5m para estabilización de terreno, incluye excavación.	u	39.00	\$ 702.86	\$ 27,411.54
				SUBTOTAL	\$ 27,411.54
3.2	LOSA DE CIMENTACIÓN CON PANTALLA DE HORMIGÓN				

3.2.1	Acero de refuerzo para cimentación $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg.	4234.21	\$ 1.77	\$ 7,494.54
3.2.2	Hormigón premezclado en cimentación $f'_c = 280$ kg/cm ²	m ³	153.92	\$ 287.37	\$ 44,231.42
				SUBTOTAL	\$ 51,725.96
3.3	AISLADORES SÍSMICOS				
3.3.1	Adquisición e instalación de los dispositivos elastoméricos	u	7	\$ 2,548.62	\$ 17,840.34
3.3.2	Adquisición e instalación de los deslizadores sísmicos	u	7	\$ 2,170.62	\$ 15,194.34
				SUBTOTAL	\$ 33,034.68
3.4	ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO				
3.4.1	Vigas de Piso $f'_c = 280$ kg/cm ²	m ³	15.42	\$ 204.69	\$ 3,156.32
3.4.2	Losa Nervada $f'_c = 280$ kg/cm ² (Incluye nervios y vigas secundarias)	m ³	22.42	\$ 238.41	\$ 5,345.34
3.4.3	Hormigón premezclado en dados $f'_c = 280$ kg/cm ²	m ³	24.19	\$ 190.72	\$ 4,613.90
3.4.4	Hormigón $f'_c = 280$ kg/cm ² sobre losa deck	m ³	101.67	\$ 345.83	\$ 35,161.53
3.4.5	Acero de refuerzo de vigas principales, secundarias y losa nervada $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg.	2097.30	\$ 1.96	\$ 4,110.71
3.4.6	Malla electrosoldada losa $f_y = 5000$ kg/cm ²	m ²	203.15	\$ 1.81	\$ 367.70
				SUBTOTAL	\$ 48,277.09
4	SUPER-ESTRUCTURA				
4.1	ESTRUCTURAS METÁLICAS				
4.1.1	Estructura de Acero: Vigas Metálicas ASTM A-36	kg.	30565.48	\$ 3.65	\$ 111,564.00
4.1.2	Estructura de Acero: Columnas Metálicas ASTM A-36	kg.	18345.14	\$ 3.65	\$ 66,959.75
4.1.3	Placa Colaborante $e = 0.65$	m ²	812.60	\$ 1.96	\$ 1,592.70
4.1.4	Acero de refuerzo de losa $f_y = 4200$ kg/cm ²	kg.	0.00	\$ 1.96	\$ -
4.1.5	Malla electrosoldada losa $f_y = 5000$ kg/cm ²	m ²	812.60	\$ 1.81	\$ 1,470.81
4.1.6	Plancha Base $e = 35$ mm ASTM A-50	kg.	964.37	\$ 3.78	\$ 3,645.33
4.1.7	Estructura de Acero: Columnas Metálicas ASTM A-50	kg.	1444.40	\$ 3.78	\$ 5,459.83
				SUBTOTAL	\$ 190,692.41
				SUBTOTAL GENERAL	\$ 361,879.27
				IVA (12%)	\$ 43,425.51
				PRESUPUESTO TOTAL	\$ 405,304.78
				EL COSTO DE LA ESTRUCTURA POR METRO CUADRADO (m²)	\$ 370.19

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- El diseño de la estructura final fue llevado a cabo de manera satisfactoria cumpliendo los requerimientos de las normas de edificaciones tanto nacionales (NEC-2015) e internacionales (ANSI/AISC 360-10, AISC 358-14, ANSI/AISC 341-16, ASCE 7-16 y ANSI/SDI), este diseño garantiza un desempeño óptimo para solicitaciones tanto gravitacionales y sísmicas. Se espera que para sismos de diseño el nivel de daño sea leve por la presencia del sistema de aislamiento sísmico, que permite la liberación de la energía otorgada por el sismo a través del desplazamiento de estos.
- La selección de la alternativa se llevó a cabo considerando los aspectos de complejidad constructiva, eficiencia, aspecto social, aspecto económico y mantenimiento, se pondero cada valor en función de las necesidades del proyecto, obteniendo un valor de 2160, la selección del sistema de Aislamiento se justifica debido a las grandes fuerzas sísmicas que presentaría la estructura debido al tipo de suelo existente como también por su importancia ocupacional al ser un Edificio perteneciente a la Armada Nacional del Ecuador se esperaría que no sufra daños ante grandes eventos sísmicos, para que las Fuerzas Armadas Nacionales puedan desplegar mecanismos de respuesta al Cantón de Bahía de Caráquez y sus cantones aledaños ante un siniestro extremo.
- Para el diseño del sistema de aislamiento sísmico se requirió de un análisis dinámico no lineal a través de un análisis tiempo – historia, para esto se utilizó acelerogramas del Terremoto de Ecuador del 16 de abril de 2016 con un $M_w=7.8$ emparejado con la respuesta del sitio donde será construida la edificación. Obteniendo un desplazamiento máximo para el sismo de Diseño de 130.97[mm], se consideró también un análisis para el sismo máximo posible (MCE) escalando los registros de aceleraciones con un factor 2, obteniendo un desplazamiento máximo de 274.91[mm], se espera que los aisladores elastómeros con base de núcleo de plomo obtenidos del diseño resistan hasta un desplazamiento máximo de

400[mm], por lo que la selección de estos dispositivos es más que óptima para soportar los sismos considerados en el análisis tiempo – historia.

- Los estudios de suelo, proporcionados por Laboratorio de Suelos Hormigones y Asfaltos, indican que el tipo de suelo acorde a la normativa ecuatoriana de construcción (NEC-2015), es clasificado como un suelo tipo D, no obstante debido a las características geológicas del lugar como a la clasificación de suelo presentadas indican la posibilidad de licuefacción estas dudas fueron contrastadas con un análisis de potencial de licuefacción (Seed & Idriss, 1983) obteniéndose que para la mayoría de las muestras de suelo, son potencialmente licuables, mayores estudios no fueron propuestos debido a la necesidad de ensayos más complejos para determinar los efectos probables, asentamientos diferencias y soluciones más exactas a esta problemática.
- La regularización ambiental necesaria según el tipo de construcción, es certificación ambiental obtenido a través de la plataforma del SUIA. Los impactos ambientales para este tipo de construcciones son bastante pequeños, por lo que la codificación ambiental vigente (TULAS, 2017) sugiere seguir la Guía de Buenas Prácticas Ambientales, para tomar medidas de mitigación de posibles impactos ambientales negativos.
- El tipo de cimentación recomendadas de acorde a los estudios de suelo son zapatas corridas en 2 direcciones, no obstante, al existir potencial de licuefacción y registros de licuefacción en la zona se optó por un diseño sismo resistente de losa de cimentación que es más apta para reducir los asentamientos diferenciales posibles producidas por el fenómeno de licuefacción. El diseño estructural de la losa de cimentación siguió los estándares internacionales (ACI 318-14).
- La solución propuesta para el problema de licuefacción en la zona de construcción consiste en agregar columnas de grava y por encima de ellas un lecho de gravas con un espesor de 40 [cm], se espera a través de estos medios disipar la presión de poros generadas por los sismos y evitar un colapso por falla a cortante del suelo, sin embargo, cabe destacar que, al no tener estudios sobre la capacidad de resistencia a cargas cíclicas del suelo, la solución fue implementada considerando trabajos realizados con condiciones similares de la obra y no con un análisis detallado del

desempeño experimental de la solución en condiciones reales y teóricas. Estos resultados pueden ser refinados con mayores estudios geosísmicos del sitio.

- El espectro de sitio obtenido para el estudio de las condiciones de suelo fue obtenido de un estudio proporcionado por la Empresa Suelos y Muros, este espectro de sitio posee aceleraciones relativamente altas y muy por encima de espectros de diseño para suelos tipo D (Suelos característicos en Bahía de Caráquez), estos resultados explican la correlación de la amplificación de ondas sísmicas en suelos sueltos.
- El presupuesto final de la obra gris para la alternativa 2 es de \$402,194.81, Cuatrocientos dos mil cientos noventa y cuatro con 81/100 dólares americanos, mientras que el presupuesto referencial para la alternativa 1 es de aproximadamente \$286,682.48, Doscientos ochenta y seis mil, seiscientos ochenta y dos con 48/100 dólares americanos. Es importante notar que el valor ofertado difiere en un 140% adicional al valor referencial de la alternativa 1, esto debido a que un sistema de aislamiento sísmico es notablemente más costoso que un sistema convencional, sin embargo, se estima que, por su duración y su operatividad, a través del tiempo, representara menores gastos futuros debido a mantenimientos asociados a daños ocasionados por sismos en su vida útil.

Tabla 4.1: Comparación de Presupuestos de las Alternativas

	PRESUPUESTO	COSTO/ m2
Alternativa 1 (Valor Referencial)	\$288,872.44	\$263.85
Alternativa 2 (Valor Ofertado)	\$405,304.78	\$370.19

Fuente: Elaboración Propia, 2019

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar el desarrollo de otras alternativas para estimar y valorar la mejor opción con respecto a los criterios de la selección de alternativa, como por ejemplo el diseño de Pórticos de Concreto Armados resistentes a momentos o Muros Portantes de Concreto Armado considerando el sistema de aislamiento sísmico estudiado.
- Realizar el estudio de espectros de sitio y estudios de carga cíclica para el terreno sobre el que estará la edificación de tal manera obtener resultados óptimos que permita estimar probabilidades de licuefacción, asentamientos diferenciales elásticos permitiendo incluso usar cimentaciones superficiales más económicas que la Losa de cimentación.
- Debido a que la Región de Ecuador tiene pocos registros de acelerogramas para sismos de diseño considerar terremotos generados en otros sitios, pero con condiciones similares a las que ocurrirían en Ecuador, es decir terremotos generados por subducción entre dos placas. Se recomienda para tener mejores resultados en un análisis función tiempo – historia considerar como mínimo 3 sismos de diseño.
- Se recomienda diseñar aisladores sísmicos en función de la disponibilidad y tipo de aislador que el proveedor más cercano ofrezca, se pueden ahorrar costos por importación a otros países.

BIBLIOGRAFÍA

ACI. 318-14 (2014). Building Code Requirements for Reinforced Concrete American Concrete Institute. USA.

Aguiar, R., & Miele, Y. (2016). Análisis de los edificios que colapsaron en Portoviejo durante el terremoto del 16 de abril. Revista Internacional De Ingeniería En Estructuras, 21(3), 266.

Álvarez, O. and Cházaro, C. (2012). Miembros en Flexión: Trabes y Vigas. [Revista] México, pp.2-10. Disponible en: <https://www.gerdau.com/gerdaucorsa/es/productsservices/products/Document%20Gallery/miembros-en-flexion-trabes-y-vigas.pdf>. Accedido el 5 de Enero, 2019.

American Society of Civil Engineers, ASCE (2016). Minimum design loads and associated criteria for buildings and other structures. USA.

American Institute of Steel Construction. AISC (2010). Specification for structural steel buildings. USA.

Capital Safety. Accedido el 20 de Enero, 2019, desde https://www.amcecuador.com/uploads/content/2015/06/file_1434394846_1434394863.pdf

Chunga, K., Larreta, E., Quiñonez, M., Besenon, D., Mulas, M., Gorshkov, A., & Michetti, A. (2016). Geología de Terremotos y Tsunami (1st ed., pp. 161,162). Quito: Sección Nacional del Ecuador del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, IPGH.

Collot, J., Michaud, F., Alvarado, A., Sosson, M., Ratzov, G., & Migeon, S. et al. (2009). Visión general de la morfología submarina del margen convergente de Ecuador- Sur de Colombia: implicaciones sobre la transferencia de masa y la edad de la subducción de la Cordillera de Carnegie. Geología Y Geofísica Marina Y Terrestre Del Ecuador Desde La Costa Continental Hasta Las Islas Galápagos, 1(4), 57

Crisafulli F. (2018). Diseño Sismorresistente de construcciones de Acero. Accedido el 02 de Enero, 2019 desde <https://docplayer.es/16939249-Francisco-javier-crisafulli-diseno-sismorresistente-de-construcciones-de-acero.html>

FEMA. Federal Emergency Management Agency. USA.

FIP Industriale. (2012). Lead Rubber Bearings series LRB. Accedido en Enero de 2019, disponible en <http://www.fipindustriale.it/index.php?area=106&menu=26&lingua=5>. Italia.

Genatios, C. and Lafuente, M. (2016). *INTRODUCCIÓN AL USO DE AISLADORES Y DISIPADORES EN ESTRUCTURAS*. 1st ed. Caracas: Paolo Maragno, pp.47-63.

Idriss, I., & Boulanger, R. (2012). Examination of SPT-Based Liquefaction Triggering Correlations. *Earthquake Spectra*, 28(3), 989-1018. doi: 10.1193/1.4000071

Mapa Interactivo del evento del 16 de Abril del 2016. Accedido el 9 de Diciembre, 2018, desde <http://www.igepn.edu.ec/mapas/mapa-eq20160416.html>

Mora, O., & Mora, L. (2017). Estudio De Mecánica de Suelos previo a la Construcción De La Capitanía Del Puerto De Bahía De Caráquez De Tres Plantas, Ubicado en la Avenida Nacional en Bahía De Caráquez, Cantón Sucre En La Provincia De Manabí. (pp. 5, 7-8). Portoviejo.

NEC-SE-AC (2015). Norma Ecuatoriana de la construcción, Estructuras de Acero. Accedido en Diciembre del 2018. Ecuador.

NEC-SE-DS (2015). Norma Ecuatoriana de la construcción, Peligro Sísmico. Accedido en Diciembre del 2018. Ecuador.

Refsheet Sky Building Guayaquil. Accedido el 2 de Diciembre, 2018, desde https://www.mageba.net/data/docs/es_BR/4171/Refsheet-Sky-Building-Guayaquil-INT-es.pdf?v=1.2

Seguridad durante los trabajos de Soldadura. Accedido el 20 de Enero, 2019, desde <https://constructivo.com/novedad/la-seguridad-durante-los-trabajos-de-soldadura-1523544763>

TULSMA (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente. Ecuador.

Villares, F., Cardenas, D., Jimenez, E. and Reyes, P. (2016). Control litológico y físico-mecánico de los FRM de la zona de Bahía de Caráquez (Ecuador) generados por el sismo del 16 de abril 2016. Accedido el 24 Noviembre. 2018. Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/324820356_Control_litologico_y_fisico_mecanico_de_los_FRM_de_la_zona_de_Bahia_de_Caraquez_Ecuador_generados_por_el_sismo_del_16_de_abril_2016.

APÉNDICES

APÉNDICE A

5. REGULARIZACIÓN AMBIENTAL

5.1 Introducción

El Estudio de Impacto Ambiental es un procedimiento detallado que identifica y evalúa los impactos ambientales que genera un proyecto a nivel natural, socio – económico y cultural de una determinada zona de influencia.

La finalidad de un Estudio de Impacto Ambiental es determinar la opción más idónea para preservar los recursos naturales de la zona y plantear soluciones que mitiguen las consecuencias de la alteración de los factores ambientales del ecosistema.

Para un correcto estudio de impacto ambiental primero se debe definir la Autoridad Ambiental Competente y establecer el tipo de permiso ambiental necesario para la ejecución de la obra.

De acuerdo al capítulo IV del Código Orgánico Ambiental, toda actividad que cause un mediano o alto impacto ambiental debe someterse a un estudio de impacto ambiental, en caso que se establezca que la afectación es de bajo impacto la guía de buenas prácticas ambientales es la que entra en uso de acuerdo al caso.

El organismo competente encargado de atender el correcto desarrollo ambiental de la actividad constructiva es el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sucre.

5.2 Objetivos

5.2.1 Objetivo General

Realizar el Estudio de Impacto Ambiental para la construcción del nuevo Edificio de Capitanía de Puertos de Bahía de Caráquez.

5.2.2 Objetivos Específicos

- Establecer el tipo de permiso ambiental de acuerdo a la actividad a través del Sistema Único de Información Ambiental (SUIA).

- Detallar las actividades constructivas, operativas y de mantenimiento que se realizarán en la construcción de la edificación que afectan la calidad de los factores ambientales del área de influencia.

5.3 Regularización Ambiental del Proyecto

El organismo encargado de realizar las regulaciones ambientales en la ciudad de Bahía de Caráquez es el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Sucre. Para determinar el tipo de permiso ambiental que se debe obtener para este tipo de proyecto se debe consultar la página del Ministerio de Ambiente, SUIA (Sistema Único de Información Ambiental).

Debido al tipo de actividad “Construcción del Edificio de Capitanía de Puerto de Bahía de Caráquez” se seleccionó la opción CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA MILITAR.

En la ventana de consulta de actividades ambientales se indica la característica de la actividad: CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MEJORAMIENTO DE REPARTOS MILITARES Y POLICIALES, NO INCLUYE POLVORÍN, el cual establece que el permiso ambiental requerido es un “CERTIFICADO AMBIENTAL”, cuyo tiempo de emisión es Inmediato, y no solicita ningún valor monetario.

Consulta de Actividades Ambientales

Para conocer la Actividad Ambiental a la que pertenece su proyecto, el proceso que corresponde (Registro Ambiental o Licencia Ambiental), el tiempo de emisión y los costos que genera, haga clic en buscar.

Buscar

Descripción de la actividad	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MEJORAMIENTO DE REPARTOS MILITARES Y POLICIALES NO INCLUYE POLVORINES
Su trámite corresponde a un(a)	CERTIFICADO AMBIENTAL
Tiempo de emisión	Inmediato.
Costo del trámite	No tiene. (Tiene un costo si existe remoción de cobertura vegetal nativa)

Figura 5.1: Consulta de Actividades Ambientales a través del SUIA

Fuente: Sistema Único de Información Ambiental, 2018

Además, el Anexo I: Catálogo de Categorización Ambiental Nacional (CCAN) del Acuerdo Ministerial No. 006, establece un listado de diversos proyectos mediante el cual se presenta una categorización I, II, III, IV de acuerdo a sus actividades.

Tabla 5.1: Catálogo de Categorización Ambiental Nacional

23.3.4.	Construcción de Infraestructura Militar y Policial	Categ.
23.3.4.1.	Construcción, operación y mejoramiento de repartos militares y policiales con polvorines superficiales.	III
23.3.4.2.	Construcción, operación y mejoramiento de UPCs.	I
23.3.4.3.	Construcción, operación ,mejoramiento de repartos militares y policiales con polvorines semienterrados, enterrados, actividad aérea y marítima.	IV
23.3.4.4.	Construcción, operación y mejoramiento de repartos militares y policiales. (No incluye polvorines).	II

Fuente: Acuerdo Ministerial No. 006

De acuerdo al Art. 23 Capítulo III, De la Regularización Ambiental publicado en el TULSMA, este indica que “*el Certificado Ambiental será otorgado por la Autoridad Ambiental Competente a través del SUIA, sin ser de carácter obligatorio, a los proyectos, obras o actividades considerados de mínimo impacto y riesgo ambiental*” (TULSMA, 2017).

5.4 Formulario de Certificado Ambiental

Tabla 5.2: Datos Generales del Proyecto

TIPO DE PERMISO (SUIA):	CERTIFICADO AMBIENTAL		
FECHA:	Enero-2019		
PROPONENTES:	Steven Andrés Navarrete Franco Pamela Alexandra Ordinola Vega		
ENTIDAD RESPONSABLE:	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (ESPOL)		
Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	1. INFORMACION DEL PROYECTO		
	1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Fases y nombre proyecto)		
	“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN.		
	1.2 ACTIVIDAD ECONOMICA (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad)		
	Código de catálogo	CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MEJORAMIENTO DE REPARTOS MILITARES Y POLICIALES, NO INCLUYE POLVORÍN	
	1.3 RESUMEN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (Según Catalogo de proyecto, obra o actividad, máximo 100 palabras)		
El presente proyecto establece el diseño estructural de un edificio metálico de cuatro niveles con aisladores elastoméricos de base con núcleo de plomo en la ciudad de Bahía de Caráquez para la Capitanía de Puertos, el diseño de este nuevo edificio se plantea por la afectación que sufrió el anterior en el sismo del 16 de abril del 2016.			

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	2. DATOS GENERALES		
	2.1. SISTEMA DE COORDENADAS (WGS-84)		
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ALTITUD
	564112.00 m	9932362.00 m	
	2.2. ESTADO DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD (FASE)		
	<input checked="" type="checkbox"/>	Construcción	
	<input type="checkbox"/>	Rehabilitación y/o Ampliación	
	<input type="checkbox"/>	Operación y mantenimiento	
	<input type="checkbox"/>	Cierre y Abandono	
	2.3. DIRECCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD		
Avenida Unidad Nacional, junto al C.C. Paseo Shopping de Bahía de Caráquez.			
PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	
MANABÍ	SUCRE	BAHÍA DE CARÁQUEZ	
TIPO DE ZONA			
Urbana	<input checked="" type="checkbox"/>		
Rural	<input type="checkbox"/>		

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. <u>Datos generales</u> 3. Descripción del proceso 4. Descripción del área de implantación	DATOS DEL PROMOTOR		
	NOMBRE		
	Armada Nacional del Ecuador – Comandante Andrés Pérez		
	CORREO ELECTRONICO DEL PROMOTOR	TELEFONO/CELULAR	
	aperez@armada.mil.ec	0983461283	
	DOMICILIO DEL PROMOTOR		
	Av. De la Marina – Vía Puerto Marítimo Base Naval Sur		
	CARACTERISTICAS DE LA ZONA		
	Infraestructura:		
	<input type="checkbox"/>	Industrial	
<input checked="" type="checkbox"/>	Otros: Urbana		
DESCRIPCION DE LA ZONA			
El área del terreno donde se construirá el edificio de Capitanía de Puertos es de 445.90 m2. El terreno se caracteriza por ser llano, se ubica junto al C.C. Paseo Shopping y frente al Malecón de Bahía de Caráquez, motivo por el cual la edificación se encontrará en un área urbana.			
ESPACIO FISICO DEL PROYECTO			
Área del proyecto (m ²)	445.90	Área de implantación (m ²)	267.07

	Agua potable	X	SI		NO	Consumo de agua por mes (m ³)	---	
	Energía eléctrica	X	SI		NO	Consumo energía eléctrica por mes (Kw/h)	---	
	Acceso vehicular	X	SI		NO	Tipo de vías:	Vías Principales	X
	Alcantarillado	X	SI		NO		Vías Secundarias	
	SITUACION DEL PREDIO							
		X				Otros (vial – público)		

3. DESCRIPCION DE PROCESOS – FASES					
	FASE	ACTIVIDAD	FECHA INICIO	FECHA FIN	DESCRIPCION
Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. <u>Descripción del proceso</u> 4. Descripción del área de implantación	Construcción	Desbroce y Limpieza del Terreno por medios mecánicos.			Consiste en el desalojo de material vegetal presente en el terreno que pueda interrumpir u obstaculizar el trabajo de los obreros.
	Construcción	Replanteo y Nivelación del Terreno			Consiste en trazar y marcar los niveles reales del estudio.
	Construcción	Instalación de Cerramiento Provisional			Consiste en instalar planchas de zinc con altura de 2m alrededor del perímetro de construcción.
	Construcción	Instalación de Servicios Higiénicos Provisionales			Consiste en instalar aparatos sanitarios y lavamanos para

					el personal operativo durante la fase de construcción.
	Construcción	Instalación de Servicios Básicos (Agua, Electricidad)			Consiste en realizar obras necesarias para instalar conexiones de agua y electricidad.
	Construcción	Excavación de Material de Sitio.			Consiste en la remoción de suelo mediante el uso de maquinaria apta para la excavación.
	Construcción	Relleno con material de mejoramiento			Consiste en ingresar material de mejoramiento a través de maquinarias retroexcavadoras y volquetas.
	Construcción	Instalación de Columnas de Grava, Geomallas y Lecho de Grava			Consiste en la construcción de columnas de grava a través de barrenadoras con el Método de Pilote Franki. Se usa la retroexcavadora y un rodillo para aplanar el lecho de grava.
	Construcción	Fundición de Losa de Cimentación			Consiste en la fundición e instalación del

					encofrado de la Losa de Cimentación usando Mixer que proveen el concreto.
	Construcción	Instalación de Aisladores Sísmicos, Placa Base y Fundición de Pedestales			Consiste en instalar los dispositivos elastoméricos y deslizadores, fundir los pedestales y soldar la placa base.
	Construcción	Instalación, Armado, Soldado de los Perfiles Metálicos.			Consiste en instalar los perfiles metálicos a través de procesos de soldadura y empernado de ser el caso.
	Construcción	Instalación de Steel Deck y Fundición de Losa Colaborante.			Consiste en la instalación del Steel Deck a través de procesos de soldadura, y la fundición en sitio de la Losa Colaborante usando Mixer.
	Construcción	Pintado con pintura anticorrosiva.			Técnicas de Pintado con pinturas anticorrosivas en perfiles metálicos.

Certificado Ambiental 1. Información del proyecto 2. Datos generales 3. Descripción del proceso 4. <u>Descripción del área de implantación</u>	4. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN	
	Clima	
	Clima	<input checked="" type="checkbox"/> Cálido - húmedo <input type="checkbox"/> Cálido - seco
	Tipo de Suelo	
	Tipo de suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Arcilloso <input type="checkbox"/> Arenosos <input type="checkbox"/> Francos <input type="checkbox"/> Rocosos <input type="checkbox"/> Saturados <input type="checkbox"/> Otros
	Pendiente del Suelo	
	Pendiente del suelo	<input checked="" type="checkbox"/> Llano (pendiente menor al 30%) <input type="checkbox"/> Montañoso (terreno quebrado) <input type="checkbox"/> Ondulado (pendiente mayor al 30%)
	Demografía (población más cercana)	
	Demografía	<input type="checkbox"/> Entre 0 y 1.000 habitantes <input type="checkbox"/> Entre 1.001 y 10.000 habitantes <input checked="" type="checkbox"/> Entre 10.001 y 100.000 habitantes <input type="checkbox"/> Más de 100.000 habitantes
	Abastecimiento de agua población	
Abastecimiento de agua población	<input type="checkbox"/> Agua lluvia <input checked="" type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Conexión domiciliaria <input type="checkbox"/> Cuerpo de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Grifo público <input type="checkbox"/> Pozo profundo <input type="checkbox"/> Tanquero	
Evacuación de aguas servidas población		
Evacuación de aguas servidas población	<input checked="" type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Cuerpos de aguas superficiales <input type="checkbox"/> Fosa séptica <input type="checkbox"/> Letrina <input type="checkbox"/> Ninguno	
Electrificación		
Electrificación	<input type="checkbox"/> Planta eléctrica <input checked="" type="checkbox"/> Red pública <input type="checkbox"/> Otra	

Vialidad y acceso a la población	
Vialidad y acceso a la población	<input type="checkbox"/> Caminos vecinales <input checked="" type="checkbox"/> Vías principales
	<input type="checkbox"/> Vías secundarias <input type="checkbox"/> Otras
Organización Social	
Organización social	<input checked="" type="checkbox"/> Primer grado (comunal, barrial, urbanización) <input type="checkbox"/> Segundo grado (Cooperativa, Pre-cooperativa)
	<input type="checkbox"/> Tercer grado (Asociaciones, recintos)
Componente Fauna	
Piso zoo geográfico donde se encuentra el proyecto	<input checked="" type="checkbox"/> Tropical Noroccidental (0-800 msnm)
	<input type="checkbox"/> Tropical Oriental (0-800 msnm)
Grupos faunísticos	<input checked="" type="checkbox"/> Anfibios <input checked="" type="checkbox"/> Aves
	<input checked="" type="checkbox"/> Insectos <input type="checkbox"/> Mamíferos
	<input checked="" type="checkbox"/> Peces <input type="checkbox"/> Reptiles
	<input type="checkbox"/> Ninguna

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Al ser el Certificado Ambiental el permiso necesario para este proyecto, debe tomarse en consideración la aplicación de la Guía de Buenas Prácticas Ambientales para el sector de la construcción menor o igual a veinte mil metros cuadrados – CATEGORIA I (SUIA, 2018). A continuación, se detallan las recomendaciones relacionadas a los procesos que producen una afectación ambiental y las medidas para contrarrestarlas.

5.5 Guía de Buenas Prácticas Ambientales

Las actividades constructivas o de operación en obra provocan una afectación en los recursos ambientales que altera al ecosistema de la zona, por esta razón es necesario tomar medidas que mitiguen dichos problemas ambientales.

La ejecución de acciones que buscan reducir el impacto ambiental en un proyecto aseguran un mejor ecosistema para la sociedad, la guía de buenas prácticas ambientales brinda al promotor y a las personas relacionadas al desarrollo del proyecto indicaciones sobre qué acciones tomar respecto a cada afectación que se genera en la zona.

La aplicación de la GBPA permite una disminución de los efectos negativos provocados por las actividades que ejecuta cada individuo, sin efectuar grandes cambios en el proceso.

La GBPA indica en su contenido una serie de recomendaciones relacionadas a las fases de diseño y construcción, las cuales se enlistan a continuación dependiendo de si son aplicables a este proyecto.

5.5.1 Fase de Diseño

Tabla 5.3: Recomendaciones para la fase de Diseño del Proyecto

<p>1. Deberá considerar la realización de un estudio preliminar, que tenga en cuenta los condicionantes del entorno donde se vaya a emplazar la infraestructura, de manera que las características del sitio puedan ser aprovechadas al máximo.</p>

Fuente: Guía de Buenas Prácticas Ambientales, 2016

Inicialmente, el promotor del proyecto “Armada Nacional del Ecuador” realizó un estudio de suelos con la empresa “Laboratorio de Suelos Hormigones y Asfaltos” que determinó el tipo de suelo del terreno donde se construirá la edificación, y que se encuentra en una zona con un alto potencial de licuefacción.

Este fenómeno se soluciona mediante la implementación de columnas de grava, el sistema se basa en la técnica de pilotaje por desplazamiento, que consta de una entubación metálica (Tubo Franki) con un tapón de hormigón en la punta. El conjunto tubo-tapón se hinca en el suelo mediante golpes generados por el ingreso de una masa que permite el hincado en los diferentes estratos de suelo hasta una profundidad indicada por el ingeniero geotécnico.

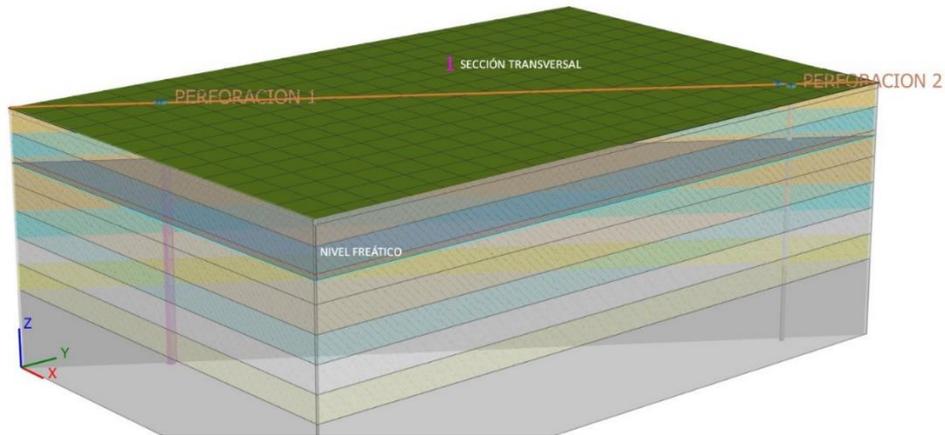


Figura 5.2: Estratificación del suelo donde se construirá el Edificio CAPBAH

Fuente: Sistema Elaboración Propia, 2019

5.5.2 Fase de Construcción

Tabla 5.4: Recomendaciones para la Fase de Construcción del Proyecto

SEGURIDAD EN EL TRABAJO
1. Cumplir con la normativa vigente y los lineamientos establecidos por las autoridades competentes en el tema.
2. Utilizar siempre los elementos de protección personal, adecuados a los riesgos de las tareas en función de los materiales que se manipulan.
3. Dar capacitación al personal en el manejo adecuado de herramientas y equipos para prevenir riesgos laborales y accidentes en el trabajo.
4. Instruir, capacitar y controlar que los trabajadores que estén expuestos a ruidos fuertes y en tiempos prolongados cuenten con sus respectivos Equipos de Protección Personal (EPP) para mitigar la contaminación por ruido.
ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS
1. Tener en funcionamiento la maquinaria el tiempo necesario, ya que evitará la emisión de ruido al vecindario y contaminantes gaseosos.
2. Reducir la circulación de las maquinas en obra, logrando gestionar trayectos y recorridos menos extensos para ahorrar combustible y prevenir accidentes.
3. Reducir la circulación de las maquinas en obra, logrando gestionar trayectos y recorridos menos extensos para ahorrar combustible y prevenir accidentes.
4. Realizar la inspección visual de los materiales antes de su recepción para garantizar que lleguen al sitio en buenas condiciones.
5. Adecuar una infraestructura existente o construir instalaciones temporales de almacenamiento de materiales de construcción acorde a la normativa vigente en la que pueda incurrir esta actividad.
7. Disponer de uno o varios contenedores distribuidos por las zonas de trabajo para almacenar los materiales y minimizar posibles pérdidas y deterioro.

OCUPACIÓN Y USO DEL SUELO
1. Separar selectivamente los diferentes tipos de tierra extraídos en los procesos constructivos en función de las posibilidades de reutilización.
2. Reservar la capa superficial del suelo que es rica en nutrientes (aproximadamente los 20 primeros centímetros), siempre que haya espacio suficiente en la obra, y aprovecharla para trabajos de jardinería posteriores.
REDUCIR LAS EMISIONES A LA ATMÓSFERA
1. Tener siempre en cuenta la dirección del viento para evitar exposiciones a terceros (ruido y polvo).
REDUCCIÓN DE RUIDO
1. Evitar la generación de ruidos molestos en el ambiente laboral y vecindario
2. Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los equipos para generar menos ruido por mal funcionamiento.
3. Reducir el ruido utilizando la maquinaria y herramientas solo cuando sea necesario y mantenerlas apagadas en periodos de espera.
AHORRO DE ENERGÍA - EFICIENCIA ENERGÉTICA
1. Es recomendable aprovechar la luz natural durante toda la jornada laboral para evitar la iluminación artificial.
2. Tener la maquinaria, sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento (apagar el motor en tiempos de espera).
USO RACIONAL DEL AGUA
1. Revisar periódicamente la red de provisión de agua para detectar fugas y evitar sobreconsumos por averías y escapes.
2. Controlar que la cantidad de agua utilizada para la preparación de mezclas, de áridos, limpieza y otras actividades, sea la adecuada a las necesidades.
3. Utilizar detergentes biodegradables, sin fosfato ni cloro, en la limpieza de utensilios y equipos del personal.
4. Evitar el vertido de agua que contengan cemento u otros productos procedentes de las actividades de construcción.
5. No utilizar agua para diluir derrames de sustancias peligrosas como pinturas, barnices lacas, ya que dichas sustancias se depositan en los cursos de agua.
GESTIÓN DE RESIDUOS
1. Tomar en cuenta cuándo un material se transforma en residuo y que tipo de residuo es para proceder con la gestión correspondiente; de acuerdo a la Normativa Ambiental vigente.
2. Identificar los puntos de generación de residuos en la obra. Programar y planificar sistemas de reducción.
3. Cada trabajador debe conocer cuáles son las actividades que generan residuos y minimizar esa generación.
4. Los vehículos que efectúen el transporte de tierras, escombros o materiales de construcción lo harán en las debidas condiciones para evitar el vertido accidental de su contenido, adoptando las precauciones necesarias para impedir ensuciar las vías públicas, dicho material deberá ser depositado en las escombreras que cuenten con la autorización correspondiente, acorde a la Normativa Ambiental vigente.
5. Implementar la estrategia de las 3 R: Reducir, Reutilizar y Reciclar.
6. Señalizar los contenedores según el tipo de residuo que pueden admitir.

- La fase de Construcción relacionada al **“Almacenamiento y Manipulación de materiales y equipos”** brinda recomendaciones sobre cómo y dónde almacenar los equipos y materiales de construcción mediante la instalación de cerramiento provisional del terreno y contratación de contenedores.

Dentro del área del proyecto se establecerá bodegas de almacenamiento, bodegas de equipo y un centro de acopio.

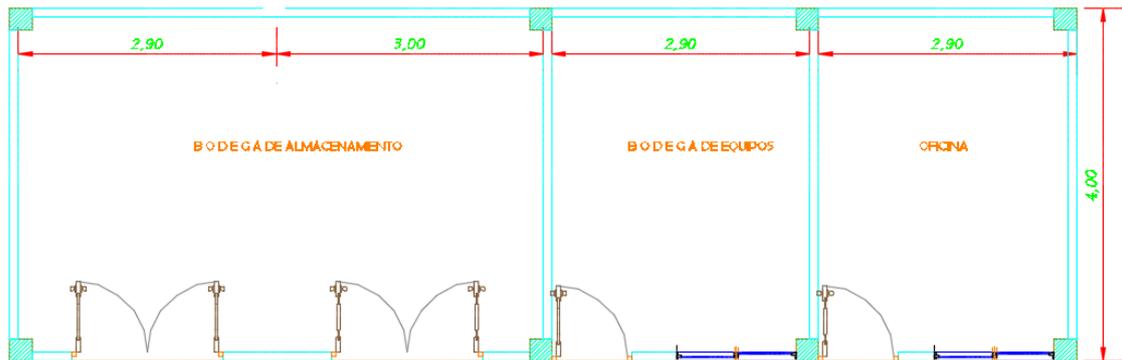


Figura 5.3: Plano del Área de Bodegas del Proyecto CAPBAH

Fuente: Elaboración Propia, 2018

Se contratará a empresas de servicio de alquiler y disposición final de los desechos, se considerará adquirir los servicios de la empresa “Contenedores Mata SL”.

- **Zona De Almacenamiento (Centro De Acopio)**

Se usarán contenedores para cada zona del centro de acopio, a continuación, se detalla cada zona:

1. **Contenedor A:** Desechos Metálicos, Se almacenarán todos los remanentes de perfiles metálicos y estructuras de acero sobrantes.
2. **Contenedor B:** Se almacenarán sacos usados inservibles de cemento, arena y piedra. También se almacenará cartón, papeles usados.
3. **Contenedor C:** Se almacenarán todos los desechos peligrosos, pinturas anticorrosivas, aditivos, desencofrantes todos estos materiales serán guardados en sus respectivos envases bien cerrados, los materiales de asbesto estarán ubicados en el contenedor más grande de la zona.
4. **Tacho de Desechos Orgánicos:** Se almacenarán para su disposición final, desechos orgánicos provenientes del consumo de los trabajadores y empleadores del proyecto.

