



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO TÉCNICO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**TEMA:**

---

“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EMAPA UBICADO EN EL BARRIO MIÑARICA II EN LA CIUDAD DE AMBATO; ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS PROBABLES, DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS”

---

**Autor:** Aleaga Villacrés Patricio Israel

**Tutor:** Ing. Mg. Christian Medina.

Ambato – Ecuador

DICIEMBRE, 2016

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico sobre el tema: **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EMAPA UBICADO EN EL BARRIO MIÑARICA II EN LA CIUDAD DE AMBATO; ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS PROBABLES, DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS”**, de Aleaga Villacres Patricio Israel estudiante de la Ingeniería Civil, considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometida a la evaluación del jurado examinador designado por el H Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Ambato, Diciembre del 2016

EL TUTOR

-----  
Ing. Mg. Christian Medina.

## **AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO**

Los criterios emitidos en el Proyecto Técnico de **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EMAPA UBICADO EN EL BARRIO MIÑARICA II EN LA CIUDAD DE AMBATO; ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS PROBABLES, DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS”** como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor de este trabajo de Investigación.

Ambato, Diciembre del 2016

EL AUTOR

-----  
Aleaga Villacrés Patricio Israel

CI: 1804719308

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Proyecto Técnico o parte de ella un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación.

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

Ambato, Diciembre del 2016

EL AUTOR

-----  
Aleaga Villacrés Patricio Israel

CI: 1804719308

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR**

Los miembros del Tribunal Calificador aprueban el Informe de Investigación sobre el tema: **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EMAPA UBICADO EN EL BARRIO MIÑARICA II EN LA CIUDAD DE AMBATO; ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS PROBABLES, DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS”** de Aleaga Villacres Patricio Israel estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil.

Ambato, Diciembre del 2016

Para constancia firman

---

PRESIDENTE/A

---

1<sup>er</sup> VOCAL

---

2<sup>do</sup> VOCAL

## DEDICATORIA

*A Dios por haberme dado salud y permitirme lograr mis objetivos. A mis Padres por brindarme apoyo absoluto en cada una de las etapas de mi vida.*

*A mi hermano y a mi tía por brindarme su apoyo incondicional en el transcurso de mi vida personal y estudiantil.*

*A la vez deseo dedicar mi trabajo de investigación de manera especial a mis padres por ser mi inspiración y por brindarme su apoyo sin condiciones.*

Aleaga Villacrés Patricio Israel

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Técnica de Ambato y a la Facultad Ingeniería Civil por las enseñanzas impartidas y a su grupo de docentes.*

*A mis padres por brindarme la oportunidad de formarme como un profesional y expresándome su apoyo diario con impulsos para seguir adelante.*

*Al Ing. Cristian Medina por ser el soporte científico en la guía profesional del desarrollo del presente proyecto Técnico.*

*A la EMAPA por la apertura y brindarme las facilidades necesarias para culminar el proyecto con éxito.*

Aleaga Villacrés Patricio Israel

## Índice De Contenido

Portada .....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
Índice De Contenido .....	viii
Índice de Tablas .....	ix
Índice de Gráficos. ....	x
RESUMEN EJECUTIVO .....	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	4
<b>EL PROBLEMA</b> .....	4
1.1. Tema del trabajo técnico .....	4
1.2. Justificación .....	4
1.3. Objetivos .....	6
1.3.1. Objetivo General: .....	6
1.3.2. Objetivos Específicos: .....	6
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
<b>FUNDAMENTACIÓN</b> .....	7
2.1. Investigaciones Previas. ....	7
2.2. Fundamentación Legal. ....	10
2.3. Fundamentación teórica .....	15
2.3.1. Amenaza Sísmica.....	15
2.3.2. Riesgo sísmico .....	17
2.3.3. Desempeño estructural.....	19
<b>CAPITULO III</b> .....	24
<b>DISEÑO DEL PROYECTO</b> .....	24
3.1. Estudios Necesarios: .....	24
3.1.1 Estudios de Suelos. ....	24
3.1.2 Espectro sísmico elástico de la NEC 2015 .....	27
3.2. Cálculo de la estructura.....	40
3.2.1 Configuración en planta.....	40
3.2.2 Configuración en elevación .....	43
3.2.3 Cuantificación de Cargas. ....	45
3.2.4 Combinaciones de Carga .....	48



3.2.5 Calidad del acero. (Especificaciones Técnicas).....	49
3.2.6 Modelación .....	50
3.2.7 Push Over.....	80
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>104</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>104</b>
4.1. Conclusiones.....	104
4.2. Recomendaciones .....	105
<b>C. MATERIAL DE REFERENCIA</b> .....	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>106</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>108</b>

### Índice de Tablas

Tabla 1: Detalle de los Fenómenos naturales sucedidos en Ambato .....	5
Tabla 2: Sismos recomendados por el Comité VISION 2000 .....	8
Tabla 3: Relación entre Magnitud e Intensidad Sísmica.....	16
Tabla 4: Zonas de peligro sísmico y sus valores asignados.....	17
Tabla 5: Tipo uso, destino e importancia de la estructura .....	28
Tabla 6: Factor de Zona Sísmica.....	28
Tabla 7: Tipo de suelo y Factores de sitio Fa .....	29
Tabla 8: Tipo de suelo y Factores de sitio Fd .....	29
Tabla 9: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs ...	30
Tabla 10: Coeficientes Ct y $\alpha$ por tipo de Estructura.....	31
Tabla 11: Valores de la relación de amplificación espectral de acuerdo a las provincias .....	31
Tabla 12: Factor r según el tipo de suelo seleccionado.....	32
Tabla 13: Coeficiente de reducción de respuesta estructural R .....	32
Tabla 14: Coeficientes De Configuración Estructural .....	34
Tabla 15: Coeficientes de configuración estructural en planta .....	35
Tabla 16: Espectro Sísmico de Diseño NEC - 2015 .....	38
Tabla 17: Cargas Uniformes y concentradas, la carga viva dependiendo de su uso u ocupación. ....	45
Tabla 18: Detalle de Pesos por Tipo de Pared por Planta.....	46
Tabla 19 : Composición química de la colada .....	49
Tabla 20: Propiedades Mecánicas.....	49
Tabla 21. : Determinación de K.....	65
Tabla 22. Cargas por Piso .....	75
Tabla 23. Deformaciones Unitarias .....	79
Tabla 24. Deriva máxima permisible.....	79
Tabla 25. Derivas Obtenidas.....	80
Tabla 26. Perfiles de Suelo según ATC 40 .....	87
Tabla 27: Factor de Zona Sísmica.....	87
Tabla 28: Factor de Cercanía a la Fuente sísmica.....	87

Tabla 29: Factor por tipo de lugar de Origen del sismo.....	88
Tabla 30: Coeficientes de respuesta del Terreno .....	88
Tabla 31: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de acuerdo al Desempeño .....	98
Tabla 32: Valoración de componentes estructurales para evaluar la vulnerabilidad ante sismos de acuerdo a la Secretaria nacional de Gestión de Riesgos.....	99
Tabla 33: Ponderación de la vulnerabilidad sísmica.....	101
Tabla 34: Resultados de la calificación de parámetros estructurales.....	101
Tabla 35: Nivel de Vulnerabilidad (SNGR) .....	103

### Índice de Gráficos.

Gráfico 1: División del análisis del riesgo .....	2
Gráfico 2 Definición de curvas de fragilidad.....	9
Gráfico 3: Esquema para la Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural.....	18
Gráfico 4: Estados Límites de Desempeño .....	21
Gráfico 5: Espectro de respuesta ejemplificación.....	22
Gráfico 6: Mapa de zonas sísmicas y factor Z.....	28
Gráfico 7: Espectro Sísmico .....	39
Gráfico 8: Planta sub-suelo.....	40
Gráfico 9: Planta baja.....	40
Gráfico 10: Primera planta.....	41
Gráfico 11: Segunda planta.....	41
Gráfico 12: Tercera planta .....	42
Gráfico 13: Cuarta planta.....	42
Gráfico 14: Fachada frontal .....	43
Gráfico 15: Fachada posterior.....	43
Gráfico 16: Fachada lateral derecha.....	44
Gráfico 17: Fachada lateral izquierda .....	44
Gráfico 18: Ejes .....	50
Gráfico 19: Elevación (número y alturas de pisos).....	50
Gráfico 20: Propiedades de materiales.....	51
Gráfico 21: Propiedades del Acero estructural .....	52
Gráfico 22: Sección Viga 2.....	53
Gráfico 23: Sección Viga 3.....	53
Gráfico 24: Configuración en planta.....	54
Gráfico 25: Configuración en planta.....	54
Gráfico 26: Configuración en planta.....	55
Gráfico 27: Configuración en planta.....	55
Gráfico 28: Configuración en planta.....	56
Gráfico 29: Configuración en planta.....	56
Gráfico 30: Configuración en planta.....	57
Gráfico 31: Vista en 3D de columnas, vigas principales, vigas secundarias .....	57
Gráfico 32: Riostras Pórtico 4.....	58
Gráfico 33: Riostras Pórtico H.....	59
Gráfico 34: Definición de diafragma .....	60
Gráfico 35: Centro de rigidez.....	60
Gráfico 36: Centro de rigidez.....	61

Gráfico 37: Centro de rigidez.....	61
Gráfico 38: Centro de rigidez.....	62
Gráfico 39: Centro de rigidez.....	62
Gráfico 40: Centro de rigidez.....	63
Gráfico 41: Centro de rigidez.....	63
Gráfico 42: Definición de los Estados de carga.....	64
Gráfico 43: Definición de los Estados de carga.....	64
Gráfico 44: Definición de cargas de sismos.....	65
Gráfico 45: Selección del Espectro de Diseño.....	66
Gráfico 46: Elección de Función tipo.....	66
Gráfico 47: Ingreso de Datos del Espectro.....	67
Gráfico 48: Casos de Análisis.....	68
Gráfico 49: Creación de los Casos de Análisis.....	68
Gráfico 50: Caso en la Dirección X.....	69
Gráfico 51: Asignación de Masa.....	70
Gráfico 52: Verificación de Efectos.....	71
Gráfico 53: Descarte de Efectos.....	71
Gráfico 54: Combinaciones de Carga.....	72
Gráfico 55: Combinaciones de Carga.....	72
Gráfico 56: Combinaciones de Carga.....	73
Gráfico 57: Envolvente.....	73
Gráfico 58: Inclusión de las Combinaciones.....	74
Gráfico 59: Restricciones.....	74
Gráfico 60: Definición de cargas por piso.....	75
Gráfico 61: Definición de carga viva de tapagradas.....	76
Gráfico 62: Selección de opciones de Análisis.....	76
Gráfico 63: Definición de Números de modos de vibración.....	77
Gráfico 64: Análisis.....	78
Gráfico 65: Estructura Deformada.....	78
Gráfico 66: Selección de pantalla para visualizar las derivas.....	79
Gráfico 67: Derivas Máximas.....	80
Gráfico 68: Deformación Unitaria.....	82
Gráfico 69: Definición de Push-Over.....	82
Gráfico 70: Creación de Cargas Push-Over.....	83
Gráfico 71: Definición de Push X y Push Y.....	83
Gráfico 72: Definición de Rotulas Plásticas en Columnas.....	84
Gráfico 73: Definición de Rotulas Plásticas en Vigas.....	84
Gráfico 74: Análisis de Datos Ingresados.....	85
Gráfico 75: Push- Over Dirección X.....	85
Gráfico 76: Push- Over Dirección Y.....	86
Gráfico 77: Espectro de Capacidad X.....	89
Gráfico 78: Espectro de Capacidad Y.....	90
Gráfico 79: Punto Inicial.....	91
Gráfico 80: Punto IO.....	92
Gráfico 81: Punto LS.....	93
Gráfico 82: Punto CP.....	94
Gráfico 83: Punto C.....	95
Gráfico 84: Punto D.....	96
Gráfico 85: Punto E.....	97

## **RESUMEN EJECUTIVO**

**TEMA:** “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EMAPA UBICADO EN EL BARRIO MIÑARICA II EN LA CIUDAD DE AMBATO; ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS PROBABLES, DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS”

**AUTOR:** Patricio Israel Aleaga Villacrés

**TUTOR:** Ing. Mg. Christian Medina

**FECHA:** Diciembre 2016

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El presente Artículo se fundamenta en parámetros establecidos en normativas como la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-2015, ATC-40, FEMA-273, FEMA 360 los cuales nos ofrecen una serie de recomendaciones necesarias para la evaluación de vulnerabilidad estructural de una forma analítica destacándose el desarrollo del espectro con el cual fue diseñado, el espectro de respuesta de la Estructura así como el espectro de Capacidad con el fin de evidenciar cual será el comportamiento de la estructura analizada, el sistema estructural analizado está constituida de pórticos metálicos compuesto por columnas y vigas de este material, zapatas de hormigón y divisiones de mampostería. En el cual se pudo verificar que el funcionamiento de este edificio será óptimo ante un sismo ya que su desempeño garantiza que es una estructura segura ubicándose su punto de capacidad entre el punto IO e LS que quiere decir que luego de un sismo se podrá utilizar de forma inmediata dicha estructura, así como que los daños simplemente serán en mampostería y que estos serán mínimos sin afectar a la funcionalidad estructural de la edificación.

**Palabras Clave:** Vulnerabilidad, estructura metálica, comportamiento estructural, Desempeño, respuesta estructural.

## **EXECUTIVE SUMMARY**

**THEME:** "EVALUATION OF THE STRUCTURAL VULNERABILITY OF THE BUILDING OF EMAPA LOCATED IN MIÑARICA II NEIGHBORHOOD IN THE CITY OF AMBATO; BEFORE PROBABLE SEISMIC PHENOMENA, IN ACCORDANCE WITH THE PARAMETERS ESTABLISHED BY THE NATIONAL SECRETARY OF RISK MANAGEMENT "

**AUTHOR:** Patricio Israel Aleaga Villacrés

**TUTOR:** Ing. Mg. Christian Medina

**DATE:** December 2016

## **EXECUTIVE SUMMARY**

This article is based on parameters established in regulations such as the Ecuadorian Construction Standard NEC-2015, ATC-40, FEMA-273, FEMA 360 which provide us with a series of recommendations necessary for the evaluation of structural vulnerability in an analytical way Highlighting the development of the spectrum with which it was designed, the spectrum of response of the Structure as well as the spectrum of Capacity in order to evidence what the behavior of the structure analyzed, the analyzed structural system consists of metallic porticoes composed of columns And beams of this material, concrete shoes and masonry divisions. In which it was verified that the operation of this building will be optimal in the event of an earthquake, since its performance guarantees that it is a safe structure, with its point of capacity located between the point IO and LS, which means that after an earthquake, And the damages will simply be in masonry and that these will be minimal without affecting the structural functionality of the building.

**Key words:** Vulnerability, metal structure, structural behavior, performance, structural response.

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas han ocurrido en el territorio ecuatoriano una serie de fenómenos de origen natural y entrópicos (ser humano) de gran magnitud y extensión que fueron ocasionalmente catastróficos y cuyo carácter destructivo causó graves desequilibrios socioeconómicos y ambientales, eventos como procesos eruptivos de volcanes, inundaciones, deslizamientos, sismos, incendios, explosiones, entre otros; han afectado el proceso de desarrollo de las localidades en el país [1] .

En el año 2005, los 168 países que avalaron el Marco de Acción de Hyogo (MAH) acordaron lograr, para el 2015 [2], “la reducción considerable de las pérdidas ocasionadas por los desastres, tanto de vidas como de bienes sociales, económicos y ambientales de las comunidades y los países”. Esta es una tarea muy ambiciosa para lograrla en diez años. Aún así, tal como Henri David Thoreau escribiera en 1854, “a fin de cuentas, los hombres sólo dan en el blanco al que apuntan. Por lo tanto, es mejor que apunten a metas elevadas” [2].