5. **Tacho de Clavos:** Se almacenarán para su reúso, los clavos de cemento y de madera usados anteriormente en la construcción.
6. **Contenedor para Desechos Comunes:** Se acumularán grandes desechos no peligrosos como escombreras de cemento, madera. También se considera cualesquiera desechos orgánicos y/o no peligroso que no requiera una gestión ambiental específica.

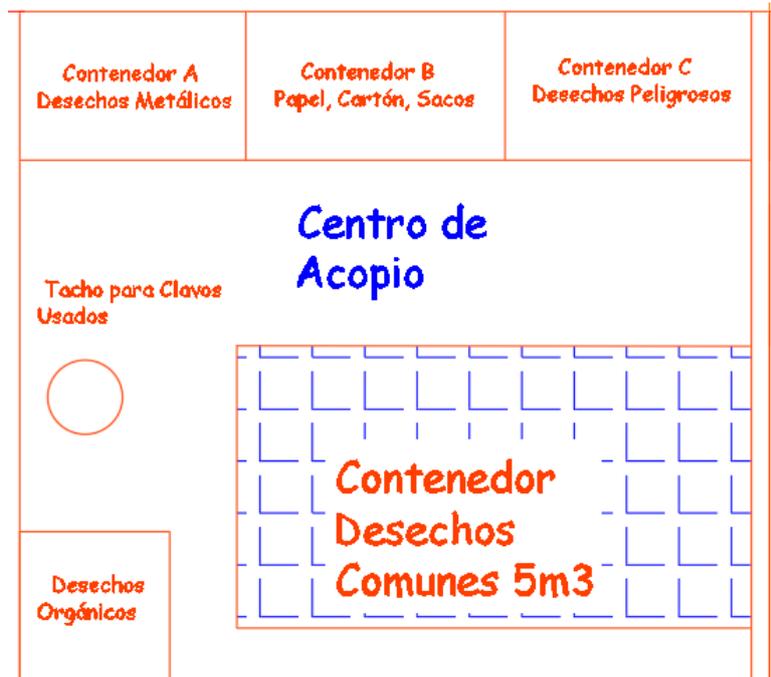


Figura 5.4: Plano del Centro de Acopio del Proyecto CAPBAH

Fuente: Elaboración Propia, 2018

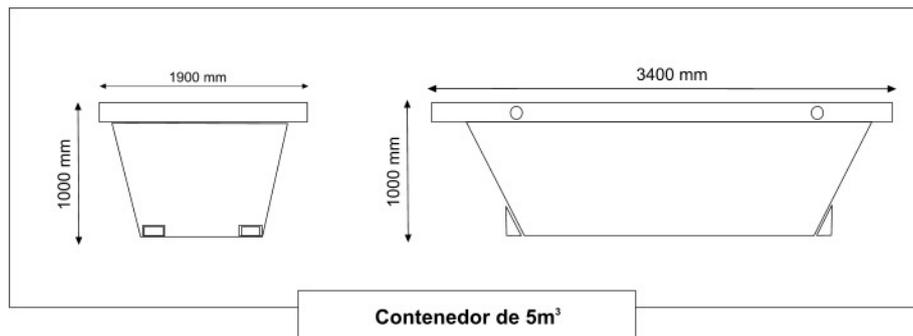


Figura 5.5: Dimensionamiento del Contenedor de 5m³

Fuente: Contenedores Mata, 2016



Figura 5.6: Contenedor para desechos de construcción



Figura 5.7: Contenedor para Desechos Metálicos



Figura 5.8: Contenedor para Desechos Peligrosos



Figura 5.9: Contenedor para Papel, Cartón y Sacos



Figura 5.10: Tacho para Desechos Orgánicos



Figura 5.11: Tacho para Clavos

El terreno al localizarse en una zona urbana debe evitar en lo posible la emisión de ruido producido por la maquinaria debido a la población cercana al lugar, de igual manera se debe establecer un control y horario (08:00am a 16:00pm) de las maquinarias que se utilizarán en la obra para evitar generar tráfico en el sector.

Se debe revisar el estado de los materiales, sustancias y equipos al momento de llegada al sitio de construcción, en especial de los aisladores y deslizadores sísmicos.



Figura 5.12: Ubicación del terreno del proyecto (A la derecha se ubica el C.C. Paseo Shopping y a la izquierda un local de venta de Pinturas)

Fuente: Elaboración Propia, 2018

- La fase **“Seguridad en el Trabajo”** recomienda la utilización equipos de protección personal EPP’S para los diferentes procesos de la obra, la edificación al ser de cuatro niveles requiere que el personal posea protección para diferentes condiciones.
- El personal encargado de la instalación de las vigas y columnas metálicas requieren equipos anti caídas como arneses y líneas de vida, además de botas de seguridad, cascos, chalecos reflectivos y otros implementos.



Figura 5.13: Equipos de Protección para trabajos en altura

Fuente: ACM Ecuador

El personal designado al área de soldadura por su seguridad debe contar con todos los implementos necesarios para realizar la actividad.

Tabla 5.5: Equipos de Protección Personal

Equipos para Personal de Soldadura		
Gorro Protector		-
Máscara Protectora	Respirador 8512	Aprobado por National Institute for Occupational Safety And Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación N95 de la norma 42CFR84.
Careta para soldar	90112	ANSI Z87+ "Practice for Occupational and educational eye and face protection."
Guantes de Soldador	2007	NTC 2190 "Guantes de seguridad para uso industrial fabricados en carnaza y cuero".
Delantal de cuero		WAP01
Polainas		-
Zapatos de Seguridad		Botín Armor
Chaqueta de cuero		-
Pantalón de cuero		-
Equipos de seguridad para trabajo en altura		
Casco Industrial	3M - H700-R	Norma de Referencia ANSI Z89.1
Arnés	Cruzado 4 argollas para detención o restricción de caídas	Certificado bajo la Norma Internacional ANSI/ASSE Z359.1 – 2007
Eslinga ARSEG 901794		-
Equipos para personal de obra		
Casco Industrial	3M - H700-R	Norma de Referencia ANSI Z89.1
Orejera	Optime 98	Norma de Referencia ANSI Z89.2
Protección Visual	Lentes 3M - Virtua Classic 11326	Norma de Referencia ANSI Z89.3

Fuente: Elaboración Propia, 2018



Figura 5.14: Equipos de Protección para soldadura

Fuente: Constructivo, 2018

Se debe brindar charlas de capacitación de temas como: **Manejo de desechos peligrosos y comunes, Riesgo Laboral en la Construcción, Prevención de Accidentes, Higiene y Seguridad en el trabajo** al personal para evitar cualquier tipo de accidente e incidente durante la construcción.

- La fase **“Ocupación y uso de suelo”** hace referencia en nuestro proyecto a la capa de suelo arcilloso que será retirada mediante excavación y que se empleará posteriormente en el proceso de relleno y compactación, este material de sitio también puede utilizarse para trabajos de jardinería en la entrada de la edificación.

Se recomienda para la sección de **“Reducción las emisiones a la atmósfera”** la utilización de una lona de protección (*Tela verde Arpillera, fabricada de polipropileno/ Marca: AMC Ecuador*) alrededor de la zona para evitar la propagación de polvo alrededor del sector.

Se recomienda que antes de comenzar la actividad constructiva se brinde mantenimiento a todos los vehículos y equipos pesados, semipesados y ligeros, puesto que si alguno de estos no funciona de la forma esperada generaría gases que influirían en la contaminación atmosférica produciendo una afectación ambiental por los motores de las maquinarias.



Figura 5.15: Lona de Protección anti polvo

Fuente: CEPLASS, Colombia

- Para una **“Reducción de Ruido”** en la zona de trabajo es necesario verificar y dar mantenimiento regular a todos los equipos de manera que se encuentren en buen estado, puesto que en caso de encontrarse defectuosos pueden producirse ruidos molestos en la zona urbana que afecten a la población y a los visitantes del C.C. Paseo Shopping ubicado junto al terreno.

- En la sección de **“Uso Racional del Agua”** se indican recomendaciones del cuidado del recurso agua, las mismas que deben tomarse en consideración por ser un factor de gran importancia.

Se debe revisar el estado de las redes de agua potable, sanitaria y pluvial de la zona a la cual se conectarán las tuberías del edificio CAPBAH una vez terminada la construcción para evitar cualquier tipo de inconveniente tales como fugas o escapes.

Al construir la subestructura se debe controlar la cantidad de agua que se utilizará en la mezcla de hormigón de la losa de cimentación y el muro de contención.

Como se utilizará pintura anticorrosiva en los perfiles metálicos, se usará una lona protectora de plástico para evitar el derrame de la sustancia, ya que esta mezcla iría directamente en los cursos de agua.

Los equipos para su mantenimiento requieren de limpieza periódica, motivo por el cual, se recomienda la reutilización del agua provenientes de otras actividades, mediante su almacenamiento.

- Para un **“Ahorro de energía – eficiencia energética”** la recomendación del aprovechamiento de luz natural al trabajar durante la mañana y tarde (08:00am - 17:00 pm) evita un gasto innecesario por iluminación artificial, lo que ayuda de forma directa a los factores económicos y energéticos que pueden afectar al promotor del proyecto.
- La fase **“Gestión de Residuos”** establece las recomendaciones que se deben seguir al tratar con residuos provenientes de pinturas anticorrosivas de los perfiles metálicos, mezclas de hormigón, cemento y aditivos de la fundición de la losa de cimentación, muros de contención, losas colaborantes de la superestructura y otros.

Se debe brindar charlas de concientización ambiental a los trabajadores sobre como reciclar los diferentes tipos de residuos e indicarles cuales son los puntos de recolección dentro de la obra.

LISTADO DE DESECHOS PELIGROSOS ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

CODIFICACIÓN SUPLEMENTO REGISTRO OFICIAL N 856, MINISTERIO DEL AMBIENTE.

- **LISTADO No. 1: DESECHOS PELIGROSOS POR FUENTE ESPECIFICA**

Desechos sólidos/pastosos integrados principalmente por pinturas, lacas, barnices, resinas, tintas que contengan solventes orgánicos u otras sustancias peligrosas. **(C.20.06)**

Desechos resultantes de la producción, preparación de resinas, latex, plastificantes, colas o adhesivos. **(C.20.08)**

Desechos de construcción o demolición de edificios que contienen materiales peligrosos **(F.41.01)**

Materiales de construcción que contienen amianto/asbesto **(F.41.02)**

- **LISTADO No. 2: LISTADO DE DESECHOS PELIGROSOS POR FUENTE NO ESPECÍFICA**

Residuos de tintas, pinturas, resinas que contengan sustancias peligrosas y exhiban características de peligrosidad **(NE-49)**.

A continuación, se adjunta una tabla con los diferentes tipos de desechos que se generan en la obra, sus códigos y la disposición que tendrán.

Tabla 5.6: Desechos Sólidos Peligrosos y Disposición Final

Tipo de Desechos	CRTIB	Código	Código Basilea	Disposición y Almacenamiento
Envase y Restos de Desencofrantes.	C	NE-27	A4130	Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas. Almacenar de acuerdo con la reglamentación local.
				Se enviará a una compañía autorizada para la gestión de los desechos producido por los desencofrantes, con los envases serán vaciados y se eliminará como producto no usado.

Envase y Restos de Aditivos para concreto	C, I	NE-27	A4130	Conservar el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Los contenedores que se abren deben volverse a cerrar cuidadosamente y mantener en posición vertical para evitar pérdidas. Almacenar de acuerdo con la reglamentación local.
				Se enviará a una compañía autorizada para la gestión de los desechos producido por los desencofrantes, con los envases serán vaciados y se eliminará como producto no usado.
Envase y Restos de Pintura Anticorrosiva para Perfiles Metálicos	I, T	NE-27	A4130	Se debe almacenar en un área apropiada y segregada de oxidantes fuertes y ácidos fuertes, los recipientes deben estar bien cerrados.
	I, T	NE-49	Y12	Se debe evitar cualquier posible fuente de ignición, ubicar el objeto en lugares con pocas probabilidades de incendio/explosión.
				Se enviará a una compañía autorizada para la gestión de los desechos producido por los desencofrantes, con los envases serán vaciados y se eliminará como producto no usado.
Materiales de construcción que contienen asbesto (Cemento y Tejas)	C, T	F.41.02	Y36	Use equipo de protección personal. Manipúlese y ábrase el recipiente con prudencia. Minimice la generación y acumulación de polvo.
				No respirar el polvo. Evite el contacto con los ojos, la piel o la ropa. Evitar la exposición prolongada. Úsese solamente con la ventilación adecuada. Lávese cuidadosamente después de la manipulación. Consulte la sección 8 de la HDS sobre equipo de protección personal.
				Conserve el envase herméticamente cerrado en un lugar seco y bien ventilado. Evite el contacto con el agua y la humedad. Manténgase lejos de alimentos, bebidas y piensos. Manténgase fuera del alcance de los niños.
				Se debe enviar a un gestor de escombreras correspondientes, será ubicado en contenedores normales.
Madera tratada con productos Tóxicos para encofrados	T	F.41.01	Y18	Si los elimina o desecha como vienen en el formulario de compra, es preferible incinerarlos. En la mayoría de los estados se aceptan los desechos en tierra firme.
				No se requieren precauciones especiales de almacenamiento. Mantenga en un lugar fresco y seco, alejado de las llamas abiertas.

LISTADO DE DESECHOS NO PELIGROSOS ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

Tabla 5.7: Desechos No Peligrosos, Almacenamiento y Disposición Final

Tipo de Desecho	Disposición y Almacenamiento
Perfiles de Acero y Restos de Estructuras metálicas.	Se dispondrán en un contenedor específicamente para aceros, que serán vendidos a gestor correspondiente para su reciclaje.
Paneles de Encofrado en mal estado.	Se dispondrán en un contenedor, que será vendido a gestor correspondiente para su reciclaje.
Restos de Madera usadas en encofrado o para apuntalamientos en mal estado.	No se requieren precauciones especiales de almacenamiento. Mantenga en un lugar fresco y seco, alejado de las llamas abiertas. Será dispuesta a gestor correspondiente de Escombreras.
Hormigon y Mortero Endurecido.	Se dispondrán en un contenedor que será llevado a gestor correspondiente de Escombreras.
Sacos de Arena, Cemento, Piedras	Se acumularán en una zona, se procederá a ser reusados. De no ser reusable serán vendidos para su reciclaje.
Cajas de Cartón	Se acumularán en una zona, se procederá a ser reusados. De no ser reusable serán vendidos para su reciclaje.
Desechos Orgánicos	Se acumularán en una zona, y se procederá a disponerlos ante el gestor de desechos orgánicos competente del Cantón.

APÉNDICE B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ACTIVIDADES, ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS, JUSTIFICACIÓN DE CANTIDADES Y PROCESOS CONSTRUCTIVOS

1. OBRAS PROVISIONALES

1.1. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS

Descripción. - Este trabajo forma parte de los trabajos preliminares relacionados a la preparación del terreno, consiste en despejar del área de construcción todo tipo de material o vegetación que obstaculicen el trabajo de los obreros. En este rubro se incluye también la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad que establezca el Fiscalizador de la obra.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.1 Desbroce y Limpieza del Terreno.....	Metros Cuadrados
por medios mecánicos	

1.2. REPLANTEO Y NIVELACIÓN DEL TERRENO

Descripción. – El presente rubro consiste en trazar y marcar los puntos más importantes del plano a la realidad del terreno. Este trabajo debe realizarse con aparatos de precisión como niveles o estación total. Se deben colocar los hilos de los ejes, los cuales no se deben mover a lo largo del proceso de construcción sin previa autorización del Fiscalizador de Obra.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.2. Replanteo y Nivelación.....	Metros Cuadrados
del Terreno	

1.3. CERRAMIENTO PROVISIONAL

Descripción. – El presente rubro consiste en las actividades necesarias para aislar la zona de construcción de la edificación para evitar el ingreso de personas

no relacionadas a la obra. Se utilizarán placas de zinc con una altura mínima de 2m.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.3. Cerramiento Provisional.....	Metros

1.4. SERVICIOS HIGIÉNICOS PROVISIONALES

Descripción. – El presente rubro consiste en la instalación de servicios de higiene como aparatos sanitarios y lavamanos para el personal de la obra en lugares cercanos a la misma.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.4. Servicios Higiénicos Provisionales.....	Global

1.5. VALLAS Y ANUNCIOS PUBLICITARIOS

Descripción. – Este rubro presenta la elaboración y colocación de un banner publicitario para dar a conocer la obra que se está efectuando en el terreno cerrado a la comunidad cercana a la zona.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.5. Vallas y anuncios publicitarios.....	Unidad

1.6. CONSTRUCCIÓN PROVISIONAL

Descripción. – Construcción de instalaciones transitorias para el manejo administrativo y operacional de la obra para uso de todo el personal, además este rubro considera la construcción de una bodega para acumulación de los materiales.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.6. Construcción Provisional.....	Metros Cuadrados

1.7. INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE PROVISIONAL

Descripción. – Con el objetivo de satisfacer las necesidades de los trabajadores de la obra y demás personal, se realiza la respectiva instalación momentánea de agua potable para su uso en los servicios higiénico.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.7. Instalación de Agua Potable provisional.....	Global

1.8. INSTALACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVISIONAL

Descripción. – Con el objetivo de satisfacer la necesidades de los trabajadores de la obra y demás personal, se realiza la respectiva instalación provisoria de energía eléctrica para su uso en diferentes actividades de la obra a ejecutar.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
1.8. Instalación de Energía Eléctrica provisional.....	Global

2. MOVIMIENTO DE TIERRA

2.1. EXCAVACIÓN DE MATERIAL COMÚN A MÁQUINA Y DESALOJO

Descripción. – El presente rubro especifica la remoción de suelo mediante el uso de máquinas como retroexcavadora en suelos con presencia de limos y arcillas. Se excavará una profundidad de aproximadamente 2m. para el piso técnico.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2.1. Excavación de Material Común a máquina y desalojo.....	Metros Cúbicos

2.2. RELLENO PARA NIVELACIÓN CON MATERIAL DE SITIO

Descripción. – Consiste en todas las operaciones de relleno necesarias para alcanzar los niveles y cotas calculadas y establecidas previamente.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
2.2. Relleno para nivelación con material de sitio.....	Metros Cúbicos

3. CIMENTACIÓN

3.1. COLUMNAS DE GRAVA

3.1.1. COLUMNAS DE GRAVA CON DIÁMETRO D= 0.5M PARA ESTABILIZACIÓN DE TERRENO, INCLUYE EXCAVACIÓN.

Descripción. – Este rubro establece las operaciones necesarias para la construcción de columnas de grava de 10m. de profundidad con un ancho de 0.50m cada 2m. de separación entre cada una de ellas.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

3.1.1. Columnas de grava con diámetro d= 0.5m para estabilización de terreno, incluye excavación.....	Metros Cúbicos
---	----------------

3.2. LOSA DE CIMENTACIÓN

3.2.1. ACERO DE REFUERZO PARA CIMENTACIÓN FY= 4200 KG/CM2

Descripción. – Este rubro especifica las operaciones y/o actividades necesarias para colocar una cantidad adecuada de acero de refuerzo en la losa de hormigón armado para la cimentación.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

3.2.1. Acero de Refuerzo para cimentación	Kilogramos
---	------------

con $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

3.2.2. HORMIGÓN PREMEZCLADO EN CIMENTACIÓN F'C= 280 KG/CM2

Descripción. El hormigón premezclado con $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ se utiliza para la conformación de losas de cimentación, es la base de la edificación de hormigón.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

3.2.2. Hormigón Premezclado en cimentación	Metros Cúbicos
--	----------------

con $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$

3.3. AISLADORES SÍSMICOS

3.3.1. ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS ELASTOMÉTRICOS

Descripción. – Este rubro especifica los valores correspondientes a la compra de los dispositivos elastoméricos de base con núcleo de plomo, los equipos que intervienen en la instalación de los equipos y el transporte desde la ciudad de Guayaquil a Bahía de Caráquez.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

3.3.1. Adquisición e instalación de dispositivos.....	Unidad
---	--------

Elastoméricos.

3.3.2. ADQUISICIÓN E INSTALACIÓN DE LOS DESLIZADORES ELASTOMÉTRICOS

Descripción. – Este rubro especifica los valores correspondientes a la compra de los deslizadores sísmicos, los equipos que intervienen en la instalación de los equipos y el transporte desde la ciudad de Guayaquil a Bahía de Caráquez.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

3.3.1. Adquisición e instalación de los deslizadores	Unidad
--	--------

Elastoméricos

3.4. ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

3.4.1. VIGAS DE PISO F'C= 280 KG/CM2

Descripción. El hormigón premezclado con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ se utiliza para la conformación de las vigas colocadas sobre las placas de anclaje superiores de los aisladores elastoméricos.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

3.4.1. Vigas de Piso $f'c=280\text{Kg/cm}^2$	Metros Cúbicos
--	----------------

3.4.2. LOSA NERVADA F'C= 280 KG/CM2 (INCLUYE NERVIOS Y VIGAS SECUNDARIAS)

Descripción. El hormigón premezclado con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ se utiliza para la conformación de la losa nervada colocada sobre el piso técnico o sótano.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

3.4.2. Losa nervada $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ Metros Cúbicos
(Incluye nervios y vigas secundarias)

3.4.3. HORMIGÓN PREMEZCLADO EN DADOS $F'C= 280 \text{ KG/CM}^2$

Descripción. El hormigón premezclado con $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$ se utiliza para la conformación de los dados sobre los que se asentarán los aisladores elastoméricos de base con núcleo de plomo en el piso técnico o sótano.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
3.4.3. Hormigón Premezclado en losa con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	Metros Cúbicos

3.4.4. HORMIGÓN $F'C= 280 \text{ KG/CM}^2$ SOBRE LOSA DECK

Descripción. El hormigón premezclado con $f'c =280 \text{ kg/cm}^2$ se utiliza para la conformación de la losa colaborante, el cual se coloca sobre el Steel deck.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
3.4.4. Hormigón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ sobre losa deck.....	Metros Cúbicos

3.4.5. ACERO DE REFUERZO DE VIGAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS Y LOSA NERVADA $FY= 4200 \text{ KG/CM}^2$

Descripción. – Este rubro especifica las operaciones y/o actividades necesarias para colocar una cantidad adecuada de acero de refuerzo en las vigas principales, secundarias y la losa nervada del primer nivel de la edificación.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
3.4.5. Acero de Refuerzo de vigas principales, secundarias y losa nervada $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	Kilogramos

3.4.6. MALLA ELECTROSOLDADA LOSA $FY=5000 \text{ KG/CM}^2$

Descripción. – Este rubro especifica la utilización de una malla electrosoldada, la cual debe ser colocada de manera segura, debe encontrarse libre de cualquier materia extraña que pueda afectar su adherencia con el hormigón.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
3.4.7. Malla Electrosoldada Losa $f_y = 5000 \text{ kg/cm}^2$	Metros Cuadrados

4. SUPER-ESTRUCTURA

4.1. ESTRUCTURAS METÁLICAS

4.1.1. ESTRUCTURA DE ACERO: VIGAS METÁLICAS ASTM A-36

Descripción. – Este rubro especifica la instalación de las vigas metálicas en la estructura con un grúa y soldadora en cada nivel de la edificación.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
4.1.1. Estructura de Acero: Vigas Metálicas ASTM A-36.....	Kilogramos

4.1.2. ESTRUCTURAS DE ACERO: COLUMNAS METÁLICAS ASTM A-36

Descripción. – Este rubro especifica la instalación de las columnas metálicas en la estructura con un grúa y soldadora en cada nivel de la edificación.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
4.1.2. Estructura de Acero: Columnas Metálicas ASTM A-36.....	Kilogramos

4.1.3. PLACA COLABORANTE $e=0.65$

Descripción. – Este rubro especifica la instalación de la placa colaborante sobre las vigas metálicas de los diferentes niveles.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
4.1.3. Placa Colaborante $e=0.65$	Metros Cuadrados

4.1.4. ACERO DE REFUERZO PARA LOSA $FY = 4200 \text{ KG/CM}^2$

Descripción. – Este rubro especifica las operaciones y/o actividades necesarias para colocar una cantidad adecuada de acero de refuerzo en la losa de hormigón armado de los diferentes niveles.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

4.1.4. Acero de Refuerzo para cimentación con $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$...Kilogramos

4.1.5. MALLA ELECTROSOLDADA LOSA $FY=5000 \text{ KG/CM}^2$

Descripción. – Este rubro especifica el suministro de una malla electrosoldada, la cual debe ser colocada de manera segura, debe encontrarse libre de cualquier materia extraña que pueda afectar su adherencia con el hormigón.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

4.1.5. Malla Electrosoldada Losa $f_y= 5000 \text{ kg/cm}^2$	Metros Cuadrados
--	------------------

4.1.6. PLANCHA BASE $e=35\text{mm}$ ASTM A-50

Descripción. – Este rubro especifica la instalación de la plancha base donde se coloca el aislador elastomérico de base del piso técnico.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

4.1.6. Plancha base $e=0.35\text{mm}$ ASTM A-50.....	Metros Cuadrados
--	------------------

4.1.7. ESTRUCTURA DE ACERO: COLUMNAS METÁLICAS ASTM A-50

Descripción. – Este rubro especifica la instalación de las columnas metálicas en la estructura con un grúa y soldadora en cada nivel de la edificación.

Nº del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
---	---------------------------

4.1.7. Estructura de Acero: Columnas Metálicas ASTM A-50.....	Kilogramos
---	------------

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.3 **Unidad** m.
Detalle: Cerramiento Provisional
Rendimiento: 6 **Unidades/hora** 0.167 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores (5% Mano de Obra)		-	-	-	0.1567
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.1567

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de Obra EO C1	0.2000	4.0100	0.8020	0.1667	0.1337
Carpintero EO D2	2.0000	3.6300	7.2600	0.1667	1.2100
Peón EO E2	3.0000	3.5800	10.7400	0.1667	1.7900
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					3.1337

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos	kg	0.0500	2.9000	0.145	
Tiras	m	2.0000	4.2000	8.4	
Bisagras 1"	u	0.0100	9.0000	0.09	
Cuartones	u	1.5000	3.0000	4.5	
Planchas de Zinc 12 "	m	0.5000	12.2300	6.115	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA)				19.2500	

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN			DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
						-	-
						-	0
						-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)							-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	22.5404
2	GASTOS GENERALES(GG)	6.00% x (CD)	1.3524
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	0.9016
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	2.2540
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	27.0484
	VALOR OFERTADO		27.05

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.5 **Unidad** u.
Detalle: Vallas y avisos publicitarios
Rendimiento: 3 **Unidades/hora** 0.333 **Horas/unid**

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
Herramientas Menos (5% Mano de Obra)		-	-	-	0.1200		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.1200		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
Maestro de Obra EO C1	0.0100	4.0100	0.0401	0.3333	0.0134		
Peón EO E2	2.0000	3.5800	7.1600	0.3333	2.3867		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					2.4000		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
Cajetín Metálico	u	1.0000	20.0000	20			
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=210 kg/cm2	saco	1.0000	100.0000	100			
Letrero informativo de aluminio	u	1.0000	250.0000	250			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
		-	-	-			
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				370.0000			
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
		-	-	-	-		
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-		
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)			TOTAL CD:	372.5200		
2	GASTOS GENERALES(GG) 6.00%			x (CD)	22.3512		
3	UTILIDAD (UT) 4.00%			x (CD)	14.9008		
4	OTROS INDIRECTOS (OI) 10.00%			x (CD)	37.2520		
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO			GG+UT+OI+CD	447.0240		
	VALOR OFERTADO				447.02		

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.6 **Unidad:** m2.
Detalle: Construcción Provisional
Rendimiento: 2.34 **Unidades/hora:** 0.427 **Horas/unid:**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas menores (5% de Mano de obra)		-	-	-	0.4707
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.4707

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de Obra EO C1	0.1000	4.0100	0.4010	0.4274	0.1714
Peón EO E2	3.0000	3.5800	10.7400	0.4274	4.5897
Albañil EO D2	1.0000	3.6300	3.6300	0.4274	1.5513
Carpintero EO D2	2.0000	3.6300	7.2600	0.4274	3.1026
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					9.4150

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Tiras	m	3.0000	4.2000		12.6
Bisagras 1"	u	0.0100	9.0000		0.09
Cuartones	u	3.0000	3.0000		9
Clavos	u	0.1000	2.9000		0.29
Arena	m3	0.0500	0.0780		0.0039
Material de Piedra Triturado	m3	0.1000	12.8000		1.28
Cemento Tipo I (en Obra)	saco	0.6000	7.5000		4.5
Plywood 12 mm	u	0.6000	21.7400		13.044
		-	-		0
		-	-		0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					40.8079

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-	-	-
		-	-	0
		-	-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)				-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	50.6936
2	GASTOS GENERALES(GG) 6.00%	x (CD)	3.0416
3	UTILIDAD (UT) 4.00%	x (CD)	2.0277
4	OTROS INDIRECTOS (OI) 10.00%	x (CD)	5.0694
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	60.8323
	VALOR OFERTADO		60.83

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.7 **Unidad:** Global
Detalle: Instalación de agua potable provisional
Rendimiento: Unidades/hora 0.300 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores (5% de Mano de Obra)		-	-	-	0.3894
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.3894

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de Obra EO C1	0.2000	4.0100	0.8020	0.3000	0.2406
Plomero EO D2	1.0000	3.6300	3.6300	0.3000	1.0890
Peón EO E2	4.0000	3.5800	14.3200	0.3000	4.2960
Albañil EO D2	1.0000	3.6300	3.6300	0.3000	1.0890
Ayudante Plomero EO E2	1.0000	3.5800	3.5800	0.3000	1.0740
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					7.7886

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Neplos, codos, goma, etc.	Global	3.0000	0.5500	1.65	
Tubería PVC Presión D=32 mm	m	5.0000	3.5000	17.5	
LLAVE DE PASO 1/2 CROMADO	u	1.0000	5.9400	5.94	
Unión 1/2"	u	1.0000	0.3600	0.36	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				25.4500	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	33.6280
2	GASTOS GENERALES(GG) 6.00%	x (CD)	2.0177
3	UTILIDAD (UT) 4.00%	x (CD)	1.3451
4	OTROS INDIRECTOS (OI) 10.00%	x (CD)	3.3628
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	40.3536
	VALOR OFERTADO		40.35

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.8 **Unidad:** Global
Detalle: Instalación de energía eléctrica provisional
Rendimiento: 5.000 **Horas/unid** **Unidades/hora:**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas Menores (5% Mano de Obra)		-	-	-	2.8980
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.8980

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de Obra EO C1	0.2000	4.0100	0.8020	5.0000	4.0100
Electricista EO D2	1.0000	3.6300	3.6300	5.0000	18.1500
Ayudante de Electricista EO E2	2.0000	3.5800	7.1600	5.0000	35.8000
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					57.9600

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Disyuntores (breakers)	u	1.0000	15.0000	15	
CABLE ELECTRICO #06	m	15.0000	1.9500	29.25	
Interruptor Simple	u	4.0000	3.0000	12	
Tomacorriente 120V	u	4.0000	3.8000	15.2	
Luminaria LED de Aplique 15W 5000K	u	2.0000	30.0000	60	
Focos	u	4.0000	0.8000	3.2	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
		-	-	0	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				134.6500	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	195.5080
2	GASTOS GENERALES(GG) 6.00%	x (CD)	11.7305
3	UTILIDAD (UT) 4.00%	x (CD)	7.8203
4	OTROS INDIRECTOS (OI) 10.00%	x (CD)	19.5508
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	234.6096
	VALOR OFERTADO		234.61

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 2.1 **Unidad:** m3
Detalle: Excavación de material común a máquina y desalojo
Rendimiento: 30 **Unidades/hora** 0.033 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Retroexcavadora	1.0000	30.0000	30.0000	0.0333	1.0000
Volqueta	1.0000	30.0000	30.0000	0.0333	1.0000
Herramientas Menores (5% Mano de Obra)		-	-	-	0.0368
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.0368

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de Obra	EO C1	0.1000	4.0100	0.4010	0.0333	0.0134
Peón	EO E2	2.0000	3.5800	7.1600	0.0333	0.2387
Operador Retroexcavadora	EO C1	1.0000	4.0100	4.0100	0.0333	0.1337
Ayudante	EO E2	1.0000	3.5800	3.5800	0.0333	0.1193
Operador de Camion articulado con volteo	EO C1	1.0000	4.0100	4.0100	0.0333	0.1337
Engrasador o abastecedor responsable	EO D2	0.8000	3.6300	2.9040	0.0333	0.0968
			-	-	-	-
			-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						0.7355

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
			-	0
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				-

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Desalojo de Material		3.00	m3	3.0000	0.2700	2.4300
			-		-	0
			-		-	0
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)						2.4300

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	5.2023
2	GASTOS GENERALES(GG)	6.00% x (CD)	0.3121
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	0.2081
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	0.5202
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	6.2427
	VALOR OFERTADO		6.24

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 3.1.1

Unidad u

Detalle: Columnas de grava con diámetro D= 0.5m para estabilización de terreno, incluye excavación.