En el documento de análisis de vulnerabilidad a nivel cantonal de Salcedo se puede encontrar un aseveración en la que se manifiesta que para lograr una verdadera inclusión de la variable riesgo en el desarrollo Sostenible integral es necesario abordar en profundidad el análisis de las Amenazas Naturales, con la finalidad de construir una alternativa de gestión social del riesgo. Focalizar los actores implica identificar a los diversos grupos humanos, caracterizarlos y jerarquizarlos en relación a su mayor o menor Vulnerabilidad con un enfoque de gestión social del riesgo, incorporar la perspectiva de la Gestión del Riesgo como un componente clave del proceso Desarrollo [3].

**Gráfico 1: División del análisis del riesgo**



Fuente: Ruis A.; Durán F., Situación estratégica del Cantón Salcedo frente a Riesgos, Metodología análisis de Vulnerabilidades y Amenazas de Origen Natural, 2011.

Además el (PNUD, 2011) manifiesta que el riesgo frente a la amenaza de un evento y la vulnerabilidad de un sistema. Se entiende como el impacto de eventos que generan efectos adversos como la probabilidad y la magnitud de las consecuencias [adversas] después de un evento climático o natural de peligro. Esta probabilidad es una función de la interacción entre las posibles amenazas y la vulnerabilidad de un sistema.

Vulnerabilidad de la infraestructura de refiere a la evaluación y valoración de la respuesta estructural esperada por este tipo de edificaciones frente a diferentes estímulos externos (Amenazas) por lo que es indispensable conocer sobre los sistemas de control para la protección de estructuras civiles sometidas a cargas dinámicas

Las vibraciones excesivas o prolongadas en estructuras civiles, pueden producir molestias en los usuarios y daños en elementos estructurales y no estructurales. Estas vibraciones están determinadas por los parámetros dinámicos (masa, rigidez y amortiguamiento), y es modificando estas características estructurales como se

minimiza la respuesta de la edificación. La disminución de la respuesta estructural es el objetivo en el diseño sísmo resistente, garantizando una adecuada resistencia, rigidez y ductilidad. En los últimos años se han propuesto alternativas para disminuir la vulnerabilidad estructural, entre ellas los sistemas de control activo, pasivo, híbrido y semi-activo; implementados en estructuras flexibles (rascacielos y puentes colgantes) en Japón y Estados Unidos [5].

Durante la Segunda Guerra Mundial, conceptos tales como aislamiento, absorción, y amortiguamiento de vibraciones, fueron desarrollados y aplicados efectivamente en estructuras aeronáuticas. Después de la Segunda Guerra Mundial, la carrera armamentista y la conquista del espacio fomentaron el desarrollo de la teoría y aplicación del control estructural en problemas de seguimiento y estabilización (tracking), y problemas relacionados con estructuras flexibles espaciales. Esta tecnología rápidamente fue adaptada a la ingeniería civil en aplicaciones de protección de puentes y edificios a cargas extremas de sismos y vientos pero estos sistemas disminuyen la vulnerabilidad de la estructura mas no la eliminan.



# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. Tema del trabajo técnico

EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO DE EMAPA UBICADO EN EL BARRIO MIÑARICA II EN LA CIUDAD DE AMBATO; ANTE FENÓMENOS SÍSMICOS PROBABLES, DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS POR LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS.

### 1.2. Justificación

Los sismos ocurridos en la historia reciente alrededor del mundo han causado incontables pérdidas humanas y materiales, que han motivado el desarrollo de técnicas para la cuantificación de riesgo sísmico, un campo de especial interés para los inversionistas, compañías aseguradoras y propietarios de bienes inmuebles[1].

No obstante el Ecuador tiene una larga historia de actividad sísmica que, en los últimos 460 años, ha provocado la destrucción de ciudades enteras como Riobamba e Ibarra, con la muerte de más de 60 000 personas (Yépez H. et al 1998). Escenarios sísmicos probables evaluados en Quito (EPN et al 1994), Guayaquil (Argudo J. et al, 1 999), Cuenca (García E. et al 2 000), muestran un panorama muy poco alentador y la necesidad urgente por emprender en programas para la mitigación del riesgo sísmico[1].

El sismo de magnitud  $M_w=7,8$  ocurrido el 26 de abril del 2016, siendo el peor evento destructivo que ha sufrido el Ecuador en décadas y que afectó principalmente a las provincias de Esmeraldas y Manabí, teniendo como punto principal a la población de Pedernales tuvo como consecuencia la pérdida de cientos de vidas

humanas y ciudades enteras destruidas, lo que dejó en evidencia una gran verdad “Ecuador no está preparado para un desastre” he aquí la razón para el desarrollo del proyecto[2].

Ambato Cantón de la Provincia de Tungurahua ha sufrido grandes pérdidas humanas como materiales debido a sismos como podemos observar en la siguiente tabla.

**Tabla 1: Detalle de los Fenómenos naturales sucedidos en Ambato**

<b>FECHA</b>	<b>TIPO DE FENÓMENO</b>	<b>LUGAR AFECTADO</b>	<b>CONSECUENCIAS SOBRE LAS COMUNIDADES Y SUS ASENTAMIENTOS</b>
1687	Terremoto	Ambato-Pelileo-Latacunga	Destrucción de Ambato, Latacunga y pueblos de la Comarca, aprox. 7200 muertos
1698	Terremoto	Riobamba-Ambato-Latacunga	Gran destrucción de casas e iglesias 7000 muertos
1949	Terremoto	Ambato y Pelileo	Ciudad integralmente destruida 6000 muertos y miles de heridos , 10000 personas sin hogar

**Fuente: Florent, Demoraes; Robert, D’Ercole, Cartografía de Vulnerabilidades y Capacidades del Ecuador, 2001.**

El objetivo de la evaluación del riesgo sísmico es cuantificar las pérdidas por la ocurrencia de sismos y otros posibles peligros sísmicos como sea prescrito por el usuario por medio del análisis de ingeniería y evaluación de las características de vulnerabilidad del edificio a determinados niveles de sismos.

De acuerdo a criterios Profesionales como el del Dr. Ligdamis Gutiérrez investigador en Sismo Tectónica y vulcanología manifiesta que el estudio de Microzonificación Sísmica para el Estudio de Vulnerabilidad de un edificio o vivienda es innecesario, ya que la Microzonificación Sísmica nos ayuda a la discriminación zonal por características del terreno y aceleración de propagación de onda y el requerimiento de EMAPA es saber el grado de vulnerabilidad de acuerdo al desempeño para el cual fue construido el edificio.

Por lo señalado y debido al requerimiento de EMAPA de un análisis de vulnerabilidad de su edificio, el presente proyecto técnico permitirá identificar de forma específica el tipo de daño que puede tener el edificio de EMAPA de la ciudad de Ambato ante eventos sísmicos tomando como amenaza el espectro sísmico que está establecido por la Norma Ecuatoriana de la Construcción(NEC-15), ya que el estudio se basa en el grado de desempeño estructural (Vulnerabilidad) mas no en la cuantificación del nivel de amenaza, no se realizara Microzonificación Sísmica.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Evaluar la vulnerabilidad estructural del Edificio de EMAPA, ubicado en el barrio Miñarica II en la ciudad de Ambato, ante fenómenos sísmicos probables, de acuerdo a los parámetros establecidos por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Determinar el tipo de suelo y los factores de sitio de acuerdo al mapa de amenaza sísmica y a un ensayo de Penetración Estándar (SPT).
- Evaluar la vulnerabilidad del Edificio de EMAPA ante sismos en la ciudad de Ambato.
- Determinar el nivel de desempeño que la estructura alcanzaría bajo la amenaza del sismo de diseño expuesto por la NEC-SE-DS.
- Estipular el mecanismo de falla que presentaría el edificio de EMAPA.

## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTACIÓN

#### 2.1. Investigaciones Previas.

Este tema estructural es relativamente nuevo pero nació a partir del entendimiento de la dinámica de estructuras para lo cual varios autores manifiestan algunas consideraciones dentro del diseño por desempeño como es el caso de la publicación dada por Roberto Aguiar Falconí bajo el tema Espectros Sísmicos De Riesgo Uniforme Para Verificar Desempeño Estructural En Países Sudamericanos, en donde evidencia la diferencia entre diferentes normativas aplicadas en todos los países de América del sur describiendo variaciones previstas en el diseño así como similitudes en la zonificación sísmica. Así mismo se hace referencia al conocimiento dentro del campo de la Ingeniería Sísmica en donde los Estados Unidos de Norte América despunta; sin embargo, ha sido afectado por dos sismos recientes de magnitud moderada, como el de Loma Prieta de 1989, con una magnitud de 7.1, y el de Northridge de 1994, con una magnitud de 6.7, que dejaron ocho mil millones y cuarenta mil millones de dólares en pérdida, respectivamente con un numero de 63 víctimas mortales en el sismo de Loma Prieta y 51 en el sismo de Northridge. Cifras demasiadas altas que motivaron la revisión de la filosofía de diseño, por parte del Comité VISION 2000 que fue creado por la Sociedad de Ingenieros Estructurales de California en 1992 los cuales se establece una nueva filosofía de diseño la cual da mayor importancia al diseño por desempeño que al diseño por resistencia, ya que este último por sí solo no garantiza un adecuado comportamiento de la edificación ante sismos menores. En la forma de diseño tradicional se garantiza que el edificio no va a colapsar ante un sismo mayor y se entiende que ante sismos menores la estructura va a responder en el rango elástico o con ligero daño ante sismos moderados. Todos los controles que se realizan en el diseño están orientados exclusivamente al sismo mayor. Pero es importante cuantificar el desempeño que va a tener la edificación ante los sismos menores y moderados para saber si no se va a producir graves pérdidas de capital e interrupción del servicio (Flores 2002).

Para esto el Roberto Aguiar Falconi se fundamenta en los sismos típicos recomendados por Visión 2000.

**Tabla 2: Sismos recomendados por el Comité VISION 2000**

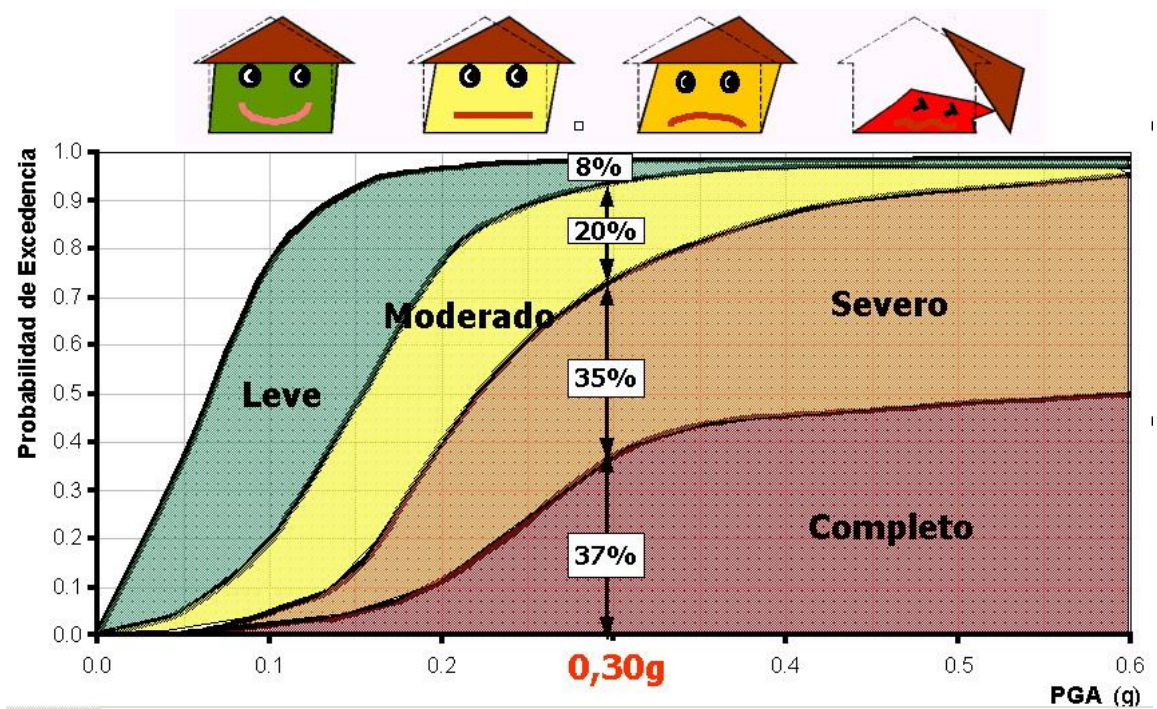
<b>Sismo</b>	<b>Vida Útil T</b>	<b>Probabilidad de Excedencia P*</b>	<b>Período medio de Retorno, <math>t_r</math></b>	<b>Tasa Anual de excedencia, <math>p_1</math></b>
<b>Frecuente</b>	30 años	50%	43 años	0.02310
<b>Ocasional</b>	50 años	50%	72 años	0.01386
<b>Raro</b>	50 años	10%	475 años	0.00211
<b>Muy raro</b>	100 años	10%	970 años	0.00105

**Fuente: Roberto Aguiar 2004[8]**

En la Investigación con título Estimación de pérdidas por sismo en edificios Peruanos mediante Curvas de Fragilidad analíticas realizada por el Ing. José Martín Velásquez Vargas en el 2006 se evidencia la necesidad de la realización de diferentes análisis probabilísticos de daño sísmico de tal forma que se evidencie la posibilidad existente de ocurrir pérdidas para lo cual se utilizan Las curvas de fragilidad que son generadas analíticamente mediante un procedimiento de simulación en el que se toma en cuenta la incertidumbre y aleatoriedad de la demanda sísmica y de las propiedades mecánicas de la estructura, generando una cantidad importante de muestras de modelos con propiedades estructurales variables y un mismo número de acelerogramas aleatorios. Los modelos estructurales generados son sometidos a los acelerogramas aleatorios y se calcula su respuesta mediante un análisis dinámico no-lineal para Luego aplicar un procedimiento estadístico y finalmente se generan las curvas de fragilidad. En donde se definió a las Curvas de fragilidad como la probabilidad de que una estructura exceda un determinado estado límite de daño como función de un parámetro que representa la intensidad sísmica. Estas curvas se pueden obtener mediante experimentos, observaciones de campo, opinión de expertos y procesos de simulación [9].

Los métodos analíticos calculan curvas de fragilidad mediante análisis numéricos y son empleados cuando no se dispone de observaciones de daños es decir con el fin de predecir posibles afectaciones. Las curvas de fragilidad, denominadas también funciones de vulnerabilidad, representan la probabilidad de que una estructura exceda un determinado estado de daño en función de un parámetro que define la intensidad sísmica.