Rendimiento: Unidades/hora

2.000 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Barrenadora	1.0000	75.0000	75.0000	2.0000	150.0000
Grúa de Barrenado + camisa metálica	1.0000	75.0000	75.0000	2.0000	150.0000
Martillo de golpe a diessel	1.0000	100.0000	100.0000	2.0000	200.0000
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					500.0000

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Operador de Grúa EO C1	1.0000	4.0100	4.0100	2.0000	8.0200
Chofer: Para camiones pesados y extrapesados con o sin remolque de mas de 4 toneladas (Estr. Oc. C1) EO C1	1.0000	4.0100	4.0100	2.0000	8.0200
Albañil EO D2	4.0000	3.6300	14.5200	2.0000	29.0400
Ayudante EO E2	1.0000	3.5800	3.5800	2.0000	7.1600
Peón EO E2	3.0000	3.5800	10.7400	2.0000	21.4800
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					73.7200

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Grava	m3	1.0000	12.0000	12
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
		-	-	-
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				12.0000

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	-	
		-		-	-	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	585.7200
2	GASTOS GENERALES(GG)	6.00% x (CD)	35.1432
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	23.4288
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	58.5720
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	702.8640
	VALOR OFERTADO		702.86

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 3.4.1 **Unidad:** m3
Detalle: Vigas de Piso f'c=280 kg/cm2
Rendimiento: **Unidades/hora:** **Horas/unid:** 0.530

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Vibrador de Manguera	1.0000	3.0000	3.0000	0.5300	1.5900
Herramientas Menores (5% de Mano de Obra)		-	-	-	0.9654
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					2.5554

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de Obra	EO C1	1.0000	4.0100	4.0100	0.5300	2.1253
Albañil	EO D2	2.0000	3.6300	7.2600	0.5300	3.8478
Peón	EO E2	5.0000	3.5800	17.9000	0.5300	9.4870
Carpintero	EO D2	2.0000	3.6300	7.2600	0.5300	3.8478
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					19.3079	

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Encofrado	kg	7.0000	4.0500	28.3500
Curador Químico	u	1.0000	2.8600	2.8600
Desmoldante	u	1.0000	1.5000	1.5000
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1.0000	116.0000	116.0000
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
	-	-	-	-
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				148.7100

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	170.5733
2	GASTOS GENERALES(GG)	6.00% x (CD)	10.2344
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	6.8229
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	17.0573
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	204.6880
	VALOR OFERTADO		204.69

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 3.4.2 **Unidad:** m3
Detalle: Losa Nervada f'c=280 kg/cm2 (Incluye nervios y vigas secundarias)
Rendimiento: **Unidades/hora:** **Horas/unid:** 1.000

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Vibrador de Manguera	1.0000	4.0000	4.0000	1.0000	4.0000
Herramientas Menores (5% de Mano de Obra)		-	-	-	2.6639
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					6.6639

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de Obra	EO C1	0.7000	4.0100	2.8070	1.0000	2.8070
Albañil	EO D2	4.0000	3.6300	14.5200	1.0000	14.5200
Peón	EO E2	7.0000	3.5800	25.0600	1.0000	25.0600
Carpintero	EO D2	3.0000	3.6300	10.8900	1.0000	10.8900
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)						53.2770

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
Clavos	kg	0.1000	2.9000	0.2900
Tablas de encofrado	u	4.0000	2.8600	11.4400
Cuarterones	u	3.0000	3.0000	9.0000
Tiras de encofrado (3 usos)	u	1.0000	2.0000	2.0000
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1.0000	116.0000	116.0000
			-	-
			-	-
			-	-
			-	-
			-	-
			-	-
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				138.7300

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN			DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
						-	-
						-	-
						-	-
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)							-

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	198.6709
2	GASTOS GENERALES(GG)	6.00% x (CD)	11.9203
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	7.9468
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	19.8671
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	238.4050
	VALOR OFERTADO		238.41

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 3.4.3 **Unidad:** m3
Detalle: Hormigón premezclado en dados f'c=280 kg/cm2
Rendimiento: **Unidades/hora:** 0.700 **Horas/unid:**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Vibrador de Manguera	1.0000	4.0000	4.0000	0.7000	2.8000	
Herramientas Menores (5% de Mano de Obra)		-	-	-	1.1076	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					3.9076	

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de Obra	EO C1	0.7000	4.0100	2.8070	0.7000	1.9649
Albañil	EO D2	2.0000	3.6300	7.2600	0.7000	5.0820
Peón	EO E2	4.0000	3.5800	14.3200	0.7000	10.0240
Carpintero	EO D2	2.0000	3.6300	7.2600	0.7000	5.0820
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					22.1529	

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Clavos	kg	0.1000	2.9000	0.2900	
Tablas de encofrado	u	3.0000	2.8600	8.5800	
Cuarterones	u	2.0000	3.0000	6.0000	
Tiras de encofrado (3 usos)	u	1.0000	2.0000	2.0000	
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1.0000	116.0000	116.0000	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				132.8700	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	158.9305
2	GASTOS GENERALES(GG)	6.00% x (CD)	9.5358
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	6.3572
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	15.8931
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	190.7167
	VALOR OFERTADO		190.72

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 3.4.4 **Unidad:** m3
Detalle: Hormigón f'c =280 kg/cm2 sobre losa deck
Rendimiento: **Unidades/hora:** 4.000 **Horas/unid:**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Vibrador de Manguera	1.0000	4.0000	4.0000	4.0000	16.0000	
Herramientas Menores (5% de Mano de Obra)		-	-	-	6.6344	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					22.6344	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de Obra EO C1	0.2000	4.0100	0.8020	4.0000	3.2080	
Albañil EO D2	3.0000	3.6300	10.8900	4.0000	43.5600	
Peón EO E2	6.0000	3.5800	21.4800	4.0000	85.9200	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					132.6880	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Clavos	kg	0.1000	2.9000	0.2900		
Tablas de encofrado	u	3.0000	2.8600	8.5800		
Cuartones	u	2.0000	3.0000	6.0000		
Tiras de encofrado (3 usos)	u	1.0000	2.0000	2.0000		
Hormigon Premezclado Cemento Portland f'c=280 kg/cm2	m3	1.0000	116.0000	116.0000		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
SUBTOTAL MATERIALES (MA)					132.8700	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-	-	-	
			-	-	-	
			-	-	-	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR) TOTAL CD:					288.1924
2	GASTOS GENERALES(GG) 6.00% x (CD)					17.2915
3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)					11.5277
4	OTROS INDIRECTOS (OI) 10.00% x (CD)					28.8192
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD					345.8309
	VALOR OFERTADO					345.83

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 3.4.6 **Unidad:** kg
Detalle: Malla electrosoldada losa fy=5000 kg/cm2
Rendimiento: **Unidades/hora:** **Horas/unid:** 0.030

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Cortadora-Dobladora	1.0000	1.6000	1.6000	0.0300	0.0480	
Herramientas Menores (5% de Mano de Obra)		-	-	-	0.0240	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0720	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de Obra EO C1	0.4000	4.0100	1.6040	0.0300	0.0481	
Fierrero EO D2	1.0000	3.6300	3.6300	0.0300	0.1089	
Peón EO E2	3.0000	3.5800	10.7400	0.0300	0.3222	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
		-	-	-	-	
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.4792	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	kg	1.0000	0.9500	0.95		
ALAMBRE GALVANIZADO	lb	0.1000	0.1000	0.01		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
		-	-	-		
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				0.9600		
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		-		-	-	
		-		-	0	
		-		-	0	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	
				1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:		1.5112
				2 GASTOS GENERALES 6.00% x (CD)		0.0907
				3 UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)		0.0604
				4 OTROS INDIRECTOS 10.00% x (CD)		0.1511
				5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD		1.8134
				VALOR OFERTADO		1.81

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro:	4.1.1	Unidad	kg.
Detalle:	Estructura de Acero: Vigas Metálicas ASTM A-36		
Rendimiento:	60	Unidades/hora	0.017 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Soldadora	0.4000	1.5000	0.6000	0.0167	0.0100
Grúa 1	0.3000	55.0000	16.5000	0.0167	0.2750
		-	-	-	-
Herramientas Menores (5% Mano de Obra)		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.2850

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Inspector de Obra EO B3	0.3000	4.0200	1.2060	0.0167	0.0201
Ayudante operador de equipo EO E2	2.0000	3.5800	7.1600	0.0167	0.1193
Maestro soldador especializado EO C1	1.0000	4.0100	4.0100	0.0167	0.0668
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.2063

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Pintura Anticorrosiva	gal	0.0300	20.0000	0.6000	
Acero Estructural	Kg	1.1000	1.6500	1.8150	
Soldadura	Kg	0.1200	1.1500	0.1380	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
		-	-	-	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)					2.5530

TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN			DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
					-	-	-
					-	-	-
					-	-	-
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)							-

1	COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	3.0443
2	GASTOS GENERALES (GG)	6.00% x (CD)	0.1827
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	0.1218
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	0.3044
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	3.6531
	VALOR OFERTADO		3.65

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 4.1.5 **Unidad:** kg
Detalle: Malla electrosoldada losa fy=5000 kg/cm2
Rendimiento: **Unidades/hora:** 0.030 **Horas/unid:**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cortadora-Dobladora	1.0000	1.6000	1.6000	0.0300	0.0480
Herramientas Menores (5% de Mano de Obra)		-	-	-	0.0240
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.0720

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de Obra EO C1	0.4000	4.0100	1.6040	0.0300	0.0481
Fierrero EO D2	1.0000	3.6300	3.6300	0.0300	0.1089
Peón EO E2	3.0000	3.5800	10.7400	0.0300	0.3222
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.4792

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Acero en varillas fy=4200 kg/cm2	kg	1.0000	0.9500	0.95	
ALAMBRE GALVANIZADO	lb	0.1000	0.1000	0.01	
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				0.9600	

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-	

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+TR)	TOTAL CD:	1.5112
2	GASTOS GENERALES(GG)	6.00% x (CD)	0.0907
3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)	0.0604
4	OTROS INDIRECTOS (OI)	10.00% x (CD)	0.1511
5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI+CD	1.8134
	VALOR OFERTADO		1.81

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

PROYECTO:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA EDIFICACIÓN SISMO RESISTENTE DE 4 NIVELES PARA LA CAPITANÍA DE BAHÍA DE CARÁQUEZ – ZONA SUCEPTIBLE A LICUEFACCIÓN
------------------	---

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 4.1.7. **Unidad:** kg
Detalle: Estructura de Acero: Vigas Metálicas ASTM A-50
Rendimiento: 50 **Unidades/hora:** 0.020 **Horas/unid**

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
Soldadora	0.4000	1.5000	0.6000	0.0200	0.0120		
Grúa 1	0.3000	55.0000	16.5000	0.0200	0.3300		
Herramientas Menores (5% Mano de Obra)					0.0040		
					-		
					-		
					-		
					-		
					-		
SUBTOTAL EQUIPOS (EQ.)					0.3460		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO		
Inspector de Obra EO B3	0.3000	4.0200	1.2060	0.0200	0.0241		
Ayudante operador de equipo EO E2	2.0000	3.5800	7.1600	0.0200	0.1432		
Maestro soldador especializado EO C1	1.0000	4.0100	4.0100	0.0200	0.0802		
					-		
					-		
					-		
					-		
					-		
SUBTOTAL MANO DE OBRA (MO)					0.2475		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
Pintura Anticorrosiva	m ³	0.0300	20.0000	0.6000			
Acero Estructural	Kg	1.1000	1.6500	1.8150			
Soldadura	Kg	0.1200	1.1500	0.1380			
				-			
				-			
				0			
				0			
				0			
				0			
				0			
SUBTOTAL MATERIALES (MA.)				2.5530			
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
					-		
					0		
					0		
SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)					-		
	1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:					3.1465	
	2 GASTOS GENERALES 6.00% x (CD)					0.1888	
	3 UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)					0.1259	
	4 OTROS INDIRECTOS 10.00% x (CD)					0.3147	
	5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD					3.7758	
	VALOR OFERTADO					3.78	

**VALOR OFERTADO NO INCLUYE IVA

APÉNDICE C

DIAGRAMAS DE HISTÉRESIS

RESULTADOS DE ANALISIS NO LINEAR USANDO MÉTODO DE INTEGRACIÓN DIRECTA (DBE)

- LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (100% U1 + 30% U2)

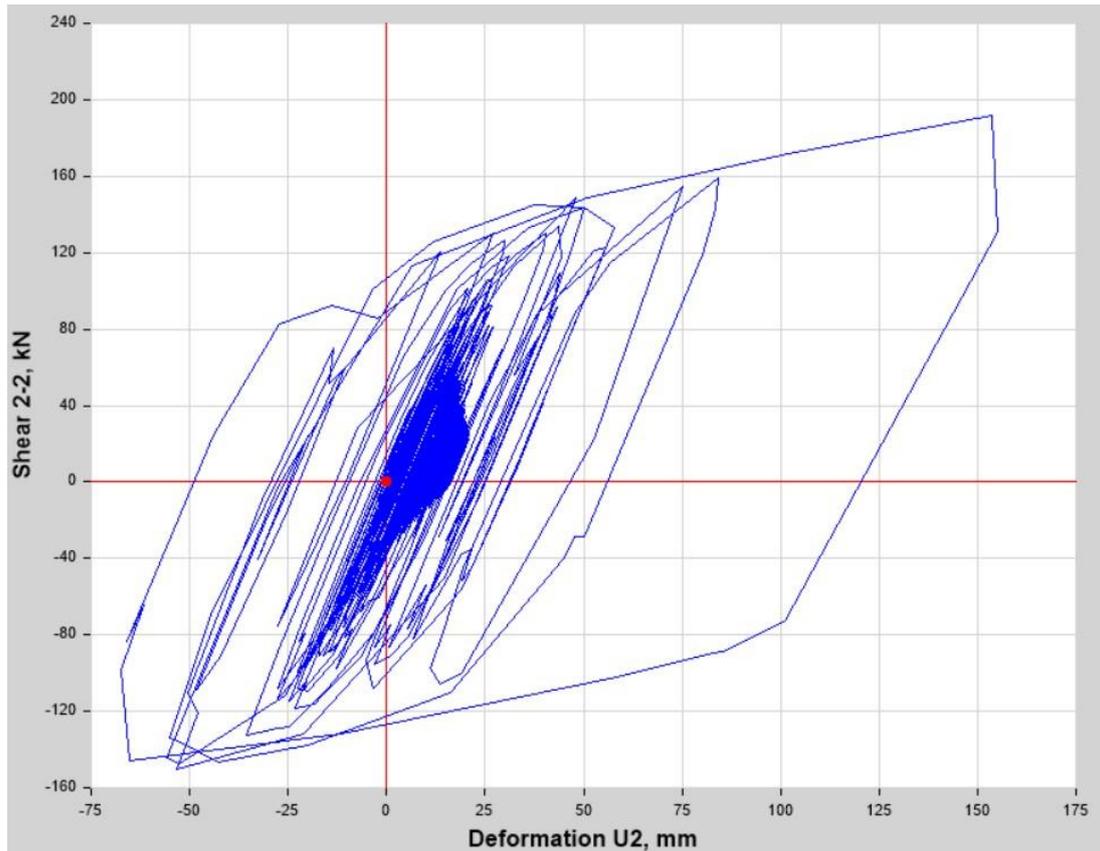


Figura 5.16 K3 Lazo de Histéresis

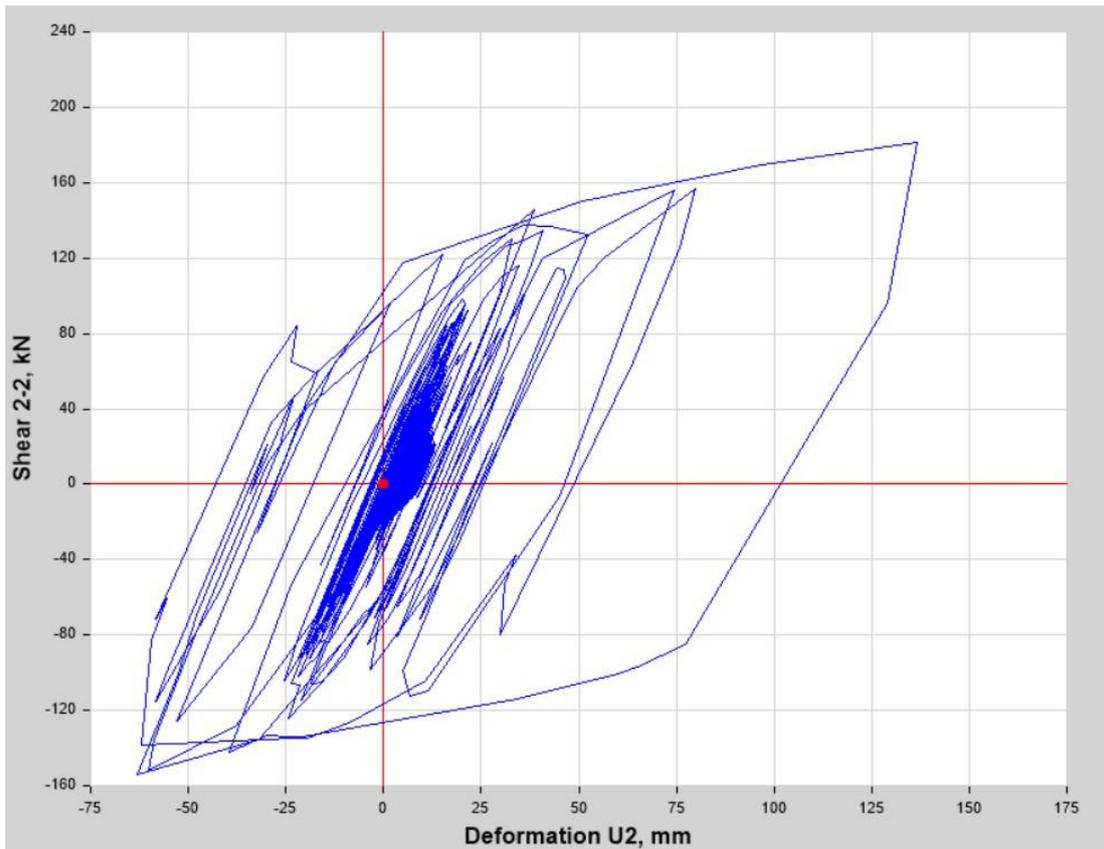


Figura 5.17 Diagrama de Histéresis K6

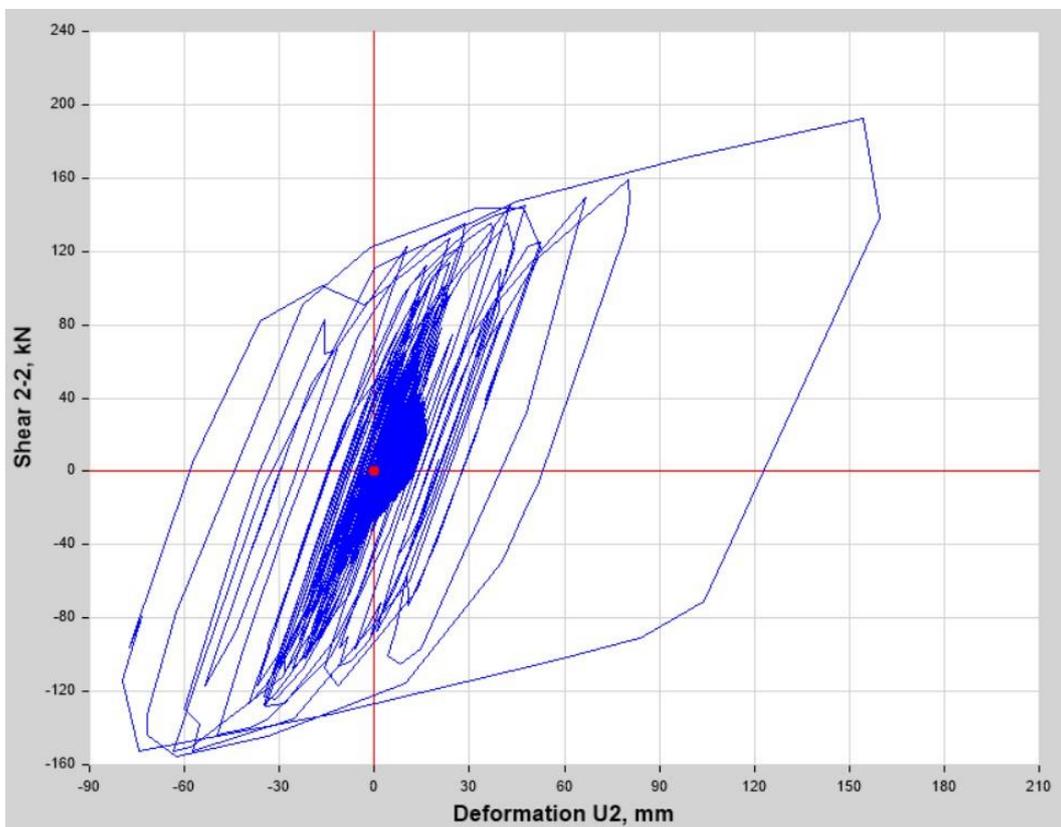


Figura 5.18 Diagrama de Histéresis K7

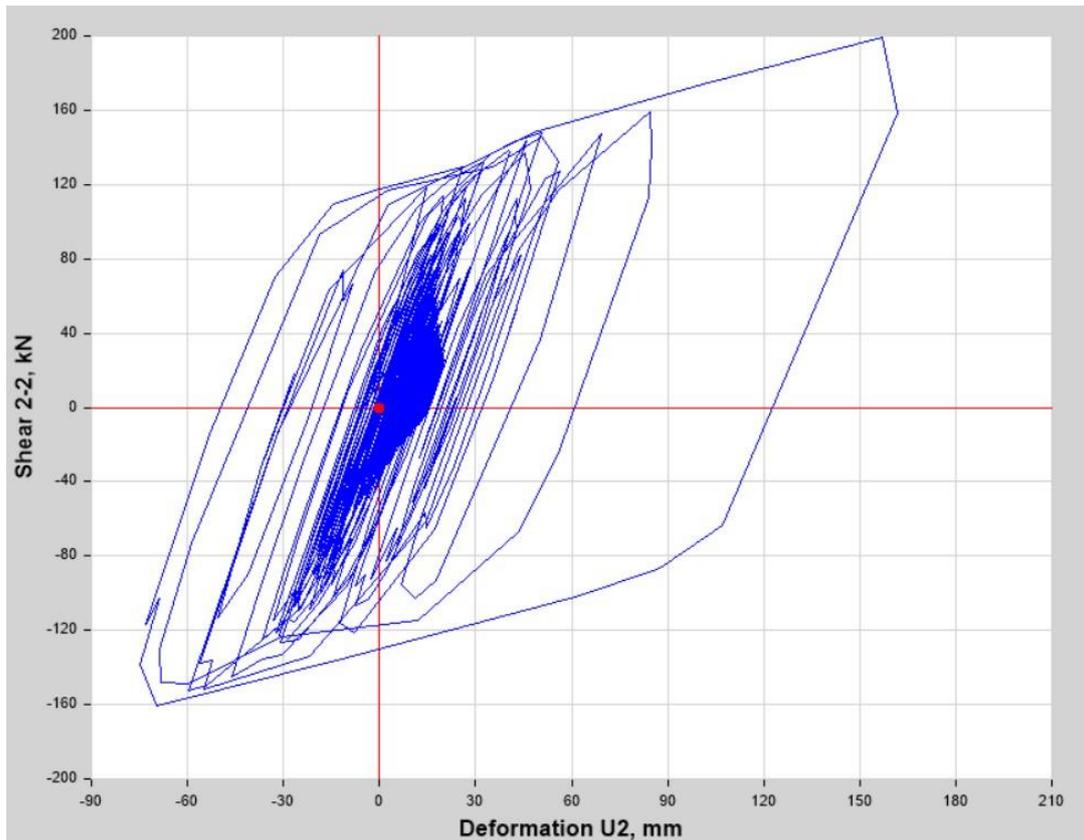


Figura 5.19 Diagrama de Histéresis K9

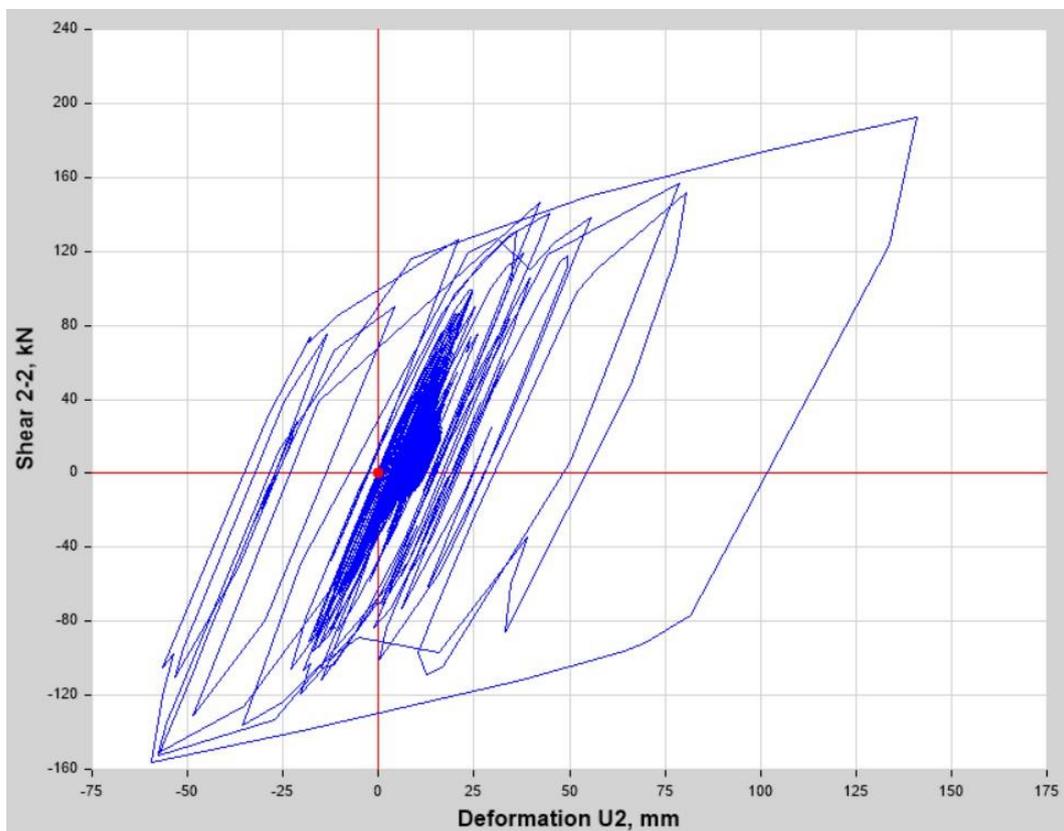


Figura 5.20 Diagrama de Histéresis K11

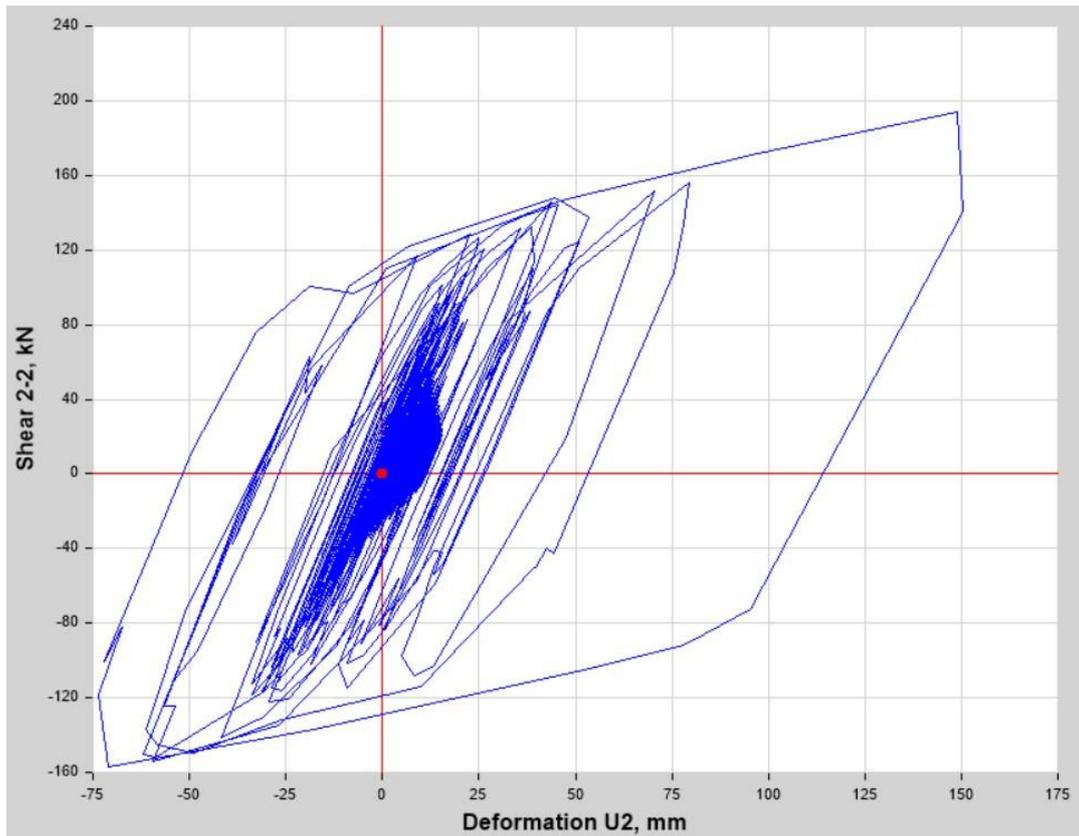


Figura 5.21 Diagrama de Histéresis K13

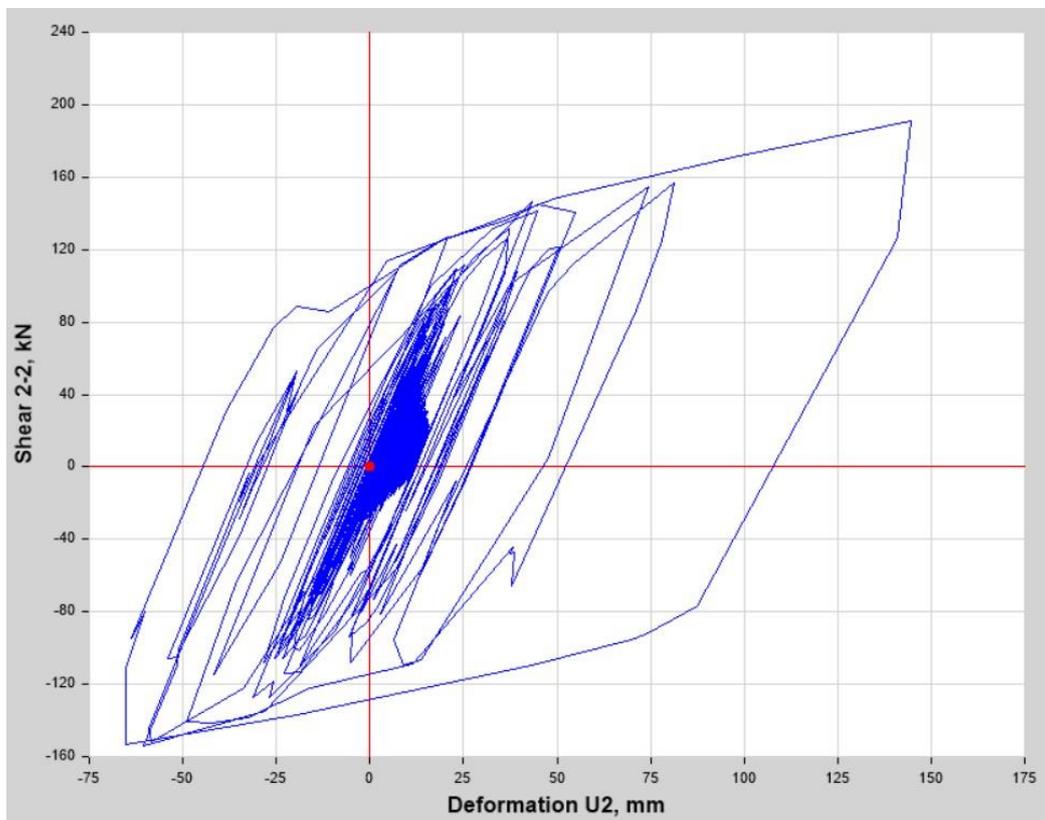


Figura 5.22 Diagrama de Histéresis K14

- **LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (30% U1 + 100%U2) (DBE)**

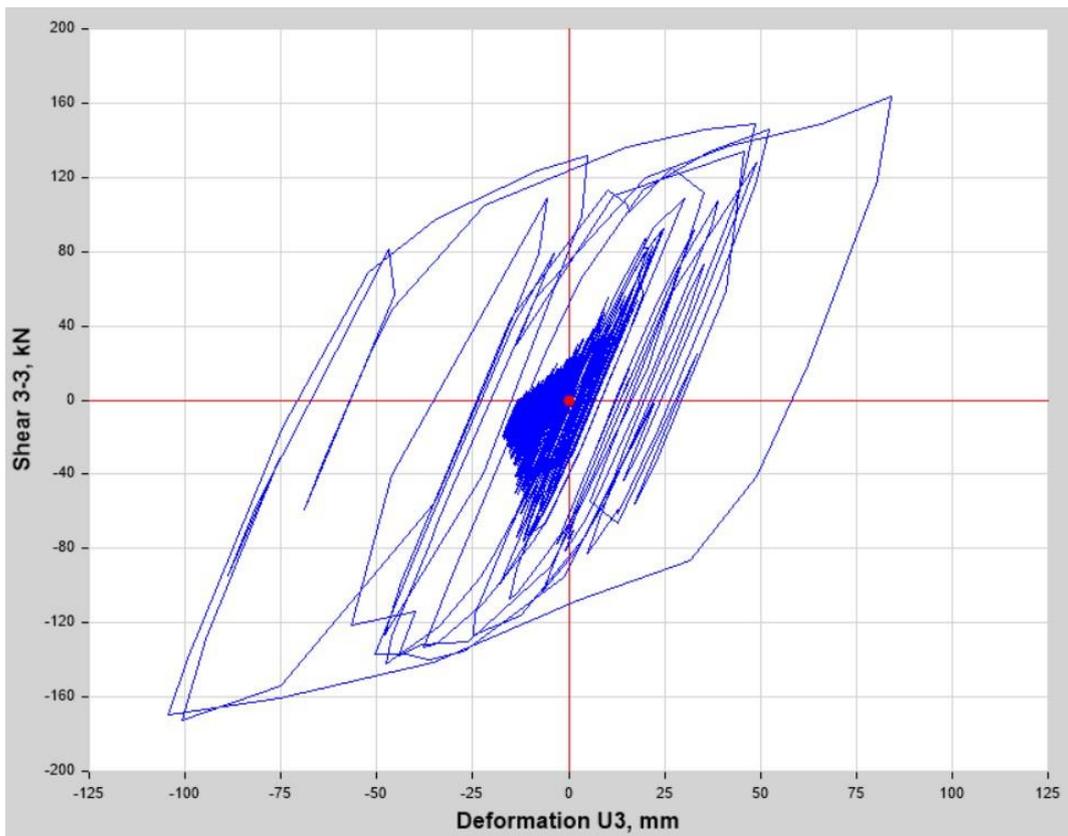


Figura 5.23 Diagrama de Histéresis K7

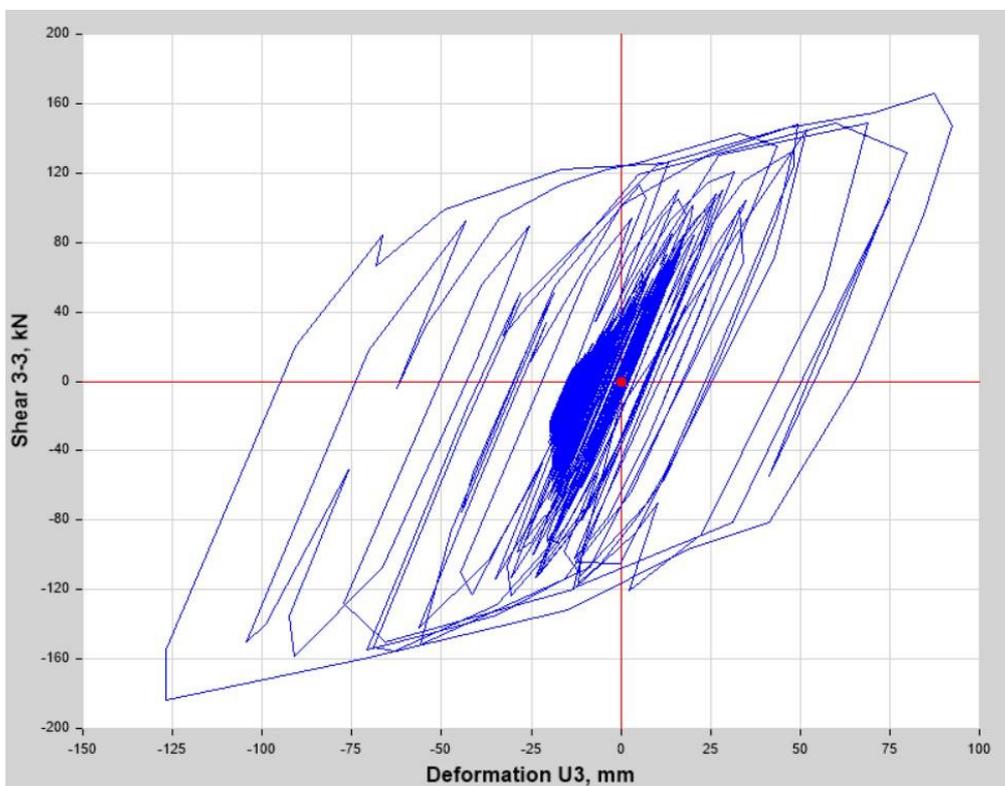


Figura 5.24 Diagrama de Histéresis K9

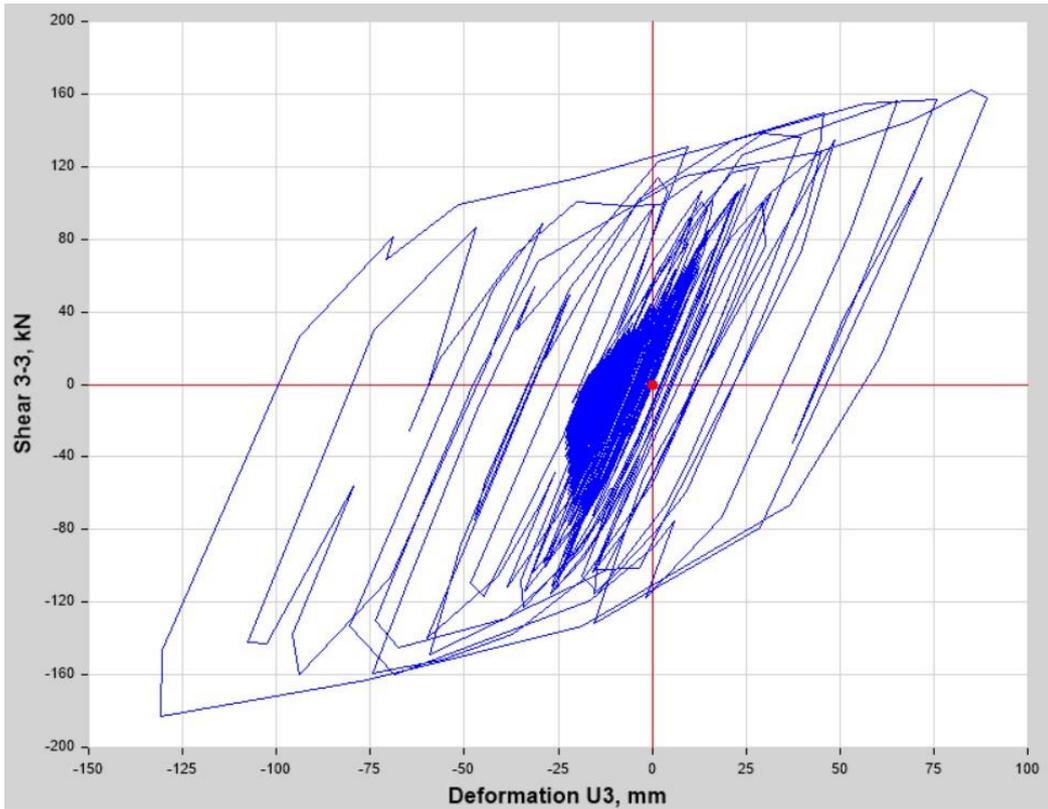


Figura 5.25 Diagrama de Histéresis K11

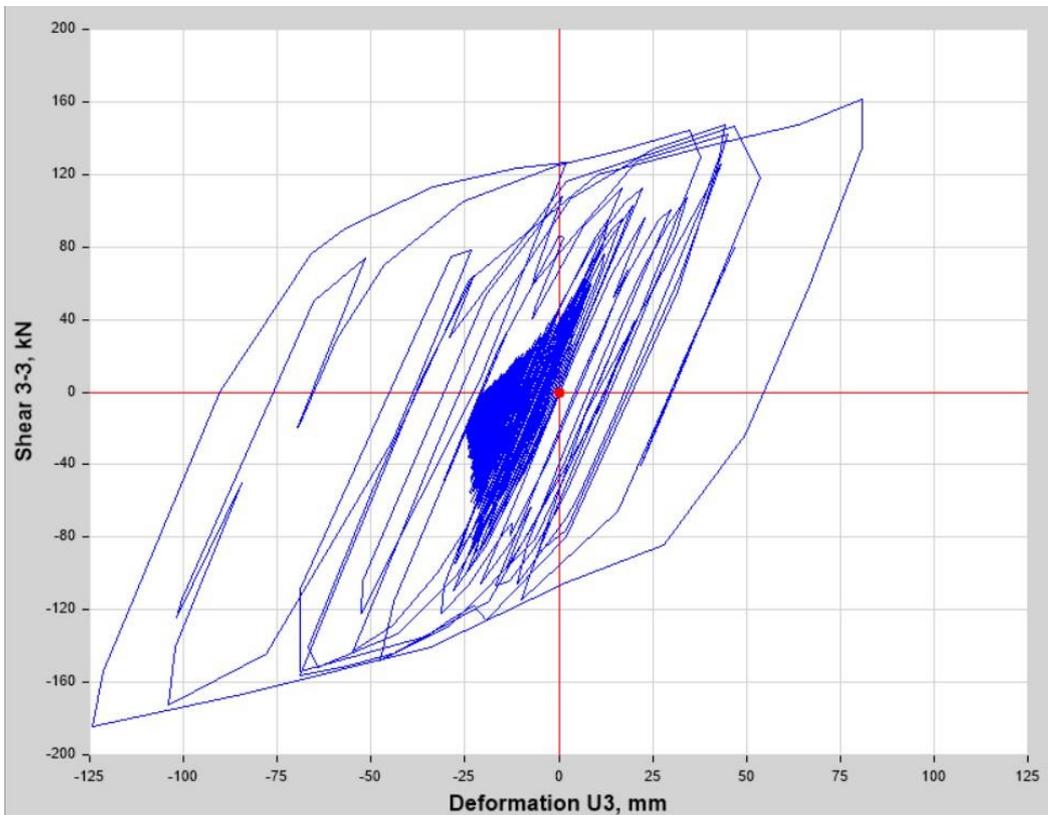


Figura 5.26 Diagrama de Histéresis K13

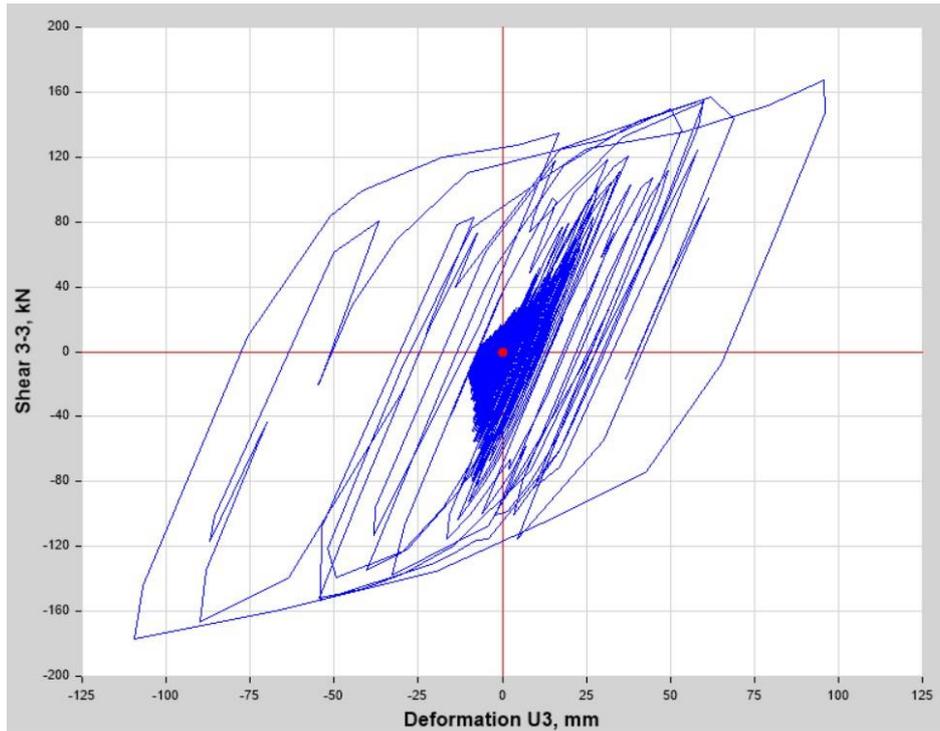


Figura 5.27 Diagrama de Histéresis K14

RESULTADOS DE ANALISIS NO LINEAR USANDO MÉTODO DE INTEGRACIÓN DIRECTA (MCE)