**Gráfico 2 Definición de curvas de fragilidad**



**Fuente: Velásquez José 2006**

Existen publicaciones de análisis de vulnerabilidades basados en la evaluación visual rápida de edificaciones metodologías usadas para la estimación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones. Esta metodología se basa en el procedimiento de asignación de puntajes a las estructuras y tiene el objetivo de identificar los edificios potencialmente vulnerables por medio de las deficiencias estructurales que presentan. Los reportes FEMA 154 y FEMA 155 (1988) describen el procedimiento de Evaluación Visual Rápida (PEVR), donde los edificios pueden ser evaluados rápidamente y ser calificados como sísmicamente aceptables o sísmicamente vulnerables

Por Otra parte Diego Fernando Páez Moreno\* y Javier Hugo Hernández Delgadillo plantean una Metodología para el estudio de la vulnerabilidad estructural de edificaciones basada en la capacidad estructural de las mismas, la metodología de estudio se basa en la adquisición de conocimiento determinista: el estado de la estructura se evalúa de acuerdo con las características evaluadas en campo por medio de una o varias visitas de inspección y diagnóstico y de acuerdo con los datos históricos de su diseño, construcción, operación y mantenimiento y la auscultación de información adicional suministrada por los ocupantes o vecinos a la obra en estudio, que puedan ayudar a identificar el comportamiento estructural debido a sucesos extraordinarios y determinar de forma preliminar la línea de degradación o deterioro cronológico por lo que esta metodología dista del resto al incorporar no solo factores estructurales sino también de patología de las estructuras.

## **2.2.Fundamentación Legal.**

Ecuador luego de la aprobación de su Constitución en el 2008 incorpora y recoge en el **TÍTULO VII RÉGIMEN DEL BUEN VIVIR Capítulo Primero** Inclusión y equidad **Sección novena** Gestión del riesgo:

**Art. 389.-** El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Ecuador cuenta con un sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo que está compuesto por unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras:

1. Identificar los riesgos existentes y potenciales, internos y externos que afecten al territorio ecuatoriano.
2. Generar, democratizar el acceso y difundir información suficiente y oportuna para gestionar adecuadamente el riesgo.

3. Asegurar que todas las instituciones públicas y privadas incorporen obligatoriamente, y en forma transversal, la gestión de riesgo en su planificación y gestión.
4. Fortalecer en la ciudadanía y en las entidades públicas y privadas capacidades para identificar los riesgos inherentes a sus respectivos ámbitos de acción, informar sobre ellos, e incorporar acciones tendientes a reducirlos.
5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.
6. Realizar y coordinar las acciones necesarias para reducir vulnerabilidades y prevenir, mitigar, atender y recuperar eventuales efectos negativos derivados de desastres o emergencias en el territorio nacional.
7. Garantizar financiamiento suficiente y oportuno para el funcionamiento del Sistema, y coordinar la cooperación internacional dirigida a la gestión de riesgo.

**Art. 390.-** Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.

Según la ponencia de José Torrealba el enfoque de la gestión de riesgos por parte del Gobierno de Ecuador debe tener las siguientes premisas:

- Los desastres no son naturales.
- La gestión de riesgos debe ser parte del desarrollo.
- Prioridad en el análisis y reducción de las vulnerabilidades.
- Pretende generar capacidades en todos los niveles.



En los actuales momentos la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos viene construyendo la PROPUESTA DE LEY DE GESTIÓN DE RIESGOS, para ser presentada al Gobierno y ser analizada y discutida en la Asamblea Nacional. En reuniones recientes entre la SGR y la Cooperación Internacional la Secretaria manifestó que hasta finales del 2016 espera contar con la propuesta de ley, (hasta el momento no se lo concluye, solo existe un borrador el cual no ha sido socializado).

## **CÓDIGO ORGÁNICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMÍA Y DESCENTRALIZACIÓN**

Artículo 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos.- La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza.

La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera, presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos.

En la **Ley de Seguridad Pública y del Estado**, el capítulo 3

“Órganos Ejecutores”, Art. 11: Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos conforme lo siguiente:

**Literal “d”, de la gestión de riesgos:** la prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría de Gestión de Riesgos.

**Artículo 19 (Reglamento Ley de Seguridad Pública y del Estado).- CONFORMACIÓN.**- El Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos está compuesta por las unidades de gestión riesgo de todas las instituciones públicas y privadas.

Implica la necesidad de que la SGR articule sus acciones interinstitucional, interministerial o intersectorialmente desde lo público y privado.

**Artículo 20 (Reglamento LSPyE).- ORGANIZACIÓN.**- La SGR, como órgano rector, organizará el Sistema Descentralizado de Gestión de Riesgos, a través de las herramientas reglamentarias o instructivas que se requieran.

**Ej. «Manual de Gestión de Riesgos y Desastres»** es el resultado del cumplimiento de este artículo.

**El Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (COPLAFIP), / artículo 64.** Preeminencia de la producción nacional e incorporación de enfoques ambientales y de gestión de riesgo.- En el diseño e implementación de los programas y proyectos de inversión pública, se promoverá acciones de mitigación, adaptación al cambio climático y a la gestión de vulnerabilidades y riesgos antrópicos y naturales.

Importancia de que la GR. se incorpore en el diseño, ejecución de procesos de planes, programas y proyectos de inversión pública.

## **Ley Orgánica del Sistema Nacional de Compras Públicas:**

**Artículo 6, numeral 31 Emergencia:** “Situación de emergencia a aquellas generadas por acontecimientos graves (accidentes, terremotos, inundaciones, grave conmoción interna, inminente agresión externa, guerra internacional, catástrofes naturales, y otras que provengan de fuerza mayor o caso fortuito, a nivel nacional, sectorial o institucional. Una situación de emergencia es concreta, inmediata, imprevista, probada y objetiva”.

## **Plan Nacional del Buen Vivir:**

### **Objetivo No. 3 Mejorar la calidad de vida de la población.**

Mejorar la calidad de vida de la población es un reto amplio que demanda la consolidación de los logros alcanzados en los últimos seis años y medio, mediante el fortalecimiento de políticas intersectoriales y la consolidación del Sistema Nacional de Inclusión y Equidad Social.

### **Objetivo No. 4 Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía.**

Para el período 2013-2017 proponemos el establecimiento de una formación integral han de alcanzar la sociedad socialista del conocimiento. Ello nos permitirá dar el salto de una economía de recursos nitos (materiales) a la economía del recurso finito: el conocimiento. Es preciso centrar los esfuerzos para garantizar a todos el derecho a la educación, bajo condiciones de calidad y equidad, teniendo como centro al ser humano y el territorio. Fortaleceremos el rol del conocimiento, promoviendo la investigación científica y tecnológica responsable con la sociedad y con la naturaleza.

## **Norma Ecuatoriana de la Construcción.**

Actualizada luego del sismo ocurrido en la ciudad de Quito actualmente vigente en el Ecuador la cual busca disminuir perdidas tanto económicas como de vidas humanas ya que se fundamenta en el diseño por desempeño en donde establece niveles de desempeño estructural normalizados de acuerdo a las derivas máximas probables.

Evaluación de la vulnerabilidad y pérdidas que se podrían producir en un edificio o grupo de edificios por el peligro sísmico existente en el sitio de emplazamiento de las estructuras. La evaluación incluye el cálculo de pérdidas para un escenario específico (SL), pérdida probable (PL), pérdida anualizada promedio (AAL) o todas las anteriores.

## **2.3. Fundamentación teórica**

### **2.3.1. Amenaza Sísmica**

Los sismos son provocados por movimientos tectónicos de las diferentes placas que forman el planeta; las mismas que no son estáticas, sino que poseen diferente comportamiento. Por ejemplo, se sabe que la placa de Nazca se mueve a una velocidad relativa de 9 cm/año en dirección occidente oriente contra la placa Sudamericana. Este choque produce deformación de las placas y liberación repentina de la energía acumulada en rocas y fallas de la corteza terrestre ubicadas en las zonas de fricción [10]

Como consecuencia se genera un sismo (de subducción) característico de toda la costa del Pacífico desde Venezuela hasta Chile (OPS 2003c). Grandes sectores de la cuenca del Pacífico son zonas de subducción, que en conjunto, forman el *Cinturón de Fuego del Pacífico*, donde ocurren más del 80% de los sismos de todo el planeta. Se inicia en el sur de Chile y pasa por Norteamérica, sigue por las Islas Aleutianas a la península de Kamchatka en Rusia, pasa por Japón, Filipinas y termina en Nueva Zelanda (Kuroiwa 2002).

Los terremotos son medidos por su magnitud y su intensidad. La *magnitud* describe el tamaño de un sismo y expresa la cantidad de energía liberada (en ergios) 8, y permite estimar el lugar del epicentro (foco del sismo). La *intensidad* describe los efectos de la vibración o la extensión de los daños en un sitio específico; en otras palabras, mide el grado de destrucción que produce el sismo. Para medir la intensidad sísmica se utiliza la escala modificada de Mercalli (IMM), que varía, en orden ascendente, de I a XII (OPS 1993, 2003c; Kuroiwa 2002).

La relación entre magnitud e intensidad se muestra en la tabla 2.1 La liberación de energía depende de la ruptura de la falla y de la distancia del desplazamiento, La

magnitud Richter es una escala logarítmica: por cada incremento de 1M, se libera 33 veces más energía (OPS; 2003, p13).

Los sismos tienen efectos directos – causados por el sacudimiento provocado por el paso de la onda sísmica, e indirectos – por las deformaciones permanentes del terreno: asentamientos diferenciales del suelo, deslizamientos y correntadas de lodo, licuación del suelo, avalanchas y maremotos (Plaza & Yépez 2002). Son una amenaza directa para cualquier construcción ubicada cerca del epicentro de los mismos, y el colapso de ellas causa muchas muertes, especialmente en zonas densamente pobladas.

El resultado depende del tipo de vivienda – los edificios de construcción liviana, como los de estructura de madera, son mucho menos peligrosos – la hora en que ocurre el sismo – si sucede en el día, las oficinas y escuelas son sitios más peligrosos – y la densidad poblacional – a mayor población mayor número de afectados (OPS 2000). De forma indirecta, se ven afectados: el abastecimiento de agua y eliminación de excretas, el manejo de los desechos sólidos, la manipulación de alimentos, el control de vectores y la higiene dentro de los hogares (OPS 1982).

**Tabla 3: Relación entre Magnitud e Intensidad Sísmica**

M(Richter)	IMM(Mercalli)
2	I – II
3	III
4	V
5	VI – VII
6	VII – VIII
7	IX – X
8	XI

Fuente: OPS 1993, p5.

**Peligro sísmico.** Es potencialmente el que más perjuicios puede causar en el país. Los sismos son los fenómenos de origen natural que tuvieron mayores consecuencias negativas. Para determinar los niveles de amenaza física por cantón se tomó como referencia la zonificación sísmica elaborada por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN).

La zonificación fue definida a partir de la aceleración máxima efectiva en roca esperada para el sismo de diseño. La aceleración está expresada como fracción de la aceleración de la gravedad; es decir, corresponde a una situación potencial. La zona I corresponde a la zona de menor peligro y la zona IV a la de mayor peligro. Se asignó a cada cantón un valor en función de la zona sísmica en la que se encuentra.

**Tabla 4: Zonas de peligro sísmico y sus valores asignados**

<b>Peligro sísmico</b>	<b>Valor</b>
Zona IV	3
Zona III	2
Zona II	1
Zona I	0

**Fuente: SIISE: COOPIOXFAM, 2003.**

Los cantones con territorios en más de una zona sísmica recibieron el valor de la categoría superior. Por ejemplo, un cantón que solo tiene el 30% de su superficie en la zona IV (y el 70% en la clase III) recibió el valor 3 (el valor correspondiente a la zona IV). Este criterio de clasificación de los cantones al rango superior se aplicó a todas las amenazas consideradas.

### **2.3.2. Riesgo sísmico**

Elementos generadores de riesgo: (Cardona, 2001) manifiesta que el Proceso de desarrollo mismo del hábitat del hombre ha generado que se malinterprete los términos riesgo y desastre, pero en la actualidad conocemos que la ecuación que nos ayuda a evaluar los riesgos es:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} * \text{Vulnerabilidad.}$$

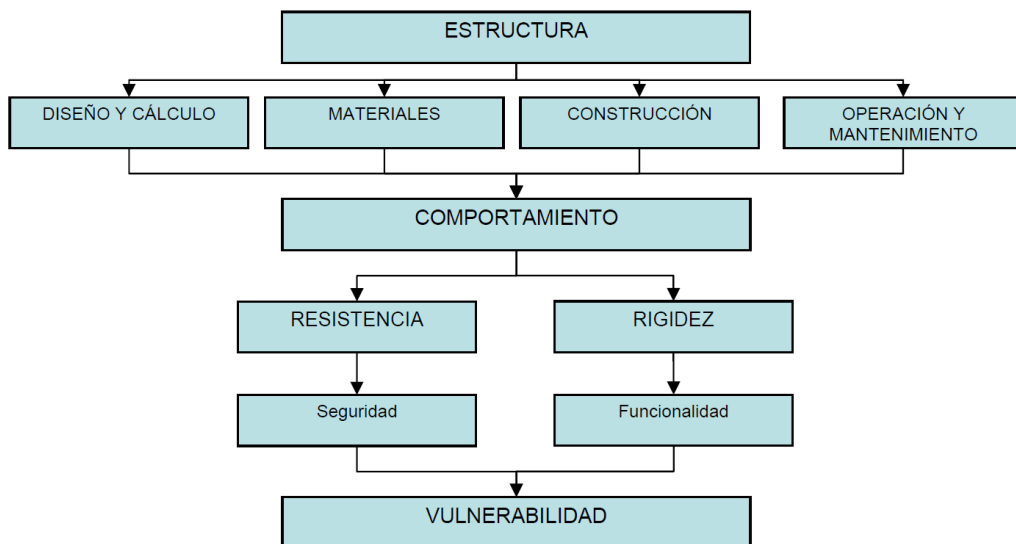
En donde:

**Peligro** es el Factor externo de Riesgo, es decir algo que no depende de quien recibe el estímulo.

**Vulnerabilidad** es el Factor interno de riesgo, es decir depende de las condiciones del individuo, organización, sociedad, estructura, ecosistema, etc.

Es decir que depende propiamente de la estructura motivo de análisis, para lo cual en estructuras se recomienda analizar los siguientes factores para el análisis de vulnerabilidad de estructuras.

**Gráfico 3: Esquema para la Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural**



**Fuente: Diego Fernando Páez Moreno y Javier Hugo Hernández, Metodología para el estudio de la vulnerabilidad Estructural de Edificaciones, 2006**

**Riesgo** es el producto resultante de la Amenaza y la Vulnerabilidad, es decir que es directamente proporcional a estos factores.

El análisis de Vulnerabilidad se entiende como el diagnóstico de que tan susceptible es la infraestructura ante efectos adversos. Además lo concerniente a resistencia estructural está sustentado como dinámica y control estructural en donde a una estructura se la considera como un sistema dinámico de N grados de libertad sometido a aceleraciones en la base se rige por la ecuación de movimiento en forma matricial [5]

$$M\ddot{x}(t) + C\dot{x}(t) + Kx(t) = 0 \quad (1)$$

Esta ecuación matricial representa N ecuaciones diferenciales lineales de segundo orden y gobierna la respuesta de la estructura  $x$  sometida a la aceleración en la base  $x(t)$ . Las matrices  $M$ ,  $C$  y  $K$  representan la matriz de masa, amortiguamiento y rigidez de la estructura, respectivamente.

Es decir que para cada acción se obtendrá una reacción (leyes del movimiento de Newton), bajo este preámbulo podemos aseverar que para cada estímulo exterior que reciba una estructura la misma generará una reacción siendo esta simplemente movimiento, desgaste o deterioro u colapso total.

### **2.3.3. Desempeño estructural.**

El término desempeño pretende designar el comportamiento global de la construcción, en relación con los principales aspectos involucrados: Protección de la vida de sus ocupantes, posibles daños estructurales y grado de reparabilidad, daños no estructurales y efectos en la ocupación o el funcionamiento [8].



En este sentido la valoración del desempeño estructural debe atender a la suma de eventos sísmicos sin limitarse a los sismos severos, distinguiendo entre sismos excepcionales y sismos extremos, por esta razón los diversos grados de amenaza sísmica tienen diferente estado límite de desempeño que abreviadamente son:

1. Estado límite de funcionamiento pleno, daños no estructurales poco importantes, respuesta estructural elástica.
2. Estado límite de servicio, daños estructurales menores, operatividad mantenida.
3. Estado límite de seguridad, Daños estructurales reparables, evacuación posible, operatividad restringida.
4. Estado límite de Capacidad, Daños prácticamente irreparables aunque estable verticalmente, evacuación posiblemente obstruida pero la población substancialmente amparada.
5. Estado límite de Ruina, Desplome parcial o total, Supervivencia en grave peligro.

**De acuerdo a estos estados límites de las estructuras se plantean los siguientes niveles de desempeño en la Norma Ecuatoriana de la construcción 2014**

1-A: nivel operacional

1-B: nivel de ocupación inmediata

3-C: nivel de seguridad de vida

5-E: nivel de prevención de colapso

**Gráfico 4: Estados Límites de Desempeño**

	Nivel de Prevención al Colapso (5-E)	Nivel de Seguridad de Vida (5-E)	Nivel de Ocupación Inmediata (1-B)	Nivel Operacional (1-A)
<b>Daño Global</b>	<b>Severo</b>	<b>Moderado</b>	<b>Ligero</b>	<b>Muy Ligero</b>
<b>General</b>	Pequeña resistencia y rigidez residual, pero columnas y muros cargadores funcionando. Grandes derivas permanentes. Algunas salidas bloqueadas. Parapetos no asegurados que han fallado o tienen alguna falla incipiente. El edificio está cerca del colapso	Algo de resistencia y rigidez residual ha quedado en todos los pisos. Elementos que soportan cargas gravitacionales aún funcionando. Fallas en muros dentro de su plano o parapetos inclinados. Algo de deriva permanente. Daño en paredes divisorias. El Edificio se mantiene económicamente reparable	No hay deriva permanente. La estructura aún mantiene resistencia y rigidez originales. Fisuras menores en fachadas, paredes divisorias, cielos razos así como en elementos estructurales. Los ascensores aún pueden ser encendidos. Sistema contra incendios aún operable	No hay deriva permanente. La estructura aún mantiene la resistencia y rigidez originales. Fisuras menores en fachadas, paredes divisorias, y cielos razos así como en elementos estructurales. Todos los sistemas importantes para una operación normal están en funcionamiento
<b>Componentes No Estructurales</b>	Daño severo	Peligro de caída de objetos mitigado pero bastante daño en sistemas: arquitectónico, mecánico y eléctrico	Equipos y contenido están seguros de manera general, pero algunos no operan debido a fallas mecánicas o falta de utilidad	Ocurre daño insignificante. La energía eléctrica y otros servicios están disponibles, posiblemente por servicios de reserva

**Fuente: NEC-SE-RE 2014**

Para analizar el desempeño estructural se puede utilizar varios métodos pero el más conocido o utilizado es en base a las Curvas de capacidad que se fundamentan en el comportamiento sísmico de las edificaciones de concreto reforzado depende entre otros aspectos, de dos variables fundamentales: su curva de capacidad (fuerza vs. desplazamiento en los rangos elástico e inelástico) y los movimientos del terreno (efectos externos). Sobre esta segunda variable no se tiene hasta la actualidad ningún tipo de control ya que obedece a fenómenos que dependen del comportamiento de las capas superficiales de la corteza terrestre. Sin embargo las incertidumbres sobre las curvas de capacidad (en fuerza y desplazamiento) depende de variables ampliamente conocidas: las dimensiones de los elementos estructurales, cimentación, las cargas actuantes en la historia de la estructura y las características mecánicas de los materiales (resistencia y flexibilidad). De acuerdo con Prieto *et. al.* (2005)

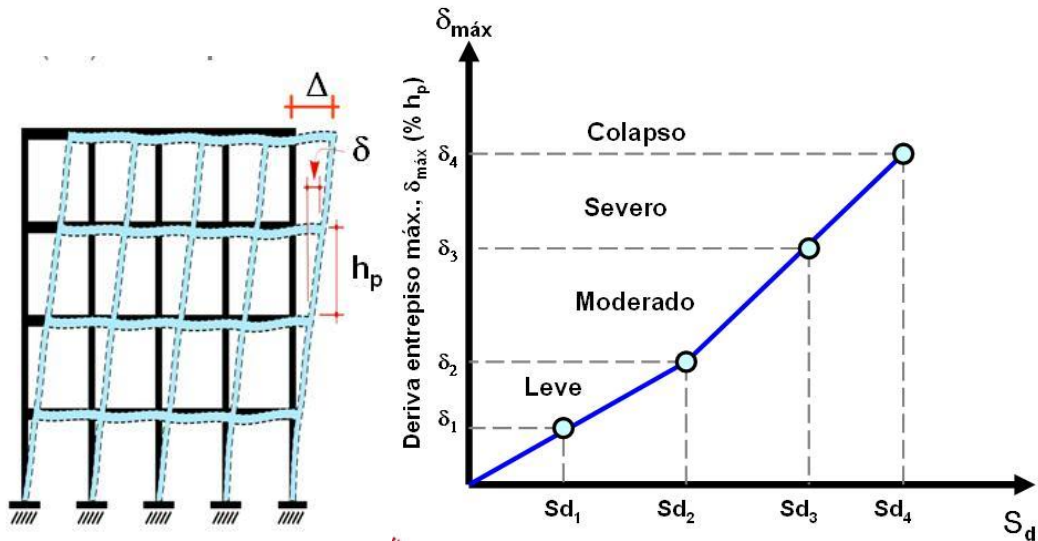
## Simulación Montecarlo para estimar la respuesta estructural

El método de Montecarlo es una técnica de simulación que permite estimar la respuesta de procesos estocásticos. A partir de funciones de distribución de probabilidad de las variables del proceso en donde se pueden estimar las respuestas [11].

### Estados de Daño

Los estados de daño normalmente se clasifican como: sin daño, leve, moderado, severo y colapso. Debido a que los elementos estructurales y no estructurales son sensibles a los desplazamientos relativos de entrepiso, en este método se usa la deriva máxima de entrepiso  $D_{\text{máx}}$  como Parámetro Indicador del Daño Estructural (PID) como se muestra en la siguiente figura

Gráfico 5: Espectro de respuesta ejemplificación



Fuente: R. Bonett, Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Edificios. Aplicación a entornos urbano, Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. , 2003.

### **Análisis de Pushover**

La metodología Pushover permite estimar la demanda sísmica y verificar el desempeño de una estructura ante movimientos del terreno. El análisis de pushover se basa en procedimientos estáticos no-lineales con distribuciones de fuerzas laterales que incluye las contribuciones de los modos de vibración del comportamiento elástico mediante la teoría clásica de la dinámica de estructuras. A partir del análisis realizado al sistema de varios grados de libertad (edificio de varios pisos) se obtienen las curvas del desplazamiento de la cubierta vs. El cortante basal hasta un desplazamiento lateral máximo esperado

El modelo estructural considera elementos unidimensionales con rótulas concentradas por flexión y rótulas concentradas por corte, de tal manera que se toma en cuenta la degradación de la rigidez y la pérdida de resistencia de los elementos del sistema estructural a través del tiempo. Los modelos simulados son sometidos a las señales sintéticas que representan el movimiento sísmico. Para realizar el análisis no-lineal se utiliza programas que faciliten la elaboración del modelo estructural y su posterior análisis [12].

### **Análisis Tiempo Historia**

Denominado al análisis dinámico no lineal de estructuras en donde se puede obtener la capacidad estructural dinámica de una edificación.

Este análisis es complejo por lo que se utiliza programas sofisticados para poder encontrar la capacidad estructural con la utilización de acelerogramas de sismos ocurridos o probables de acuerdo al sitio de emplazamiento.

## CAPITULO III

### DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.1. Estudios Necesarios:

##### 3.1.1 Estudios de Suelos.

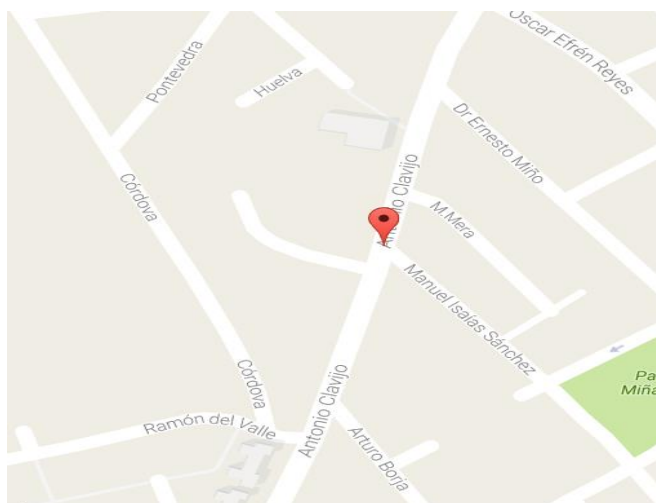
#### Ubicación

La edificación está localizada en la Provincia de Tungurahua, Canton Ambato, Avenida Antonio Clavijo entre calles Granda y Huelva.



#### Descripción de la edificación

La edificación del proyecto en estudio ocupa la parte frontal de la propiedad de la EMAPA



### 3.1.1.3 LOCALIZACION DE LOS SONDEOS



UBICACIÓN	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
P1	763123	9860653
P2	763145	9860672
P3	763123	9860614
P4	763156	9860631

### CARACTERISTICAS DEL SUELO

#### HUMEDAD DE LOS SUELOS ANALIZADOS.

La determinación del contenido de humedad se muestra en el anexo A

(Cumple con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN 690, Capitulo SUELOS Ensayo para determinar el contenido de agua)

En los sondeos el suelo en general esta con una humedad baja superficial, por estar todo recubierto, en profundidad el suelo absorbe muy poca agua debido a su génesis CANGAHUAS CONSOLIDADAS.

## **GRADUACIÓN Y PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.**

Los ensayos granulométricos cumplen con las normas:

ASTM: D 421-58 Y D 422-63

AASHTO: T-87-70 Y T-88-70

Se adjuntan en el Anexo B, Se determina que son areno-limosos (CANGAHUAS)

Los ensayos de plasticidad de los suelos cumplen con las normas:

ASTM: D 424-71

AASHTO: T-90-70

INEN: 691

Los suelos ensayados no contienen índice de plasticidad, indican la presencia de suelo areno- limosos, y que están supra yaciendo a la cangagua.

## **IDNTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN SUCS DE LOS SUELOS**

La identificación y clasificación que se adjuntan se realiza por el método SUCS,(Sistema Unificado de Clasificación propuesto en la Mecánica de Suelos y se presenta en el Anexo C, el subsuelo del proyecto es SM-ML, son suelos Heterogéneos en toda el área y hasta la profundidad sondeada, las características de densidad son muy variables por capas de relleno, pero altas por la cementación propia de la formación de cangahuas del cuaternario a mayor profundidad.

## **RESISTENCIA DEL SUBSUELO EN LOS SONDEOS (SPT)**

Los resultados obtenidos por el Ensayo de Penetración Estándar (Norma ASTM-D1586), se presenta en el Anexo D

El número de impactos ejecutado en los sondeos de penetración ( $N_{SPT}$ ), esta en función de la resistencia al corte de los suelos, y que se refleja en las variables: densidad, compacidad relativa, ángulos de fricción interna, cohesión( por la presencia de limos en fracción fina de las Cangahuas); requerimientos necesarios para el cálculo de la capacidad de carga.

Los sondeos de penetración dinámica se ejecutaron con facilidad hasta los 4 metros, bajo esta profundidad el suelo muestra la máxima densidad para su tipo.

A -4,50 metros de profundidad la capacidad de carga es de 30 ton/m<sup>2</sup>

Tomamos 30 ton/m<sup>2</sup> debido a que por norma es la máxima capacidad que podemos tomar par diseño.

Acorde con la Clasificación de suelos del NEC-2015, el subsuelo analizado corresponde a la tipología de un suelo C que se debe considerar bajo criterios antisísmicos.

### **3.1.2 Espectro sísmico elástico de la NEC 2015**

#### ***CALCULO DEL COEFICIENTE DEL CORTANTE BASAL Y ESPECTRO DE DISEÑO DE ACUERDO A LO QUE ESTIPULA LA NEC 2015 PARA EL EDIFICIO DE EMAPA***

Nomenclatura:

- I: Coeficiente de importancia véase 4.1
- W: Carga sísmica reactiva véase 6.1.7
- Sa(Ta): Espectro de diseño en aceleración; véase 3.3.2
- R: Factor de reducción de resistencia sísmica, véase 6.3.4
- ØP: Coeficiente de configuración estructural en planta
- ØE: Coeficiente de configuración estructural en elevación.
- I Factor de importancia definido Tabla 6.
- I = 1.0
- Sa: Espectro de diseño en aceleración; véase 3.3.2

Factor de zona sísmica

Z = 0.4 (Ambato) Zona sísmica = 5

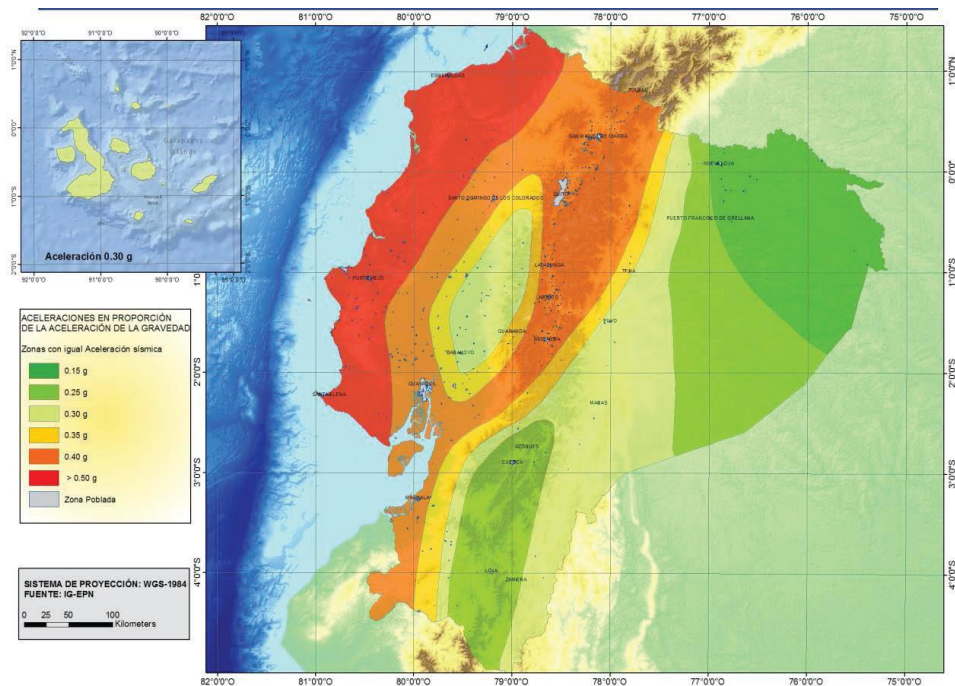


**Tabla 5: Tipo uso, destino e importancia de la estructura**

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas. Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones 11 otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques 11 otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Fuente: NEC-SE-DS-2015

**Gráfico 6: Mapa de zonas sísmicas y factor Z**



Fuente: NEC-SE-DS-2015

**Tabla 6: Factor de Zona Sísmica.**

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	≥ 0.5
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Fuente: NEC-SE-DS-2015

### Coefficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto.

Los valores del coeficiente  $F_a$  que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de aceleraciones para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos de sitio. Estos valores obedecen a las realidades presentes en los estratos inferiores de suelo de cimentación y los valores del coeficiente  $F_d$  que amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca, considerando los efectos de sitio. Estos valores obedecen a la respuesta dinámica del suelo, mencionados anteriormente.