- **LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (100% U1 + 30% U2)**

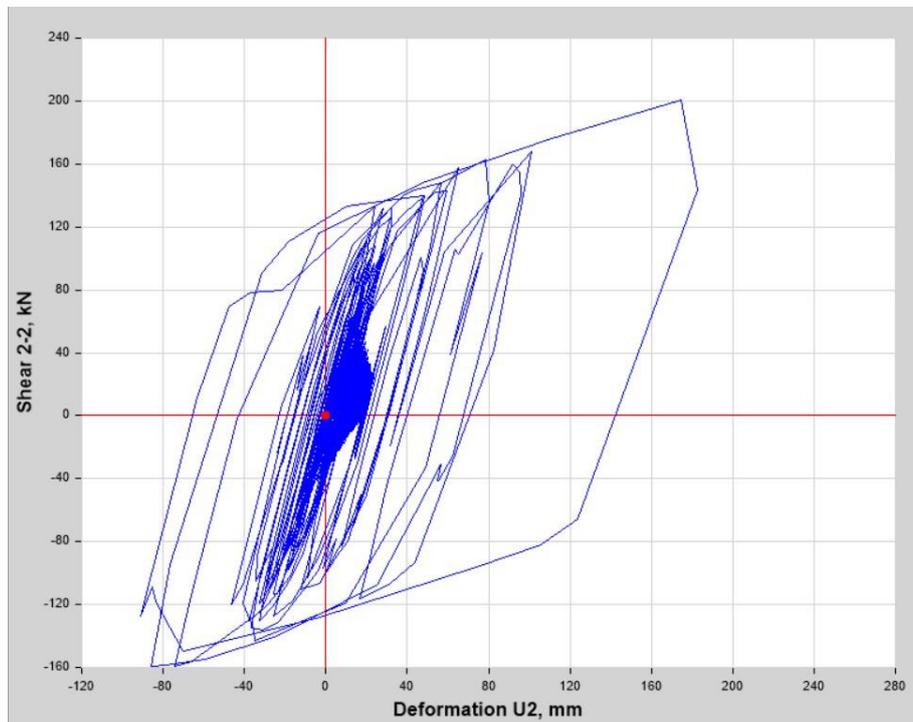


Figura 5.28 Diagrama de Histéresis K3

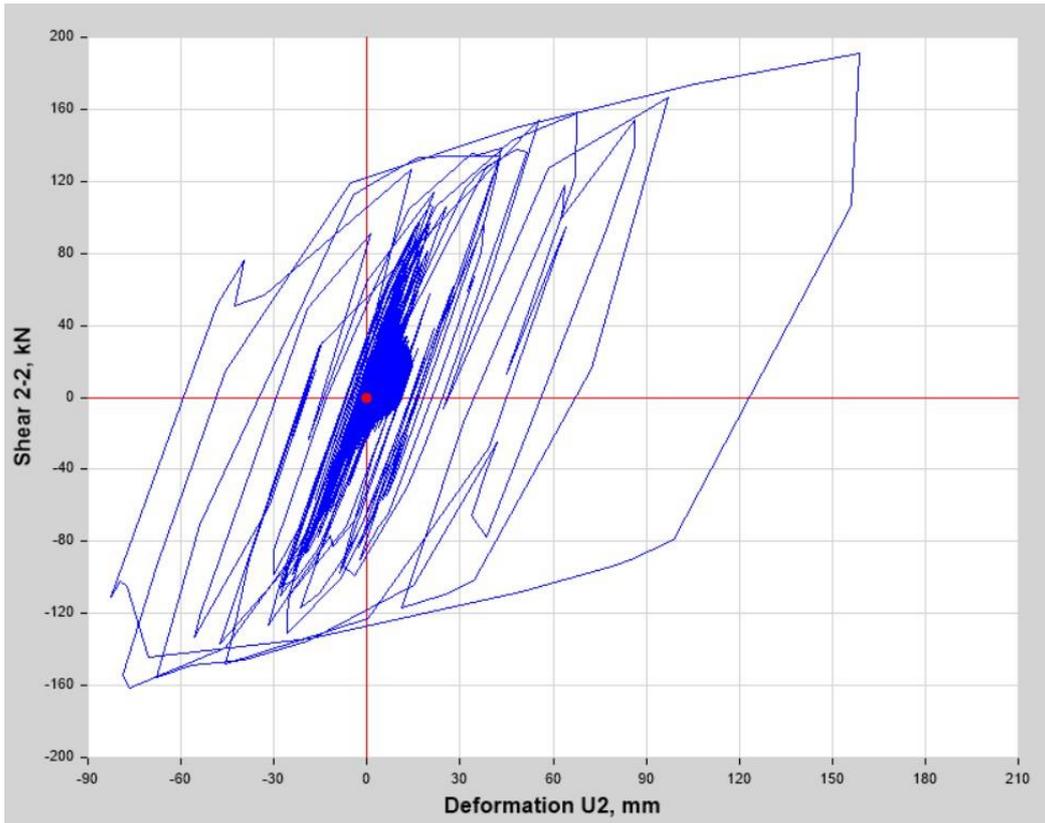


Figura 5.29 Diagrama de Histéresis K6

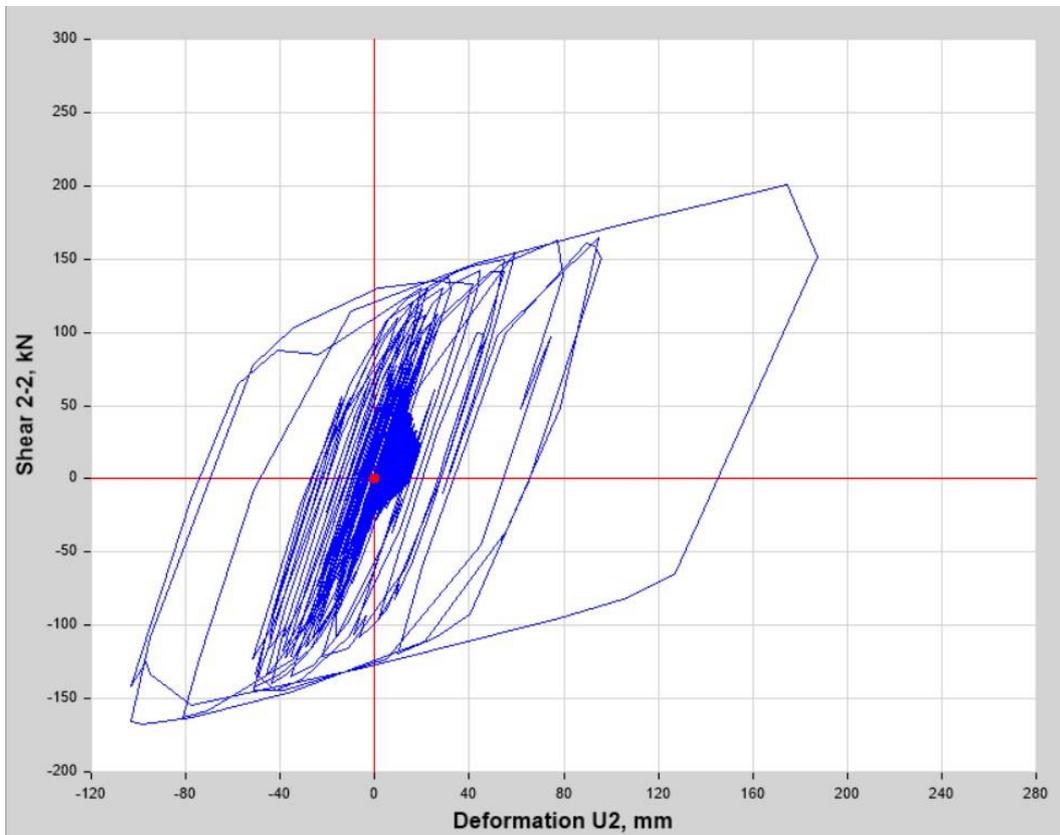


Figura 5.30 Diagrama de Histéresis K7

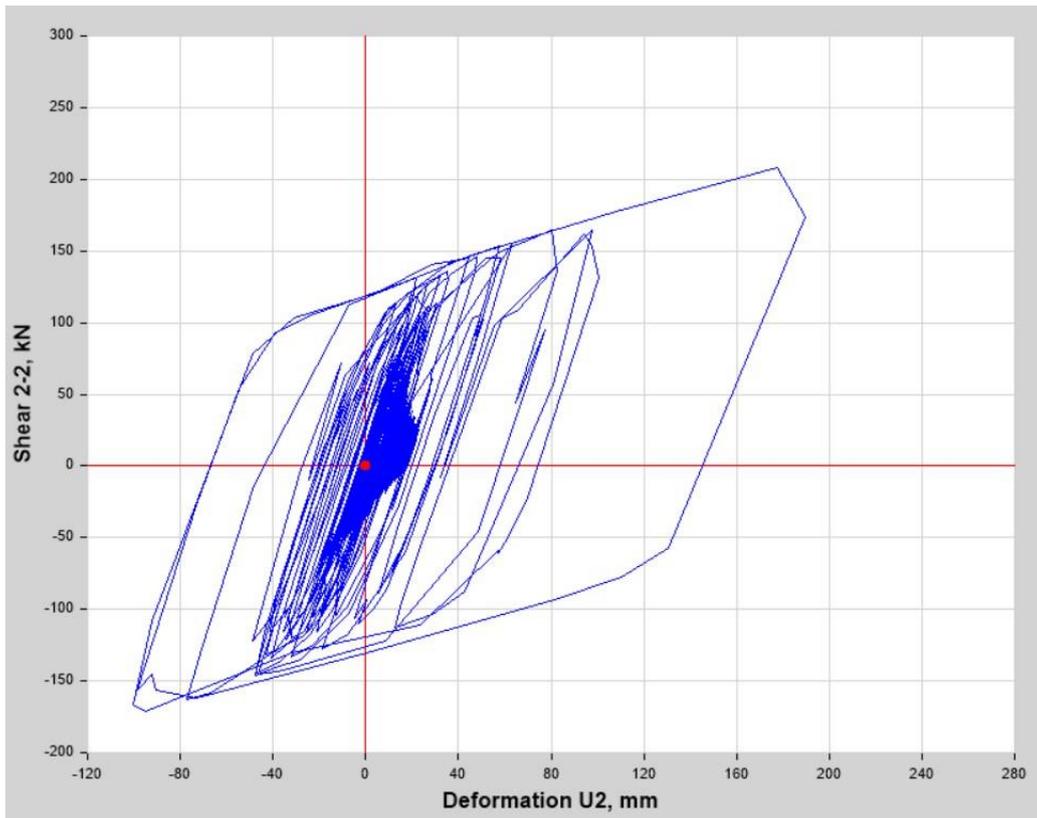


Figura 5.31 Diagrama de Histéresis K9

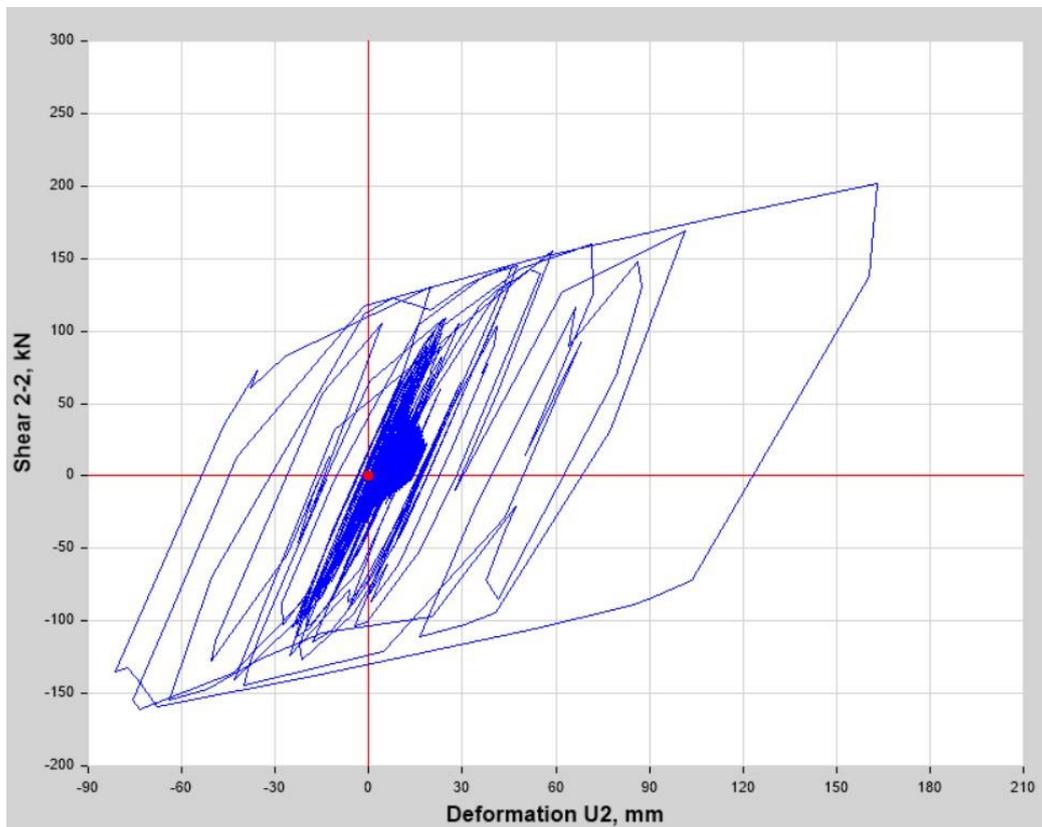


Figura 5.32 Diagrama de Histéresis K11

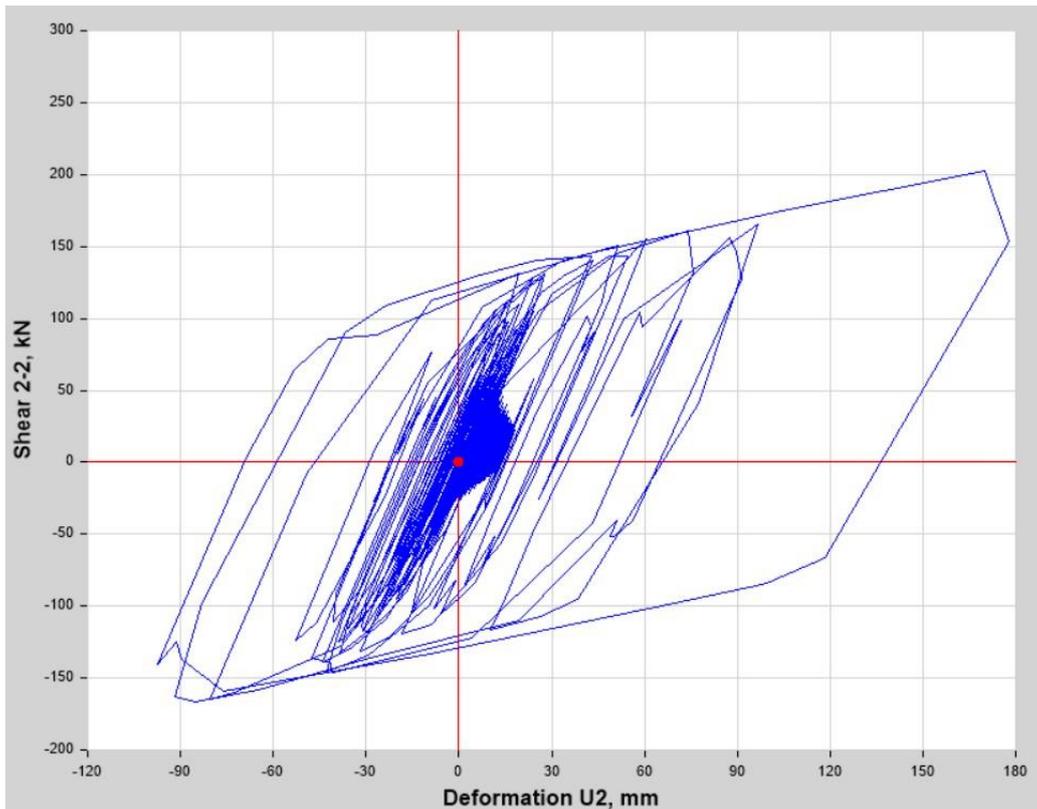


Figura 5.33 Diagrama de Histéresis K13

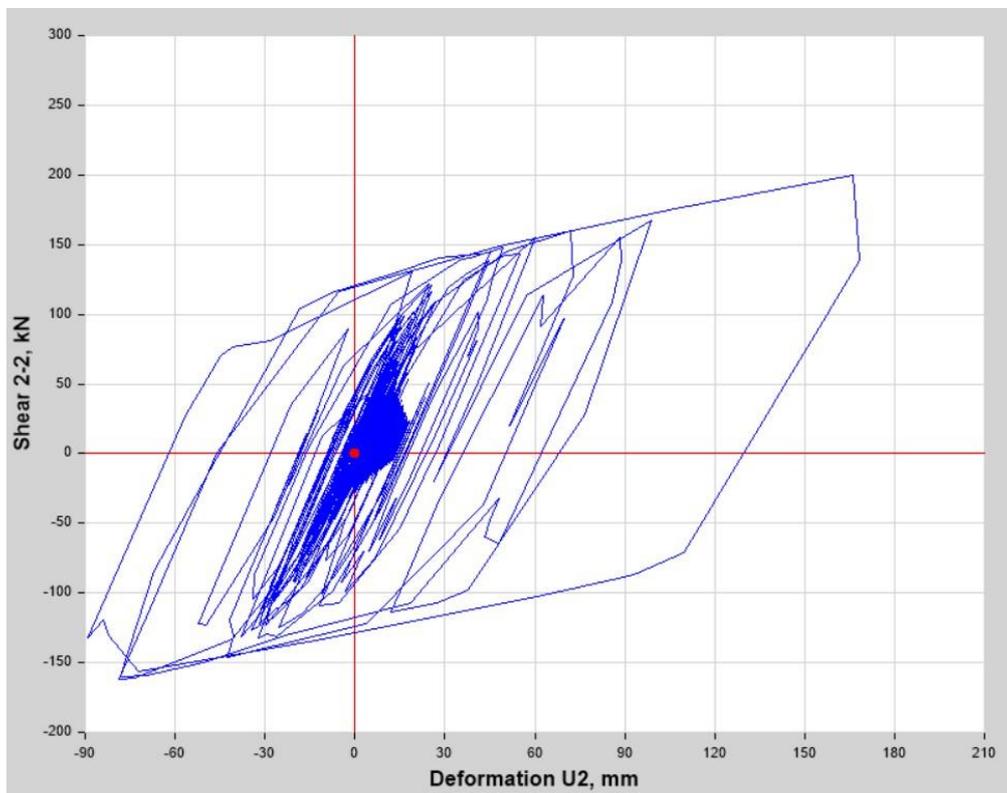


Figura 5.34 Diagrama de Histéresis K14

- **LOAD CASE SISMO TH (U1, U2) (30% U1 + 100%U2) (MCE)**

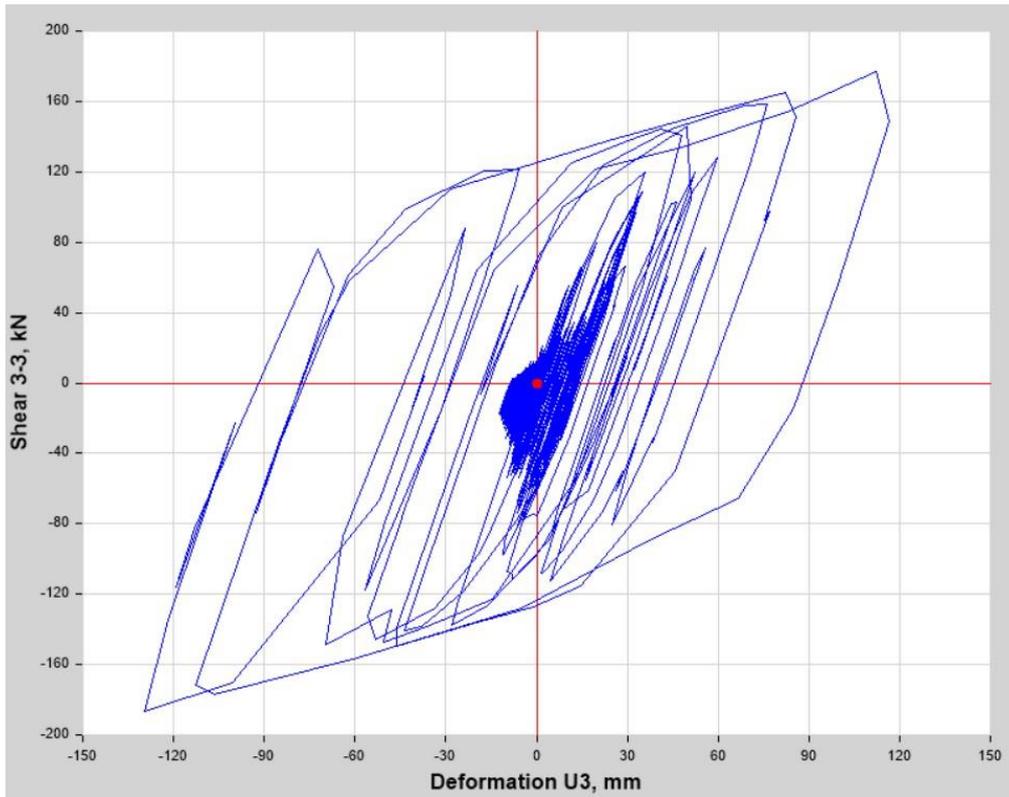


Figura 5.35 Diagrama de Histéresis K3

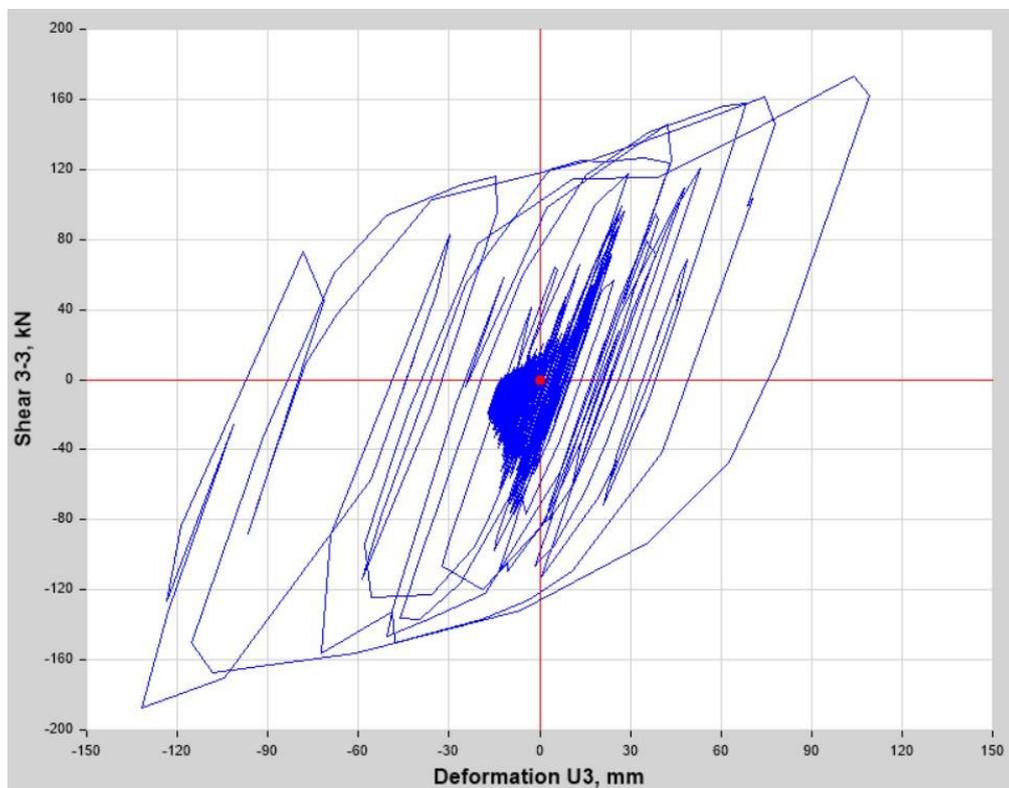


Figura 5.36 Diagrama de Histéresis K6

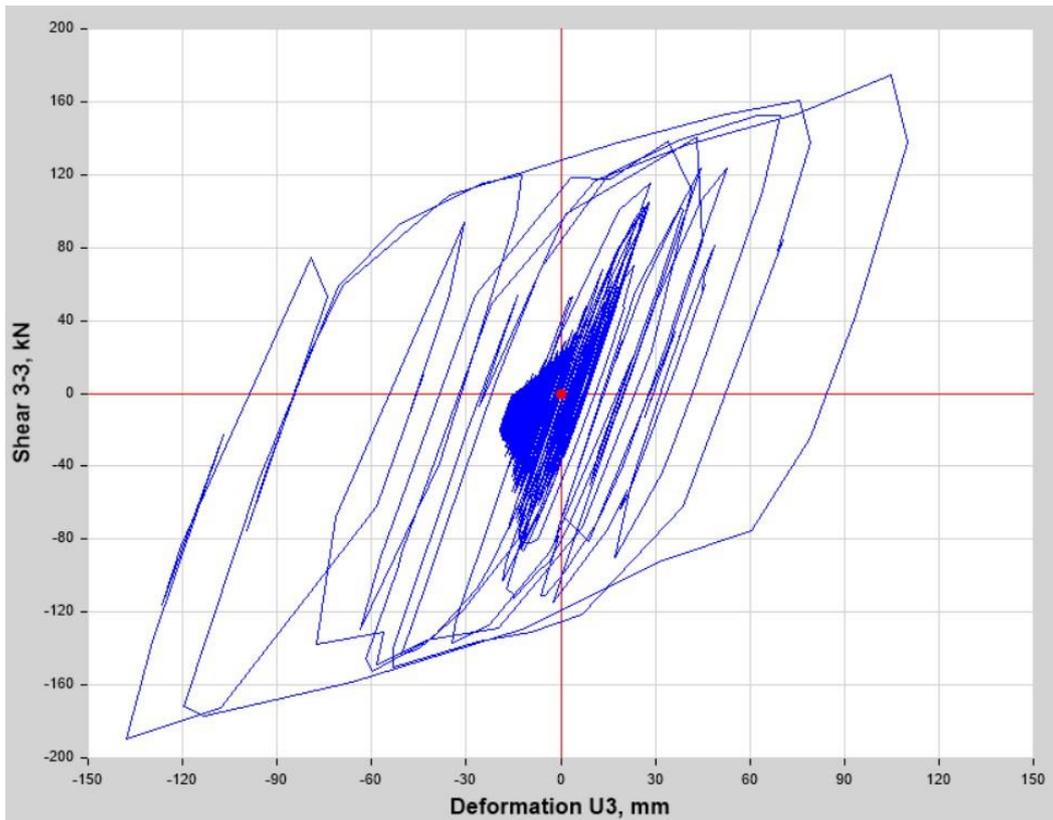


Figura 5.37 Diagrama de Histéresis K7

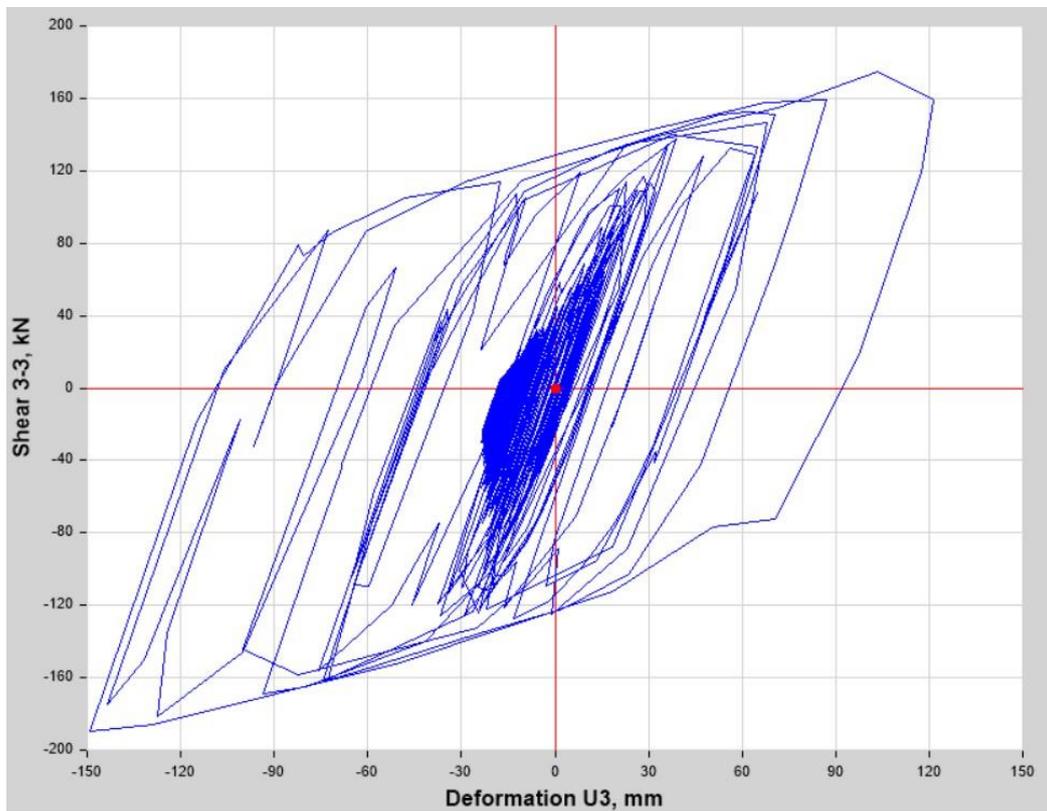


Figura 5.38 Diagrama de Histéresis K9

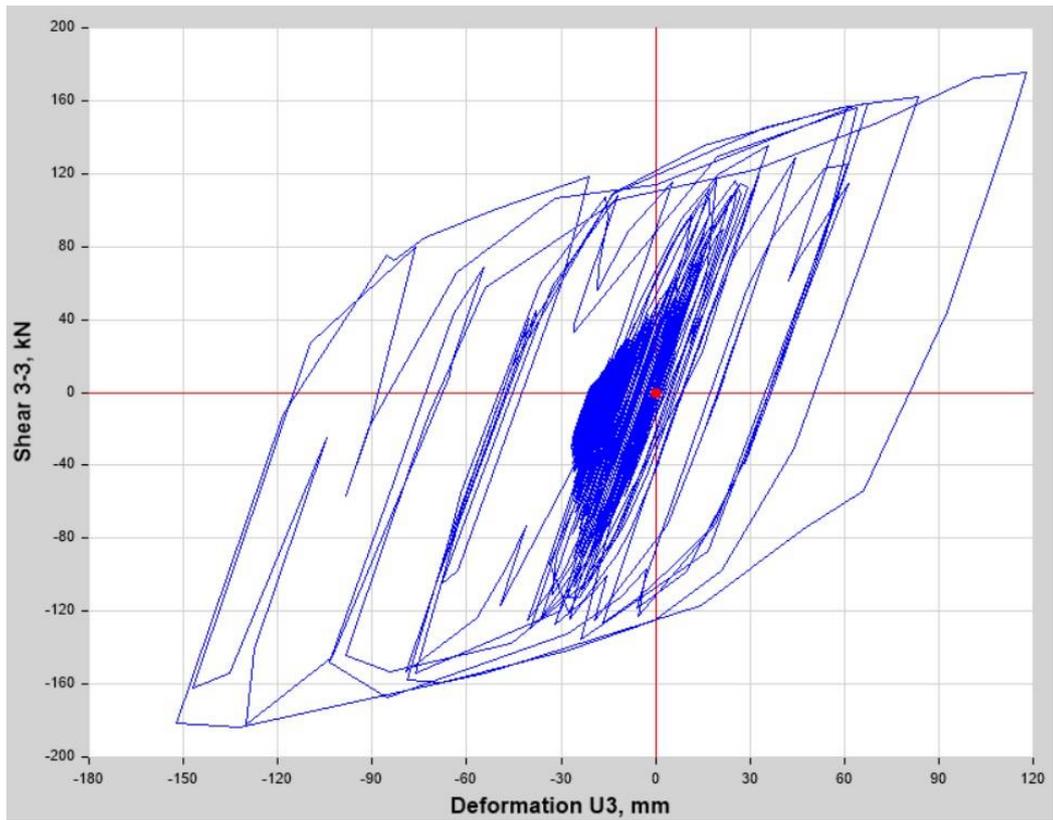


Figura 5.39 Diagrama de Histéresis K11

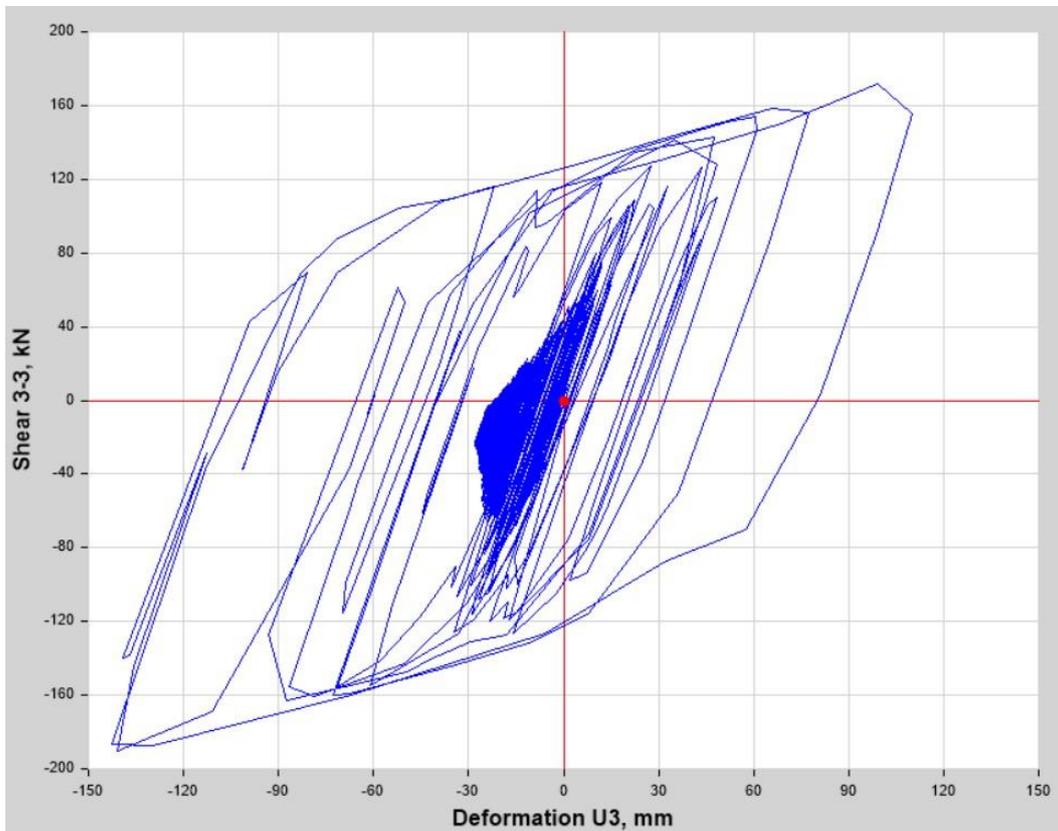


Figura 5.40 Diagrama de Histéresis K13

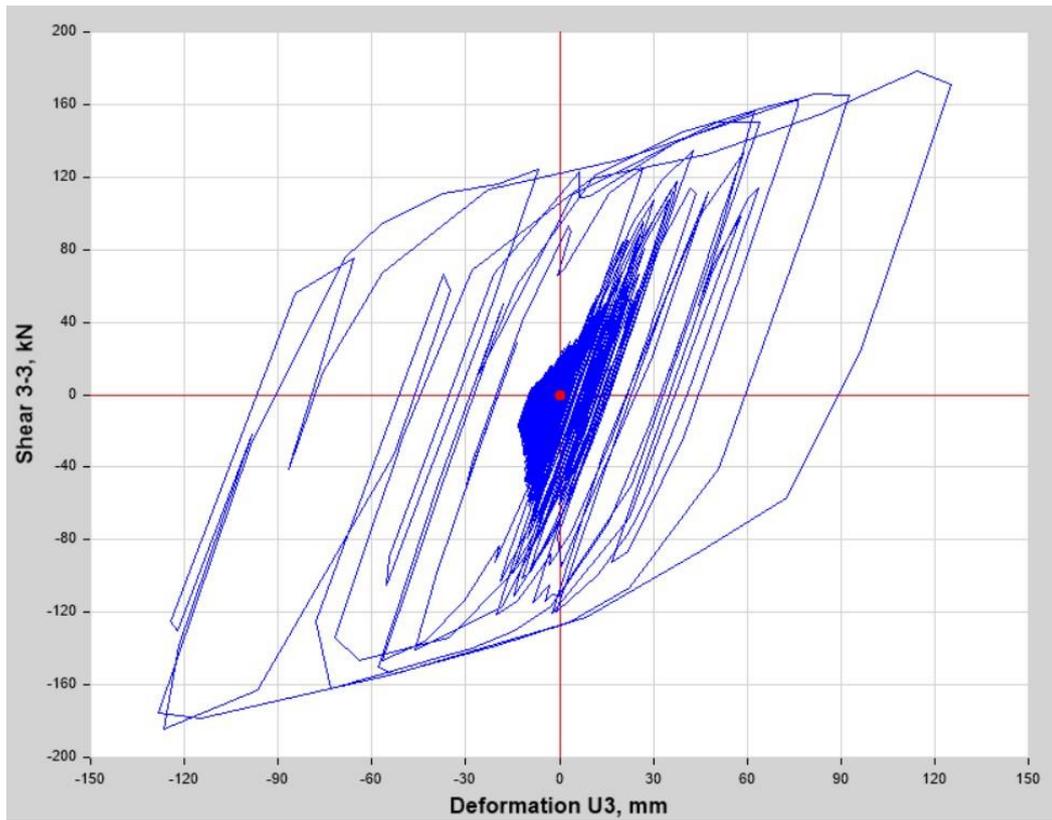
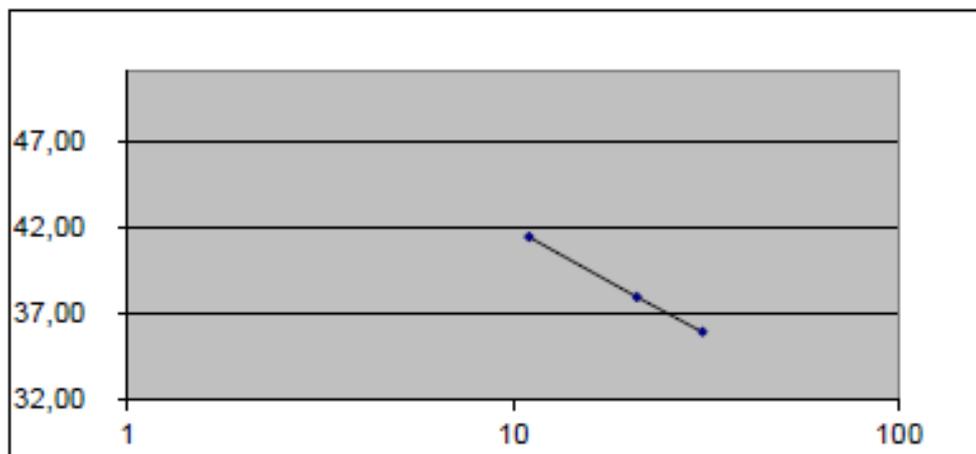


Figura 5.41 Diagrama de Histéresis K14

APÉNDICE D

- ESTUDIO DE SUELOS – SONDEO 1

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS								
ING, ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,								
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,								
UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI								
FECHA: MAYO DEL 2018,			PROFUND.: 1,15 - 1,45 m					
			SONDEO: P-1					
	GOLPES	SUEL HUM.	SUEL SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS		
1.- CONTENIDO DE AGUA		42,42	36,91	10,92	21,20			
		42,28	36,85	11,40	21,34	21,27		
2.- LIMITE LIQUIDO	11	23,29	17,81	4,58	41,42			
	21	24,17	18,70	4,28	37,93			
	31	20,28	16,02	4,16	35,92			
						37,04		
3.- LIMITE PLASTICO		9,20	8,21	4,18	24,57			
		9,14	8,13	4,21	25,77			
		9,36	8,45	4,87	25,42	25,25		
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN					
PES. INICIAL 100,00		(H/D)	D	GRAVA 0				
PESO INICIAL PARA CALCULOS =			82,46	ARENA 7				
				FINOS 93				
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA	WI = 37				
	ACUMULADO			Wp = 25				
1"	0,00	0	100	Ip = 12				
3/4"	0,00	0	100	RESUMEN				
1/2"	0,00	0	100					
3/8"	0,00	0	100					
No. 4	0,00	0	100				SUCS :	ML
No. 10	0,00	0	100				AASHTO:	A-6
No. 40	0,95	1	99	IG(86):	13			
No. 200	6,05	7	93	IG(45):	9			



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO.