**Tabla 7: Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_a$**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E		1.8	1.4	1.25	1.1	1	0.85
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Fuente: NEC-SE-DS-2015

**Tabla 8: Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D		1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Fuente: NEC-SE-DS-2015

**Tabla 9: Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, 'g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D		1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.4
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Fuente: NEC-SE-DS-2015

$F_a = 1.2$  Tabla 3. Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_a$

$F_d = 1.11$  Tabla 4. Tipo de suelo y Factores de sitio  $F_d$

$F_s = 1.11$  Tabla 5. Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$

$$T_c = 0.55 F_s * F_d / F_a$$

Ecuación NEC-SE-DS-2015, pag. 34

$$T_c = 0.55 * 1.11 * 1.11 / 1.2$$

$$T_c = \mathbf{0.565 \text{ seg}}$$

$$T_L = 2.4 F_d$$

$$T_L = 2.4 * 1.11$$

$$T_L = \mathbf{2.664}$$

PERIODO DE VIBRACIÓN T

$h_n = 23,34 \text{ m}$  "altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en Metros."

TIPO DE ESTRUCTURA: Para estructuras de acero sin arriostramientos

**Tabla 10: Coeficientes Ct y α por tipo de Estructura**

<b>PERIODO DE VIBRACIÓN T</b>	<b>Ct=</b>	<b>α=</b>
- Para estructuras de acero sin arriostramientos,	0.072	0.8
- Para estructuras de acero con arriostramientos,	0.073	0.75
- Para pórticos espaciales de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
- Para pórticos espaciales de hormigón armado con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural, Ct = 0.049 y a = 0.75	0.055	0.75
- Alternativamente, para estructuras que tengan muros estructurales de hormigón armado o mampostería estructural, el valor de Ct puede calcularse mediante la siguiente ecuación y el valor de a es 1.0.	CALCULAR E INGRESAR VALOR EN LA CELDA P615	1

**Fuente: NEC-SE-DS-2015**

$$C_t = 0.072$$

$$\alpha = 0.8$$

$$T = C_t * [hn]^\alpha$$

$$T = 0.072 * 23.34^{0.8} \quad \text{Ecuación NEC-SE-DS-2015, pag. 65.}$$

$$T = 0.895 \text{ seg} \quad \text{Periodo de vibración T}$$

El Periodo de vibración de la estructura no es menor al Periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño por lo que se tomara la siguiente ecuación.

$$S_a = n * Z * F_a * (T_c / T)^r$$

Ecuación NEC-SE-DS-2015, pag. 34

**Tabla 11: Valores de la relación de amplificación espectral de acuerdo a las provincias**

<b>Provincias</b>	<b>n</b>
Provincias de la Costa, (excepto Esmeraldas)	1.8
Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos	2.48
Provincias del Oriente	2.6

**Fuente: NEC-SE-DS-2015**

**Tabla 12: Factor r según el tipo de suelo seleccionado**

R	
A	1
B	1
C	1
D	1
E	1.5

Fuente: NEC-SE-DS-2015

$$\eta = 2.48$$

$$r = 1$$

Sa Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g). Depende del período o modo de vibración de la estructura.

$$Sa = \eta * Z * Fa * (Tc/T)^r$$

Ecuación NEC-SE-DS-2015, pag. 34

$$Sa = 2.48 * 0.4 * 1.2 * (0.5647125 / 0.894979685)^1$$

$$Sa = 0.751 \text{m/seg}^2$$

**Tabla 13: Coeficiente de reducción de respuesta estructural R**

<b>Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	
<b>Sistemas Duales</b>	
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales)	8
Pórticos espaciales sismo resistente de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	8
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos espaciales sismo-resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8

Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
<b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos espaciales sismo-resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

<b>Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada</b>	
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, limitados a 2 pisos con luces de hasta 5 metros	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos	2.5
<b>Muros estructurales portantes</b>	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos	3

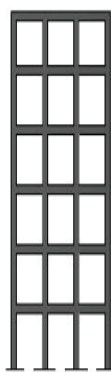

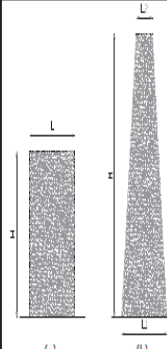
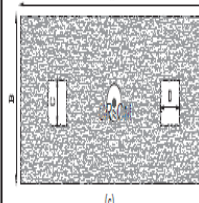
**Tabla 18. Factor de reducción de respuesta R para estructuras diferentes a las de edificación**

<b>Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R</b>	
Reservorios y depósitos, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	2
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	3.5
Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	3
Naves industriales con perfiles de acero	3
Torres en armadura (auto-portantes o atirantadas)	3
Estructuras en forma de péndulo invertido	2
Torres de enfriamiento	3.5
Depósitos elevados soportados por una pila o por apoyos no arriostrados	3
Letreros y carteleras	3.5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	2
Otras estructuras no descritas en este documento	2

**Fuente: NEC-SE-DS-2015**

**R= 8** (Pórticos espaciales sismo-resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.)

**Tabla 14: Coeficientes De Configuración Estructural**

CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_{E1}$	CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_{P1}$
<p>La altura de entrepiso y la configuración vertical de sistemas aportados, es constante en todos los niveles.</p> <p><math>\phi_{E1}=1</math></p> 	<p>La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa.</p> <p><math>\phi_{P1}=1</math></p> 
<p>La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional.</p> <p><math>\phi_{E1}=1</math></p> 	

**Tabla 11 : Configuraciones estructurales recomendadas**

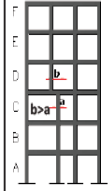
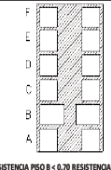
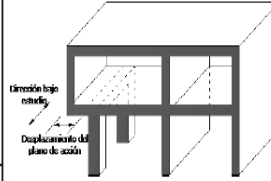
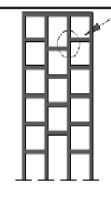
IRREGULARIDADES EN ELEVACIÓN	IRREGULARIDADES EN PLANTA
<p><b>Ejes verticales discontinuos o muros soportados por columnas.</b> La estructura se considera irregular no recomendada cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema resistente, dentro del mismo plano en el que se encuentran, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento.</p> 	<p><b>Desplazamiento de los planos de acción de elementos vertical.</b> Una estructura se considera irregular no recomendada cuando existen discontinuidades en los ejes verticales, tales como desplazamientos del plano de acción de elementos verticales del sistema resistente.</p>
<p><b>Piso débil-Discontinuidad en la resistencia.</b> La estructura se considera irregular no recomendada cuando la resistencia del piso es menor que el 70% de la resistencia del piso inmediatamente superior, (entendiéndose por resistencia del piso la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada).</p> <p>RESISTENCIA PISO B &lt; 0.70 RESISTENCIA PISO C</p> 	
<p><b>Columna corta</b> Se debe evitar la presencia de columnas cortas, tanto en el diseño como en la construcción de las estructuras.</p> 	

Tabla 12 : Configuraciones estructurales no recomendadas

Fuente: NEC-SE-DS-2015

Tabla 15: Coeficientes de configuración estructural en planta

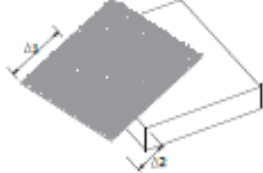
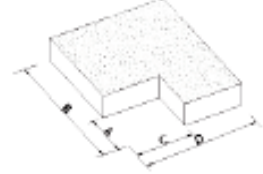
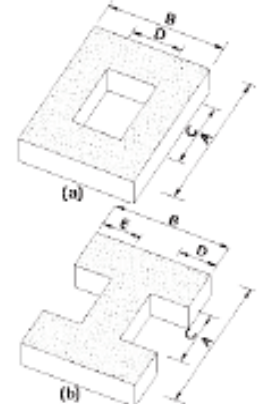
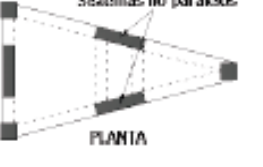
<p><b>Tipo 1 - Irregularidad torsional</b>  <math>\phi_p=0.9</math>  <math>\Delta &gt; 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}</math></p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente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

Tabla 13: Coeficientes de irregularidad en planta

Fuente: NEC-SE-DS-2015

### Calculo de la Irregularidad en planta

Es decir que el valor a utilizar en  $\phi_p = 0,9$  de acuerdo a lo estipulado en la Tabla 13 Coeficientes de Configuración en Planta de la NEC del 2015



### **Calculo de la Irregularidad en elevación.**

$$\emptyset E = 1$$

Esto de acuerdo a lo estipulado en la Tabla 11 configuraciones estructurales recomendadas de la NEC del 2015 ya que la altura de entrepiso es constante en todas las plantas.

### **Factor de configuración estructural en planta**

$\emptyset PA = 0.9$        $\emptyset PA$  = el mínimo valor  $\emptyset Pi$  de cada piso  $i$  de la estructura, obtenido de la Tabla 2.12, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 1, 2 y/o 3 ( $\emptyset Pi$  en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para las tres irregularidades).

$\emptyset PB = 1$        $\emptyset PB$  = se establece de manera análoga, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 4 en la estructura.

$$\emptyset P = \emptyset PA * \emptyset PB$$

$$\emptyset P = 0.9 * 1$$

$$\emptyset P = 0.9$$

### **Factor de configuración estructural en elevación**

$\emptyset EA = 1$        $\emptyset EA$  = el mínimo valor  $\emptyset Ei$  de cada piso  $i$  de la estructura, obtenido de la Tabla 2.13, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 1 ( $\emptyset Ei$  en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para la irregularidad tipo 1),

$\phi_{EB} = 0.9$        $\phi_{EB}$  = se establece de manera análoga, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 2 y/o 3 en la estructura,

$$\phi_E = \phi_{EA} * \phi_{EB}$$

$$\phi_E = 1 * 0.9$$

$$\phi_E = 0.9$$

$\phi_P$       Factor de configuración estructural en planta

$$\phi_P = 0.9$$

$\phi_E$       Factor de configuración estructural en elevación

$$\phi_{EA} = 0.9$$

C: Coeficiente del Cortante basal

$$V = \frac{I * S_a}{R * \phi_P * \phi_E} * W$$

$$V = C * W$$

$$C = 1.0 * 0.751 / (8 * 0.9 * 0.9) * W$$

$$C = 0.116 * W$$

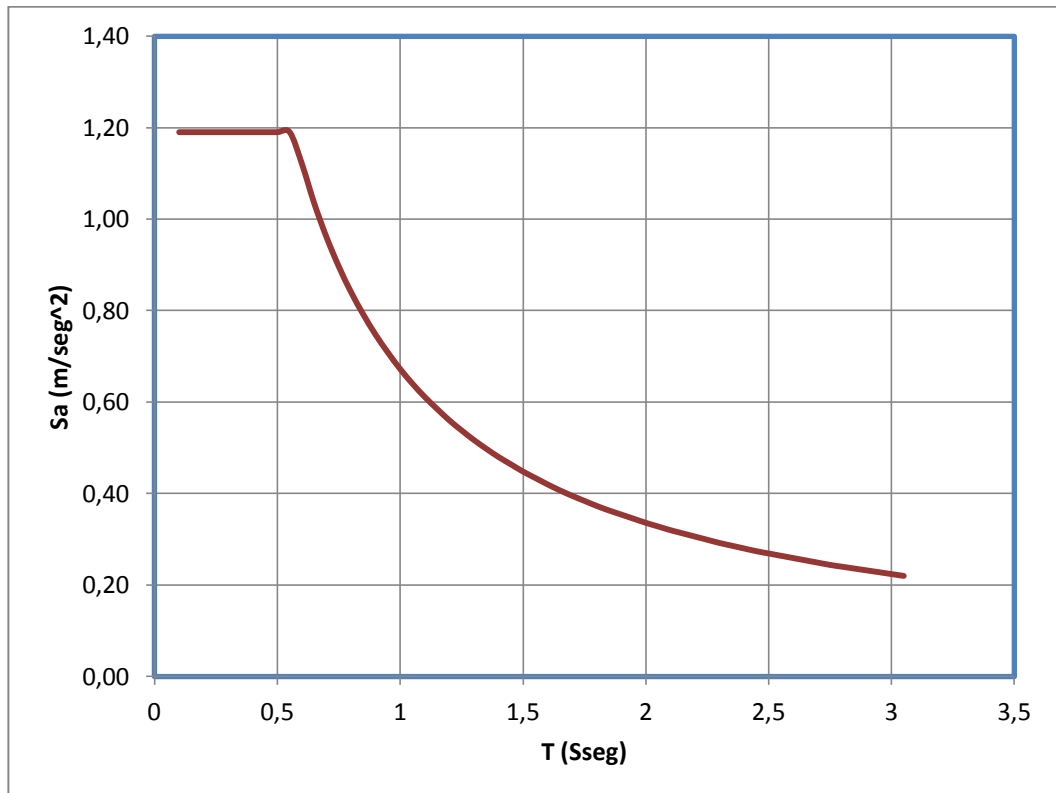
**Tabla 16: Espectro Sísmico de Diseño NEC - 2015**

$T(\text{seg})$	$S_a \text{ (m/sg}^2\text{)}$
0.1	1.19
0.15	1.19
0.2	1.19
0.25	1.19
0.3	1.19
0.35	1.19
0.4	1.19
0.45	1.19
0.5	1.19
0.55	1.19
0.6	1.12
0.65	1.03
0.7	0.96
0.75	0.90
0.8	0.84
0.85	0.79
0.9	0.75
0.95	0.71
1	0.67
1.05	0.64
1.1	0.61
1.15	0.59
1.2	0.56
1.25	0.54
1.3	0.52
1.35	0.50
1.4	0.48
1.45	0.46
1.5	0.45
1.55	0.43
1.6	0.42
1.65	0.41
1.7	0.40
1.75	0.38
1.8	0.37
1.85	0.36
1.9	0.35
1.95	0.35
2	0.34
2.05	0.33
2.1	0.32
2.15	0.31
2.2	0.31

2.25	0.30
2.3	0.29
2.35	0.29
2.4	0.28
2.45	0.27
2.5	0.27
2.55	0.26
2.6	0.26
2.65	0.25
2.7	0.25
2.75	0.24
2.8	0.24
2.85	0.24
2.9	0.23
2.95	0.23
3	0.22
3.05	0.22

Fuente: Israel Aleaga

**Gráfico 7: Espectro Sísmico**

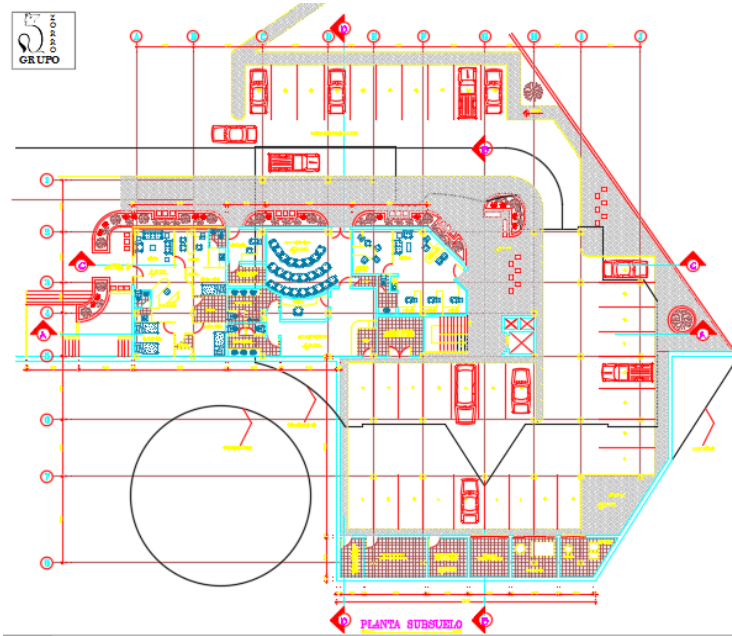


Fuente: Israel Aleaga

## 3.2. Cálculo de la estructura

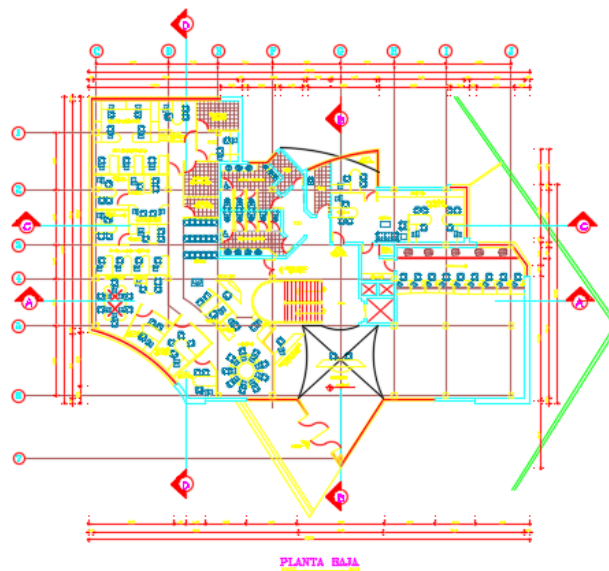
### 3.2.1 Configuración en planta

**Gráfico 8: Planta sub-suelo**



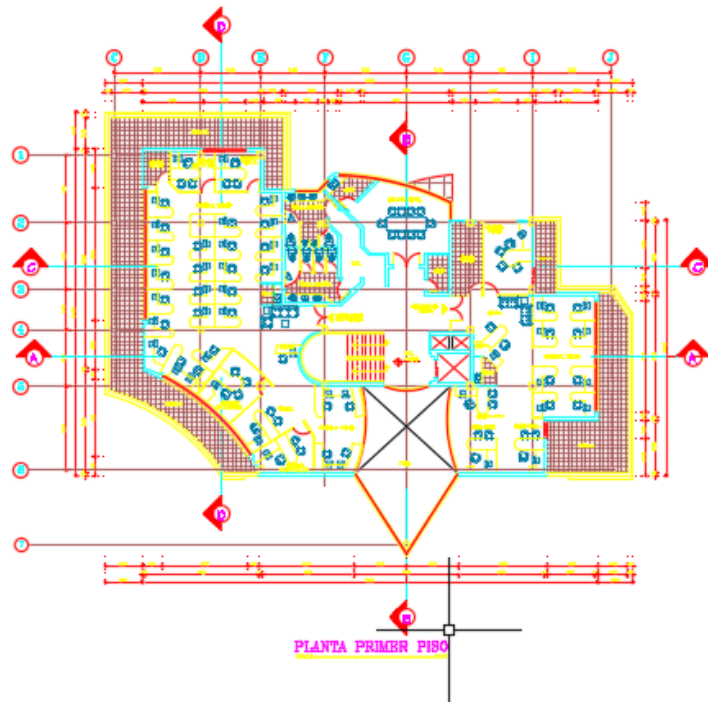
**Fuente: Archivo de EMAPA**

**Gráfico 9: Planta baja**



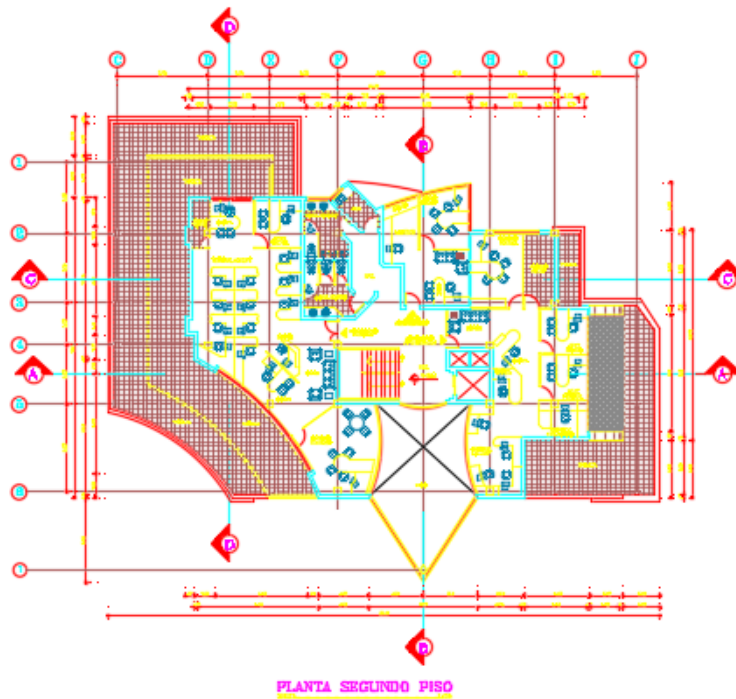
**Fuente: Archivo de EMAPA**

**Gráfico 10: Primera planta**



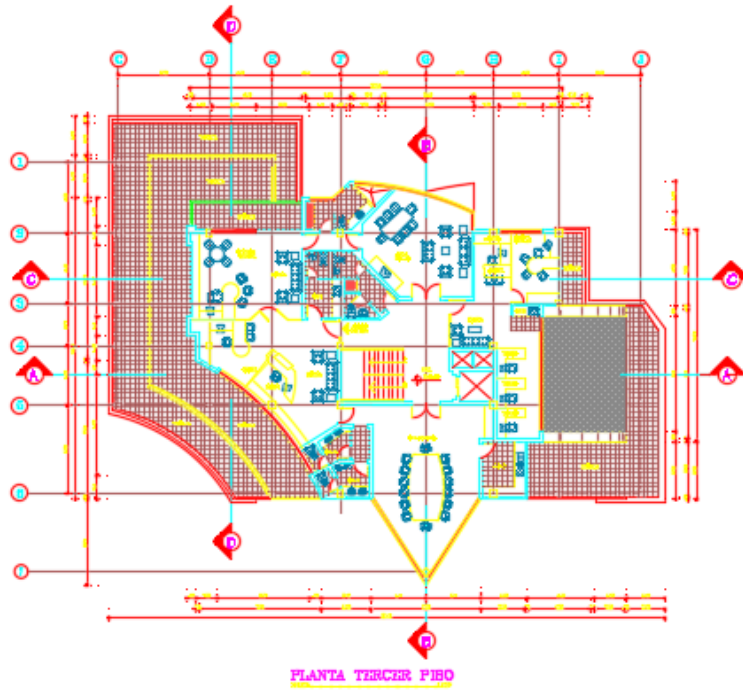
**Fuente: Archivo de EMAPA**

**Gráfico 11: Segunda planta**



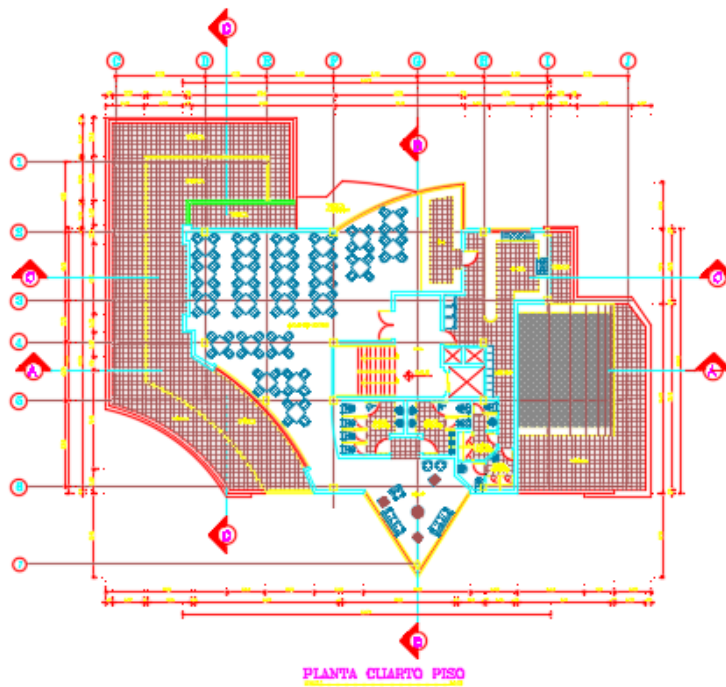
**Fuente: Archivo de EMAPA**

**Gráfico 12: Tercera planta**



**Fuente: Archivo de EMAPA**

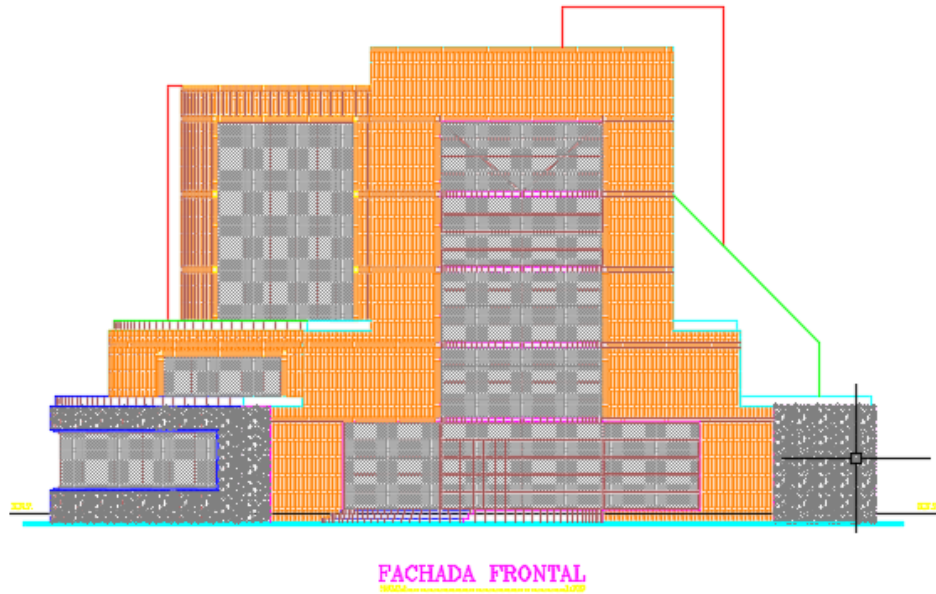
**Gráfico 13: Cuarta planta**



**Fuente: Archivo de EMAPA**

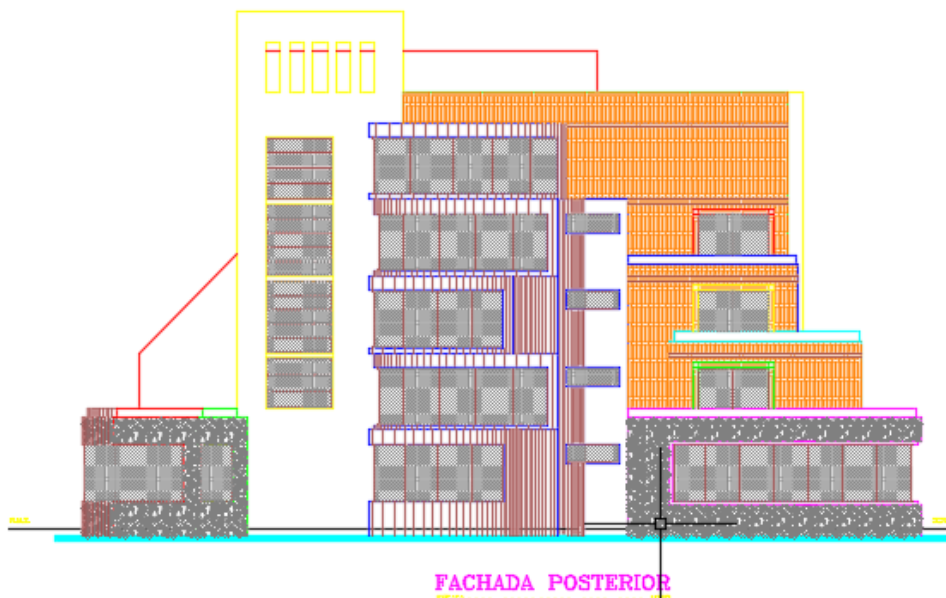
### 3.2.2 Configuración en elevación

Gráfico 14: Fachada frontal



Fuente: Archivo de EMAPA

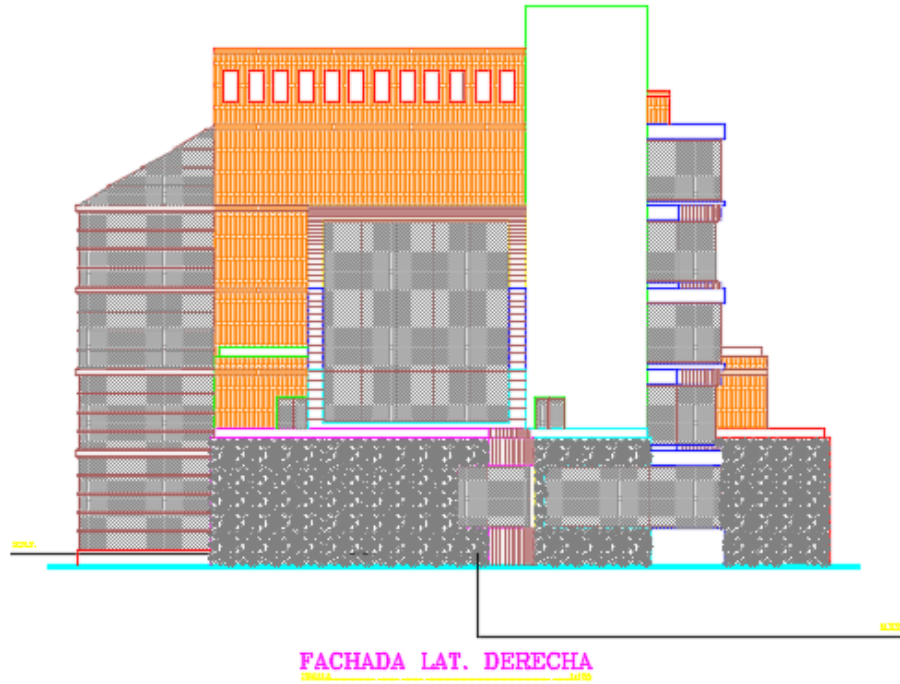
Gráfico 15: Fachada posterior



Fuente: Archivo de EMAPA

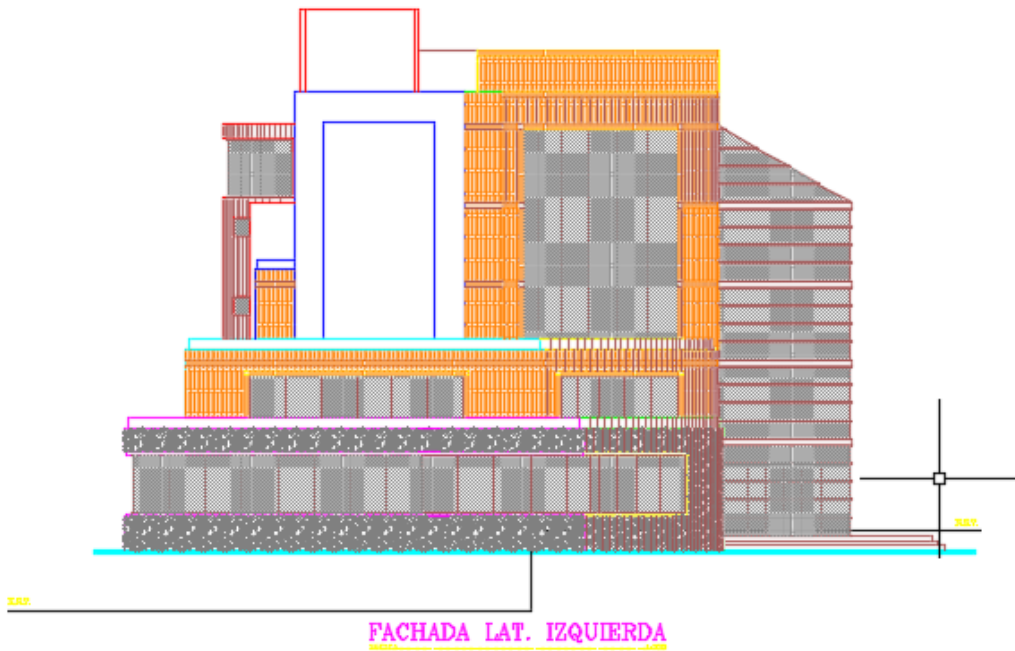


**Gráfico 16: Fachada lateral derecha**



**Fuente: Archivo de EMAPA**

**Gráfico 17: Fachada lateral izquierda**



**Fuente: Archivo de EMAPA**

### 3.2.3 Cuantificación de Cargas.

#### Carga Viva

La Norma Ecuatoriana de la Construcción nos presenta las siguientes especificaciones de acuerdo al uso de las edificaciones.