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 2,15 - 2,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		35,20	28,80	11,79	37,62	
		35,97	29,11	10,99	37,86	37,74
2.- LIMITE LIQUIDO	10	23,17	15,78	4,55	65,81	
	21	20,14	14,29	4,67	60,81	
	32	25,18	17,54	4,33	57,83	59,56
3.- LIMITE PLÁSTICO		7,32	6,58	4,31	32,60	
		7,10	6,41	4,22	31,51	
		7,85	6,97	4,16	31,32	31,81

4.- GRANULOMETRÍA

5.- CLASIFICACIÓN

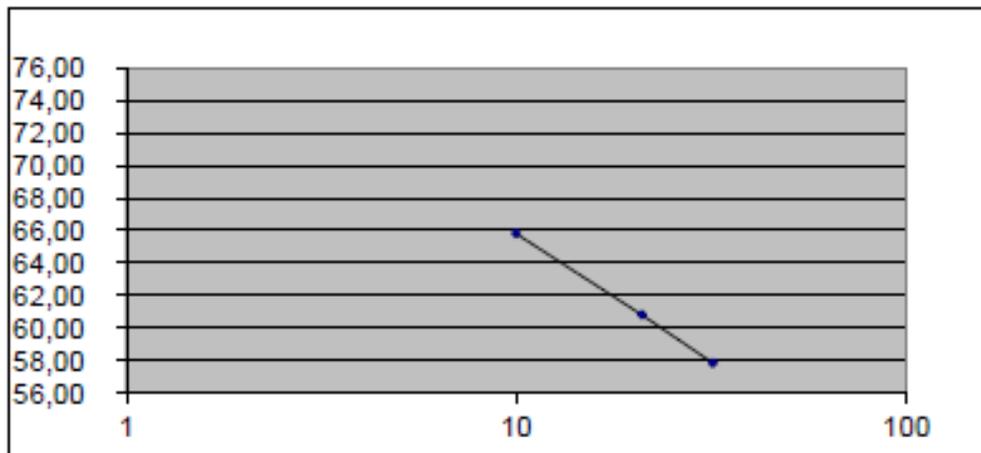
PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 72,60

GRAVA	0
ARENA	4
FINOS	96

TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
ACUMULADO			
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,15	0	100
No. 200	3,15	4	96

W _I =	60
W _p =	32
l _p =	28

RESUMEN	
SUCS :	MH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	33
IG(45):	19



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 3,15 - 2,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		36,12	29,08	11,32	39,64	
		36,42	29,15	10,91	39,86	39,75
2.- LIMITE LIQUIDO	9	18,55	12,98	4,38	64,77	
	19	20,24	14,21	4,20	60,24	
	32	23,24	16,29	4,11	57,06	
						58,56
3.- LIMITE PLASTICO		7,65	6,78	4,16	33,21	
		7,28	6,51	4,27	34,38	
		7,20	6,49	4,38	33,65	33,74

4.- GRANULOMETRIA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 71,56

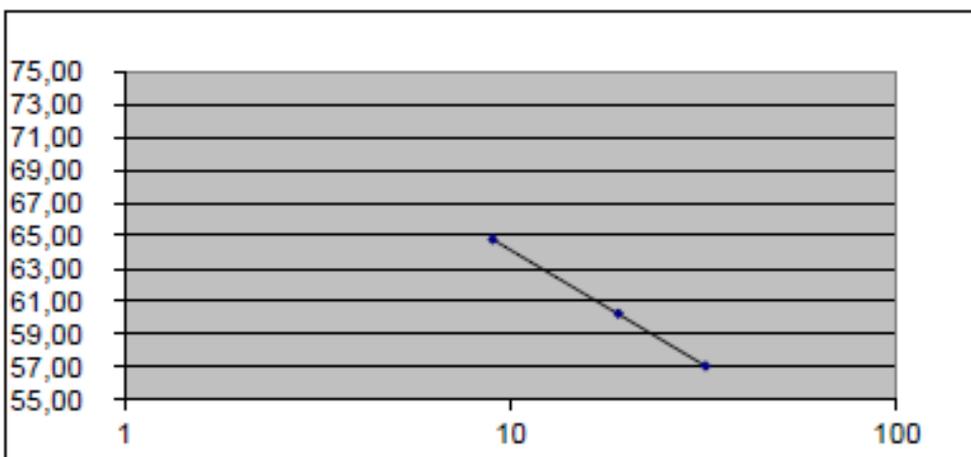
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,47	1	99
No. 200	3,33	5	95

5.- CLASIFICACION

GRAVA	0
ARENA	5
FINOS	95

Wl =	59
Wp =	34
Ip =	25

RESUMEN	
SUCS :	MH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	30
IG(45):	18



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO.

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MUESTRA: 1

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 4,15 - 4,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		45,06	36,62	10,75	32,62	
		45,08	36,71	11,33	32,98	32,80
2.- LÍMITE LÍQUIDO	11	21,16	16,36	4,54	40,61	
	23	20,44	16,28	4,84	36,40	
	34	21,88	17,36	4,15	34,22	35,95
3.- LÍMITE PLÁSTICO		17,25	16,11	11,45	24,46	
		16,25	15,38	11,84	24,58	
		17,28	15,94	10,47	24,50	24,51

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 75,30

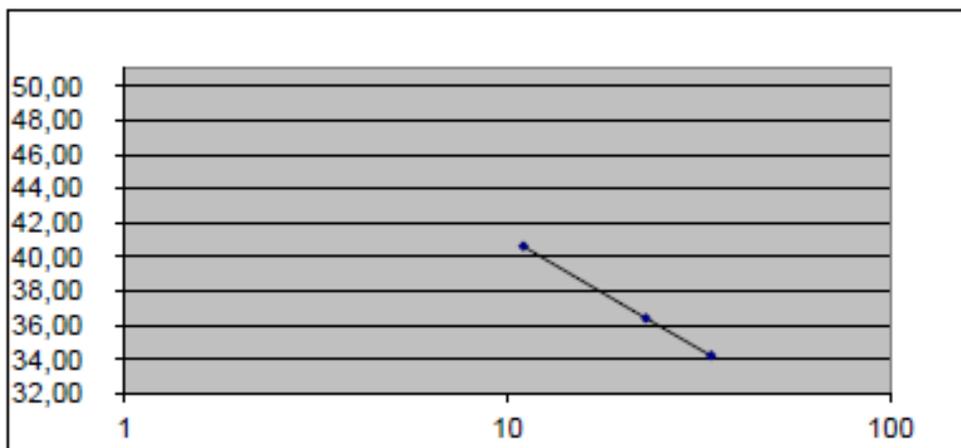
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,11	0	100
No. 40	1,16	2	98
No. 200	31,08	41	59

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	41
FINOS	59

W _i =	36
W _p =	25
I _p =	11

RESUMEN	
SUCS :	ML
AASHTO:	A-6
IG(86):	5
IG(45):	5



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

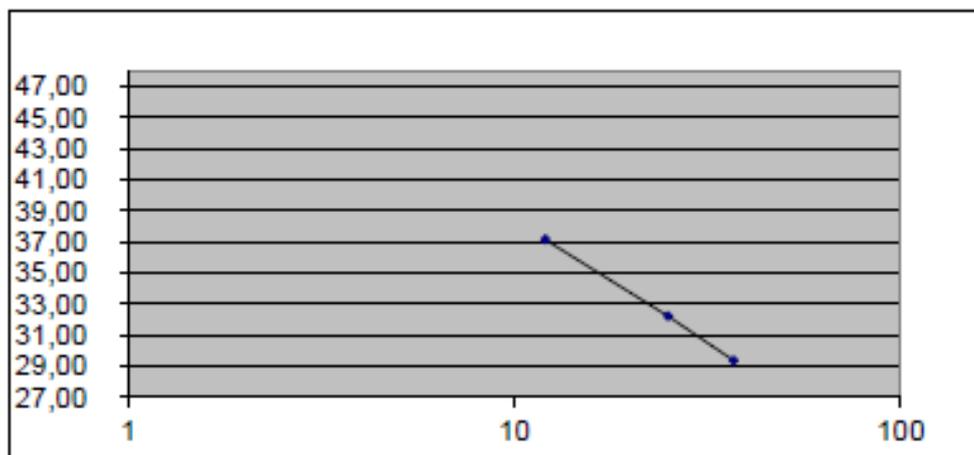
UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 5,15 - 5,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS										
1.- CONTENIDO DE AGUA		39,32	31,25	11,22	40,29											
		39,32	31,32	11,46	40,28	40,29										
2.- LIMITE LIQUIDO	12	25,00	19,54	4,84	37,14											
	25	26,22	20,85	4,18	32,21											
	37	22,02	18,08	4,65	29,34	32,11										
3.- LIMITE PLÁSTICO		8,26	7,48	4,15	23,42											
		8,25	7,49	4,22	23,24											
		8,44	7,74	4,74	23,33	23,33										
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACION												
PES. INICIAL 100,00	(H/D)		D	GRAVA 0												
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS =			71,28	ARENA 46												
				FINOS 54												
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA	WI = 32												
	ACUMULADO			Wp = 23												
1"	0,00	0	100	Ip = 9												
3/4"	0,00	0	100	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">RESUMEN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SUCS :</td> <td style="text-align: center;">ML</td> </tr> <tr> <td>AASHTO:</td> <td style="text-align: center;">A-4</td> </tr> <tr> <td>IG(86):</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>IG(45):</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </tbody> </table>			RESUMEN		SUCS :	ML	AASHTO:	A-4	IG(86):	4	IG(45):	4
RESUMEN																
SUCS :	ML															
AASHTO:	A-4															
IG(86):	4															
IG(45):	4															
1/2"	0,00	0	100													
3/8"	0,00	0	100													
No. 4	0,00	0	100													
No. 10	0,29	0	100													
No. 40	0,78	1	99													
No. 200	32,69	46	54													



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 6,15 - 6,45 m

SONDEO: P-1

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA	48,84	38,69	11,45	37,26		
	49,04	38,75	11,28	37,46		37,36
2.- LIMITE LIQUIDO	9	26,62	20,16	4,15	40,35	
	24	24,15	18,99	4,29	35,10	
	35	22,84	18,21	4,18	33,00	
						34,84
3.- LIMITE PLÁSTICO	7,25	6,71	4,54	24,88		
	7,68	6,99	4,19	24,64		
	7,36	6,78	4,33	23,59		24,37

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 72,80

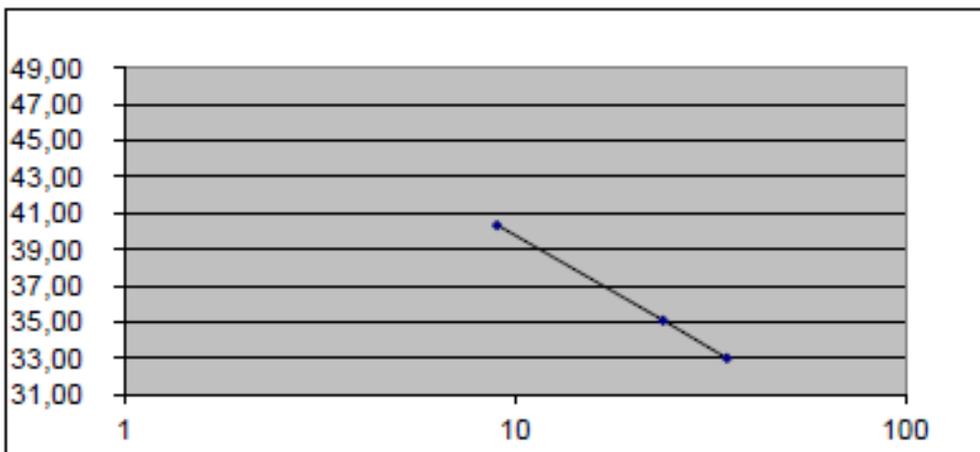
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,54	1	99
No. 40	1,07	1	99
No. 200	33,97	47	53

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	47
FINOS	53

W _l =	35
W _p =	24
I _p =	11

RESUMEN	
SUCS :	ML
AASHTO:	A-6
IG(86):	4
IG(45):	4



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS

EXPLORACIÓN DEL SUELO

PERFIL ESTATIGRAFICO

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,
 PERFORACION: UNO
 OBRA: CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DEL PUERTO DE BAHIA DE CARAQUEZ
 UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

NIVEL FREATICO: 2,00 MTS,
 FECHA: MAYO DEL 2018,
 COORDENADAS 0684086 - 8832347

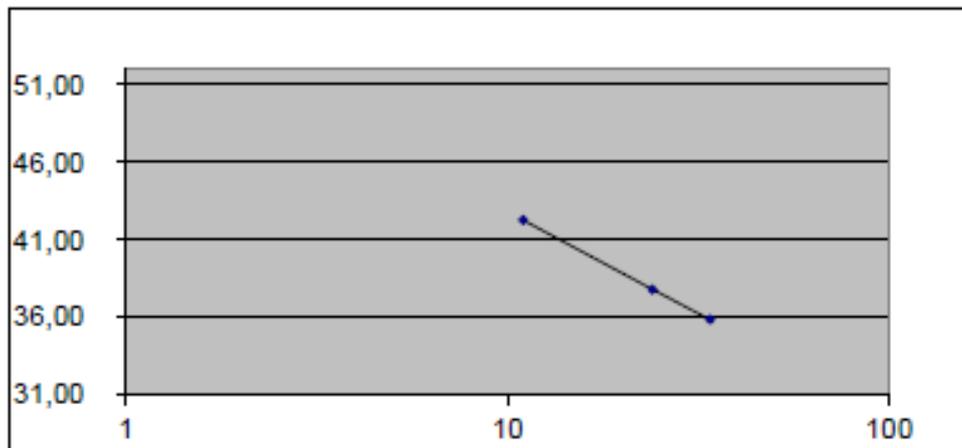
Profundidad EN METROS	Humedad Tipo	NUMERO DE GOLPES	S.P.T qu kg/cm2	Perfil	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	GRANULOMETRIA						Límites Alerberg		Clasif. AASHTO	Clasif. SUCS
						No. 1 Pasa	No. 1/2 Pasa	No. 4 Pasa	No. 10 Pasa	No. 40 Pasa	No. 200 Pasa	L.L.	I.P.		
1,15 - 1,45	21,27	4	0,61	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLA DE LIMO, Y ARENAS FINAS, LIMOS BLANDOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	93,00	37,00	12,00	A-6	ML
2,15 - 2,45	37,74	13	1,97	(OOOOOO) (OOOOOO) (OOOOOO) (OOOOOO)	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD ALTA, MEZCLA DE LIMO, ARCILLA Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	95,00	60,00	28,00	A-7-5	MH
3,15 - 2,45	39,75	9	1,36	(OOOOOO) (OOOOOO) (OOOOOO) (OOOOOO)	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD ALTA, MEZCLA DE LIMO, ARCILLA Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	95,00	59,00	25,00	A-7-5	MH
4,15 - 4,45	32,80	20	3,03	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLA DE LIMO, Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	98,00	59,00	36,00	11,00	A-6	ML
5,15 - 5,45	40,29	22	3,33	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD BAJA, MEZCLA DE LIMO Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	54,00	32,00	9,00	A-4	ML
6,15 - 6,45	37,36	16	2,42	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLA DE LIMO, Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	99,00	99,00	53,00	35,00	11,00	A-6	ML
CAPACIDAD DE CARGA adm PROMEDIO.			2,12	FACTOR DE SEGURIDAD =											

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TECNICO,

• ESTUDIO DE SUELOS – SONDEO 2

LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS						
ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,						
PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO.						
UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI						
FECHA: MAYO DEL 2018,			PROFUND.: 0,65 - 0,95 m SONDEO: P-2			
	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		44,78	38,35	11,38	23,84	23,84
		45,40	38,88	11,54	23,85	
2.- LIMITE LIQUIDO		11	22,05	16,89	4,68	42,26
		24	24,29	18,79	4,24	37,80
		34	23,38	18,31	4,17	35,86
						37,59
3.- LIMITE PLÁSTICO		16,50	15,47	11,25	24,41	24,96
		17,40	16,21	11,42	24,84	
		16,58	15,28	10,21	25,64	
4.- GRANULOMETRÍA			5.- CLASIFICACIÓN			
PES. INICIAL 100,00 (H/D)		D		GRAVA 0		
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS =		80,75		ARENA 6		
				FINOS 94		
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA	WT = 38		
ACUMULADO				Wp = 25		
1"	0,00	0	100	Ip = 13		
3/4"	0,00	0	100	RESUMEN		
1/2"	0,00	0	100	SUCS : ML		
3/8"	0,00	0	100	AASHTO: A-6		
No. 4	0,00	0	100	IG(86): 14		
No. 10	0,12	0	100	IG(45): 9		
No. 40	0,60	1	99			
No. 200	5,10	6	94			



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 1,15 - 1,45 m

SONDEO: P-2

	GOLPES	SUEL HUM.	SUEL SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		39,12	31,91	11,46	35,26	
		39,89	32,34	10,80	35,05	35,15
2.- LIMITE LIQUIDO	8	23,36	15,33	4,21	72,21	
	18	23,99	16,05	4,21	67,06	
	37	24,68	16,84	4,26	62,32	64,88
3.- LIMITE PLASTICO		9,21	8,00	4,30	32,70	
		9,39	8,15	4,31	32,29	
		9,34	8,11	4,44	33,51	32,84

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 73,99

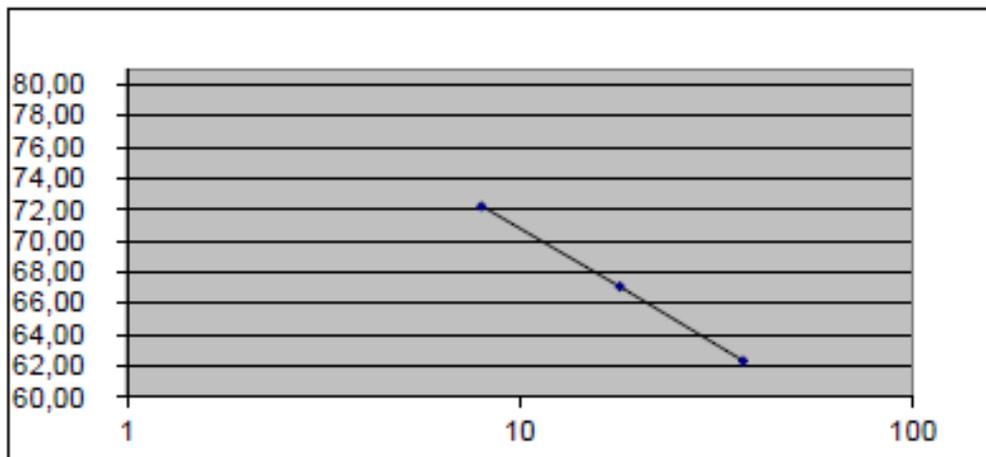
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
ACUMULADO			
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,08	0	100
No. 40	0,88	1	99
No. 200	4,59	6	94

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	6
FINOS	94

W _l =	65
W _p =	33
I _p =	32

RESUMEN	
SUCS :	MH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	37
IG(45):	20



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 2,15 - 2,45 m

SONDEO: P-2

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		47,44	35,27	11,42	51,03	
		47,04	34,69	10,86	51,83	51,43
2.- LIMITE LIQUIDO	10	20,21	13,62	4,30	70,71	
	20	20,13	13,74	4,19	66,91	
	30	21,48	14,78	4,39	64,50	65,58
3.- LIMITE PLÁSTICO		8,83	7,63	4,25	35,50	
		8,39	7,34	4,31	34,65	
		8,22	7,17	4,11	34,31	34,82

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 66,04

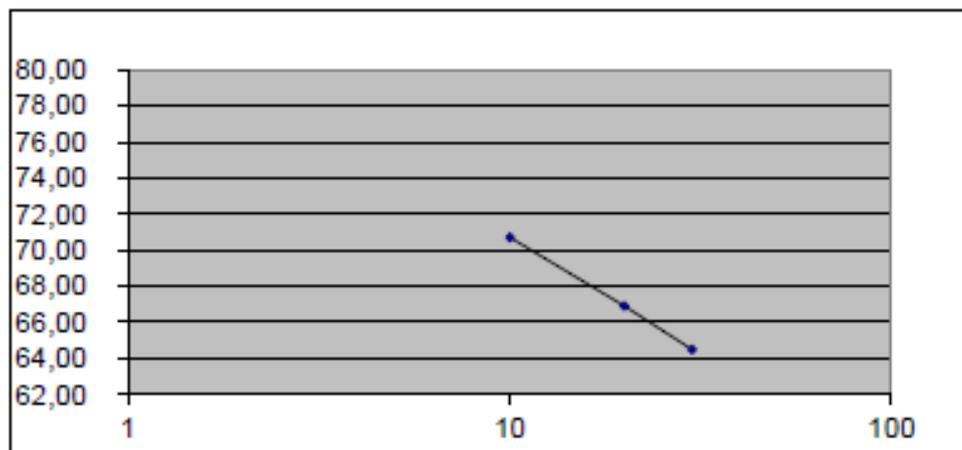
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,21	0	100
No. 40	0,77	1	99
No. 200	3,00	5	95

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	5
FINOS	95

W _l =	66
W _p =	35
Ip =	31

RESUMEN	
SUCS :	MH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	37
IG(45):	20



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO.

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MUESTRA: 1

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 3,15 - 3,45 m

SONDEO: P-2

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		41,20	31,84	10,89	44,68	
		42,25	32,67	11,22	44,66	44,67
2.- LIMITE LIQUIDO	11	24,13	18,96	11,32	67,67	
	25	23,00	15,80	4,33	62,77	
	35	22,21	15,42	4,28	60,95	62,86
3.- LIMITE PLÁSTICO		9,27	8,04	4,23	32,28	
		9,11	7,93	4,25	32,07	
		9,45	8,21	4,37	32,29	32,21

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CALCULOS = 69,12

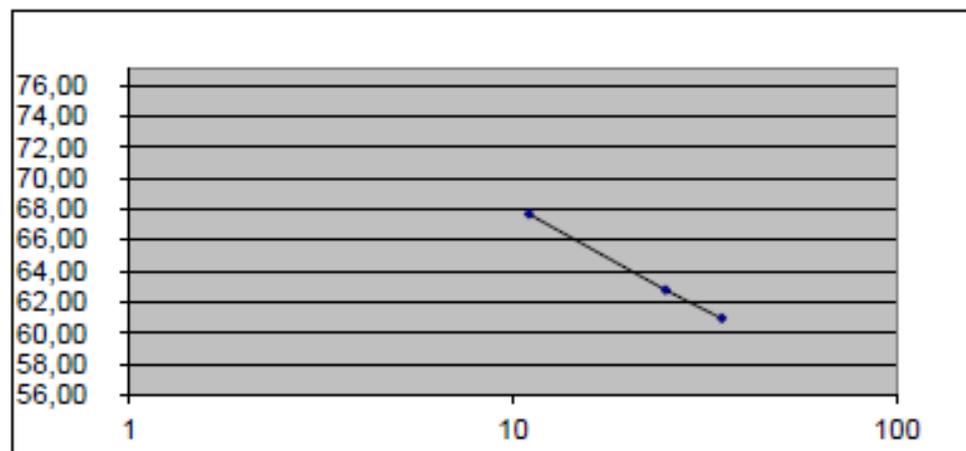
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,21	0	100
No. 200	2,27	3	97

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	3
FINOS	97

W _l =	63
W _p =	32
Ip =	31

RESUMEN	
SUCS :	MH
AASHTO:	A-7-5
IG(86):	37
IG(45):	20



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 4,15 - 4,45 m

SONDEO: P-2

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CÁPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA	42,84	35,25	10,79	31,03		
	42,00	34,61	11,43	31,88		31,46
2.- LIMITE LIQUIDO	11	30,27	23,11	4,95	39,43	
	24	26,59	20,96	4,42	34,04	
	36	28,44	22,65	4,17	31,33	
						33,80
3.- LIMITE PLÁSTICO	9,09	8,15	4,32	24,54		
	9,40	8,42	4,26	23,56		
	9,00	8,11	4,28	23,24		23,78

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 76,07

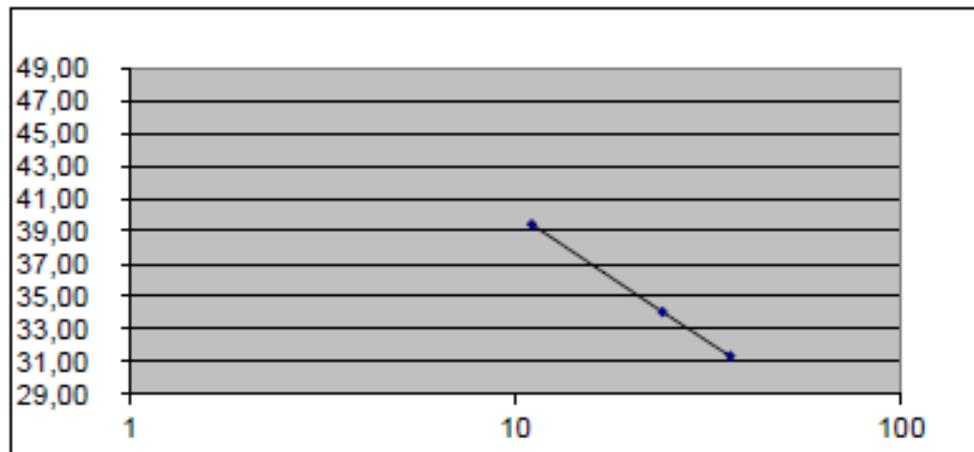
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,00	0	100
No. 40	0,56	1	99
No. 200	29,24	38	62

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	38
FINOS	62

W _l =	34
W _p =	24
l _p =	10

RESUMEN	
SUCS :	ML
AASHTO:	A-4
IG(86):	5
IG(45):	5



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 5,15 - 5,45 m

SONDEO: P-2

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA	45,33	35,66	10,96	39,15		
	45,49	35,74	11,25	39,81		39,48
2.- LIMITE LIQUIDO	8	22,79	17,73	4,21	37,43	
	18	24,19	19,18	4,20	33,44	
	33	25,45	20,53	4,20	30,13	
						31,63
3.- LIMITE PLÁSTICO	17,11	15,98	11,08	23,06		
	16,39	15,44	11,51	24,17		
	16,35	15,18	10,21	23,54		23,59

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 71,69

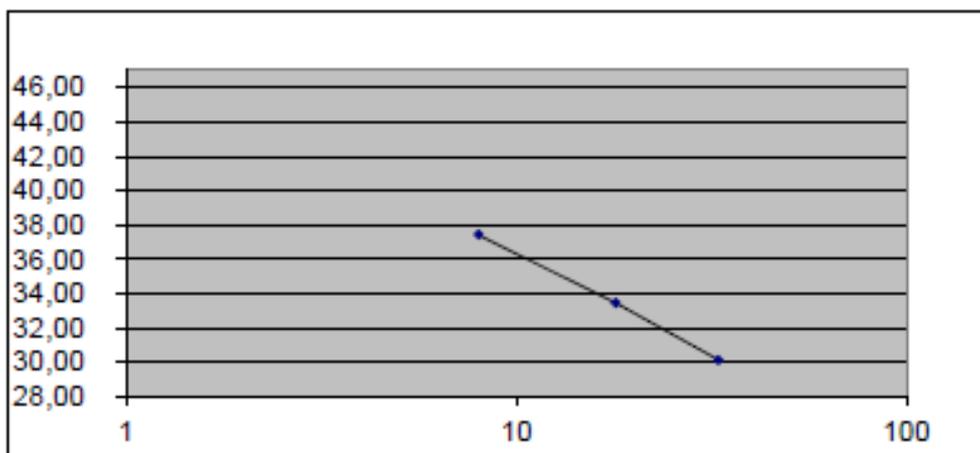
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
	ACUMULADO		
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,30	0	100
No. 40	0,80	1	99
No. 200	22,71	32	68

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	32
FINOS	68

W _l =	32
W _p =	24
I _p =	8

RESUMEN	
SUCS :	ML
AASHTO:	A-4
IG(86):	7
IG(45):	7



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA DE SUELOS,

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,

UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI

FECHA: MAYO DEL 2018,

PROFUND.: 6,15 - 6,45 m

SONDEO: P-2

	GOLPES	SUEL. HUM.	SUEL. SECO	CAPSULA	W%	RESULTADOS
1.- CONTENIDO DE AGUA		43,69	34,41	11,19	39,97	
		43,83	34,54	10,73	39,02	39,49
2.- LIMITE LIQUIDO	8	23,19	17,77	4,31	40,27	
	18	25,23	19,70	4,37	36,07	
	31	23,21	18,47	4,39	33,66	34,62
3.- LIMITE PLÁSTICO		10,22	9,11	4,43	23,72	
		10,18	9,12	4,83	24,71	
		10,27	9,05	4,11	24,70	24,37

4.- GRANULOMETRÍA

PES. INICIAL 100,00 (H/D) D
 PESO INICIAL PARA CÁLCULOS = 71,69

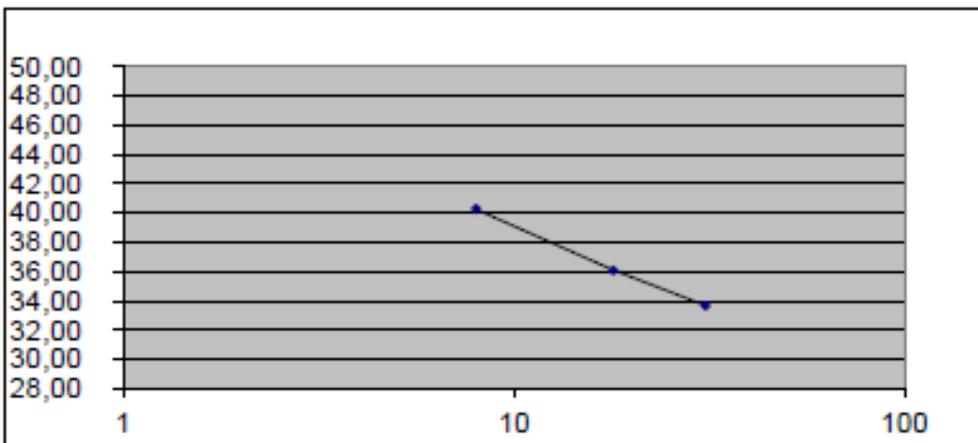
TAMIZ	PES. RET.	% RETEN.	% PASA
ACUMULADO			
1"	0,00	0	100
3/4"	0,00	0	100
1/2"	0,00	0	100
3/8"	0,00	0	100
No. 4	0,00	0	100
No. 10	0,50	1	99
No. 40	1,43	2	98
No. 200	21,87	31	69

5.- CLASIFICACIÓN

GRAVA	0
ARENA	31
FINOS	69

Wl =	35
Wp =	24
Ip =	11

RESUMEN	
SUCS :	ML
AASHTO:	A-6
IG(86):	7
IG(45):	7



LABORATORIO DE SUELOS HORMIGONES Y ASFALTOS

ING. ORLANDO MORA MOREIRA-LAB. EN MECANICA SDE SUELOS

**EXPLORACIÓN DEL SUELO
PERFIL ESTATIGRAFICO**

PROYECTO: ESTUDIO DE SUELO PREVIO A LA CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DE TRES PLANTAS, DE HORMIGON ARMADO,
PERFORACION: DOS **NIVEL FREATICO:** 1,60 MTS,
OBRA: CONSTRUCCION DE EDIFICIO DE LA CAPITANIA DEL PUERTO DE BAHIA DE CARAQUEZ **FECHA:** MAYO DEL 2018,
UBICACIÓN: CANTON BAHIA DE CARAQUEZ DE LA PROVINCIA DE MANABI **COORDENADAS** 0684088 - 9832368

Profundidad EN METROS	Humedad Tipo	NUMERO DE GOLPES	S.P.T qu kg/cm2	Perfil	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	GRANULOMETRIA						Limites Aterberg		Clasif. AASHTO	Clasif. SUCS
						No. 1 Pasa	No. 10 Pasa	No. 4 Pasa	No. 10 Pasa	No. 40 Pasa	No. 200 Pasa	L.L.	I.P.		
0,65 - 0,95	23,84	8	1,21	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE MEDIANA PLASTICIDAD, MEZCLA DE LIMO, Y ARENAS FINAS, LIMOS MEDIANAMENTE COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	94,00	38,00	13,00	A-6	ML
1,15 - 1,45	35,15	11	1,67	(OO)OOO (OO)OOO (OO)OOO (OO)OOO	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD ALTA, MEZCLA DE LIMO, ARCILLA Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	95,00	65,00	32,00	A-7-5	MH
2,15 - 2,45	51,43	5	0,76	(OO)OOO (OO)OOO (OO)OOO (OO)OOO	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD ALTA, MEZCLA DE LIMO, ARCILLA Y ARENAS FINAS, LIMOS MEDIANAMENTE COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	95,00	66,00	31,00	A-7-5	MH
3,15 - 3,45	44,67	15	2,27	(OO)OOO (OO)OOO (OO)OOO (OO)OOO	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD ALTA, MEZCLA DE LIMO, ARCILLA Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	97,00	63,00	31,00	A-7-5	MH
4,15 - 4,45	31,46	16	2,42	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD BAJA, MEZCLA DE LIMO, Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	62,00	34,00	10,00	A-4	ML
5,15 - 5,45	39,48	22	3,33	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD BAJA, MEZCLA DE LIMO, Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	100,00	100,00	100,00	99,00	68,00	32,00	8,00	A-4	ML
6,15 - 6,45	39,49	9	1,36	HHHHHH HHHHHH HHHHHH HHHHHH	LIMOS INORGANICOS DE PLASTICIDAD BAJA, MEZCLA DE LIMO, Y ARENAS FINAS, LIMOS COMPACTOS.	100,00	99,00	100,00	99,00	98,00	69,00	35,00	8,00	A-6	ML
CAPACIDAD DE CARGA adm PROMEDIO.			1,86	FACTOR DE SEGURIDAD =											

ING. ORLANDO MORA MOREIRA
LAB. EN MECANICA DE SUELOS

ING. LUIS MORA AVENDAÑO
RESPONSABLE TECNICO.