**Tabla 17: Cargas Uniformes y concentradas, la carga viva dependiendo de su uso u ocupación.**

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m <sup>2</sup> )	Carga concentrada (kN)
<b>Cubiertas</b>		
Cubiertas planas, inclinadas y curvas	0.70	
Cubiertas destinadas para áreas de paseo	3.00	
Cubiertas destinadas en jardinería o patios de reunión.	4.80	
Cubiertas destinadas para propósitos especiales		
Toldos y carpas	i	i
Construcción en lona apoyada sobre una estructura ligera	0.24 (no reduc.)	
Todas las demás	1.00	
Elementos principales expuestos a áreas de trabajo		8.90
Carga puntual en los nudos inferiores de la celosía de cubierta, miembros estructurales que soportan cubiertas sobre fábricas, bodegas y talleres de reparación vehicular		1.40
Todos los otros usos		1.40
Todas las superficies de cubiertas sujetas a mantenimiento de trabajadores		
En la región andina y sus estribaciones, desde una cota de 1000 m sobre el nivel del mar, no se permite la reducción de carga viva en cubiertas para prevenir caídas de granizo o ceniza.		
<b>Departamentos (ver <a href="#">Residencias</a>)</b>		
<b>Edificios de oficinas</b>		
Salas de archivo y computación (se diseñará para la mayor carga prevista)		
Áreas de recepción y corredores del primer piso	4.80	9.00
Oficinas	2.40	9.00
Corredores sobre el primer piso	4.00	9.00

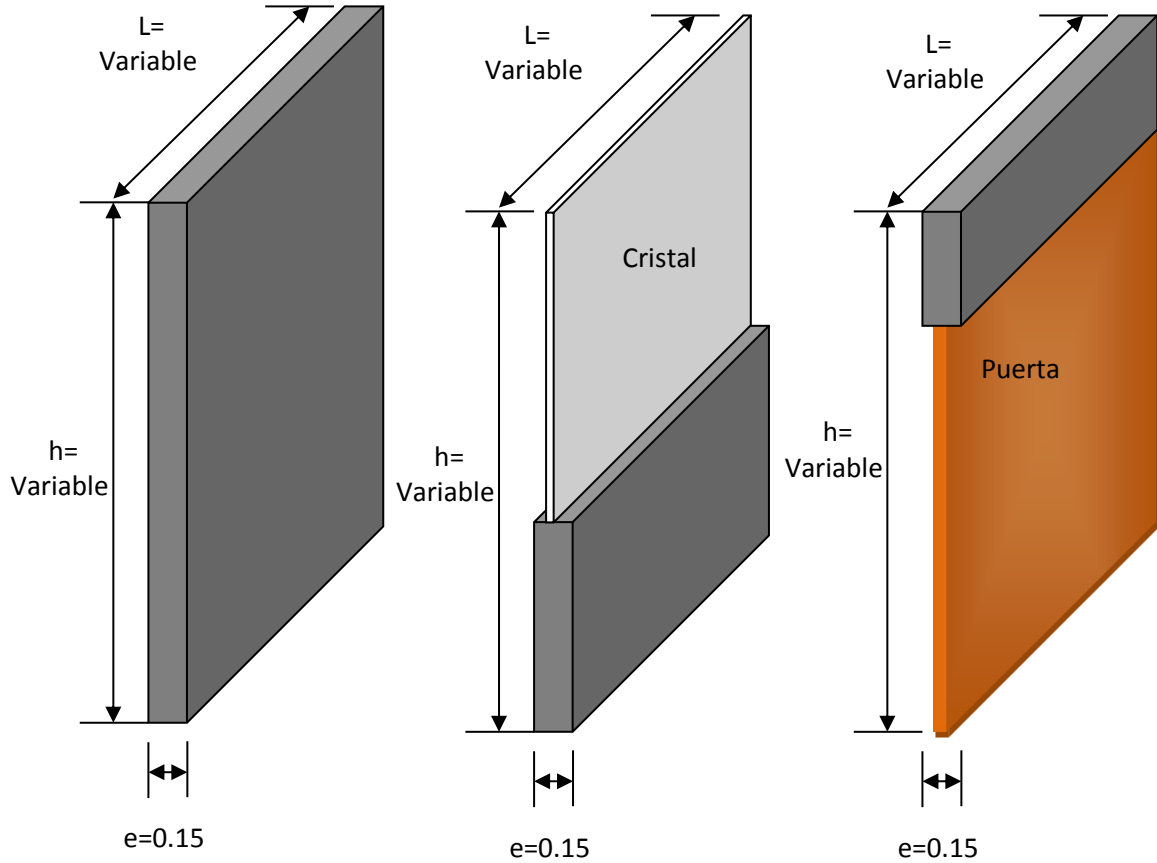
**Fuente: NEC – 2015**

De donde se tomara la Carga de 2.4 KN/m<sup>2</sup> que equivalen a 245kg/ m<sup>2</sup> aproximadamente para oficinas.

## CARGA DE PARED

### CALCULO DEL PESO POR TIPO DE PAREDES

Gráfico 1: Detalle de los tipos de pared existentes en la estructura



Elaborado por: Israel Aleaga

#### Peso de pared completa.

Paredes hechas con bloque según la especificación de los planos arquitectónicos. La altura de la pared es la diferencia de los entrepisos menos la peralte de la losa.

Tabla 18: Detalle de Pesos por Tipo de Pared por Planta

CUANTIFICACIÓN CARGA MUERTA POR PLANTA								
Nivel								
Nv +3,42								
<b>PESO T.</b>								
<b>paredes con ventanas</b>		paredes completas		(dintel)				
<b>32609,88</b>	kg	130015,4	kg	3143,07	kg	TOTAL=	165768,36	kg
						AREA=	693	m2

						PESO/M2=	239,20	kg/m2
<b>Nv +7,38</b>								
<b>PESO T.</b>								
<b>paredes con ventanas</b>		paredes completas		(dintel)				
<b>17412,17</b>	kg	81397,71	k g	4437	kg	TOTAL=	103246,88	kg
						AREA=	490	m2
						PESO/M2=	210,71	kg/m2
<b>Nv +10,62</b>								
<b>PESO T.</b>								
<b>paredes con ventanas</b>		paredes completas		(dintel)				
<b>14912,91</b>	kg	55182,384	kg	4437	kg	TOTAL=	74532,29	kg
						AREA=	374	m2
						PESO/M2=	199,28	kg/m2
<b>Nv +13,86</b>								
<b>PESO T.</b>								
<b>paredes con ventanas</b>		paredes completas		(dintel)				
<b>15036,84</b>	kg	55773,36	kg	4437	kg	TOTAL=	75247,20	kg
						AREA=	387	m2
						PESO/M2=	194,44	kg/m2
<b>Nv +17,10</b>								
<b>PESO T.</b>								
<b>paredes con ventanas</b>		paredes completas		(dintel)				
<b>12764,79</b>	kg	55773,36	kg	4437	kg	TOTAL=	72975,15	kg
						AREA=	368	m2
						PESO/M2=	198,30	kg/m2

Elaborado por: Israel Aleaga

CMP = 250 Kg/m2 ----- (Carga Calculada) de acuerdo a la totalidad de las paredes existentes por planta cuyo peso total es dividido para el área para tener una carga distribuida.

### **Peso de acabados existentes en pisos y techos.**

Para este parámetro se tomarán en cuenta los acabados necesarios para piso y cielo raso por loza, ya que estos parámetros no están tomados en cuenta en la modelación existente y es necesario incluirlos.

$$W_{Macillado} = (1.0)m * (1.0)m * (0.02)m * \left(1900 \frac{Kg}{m^3}\right) = 38.0 \frac{Kg}{m^2}$$

$$W_{Acabado} = (1.0)m * (1.0)m * (0.02)m * \left(1600 \frac{Kg}{m^3}\right) = 32.0 \frac{Kg}{m^2}$$

$$W_{Cielo\ razo} = (1.0)m * (1.0)m * (0.02)m * \left(1200 \frac{Kg}{m^3}\right) = 24.0 \frac{Kg}{m^2}$$

**CM acabados=94kg/m<sup>2</sup>**

CMA = 100 Kg/m<sup>2</sup> ----- (Carga Calculada)

### **3.2.4 Combinaciones de Carga**

Para la combinación de cargas se utilizó lo que dice la Norma Ecuatoriana de la Construcción del capítulo 1 específicamente el numeral 3.4.3

De este modo obtengo las siguientes combinaciones que vamos a utilizar:

Combinación 1

$$U=1.4D$$

Combinación 2

$$U=1.2D + 1.6L$$

Combinación 3

$$U=1.2D + 1 L$$

Combinación 4

$$U=1.2D + 1 L + 1E$$

Combinación 5

$$U=0.9D + 1E$$

### 3.2.5 Calidad del acero. (Especificaciones Técnicas)

Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo  $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$

Esfuerzo de fluencia del acero estructural  $f_y=2530 \text{ Kg/cm}^2$

Acero ASTM A36. Es un acero estructural al carbono, utilizado comúnmente para construcción en estructuras metálicas, puentes, torres de energía, torres para comunicación y edificaciones remachadas, atornilladas (laminadas en frío) o soldadas (laminadas en caliente), herrajes eléctricos y señalización

**Tabla 19 : Composición química de la colada**

Carbono (C)	0.26% máx
Manganeso(Mn)	No hay requisito
Fósforo(P)	0.04% máx
Azufre(S)	0.05% máx
Silicio(Si)	0.40% máx
Cobre(Cu)	0.20% mínimo

(Cobre) cuando se especifique

#### Propiedades

Como la mayoría de los aceros, el A36. Tiene una densidad de  $7850 \text{ Kg/m}^3$  ( $0.28 \text{ lb/in}^3$ ). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 pulgadas ( $203.2 \text{ mm}$ ) tiene un límite de fluencia mínimo de  $250 \text{ MPa}$  ( $2550 \text{ Kg/cm}^2$ ), y un límite de rotura mínimo de  $410 \text{ MPa}$  ( $4180 \text{ Kg/cm}^2$ ). Las planchas con espesores mayores de 8 plg ( $203,2 \text{ mm}$ ) tiene un límite de fluencia mínimo de  $220 \text{ MPa}$  ( $2243 \text{ Kg/cm}^2$ ), y el mismo límite de rotura.

**Tabla 20: Propiedades Mecánicas**

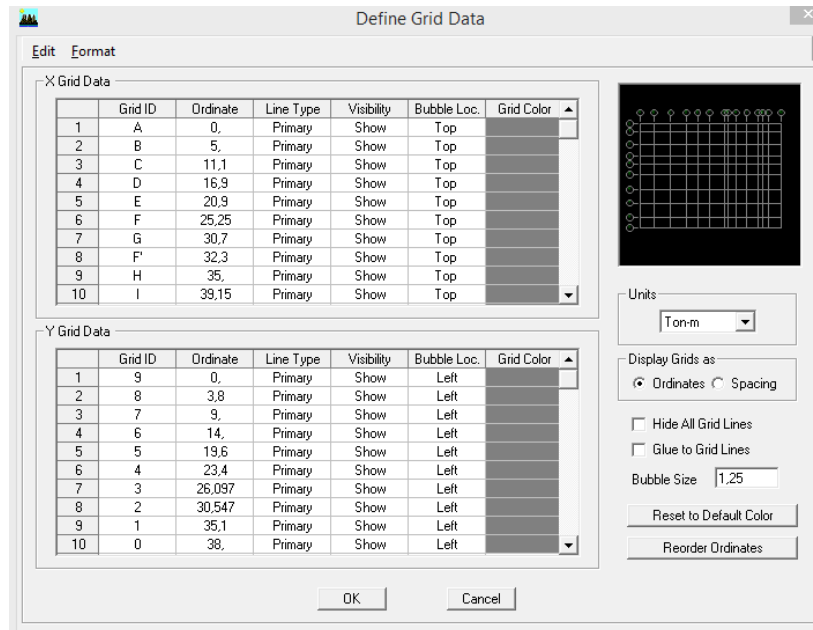
Límite de fluencia mínimo		Resistencia a la Tracción			
MPa	Kg/cm <sup>2</sup>	MPa		Kg/cm <sup>2</sup>	
		Min	Máx	Min	Máx
250	2550	400	550	4080	5610

1 MPa=  $10.1972 \text{ Kg/cm}^2$

### 3.2.6 Modelación

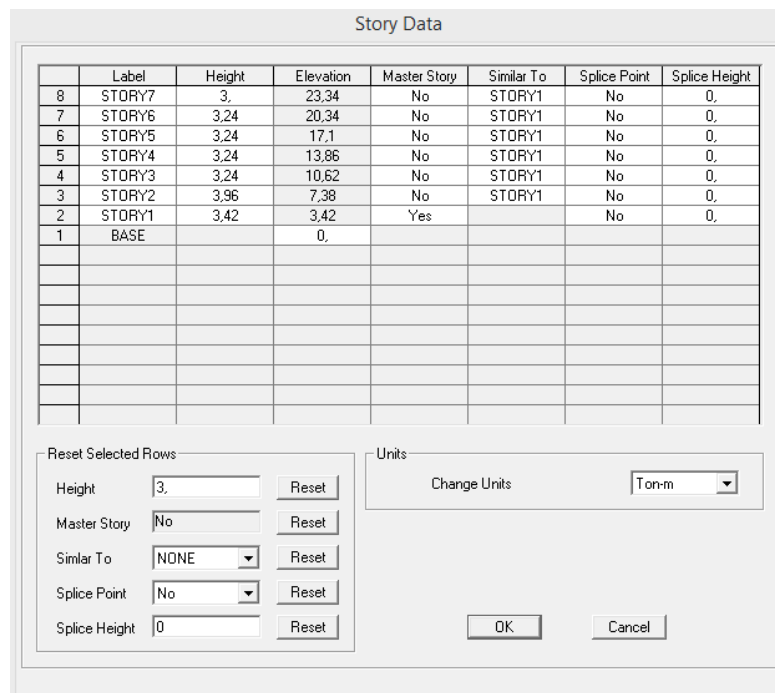
Colocación de la rejilla o ejes de acuerdo a los planos estructurales del edificio de EMAPA