APÉNDICE E

RESULTADOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL: DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTOR, FUERZAS CORTANTES Y FUERZAS AXIALES

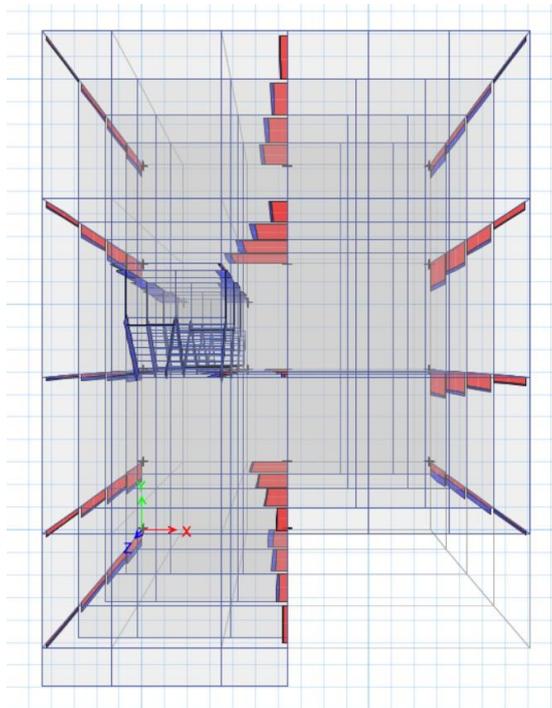


Figura 5.42: Vista XY A CR4 1.2D + L+Eqy

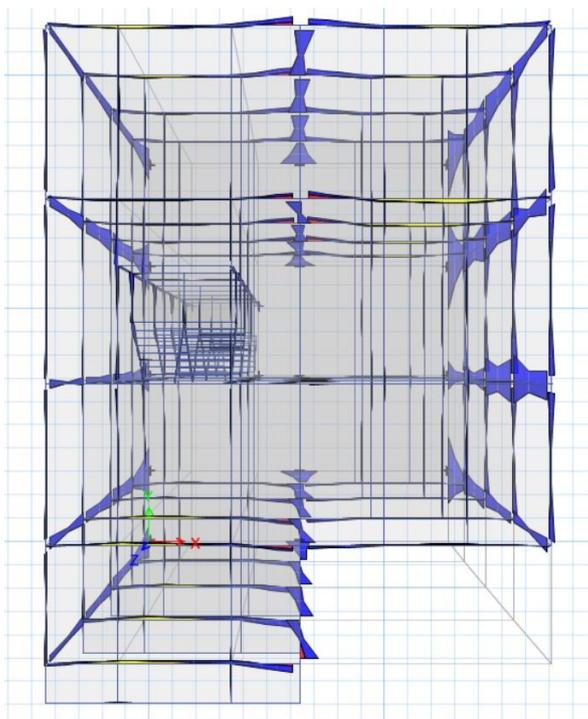


Figura 5.43: Vista XY CR4 1.2D + L+Eqy

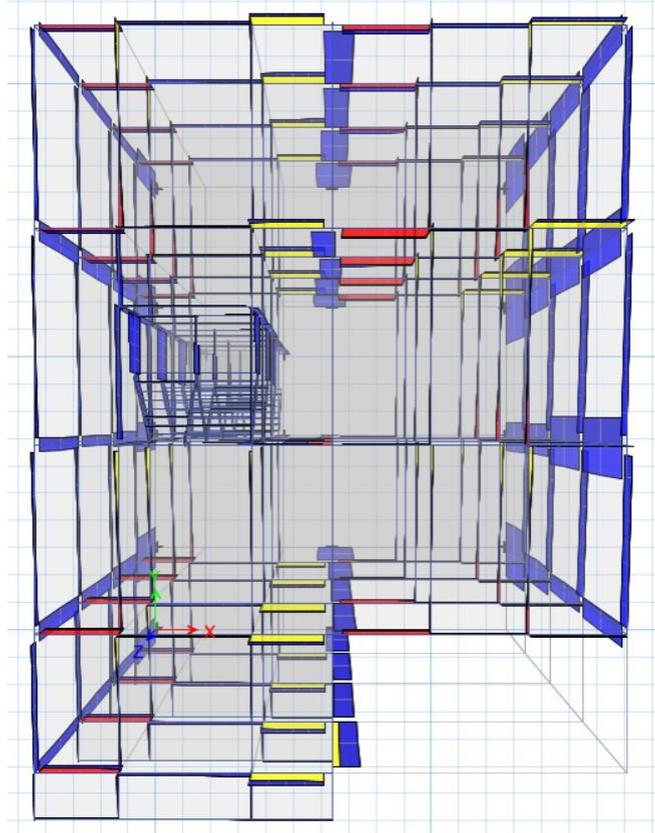


Figura 5.44: Vista XY V22 1.2D + L+Eqy

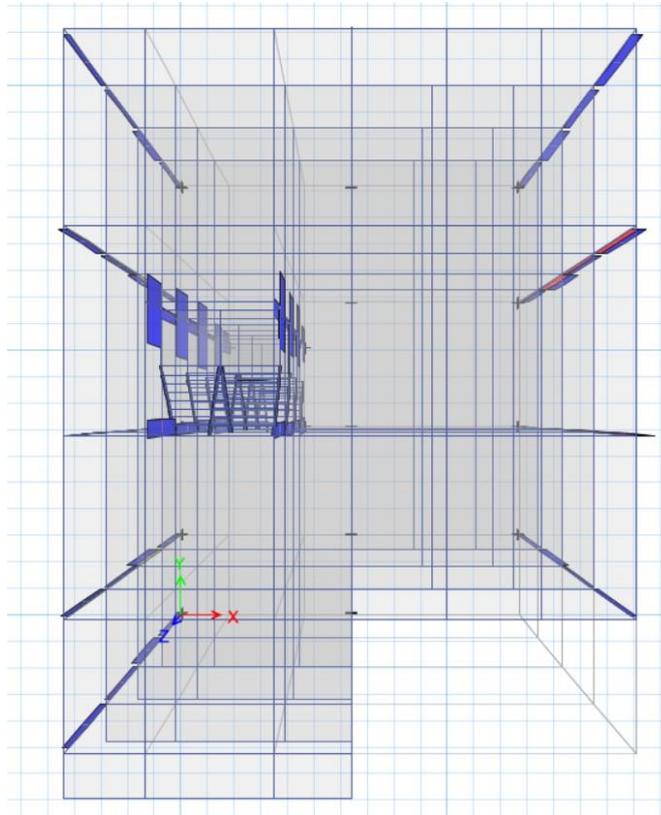


Figura 5.45: Vista XY V33 1.2D + L+Eqy

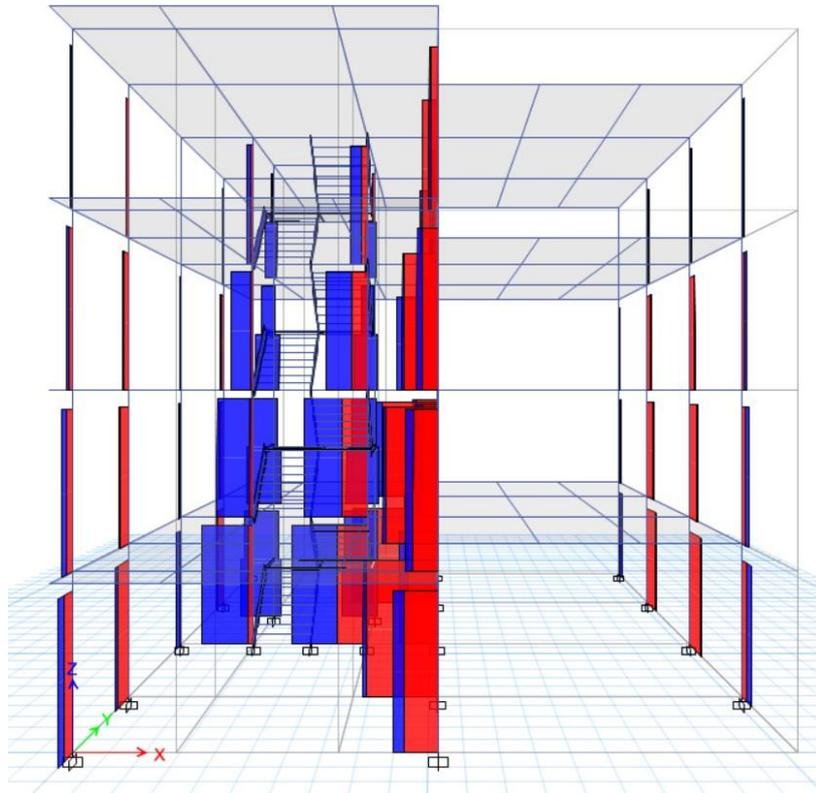


Figura 5.46: Vista XZ A 1.2D + L+Eqy

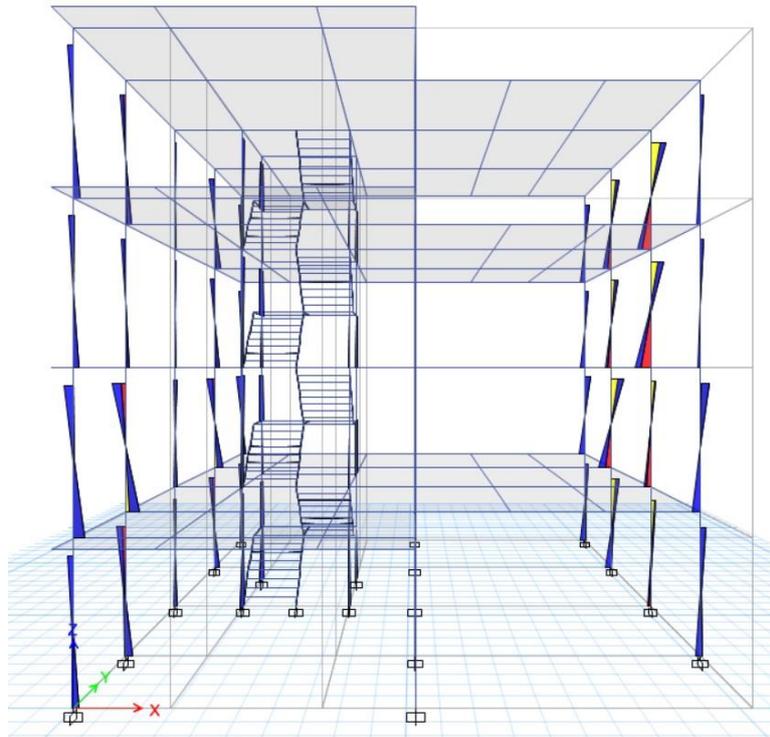


Figura 5.47: Vista XZ M22 1.2D + L+Eqy

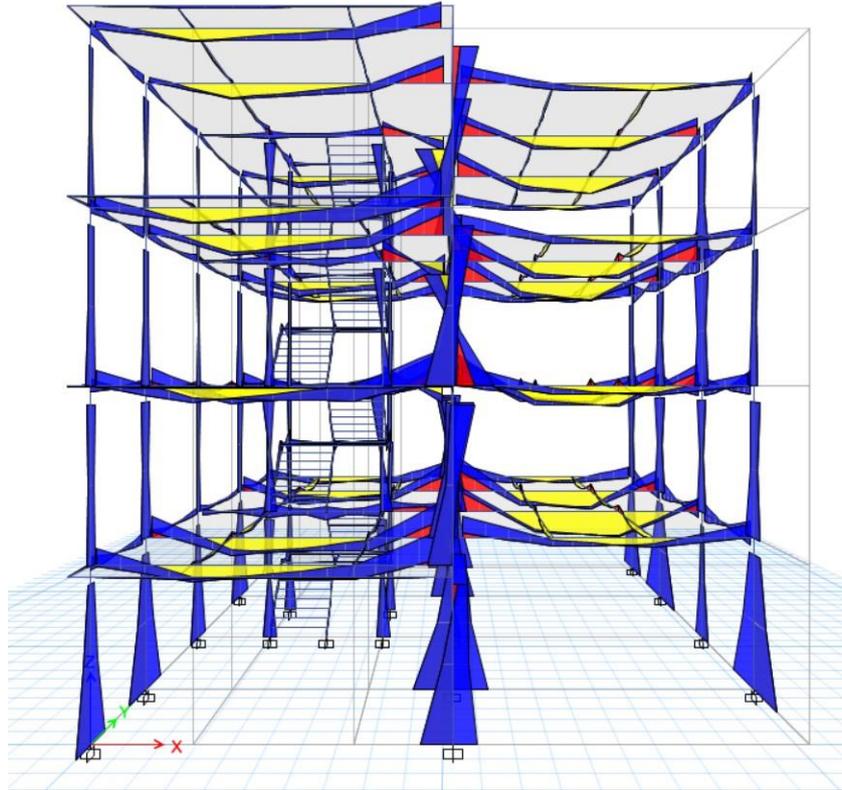


Figura 5.48: Vista XZ M33 1.2D + L+Eqy

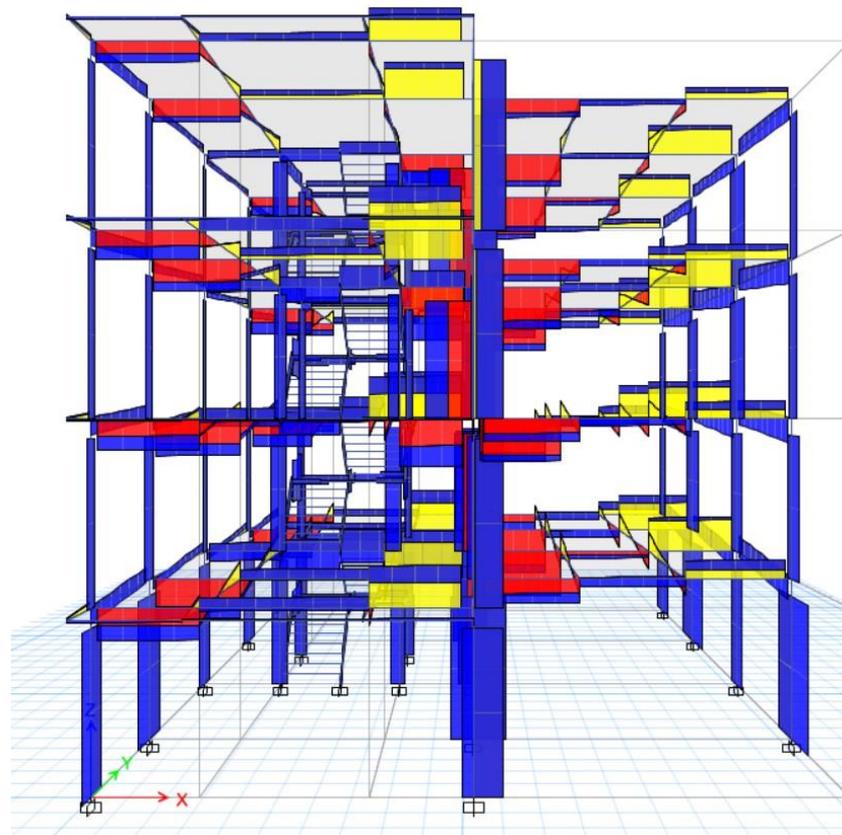


Figura 5.49: Vista XZ V22 1.2D + L+Eqy

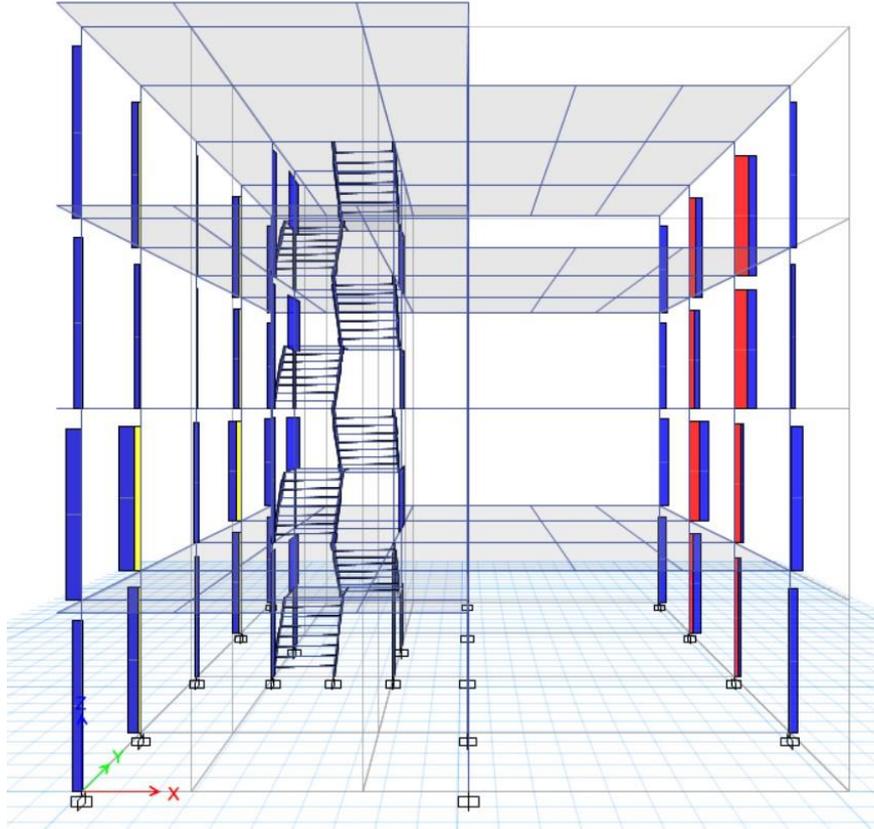


Figura 5.50: Vista XZ V33 1.2D + L+Eqy

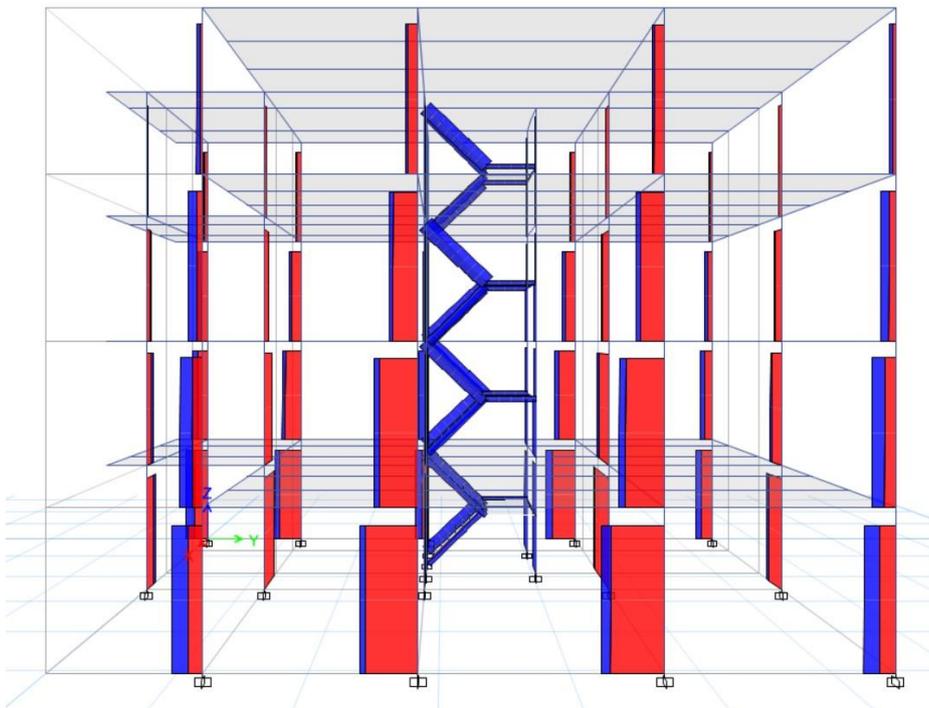


Figura 5.51: Vista YZ A 1.2D + L+Eqy

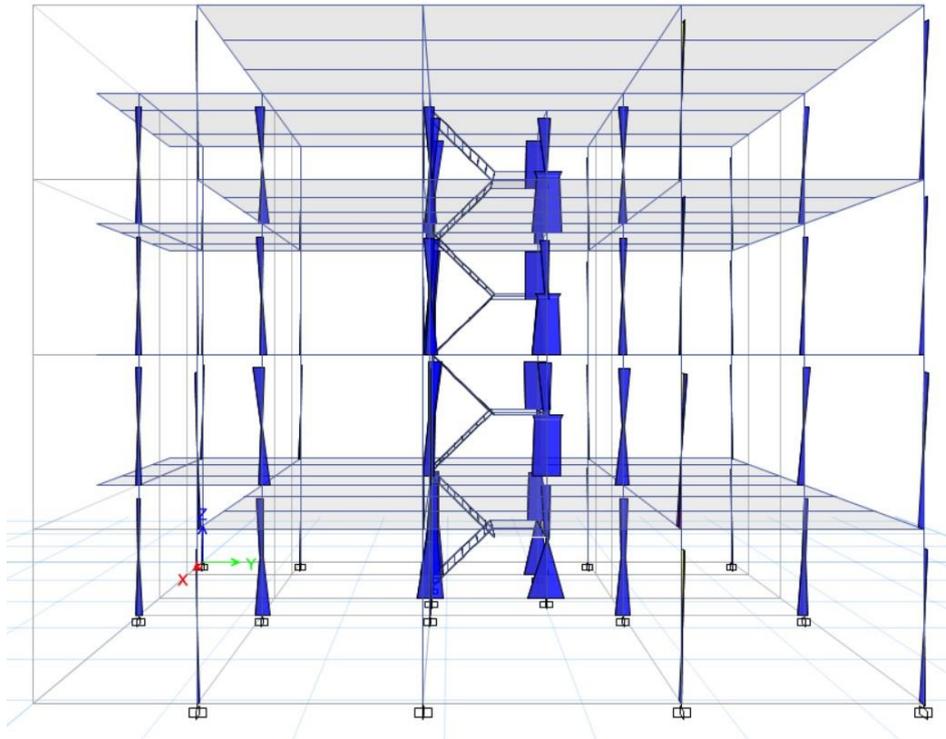


Figura 5.52: Vista YZ M22 1.2D + L+Eqy

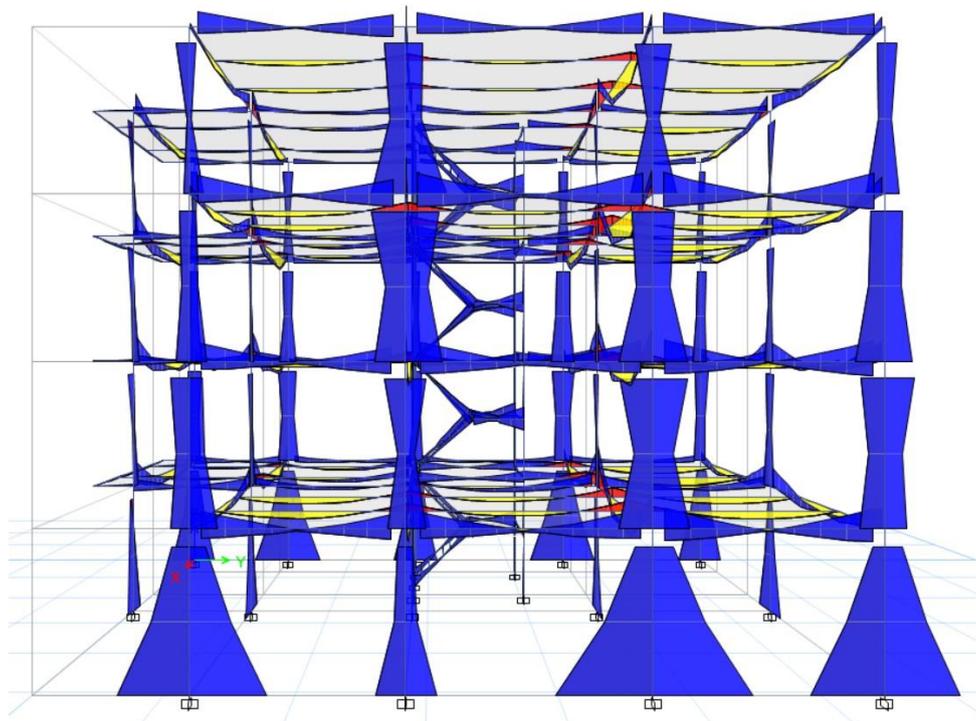


Figura 5.53: Vista YZ M33 1.2D + L+Eqy

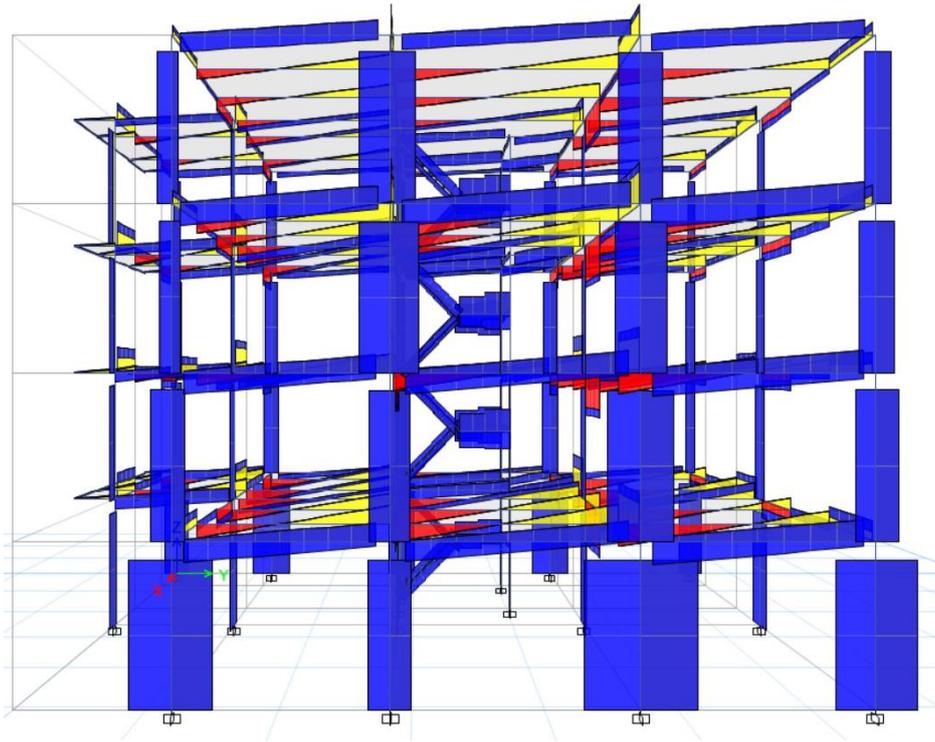


Figura 5.54: Vista YZ V22 1.2D + L+Eqy

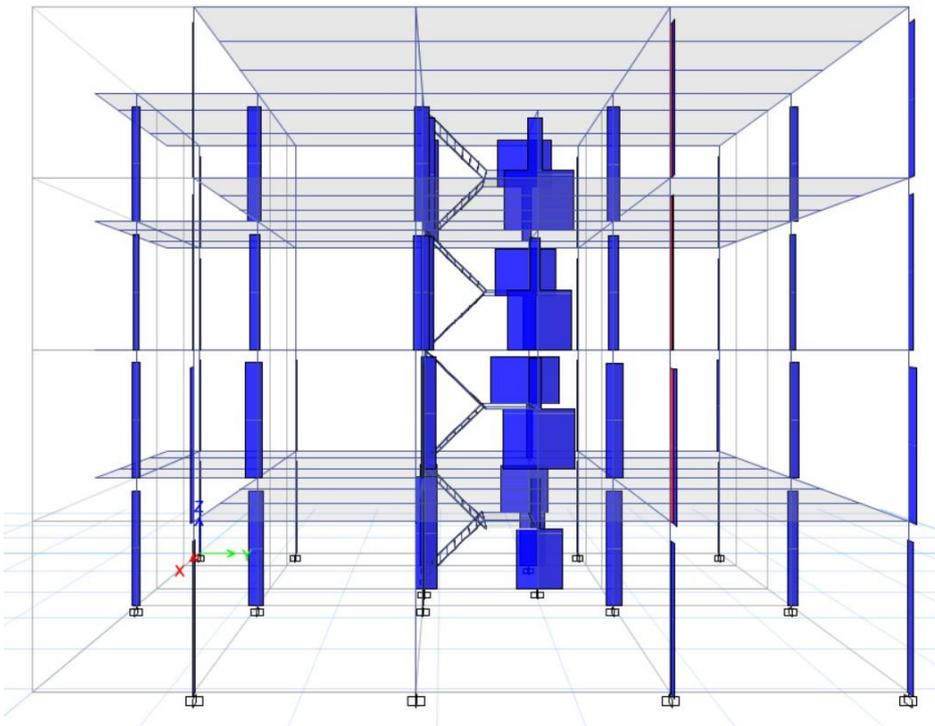


Figura 5.55: Vista YZ V33 1.2D + L+Eqy

APÉNDICE F

DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTOR, FUERZAS CORTANTES Y FUERZAS AXIALES DEL PÓRTICO IMF

- DIAGRAMAS DE FUERZA AXIAL:

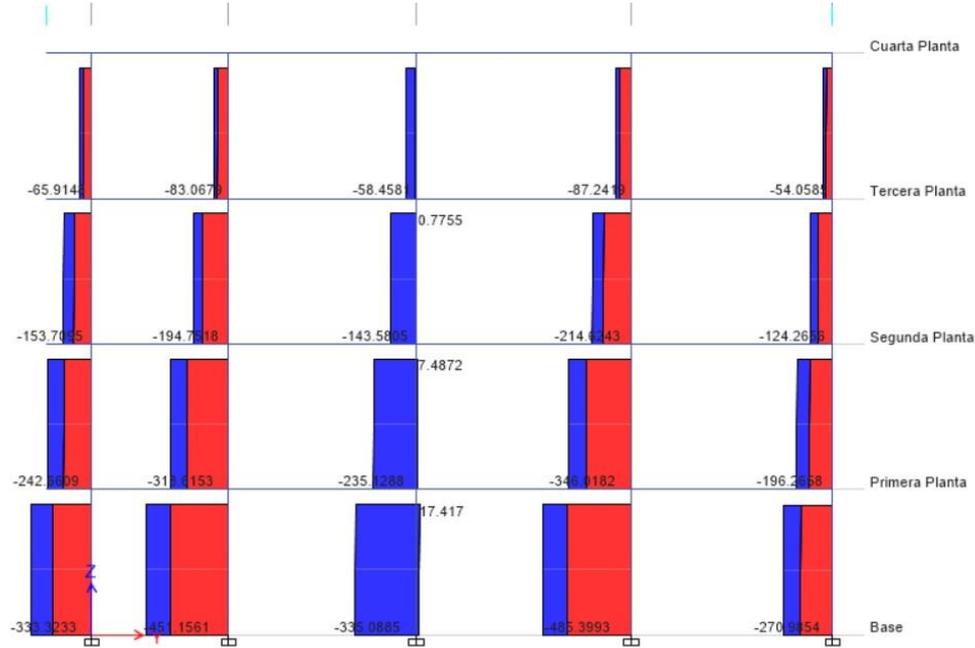


Figura 5.56: Pórtico 1 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqx

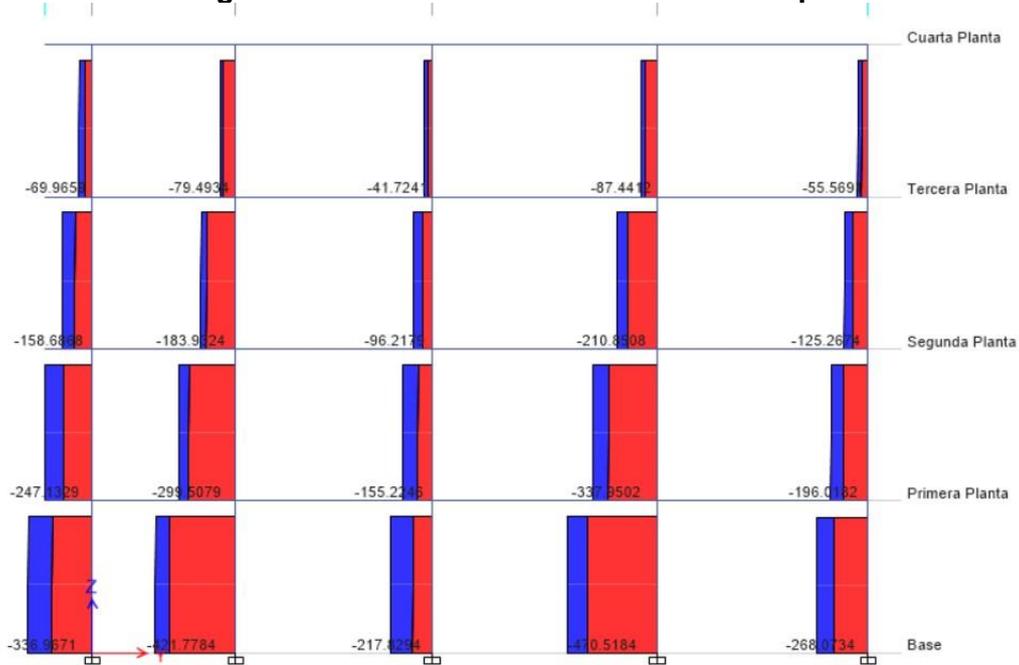


Figura 5.57: Pórtico 1 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqy

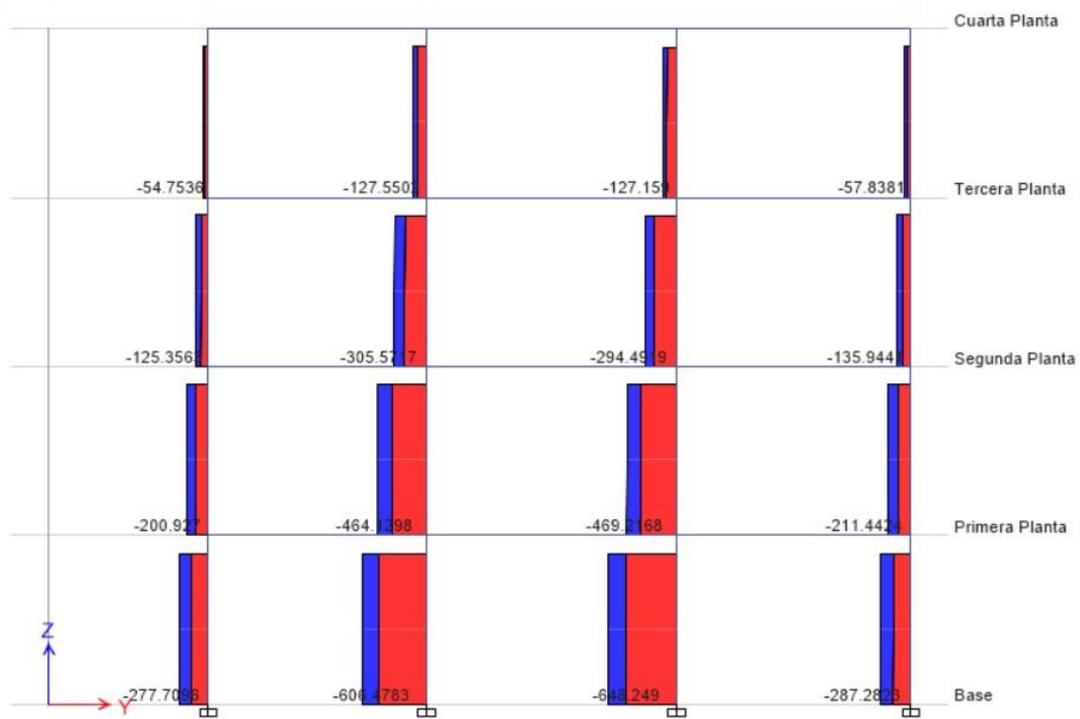


Figura 5.58: Pórtico 2 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqx

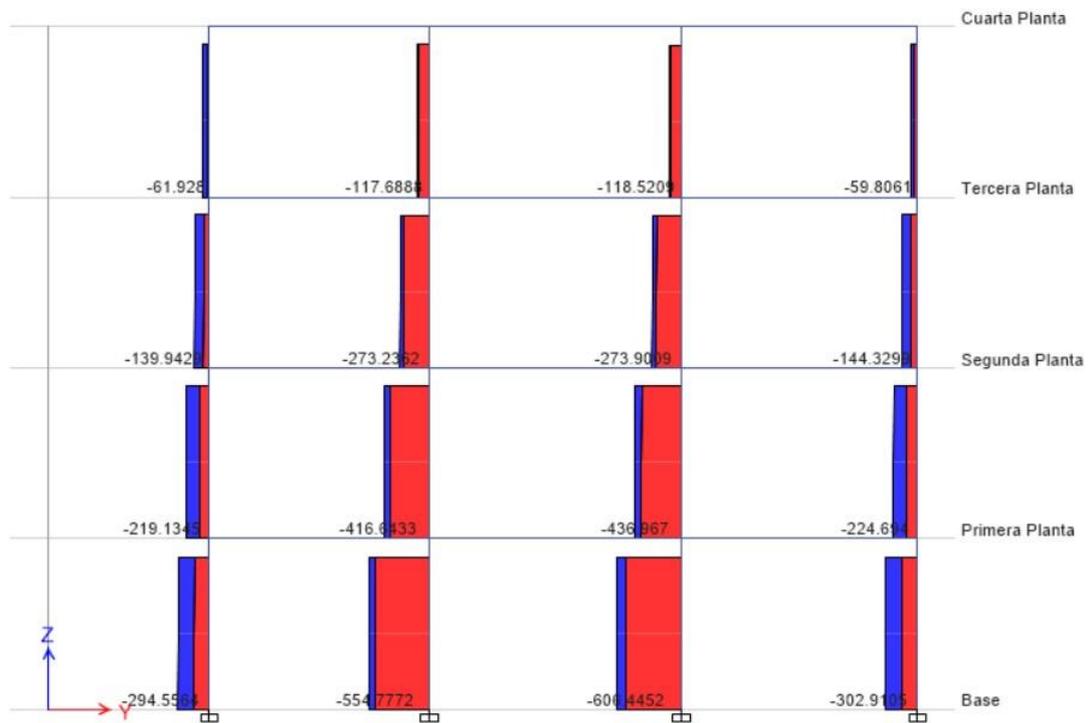


Figura 5.59: Pórtico 2 IMF Axial: 1.2D+L+ Eqy

DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE 2-2

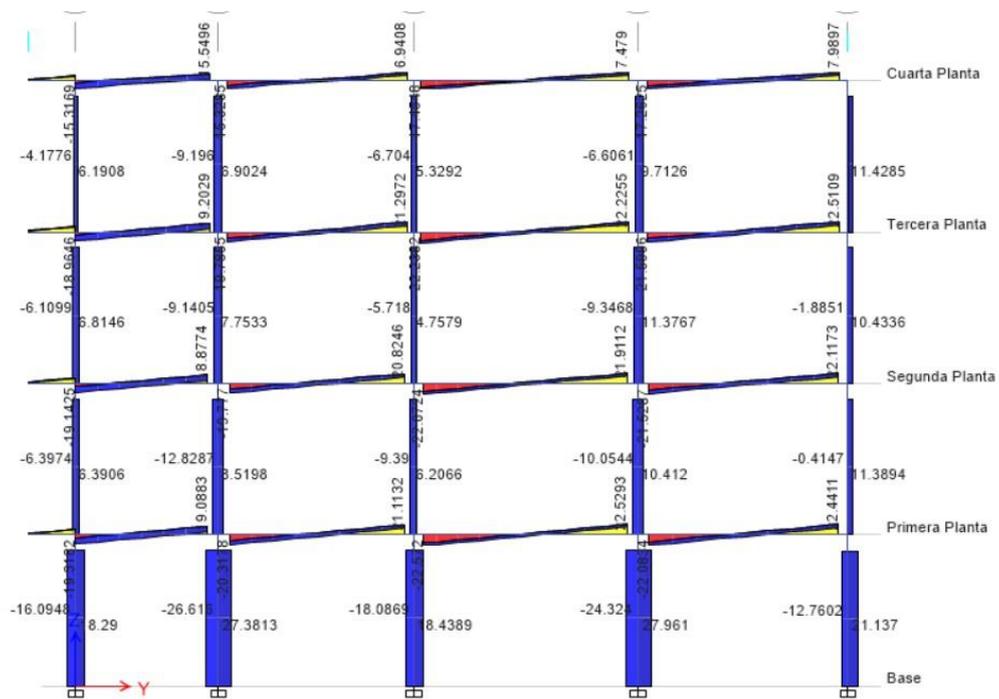


Figura 5.60: Pórtico 1 IMF V22: 1.2D+L+ Eqx

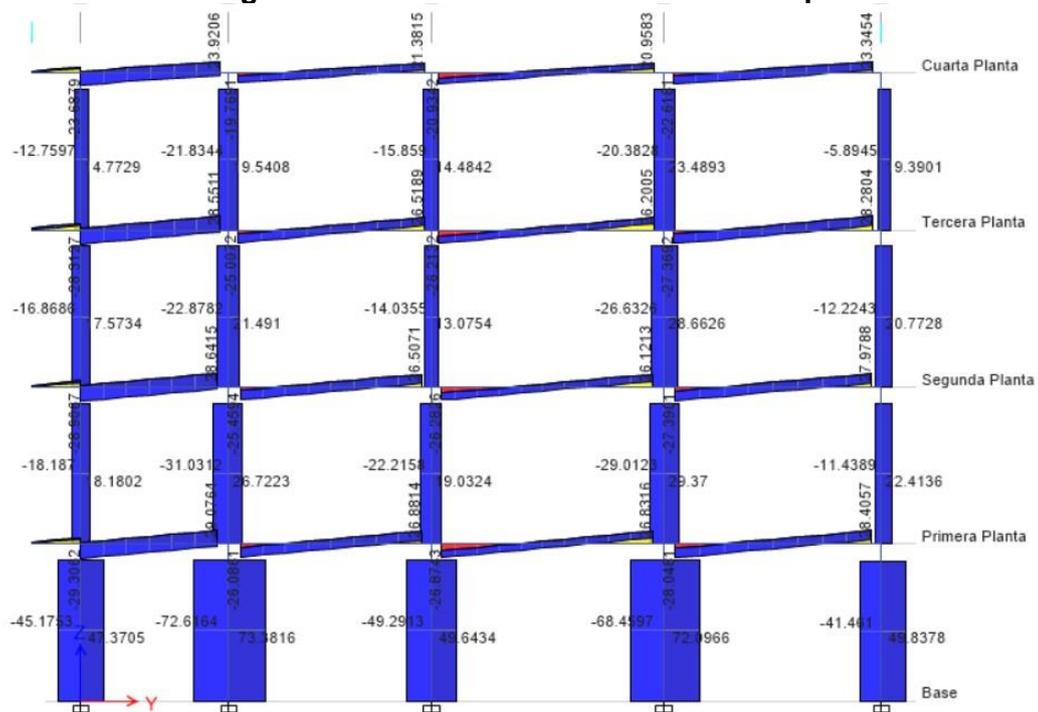


Figura 5.61: Pórtico 1 IMF V22: 1.2D+L+ Eqx

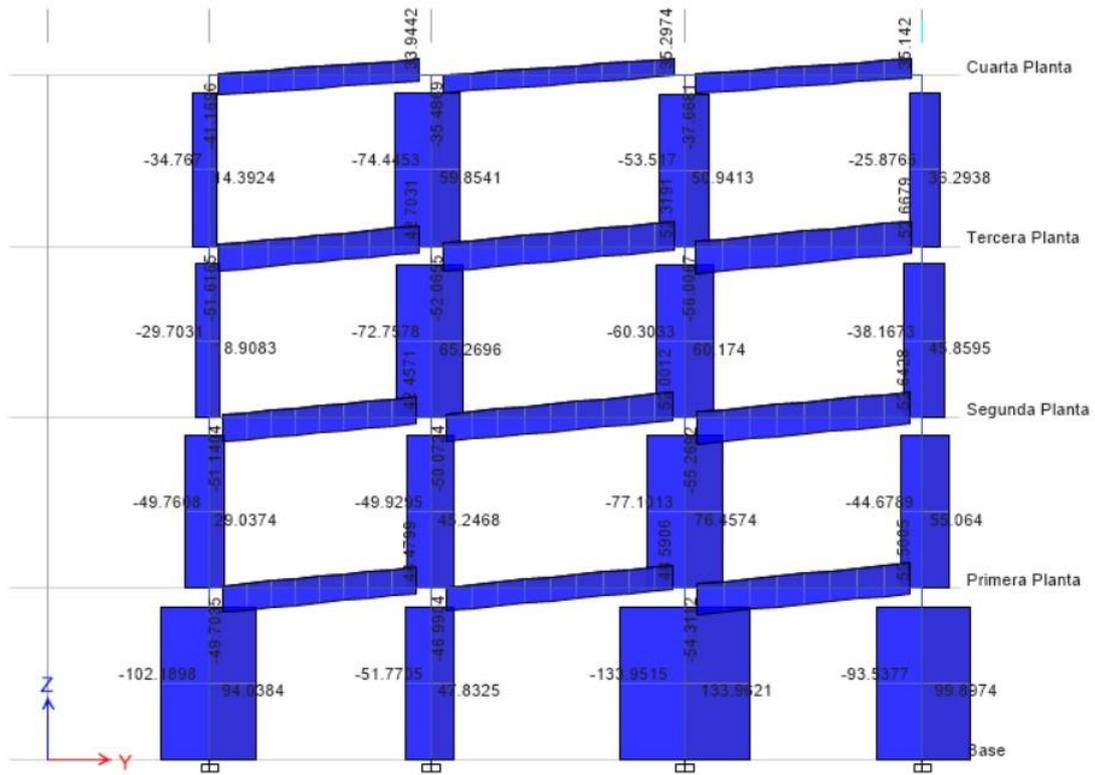


Figura 5.62: Pórtico 2 IMF V22: 1.2D+L+ Eq

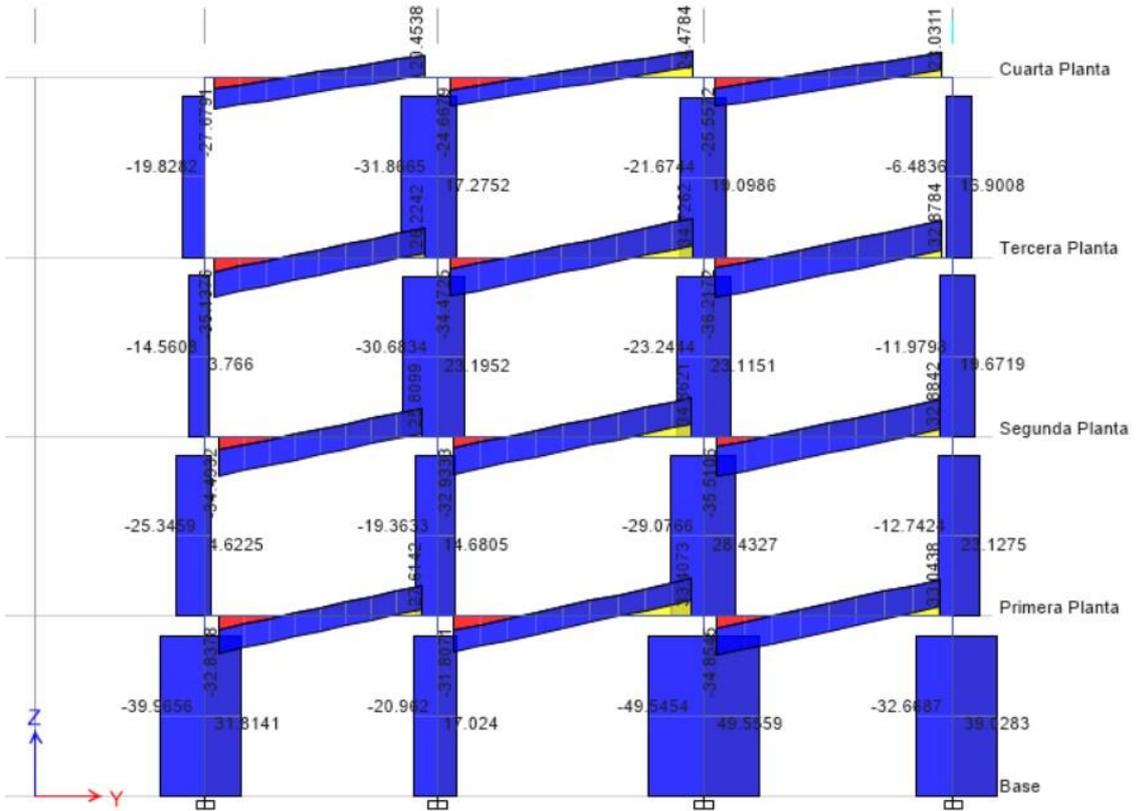


Figura 5.63: Pórtico 2 IMF V22: 1.2D+L+ Eq

DIAGRAMAS DE FUERZA CORTANTE 3-3

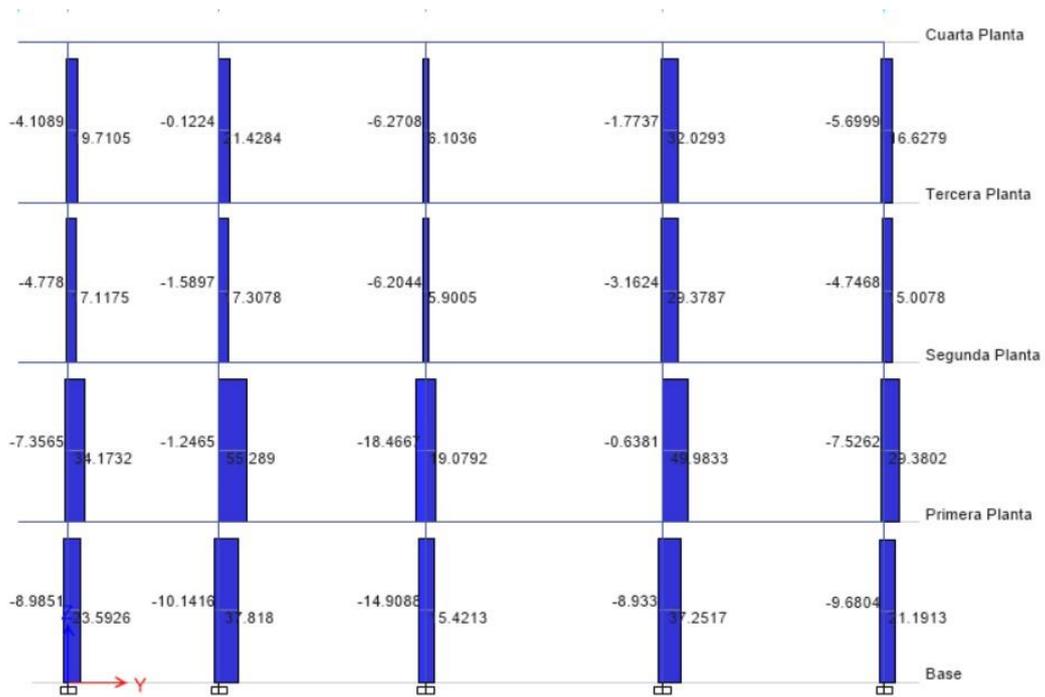


Figura 5.64: Pórtico 1 IMF V33: 1.2D+L+ Eqx

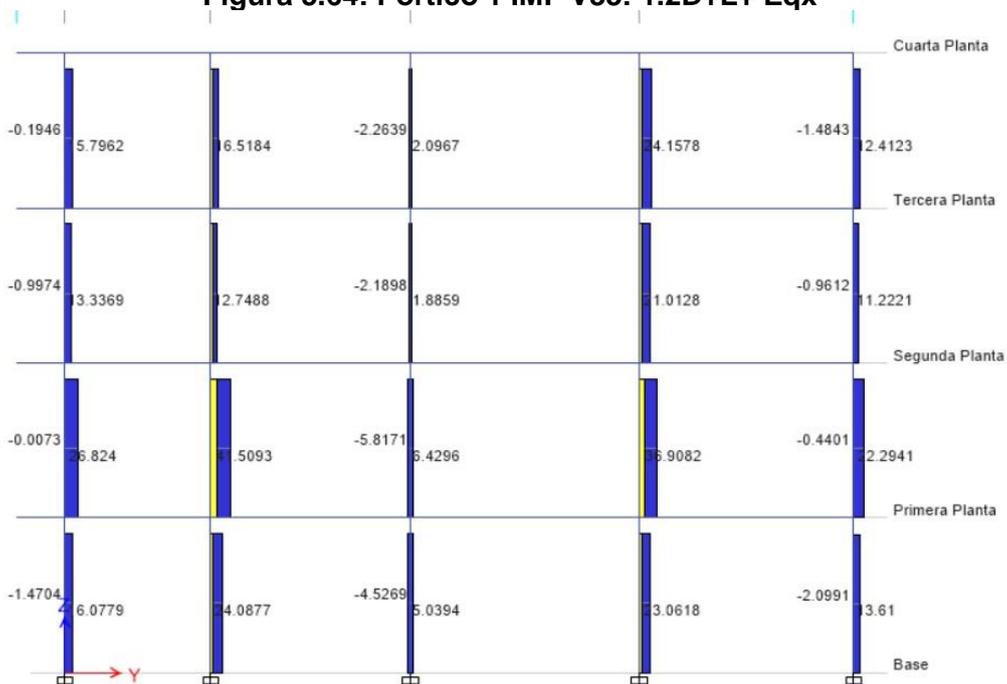


Figura 5.65: Pórtico 1 IMF V33: 1.2D+L+ Eqy

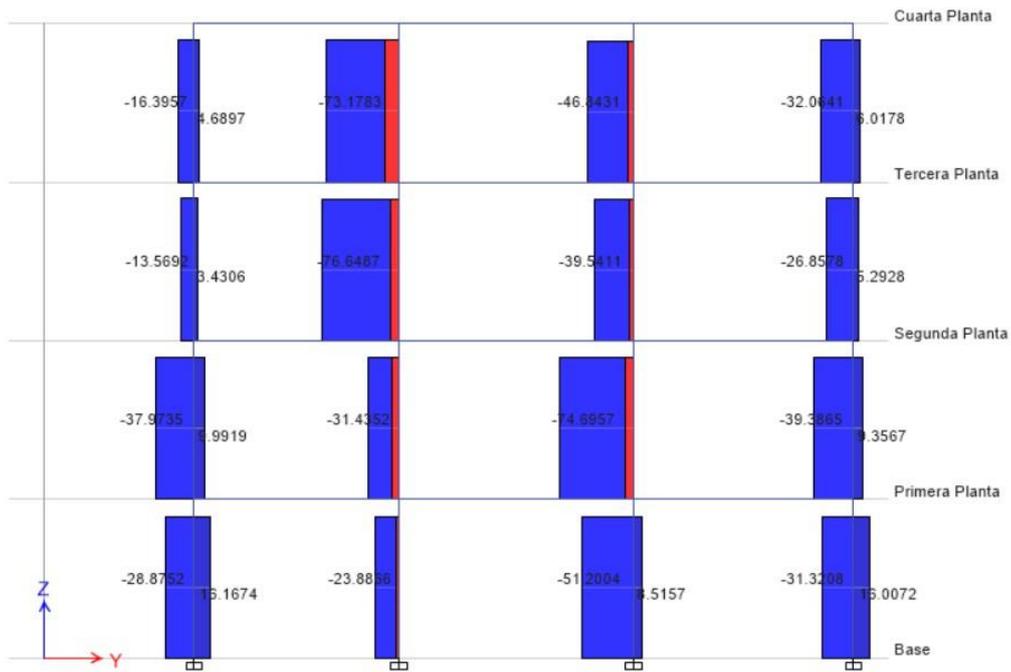


Figura 5.66: Pórtico 2 IMF V33: 1.2D+L+ Eqx

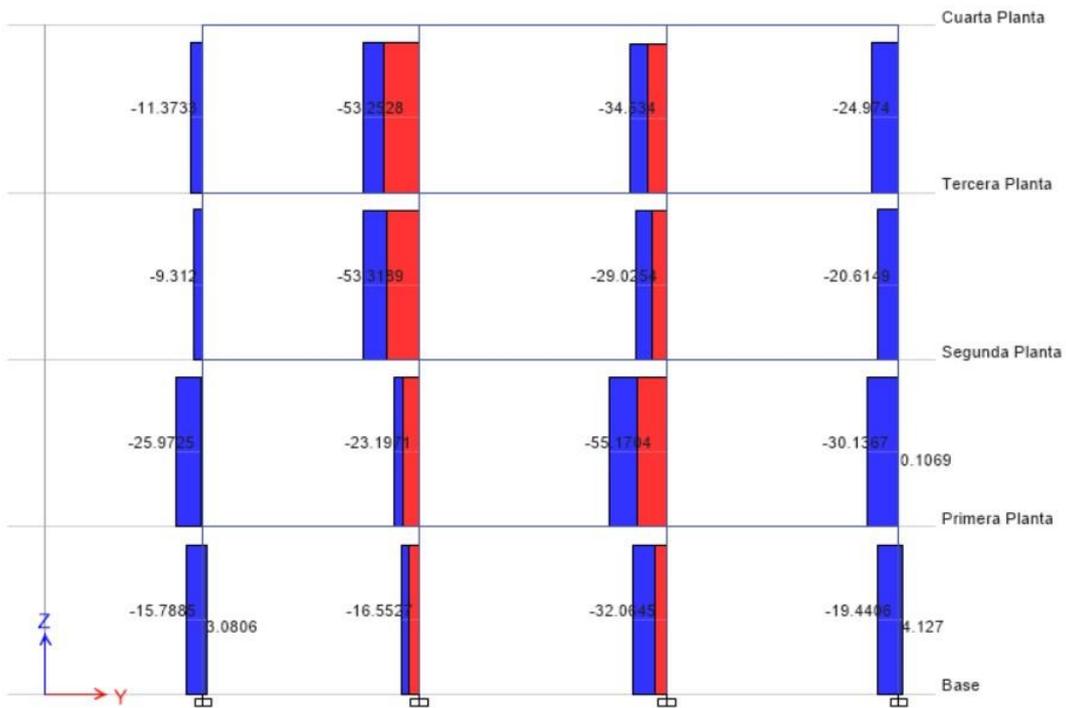


Figura 5.67: Pórtico 2 IMF V33: 1.2D+L+ Eqy

DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTOR 2-2

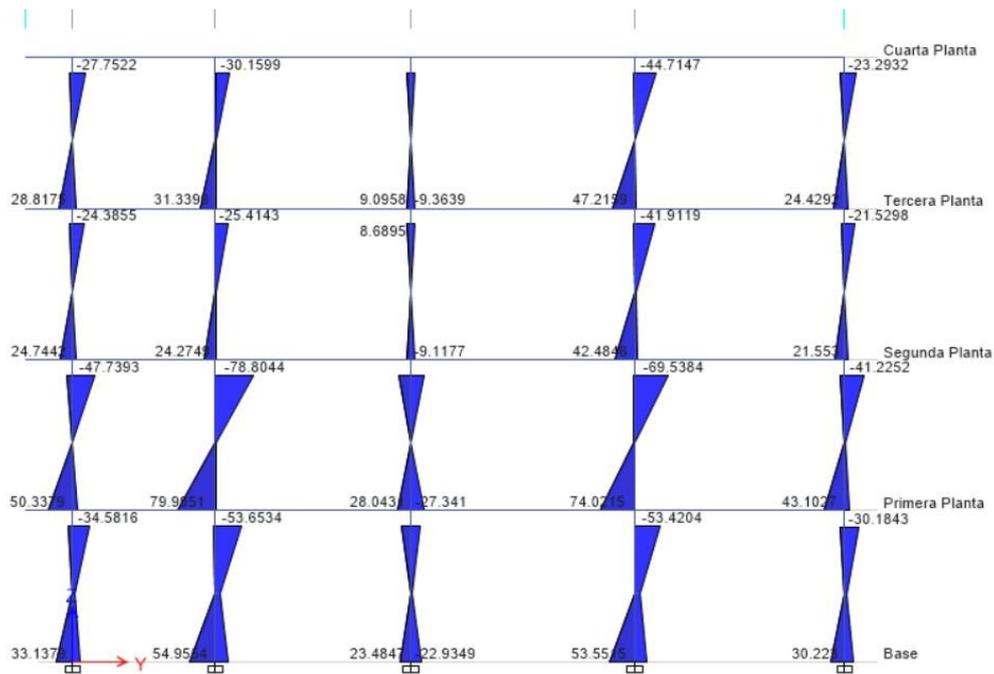


Figura 5.68: Pórtico 1 IMF M22: 1.2D+L+ Eqx

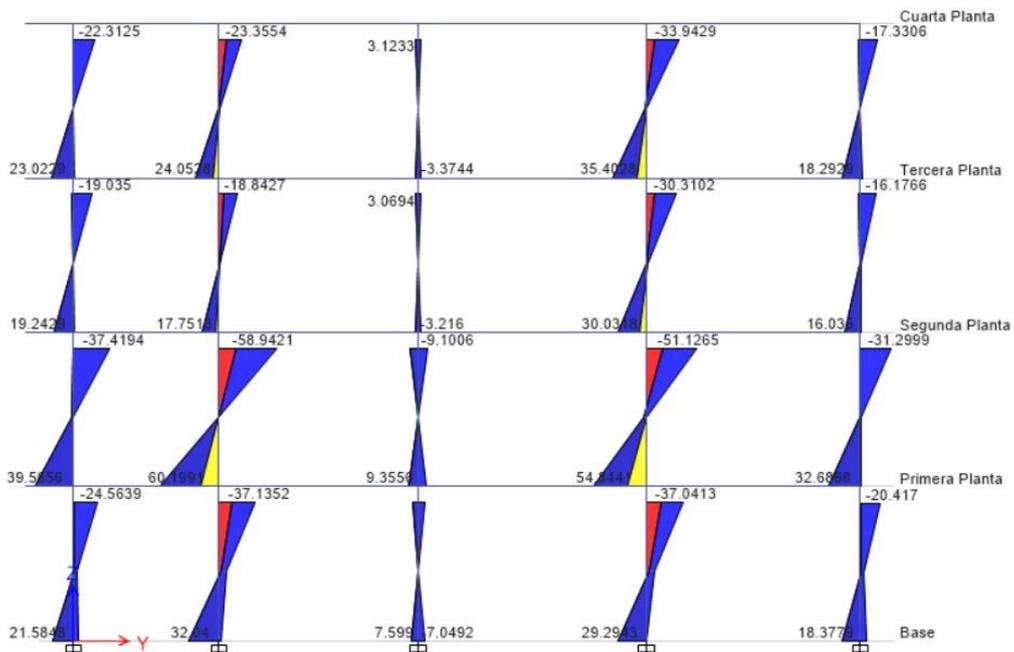


Figura 5.69: Pórtico 1 IMF M22: 1.2D+L+ Eqy

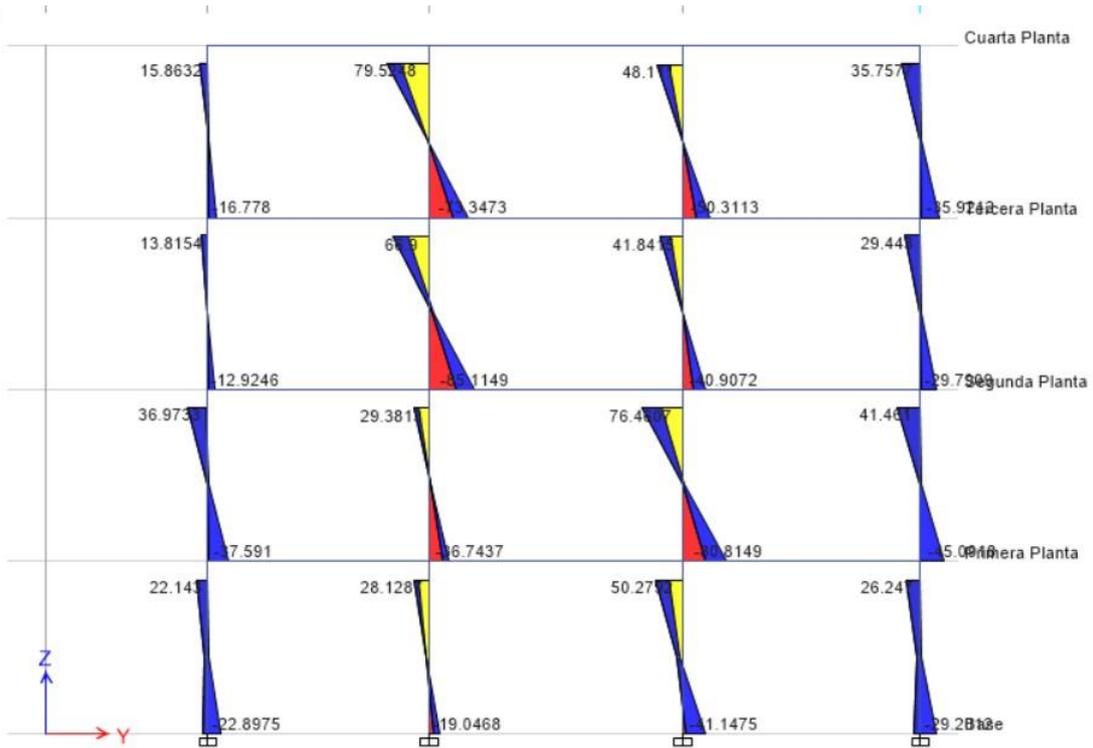


Figura 5.70: Pórtico 2 IMF M22: 1.2D+L+ Eqy

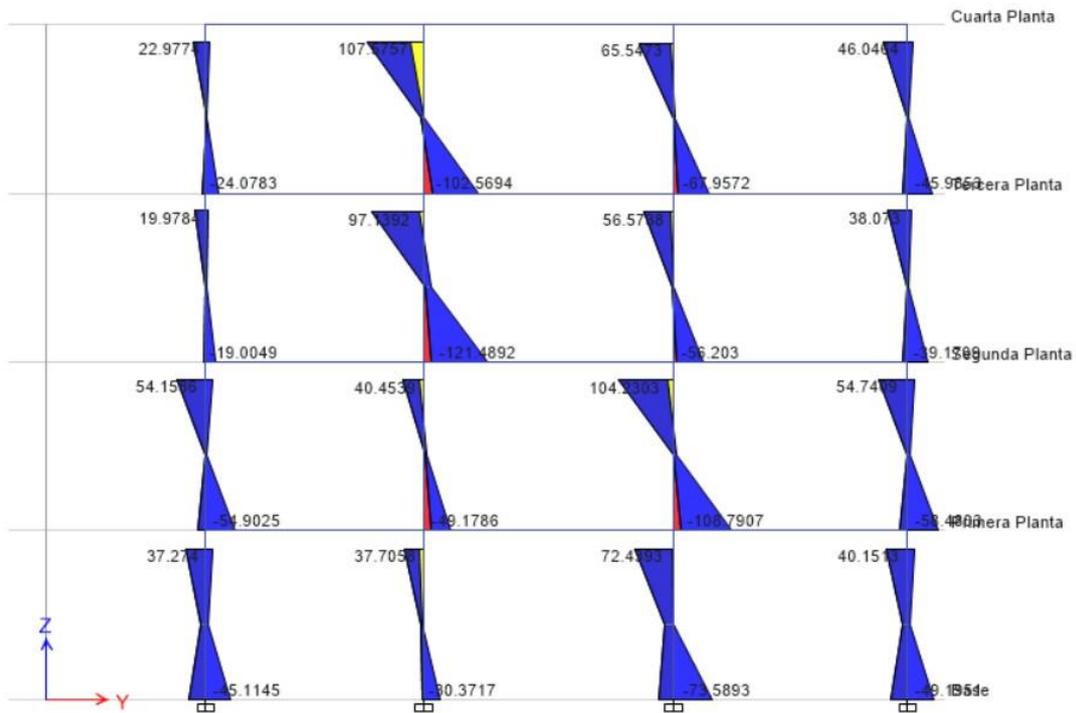


Figura 5.71: Pórtico 2 IMF M22: 1.2D+L+ Eqx

DIAGRAMAS DE MOMENTO FLECTOR 3-3

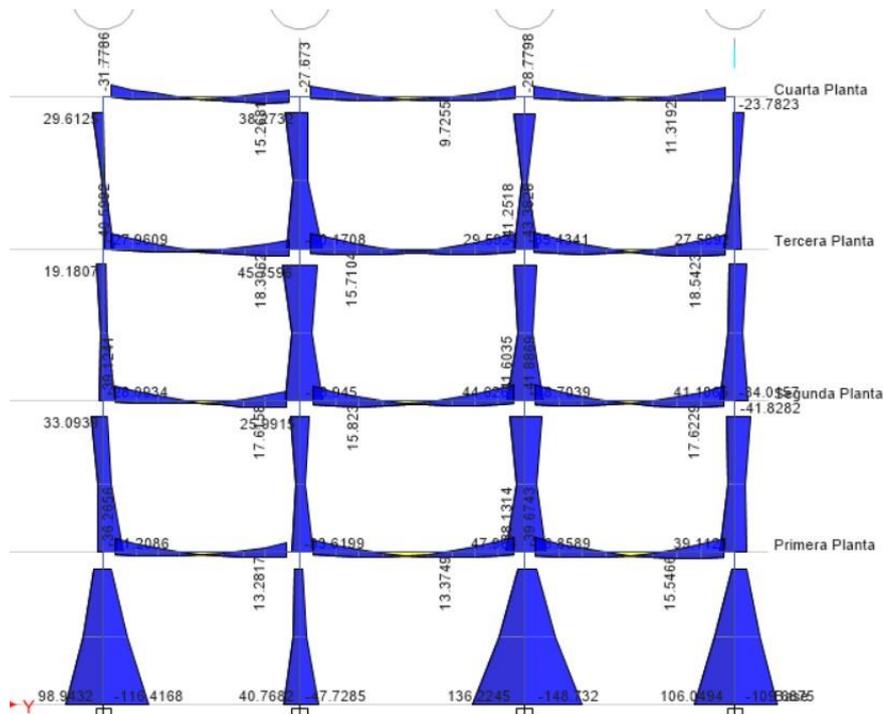


Figura 5.72: Pórtico 2 IMF M33: 1.2D+L+ Eqx

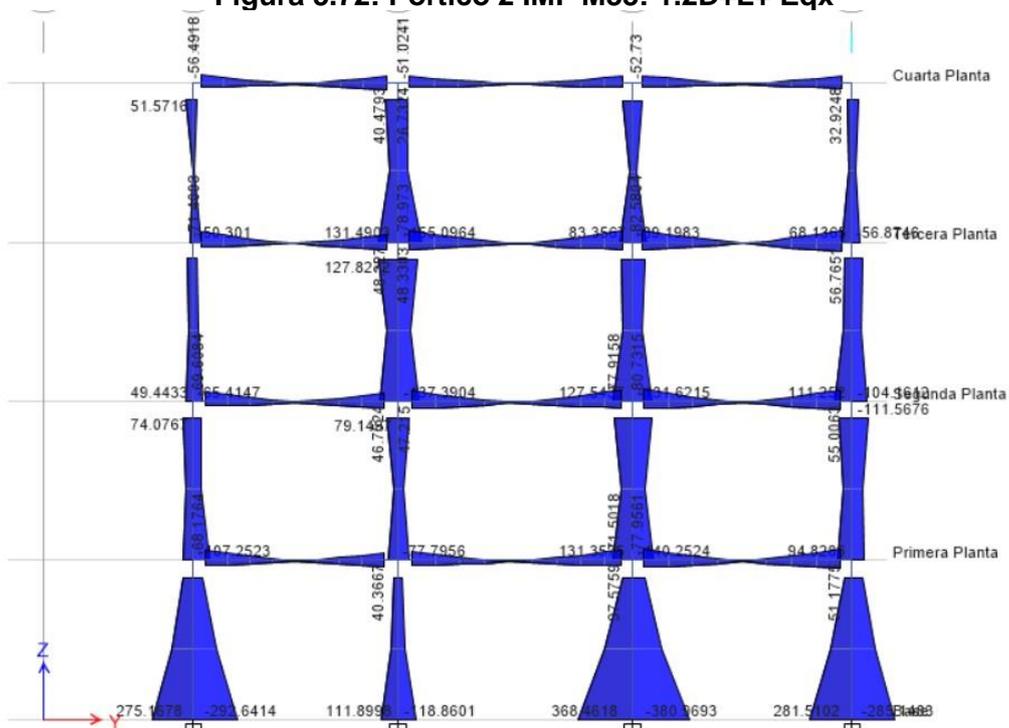


Figura 5.73: Pórtico 2 IMF M33: 1.2D+L+ Eqy

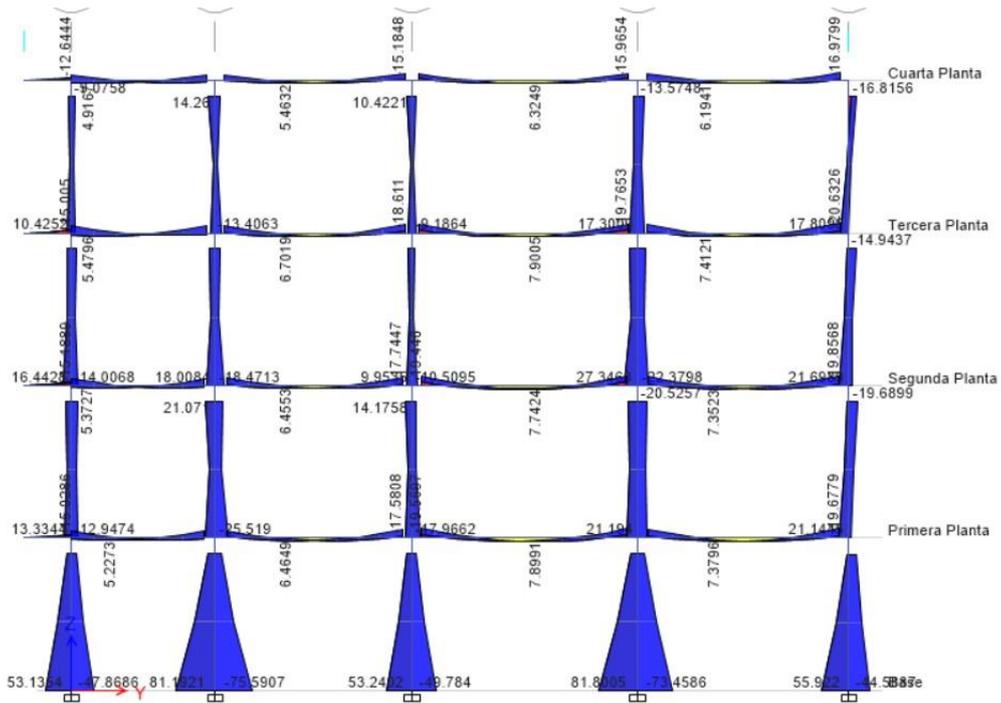


Figura 5.74: Pórtico 1 IMF M33: 1.2D+L+ Eqx

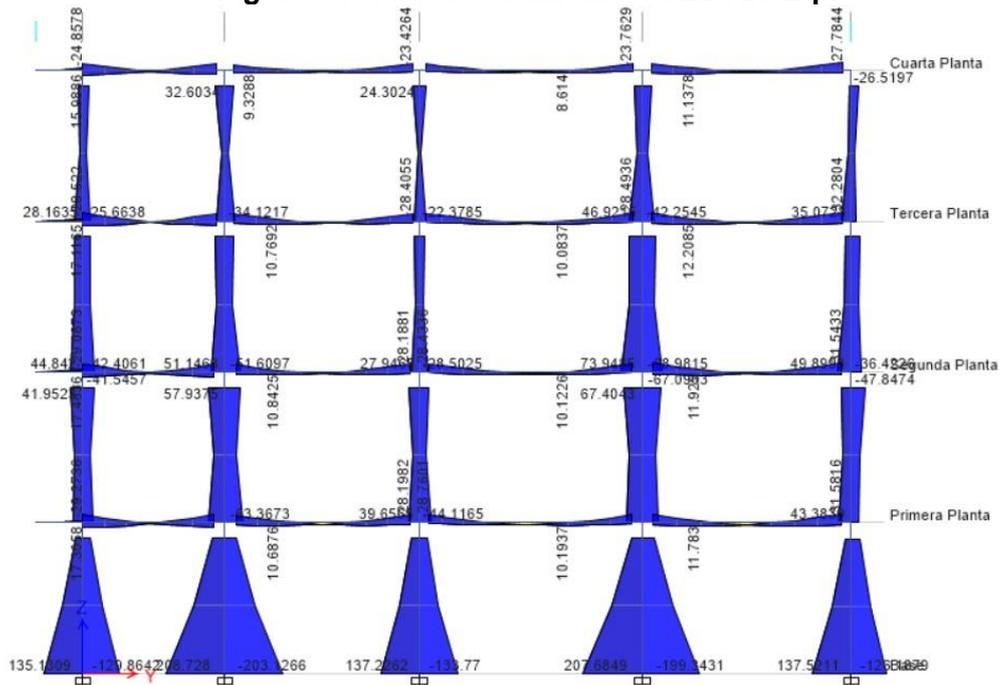


Figura 5.75: Pórtico 1 IMF M33: 1.2D+L+ Eqy

APÉNDICE G

DEFORMACIONES MÁXIMAS PARA DISTINTOS ESTADOS DE CARGA

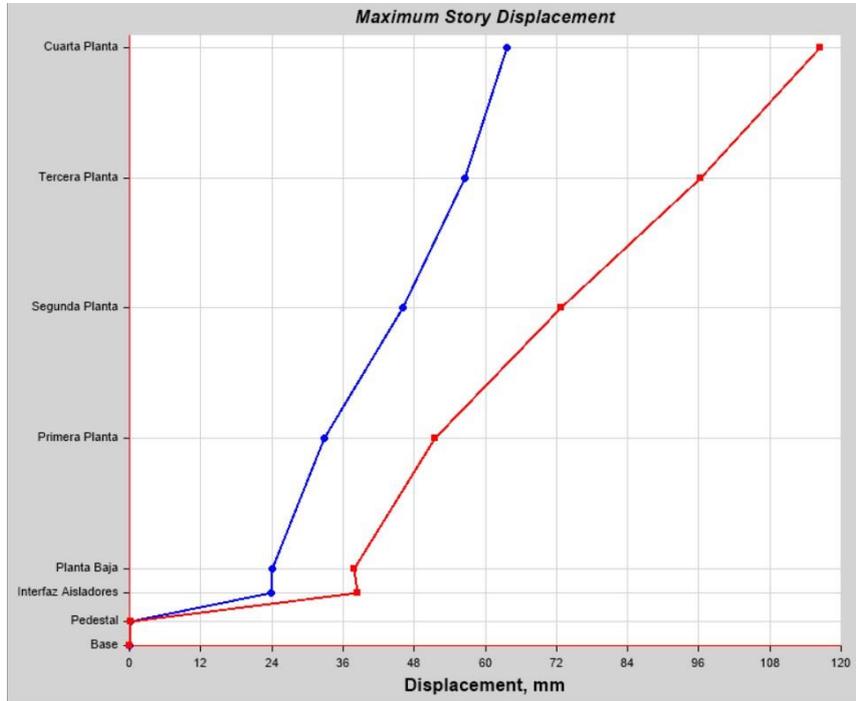


Figura 5.76: RP Aisladores D+0.25L+Exy (DBE)

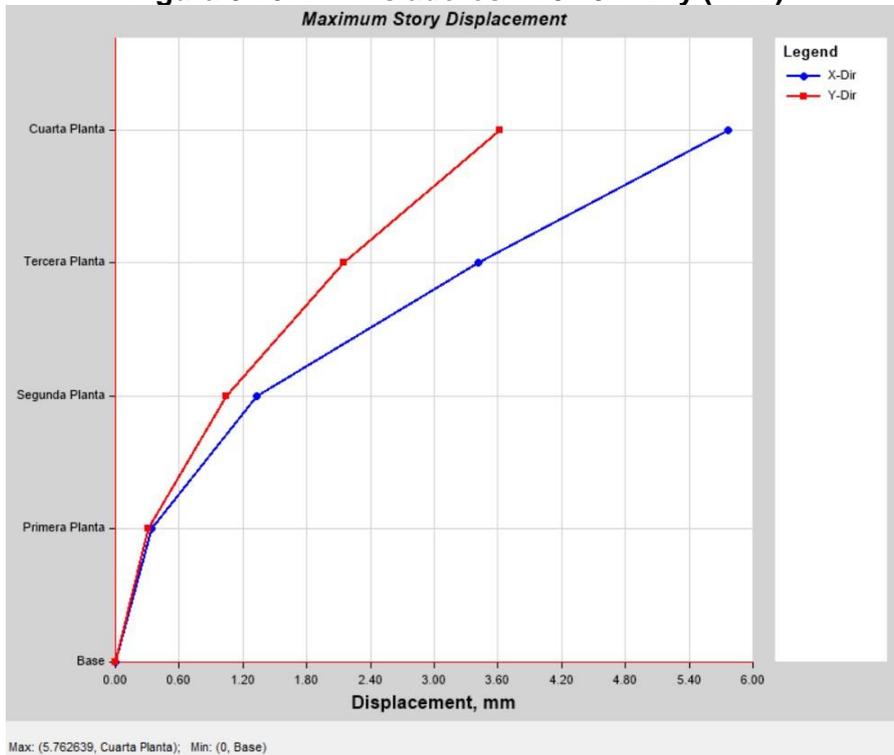


Figura 5.77: RP CR2 1.2 D+1.6L

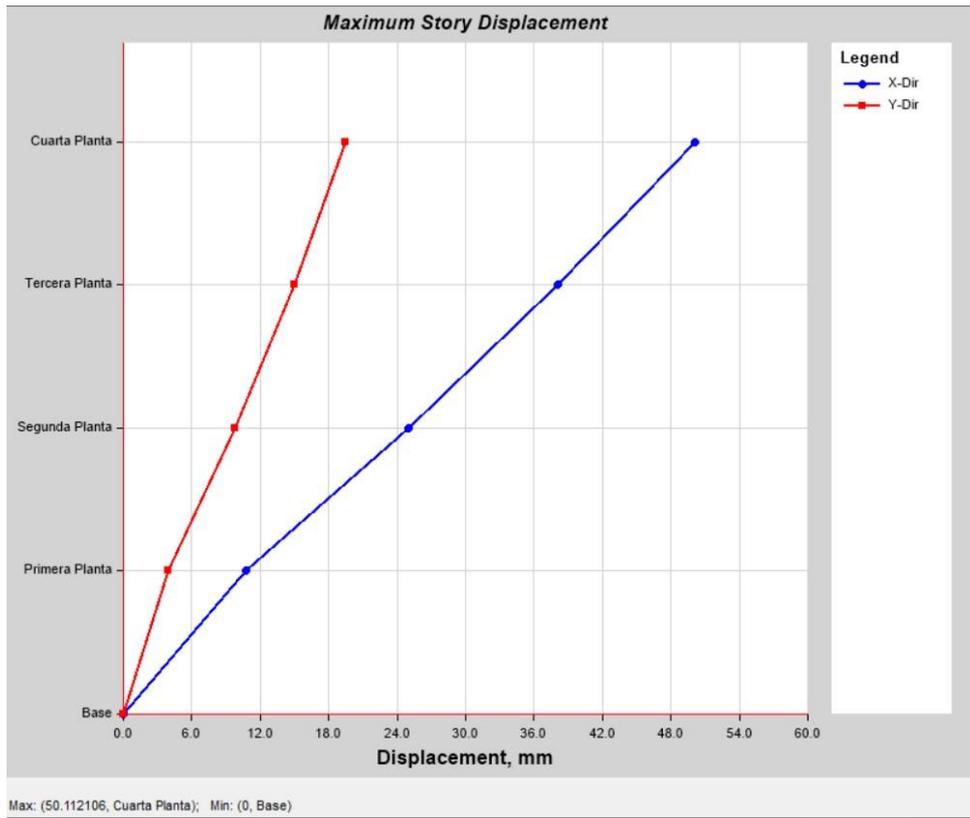


Figura 5.78: RP CR3 1.2 D+L+Eqx

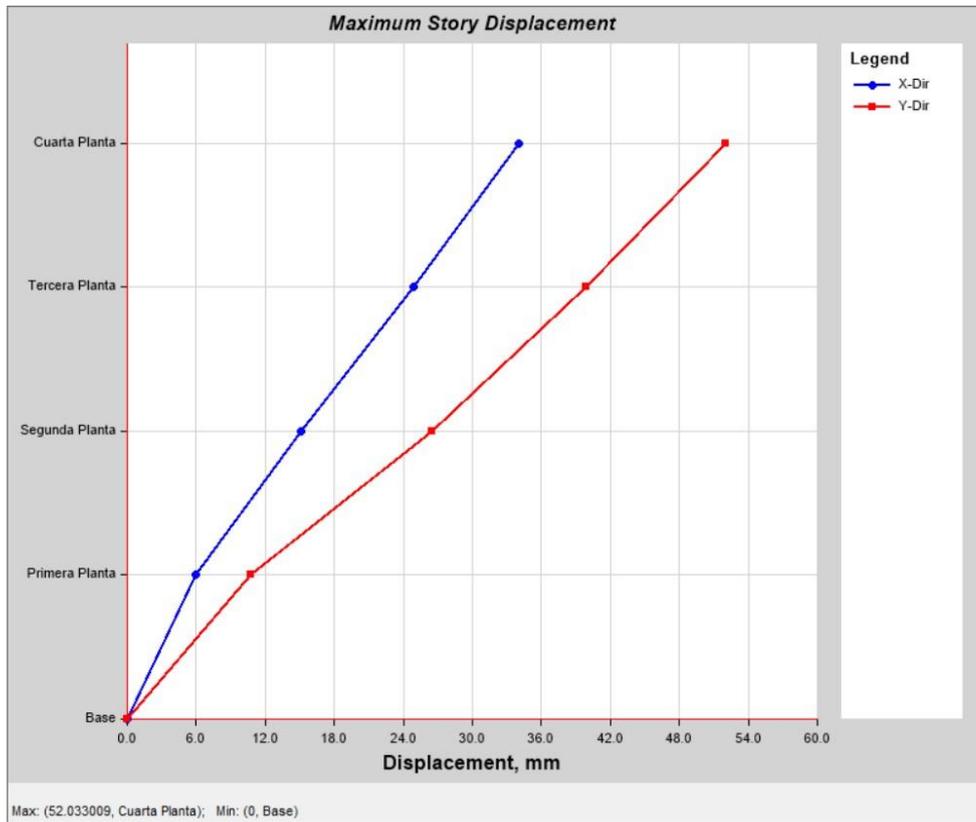


Figura 5.79: RP CR4 1.2 D+L+Eqx

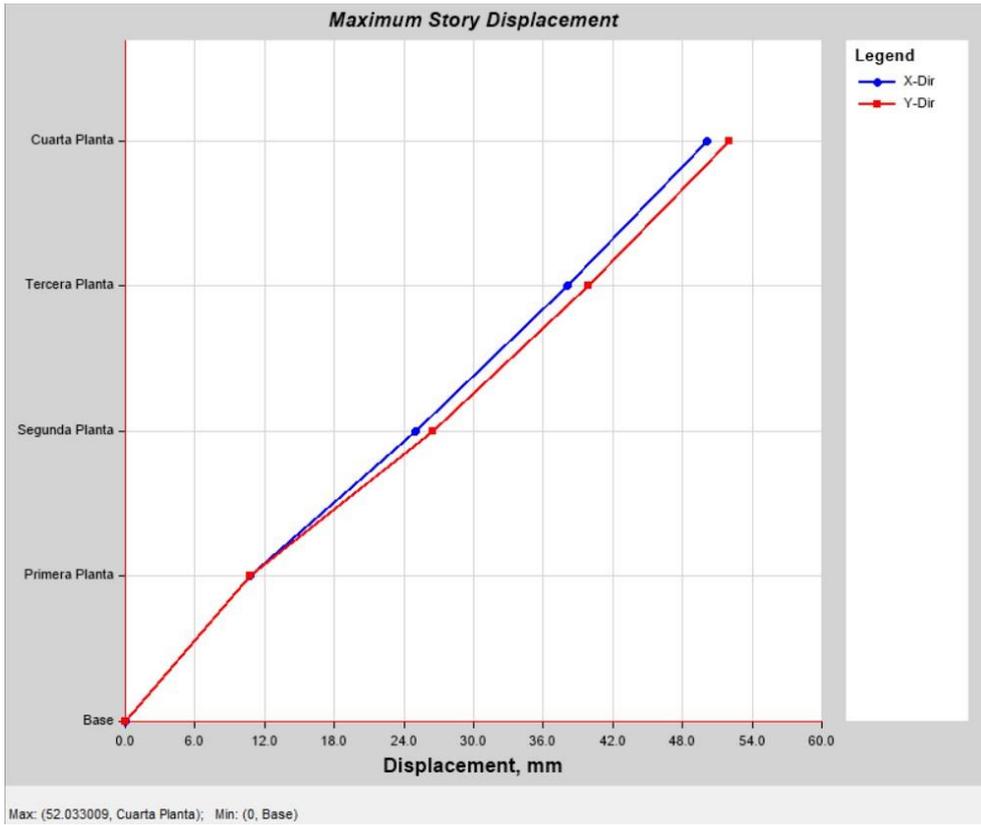


Figura 5.80: RP Envoltente CR

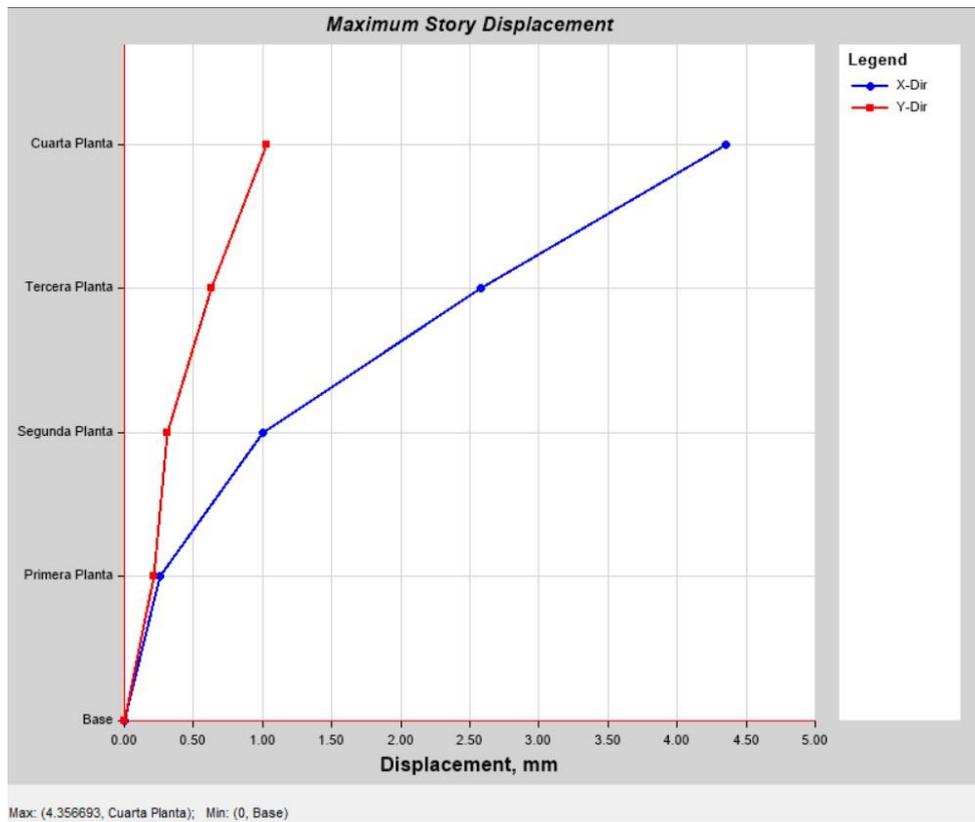


Figura 5.81: RP Envoltente CS

APÉNDICE H

- Mode 1 - Period 1.095

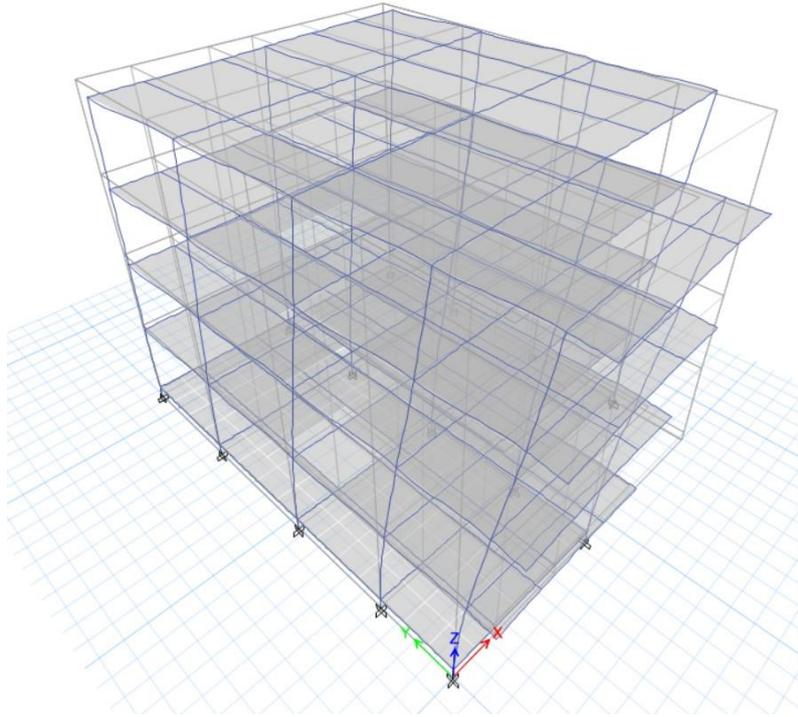


Figura 5.82: Modo 1 considerando DR

(Modal) - Mode 1 - Period 0.856

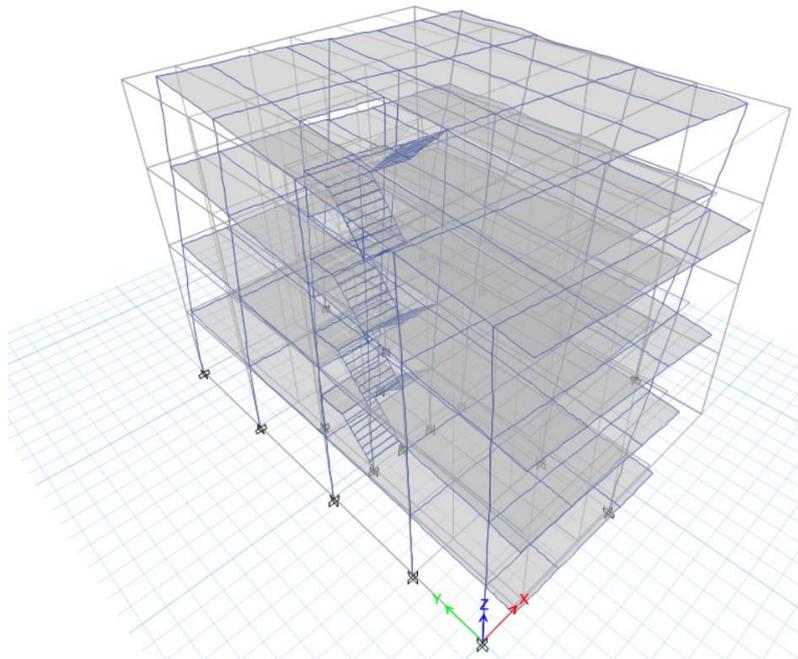


Figura 5.83: Modo 1

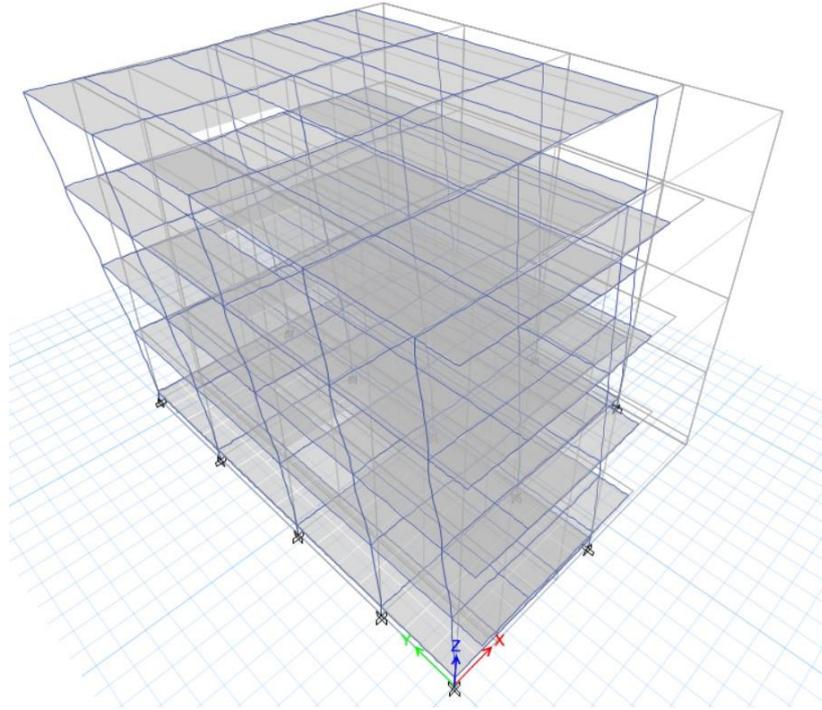


Figura 5.84: Modo 2 considerando DR

Mode 2 - Period 0.803

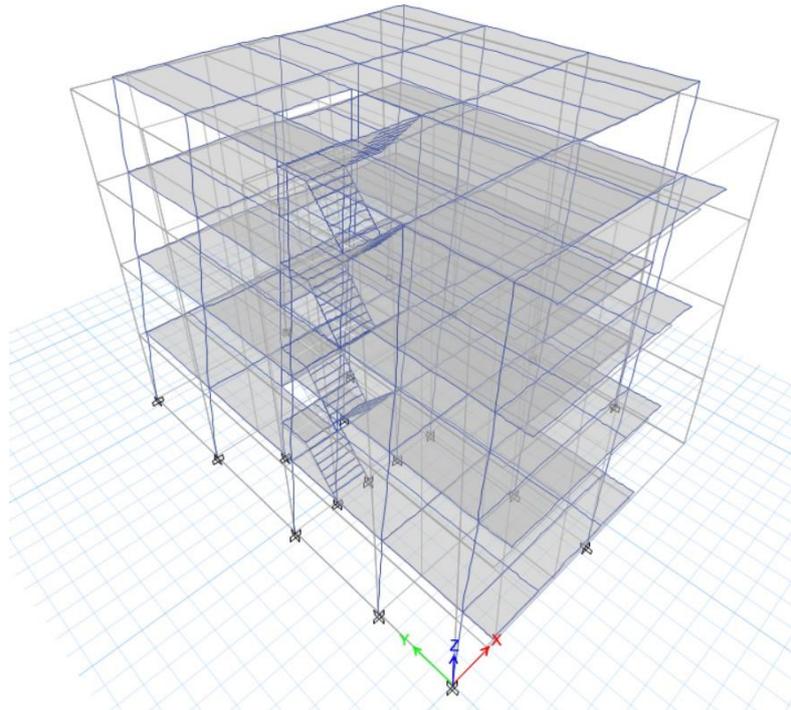


Figura 5.85: Modo 2

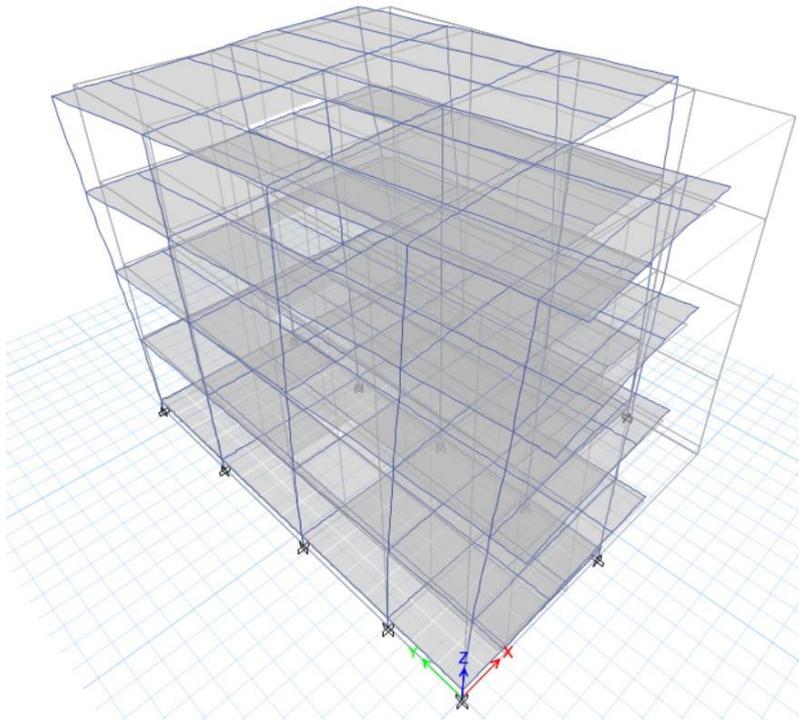


Figura 5.86: Modo 3 considerando DR

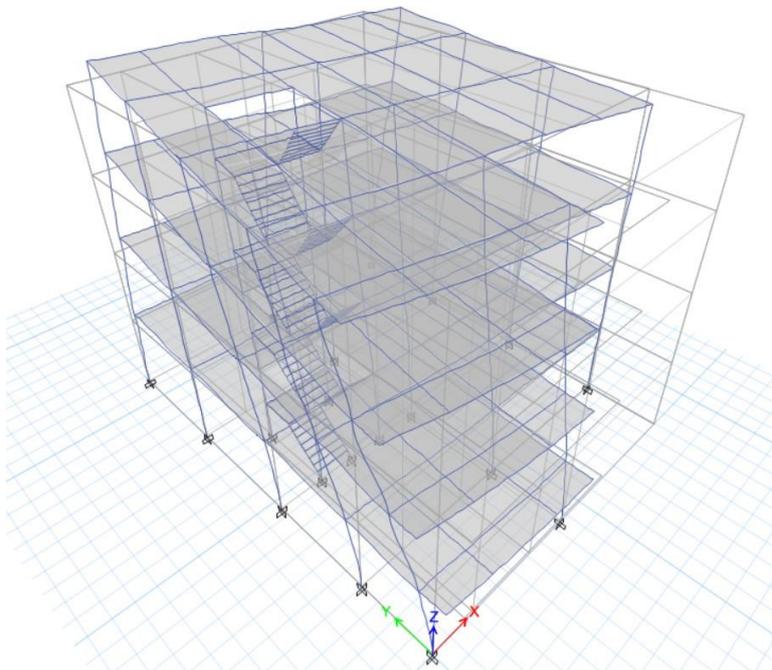


Figura 5.87: Modo 3

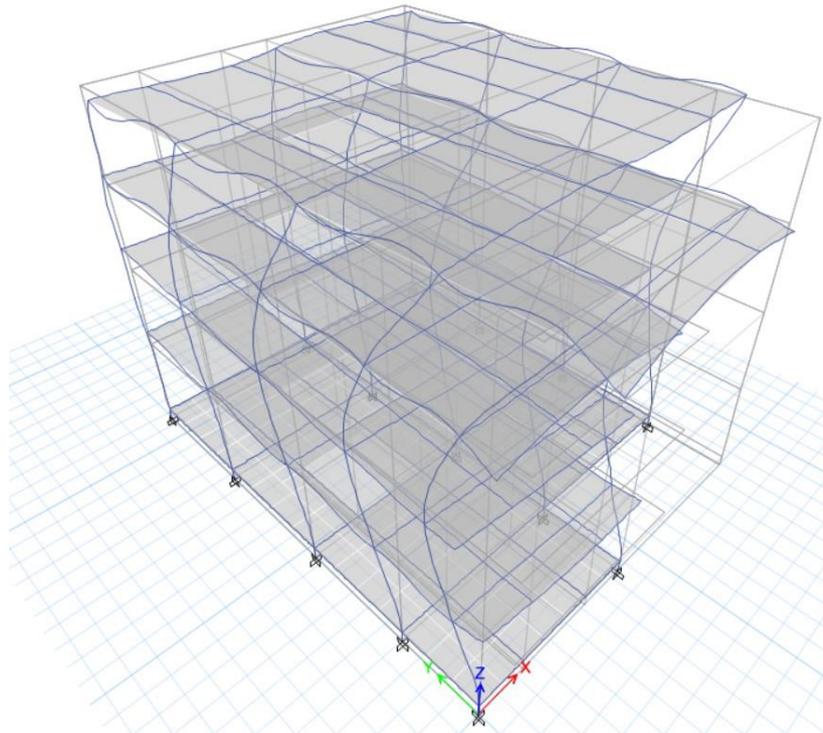


Figura 5.88: Modo 4 considerando DR

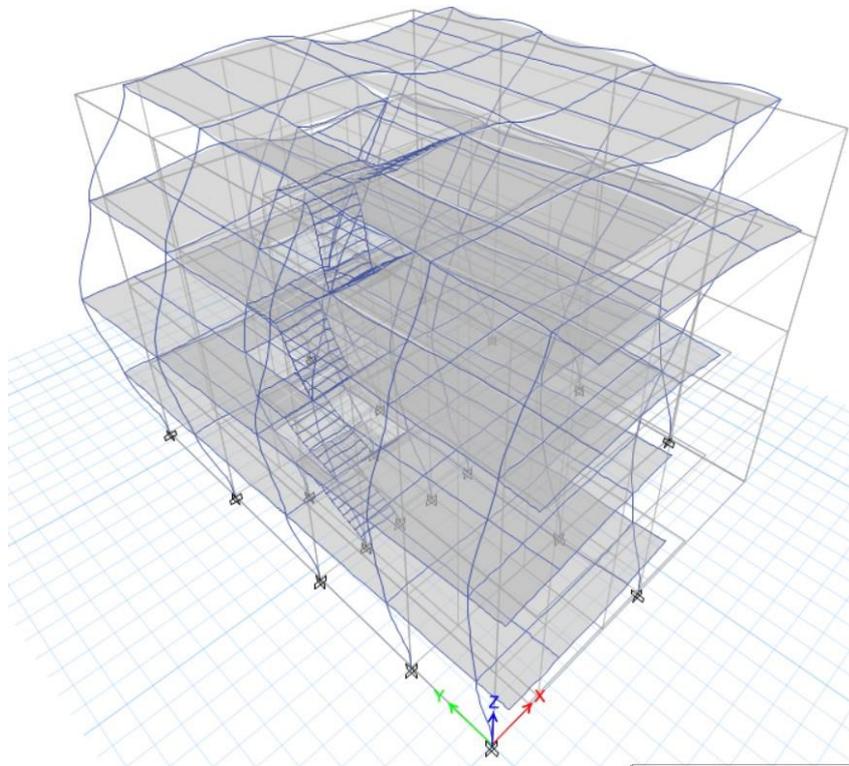


Figura 5.89: Modo 4

Mode 5 - Period 0.292

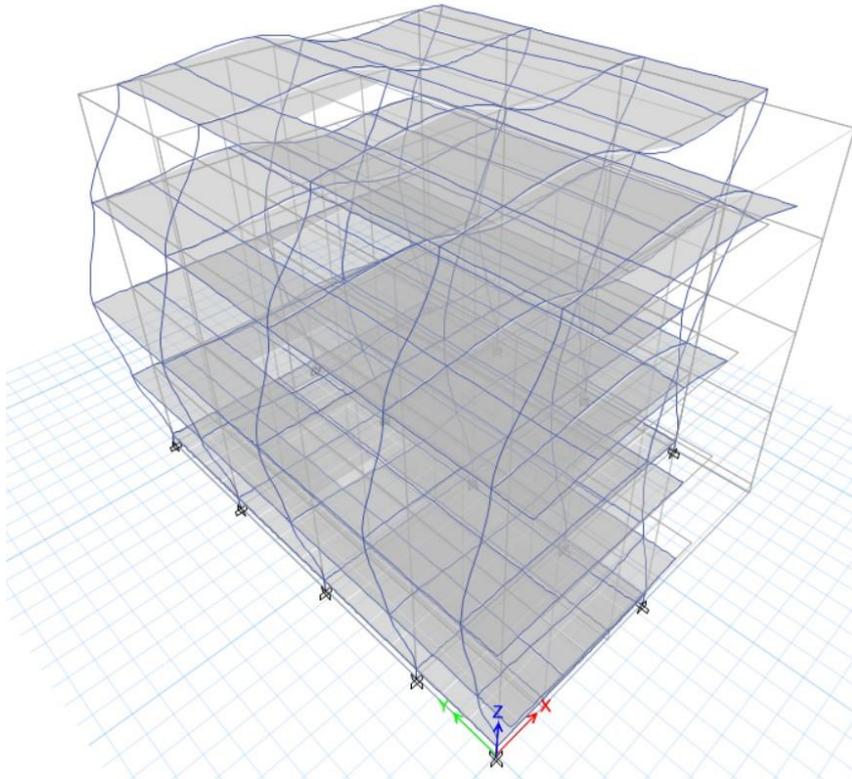


Figura 5.90: Modo 5 considerando DR

Mode 5 - Period 0.256

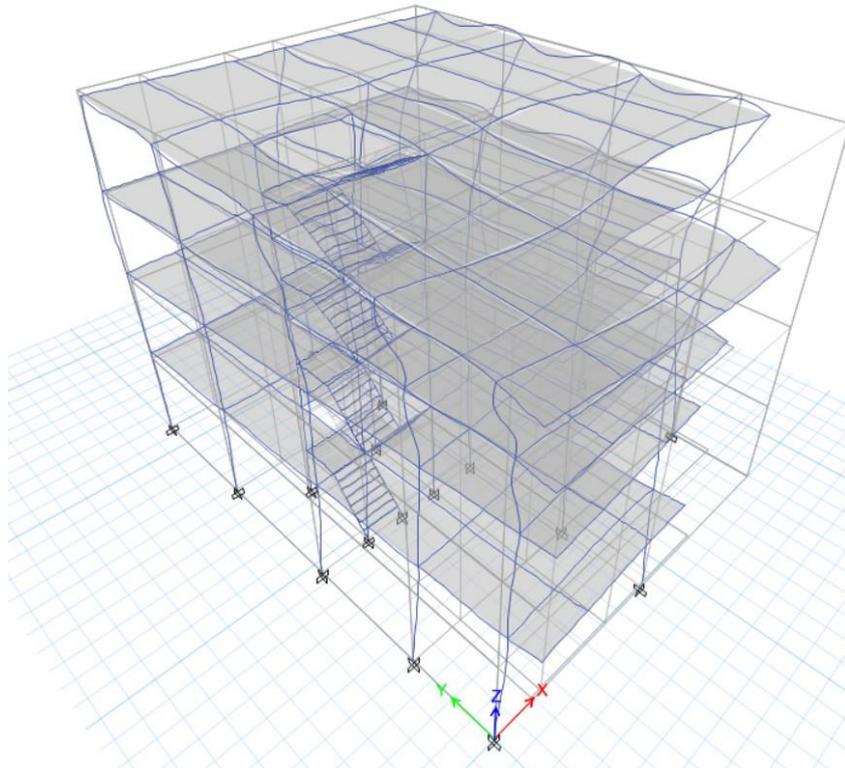


Figura 5.91: Modo 5

Mode 6 - Period 0.235

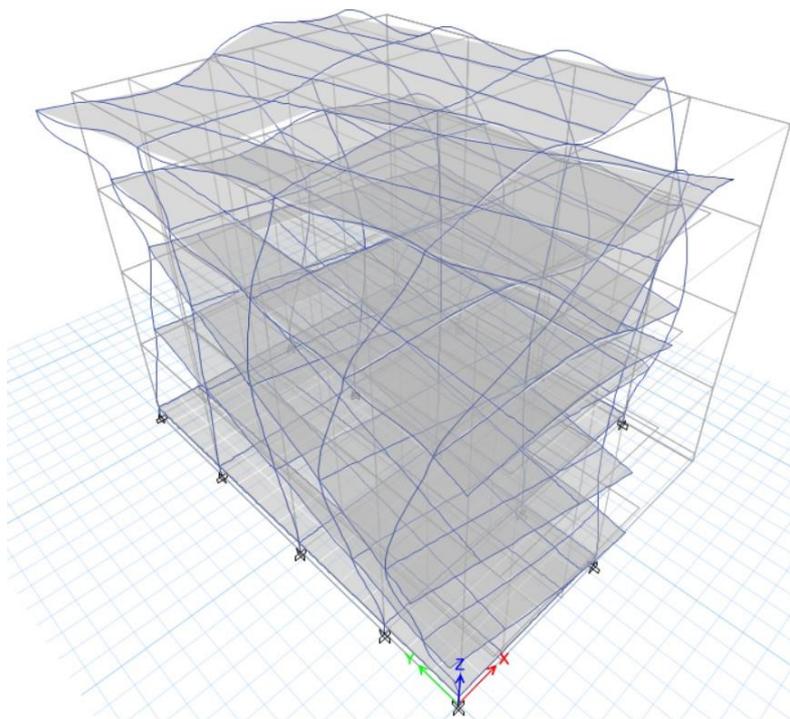


Figura 5.92: Modo 6 considerando DR

Mode 6 - Period 0.227

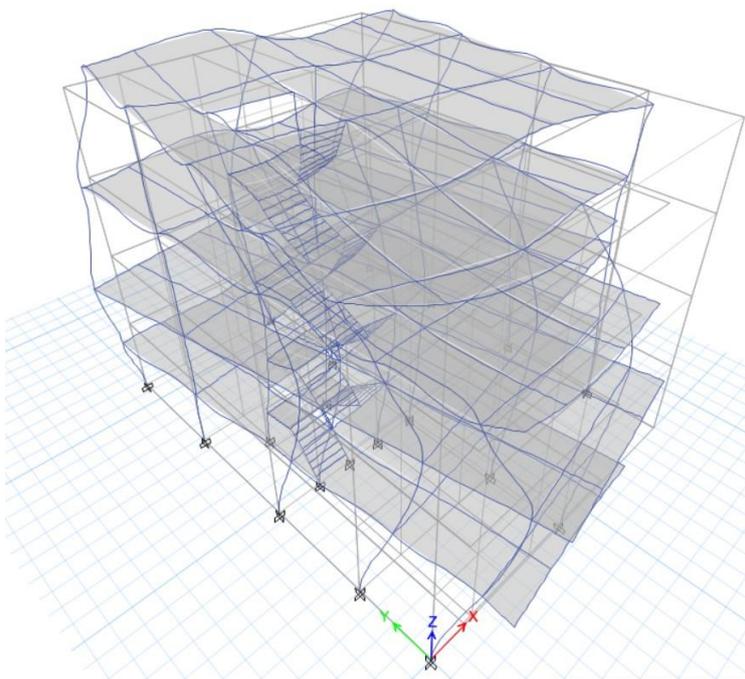


Figura 5.93: Modo 6

APÉNDICE I

MEMORIAS DE CÁLCULO

APÉNDICE J

PLANOS