**Gráfico 18: Ejes**



Fuente: Modelación ETABS 9

**Gráfico 19: Elevación (número y alturas de pisos)**



Fuente: Modelación ETABS 9

### Definición del de las propiedades del hormigón

Masa por unidad de volumen  $2,448 \times 10^{-6}$

Peso por unidad de volumen  $2,41 \times 10^{-3}$

Módulo de elasticidad  $0,21 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$

Módulo de Poisson's 0,15

Resistencia a compresión  $210 \text{ Kg/cm}^2$

Limite fluencia de del acero de refuerzo  $4200 \text{ kg/cm}^2$

**Gráfico 20: Propiedades de materiales**

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following fields and values:

Field	Value
Material Name	CONC210
Display Color	Color (Cyan)
Type of Material	<input checked="" type="radio"/> Isotropic <input type="radio"/> Orthotropic
Type of Design	Design: Concrete
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	2,448E-06
Weight per unit Volume	2,410E-03
Modulus of Elasticity	210000,
Poisson's Ratio	0,15
Coeff of Thermal Expansion	1,080E-05
Shear Modulus	91304,348
Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)	
Specified Conc Comp Strength, f'c	210,
Bending Reinf. Yield Stress, fy	4200,
Shear Reinf. Yield Stress, fys	4200,
Lightweight Concrete	<input type="checkbox"/>
Shear Strength Reduc. Factor	

**Fuente: Modelación ETABS 9**



### Definición del de las propiedades del Acero estructural

Masa por unidad de volumen  $7,981 \times 10^{-6}$

Peso por unidad de volumen  $0,783 \times 10^{-2}$

Módulo de elasticidad  $2,1 \times 10^6$  Kg/cm<sup>2</sup>

Módulo de Poisson's  $0,27$

Límite de fluencia  $2530$  Kg/cm<sup>2</sup>

Límite de rotura  $4550$  kg/cm<sup>2</sup>

**Gráfico 21: Propiedades del Acero estructural**

Material Property Data	
Material Name	A36
Display Color	Color
Type of Material	Isotropic <input checked="" type="radio"/> Orthotropic <input type="radio"/>
Type of Design	Design: Steel
Analysis Property Data	
Mass per unit Volume	7.981E-06
Weight per unit Volume	0.783E-2
Modulus of Elasticity	2.1E6
Poisson's Ratio	0.27
Coeff of Thermal Expansion	1.170E-05
Shear Modulus	784193.05
Design Property Data	
Minimum Yield Stress, Fy	2530
Minimum Tensile Strength, Fu	4550
Cost per Unit Weight	27.6799
OK Cancel	

**Fuente: Modelación ETABS 9**

## SECCIONES

Definición de vigas metálicas de las alas, alma, espesores, de la misma manera que se definió las vigas V2 y V3 definimos los las vigas V1,V4,V5,V6,V7,V8,V9,V10,V11 con las especificaciones, espesores

**Gráfico 22: Sección Viga 2**

The screenshot shows the 'I/Wide Flange Section' dialog box for defining the properties of Viga 2. The 'Section Name' field contains 'V2'. The 'Material' dropdown is set to 'STEEL'. The 'Dimensions' section includes the following values: Outside height (t3) = 40, Top flange width (t2) = 24, Top flange thickness (tf) = 0.8, Web thickness (tw) = 0.6, Bottom flange width (t2b) = 24, and Bottom flange thickness (t2b) = 0.8. A preview diagram on the right shows an I-section with dimensions 2 and 3 indicated. The 'Display Color' is set to orange. Buttons for 'Section Properties...', 'Set Modifiers...', 'OK', and 'Cancel' are visible.

**Gráfico 23: Sección Viga 3**

The screenshot shows the 'I/Wide Flange Section' dialog box for defining the properties of Viga 3. The 'Section Name' field contains 'V3'. The 'Material' dropdown is set to 'STEEL'. The 'Dimensions' section includes the following values: Outside height (t3) = 40, Top flange width (t2) = 15, Top flange thickness (tf) = 0.8, Web thickness (tw) = 0.6, Bottom flange width (t2b) = 15, and Bottom flange thickness (t2b) = 0.8. A preview diagram on the right shows an I-section with dimensions 2 and 3 indicated. The 'Display Color' is set to red. Buttons for 'Section Properties...', 'Set Modifiers...', 'OK', and 'Cancel' are visible.

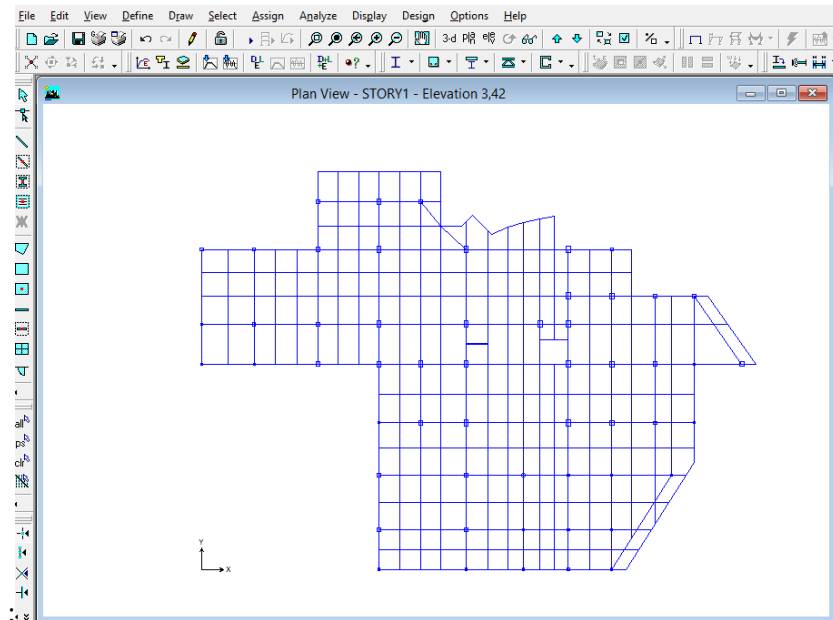
The screenshot shows the 'Define Frame Properties' dialog box. The 'Properties' section has a list of properties: V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, and V11. The 'Click to:' section includes buttons for 'Import I/Wide Flange', 'Add I/Wide Flange', 'Modify/Show Property...', and 'Delete Property'. The 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Sub Suelo

Colocación y dibujo de vigas y columnas del subsuelo

**Gráfico 24: Configuración en planta**

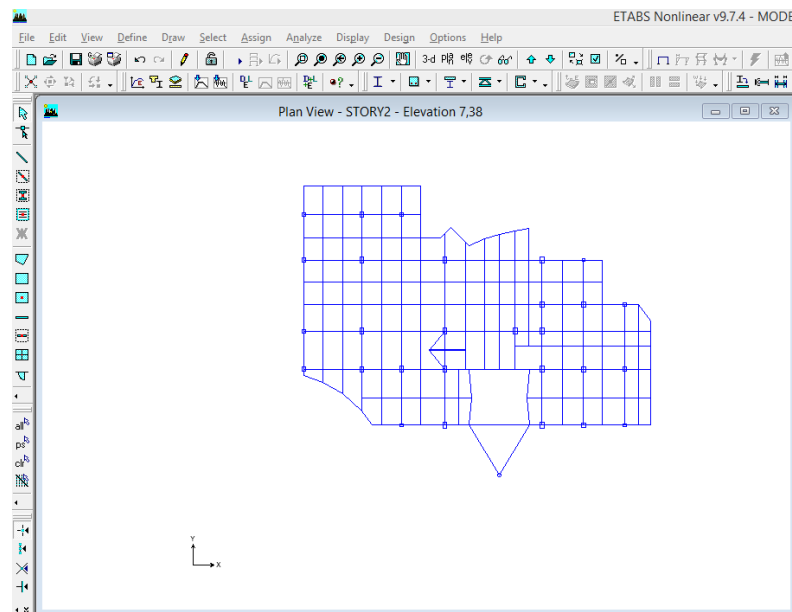


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Planta Baja

Colocación y dibujo de vigas y columnas de la planta baja

**Gráfico 25: Configuración en planta**

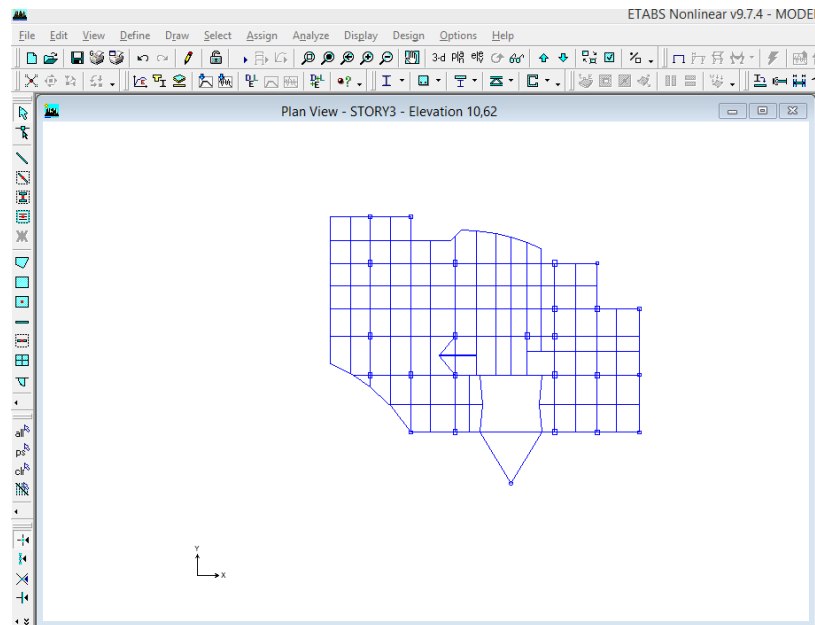


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Primer Piso

Colocación y dibujo de vigas y columnas del primer piso

**Gráfico 26: Configuración en planta**

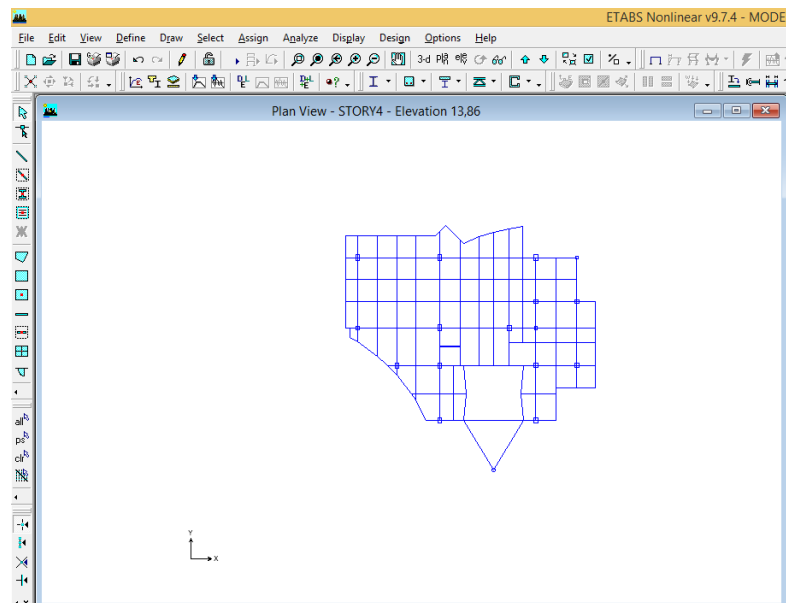


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Segundo Piso

Colocación y dibujo de vigas y columnas del segundo piso

**Gráfico 27: Configuración en planta**

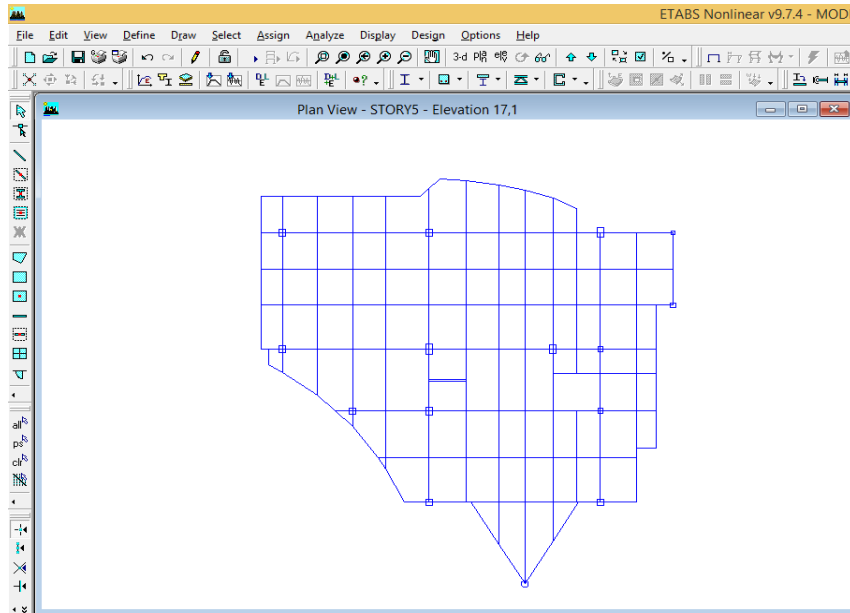


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Tercer Piso

Colocación y dibujo de vigas y columnas del tercer piso

**Gráfico 28: Configuración en planta**

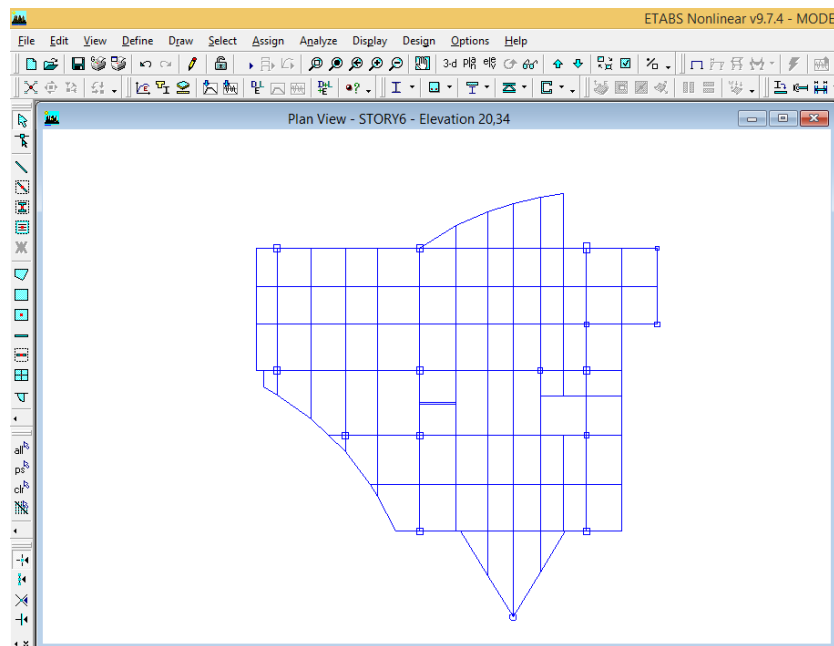


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Cuarto Piso

Colocación y dibujo de vigas y columnas del cuarto piso

**Gráfico 29: Configuración en planta**

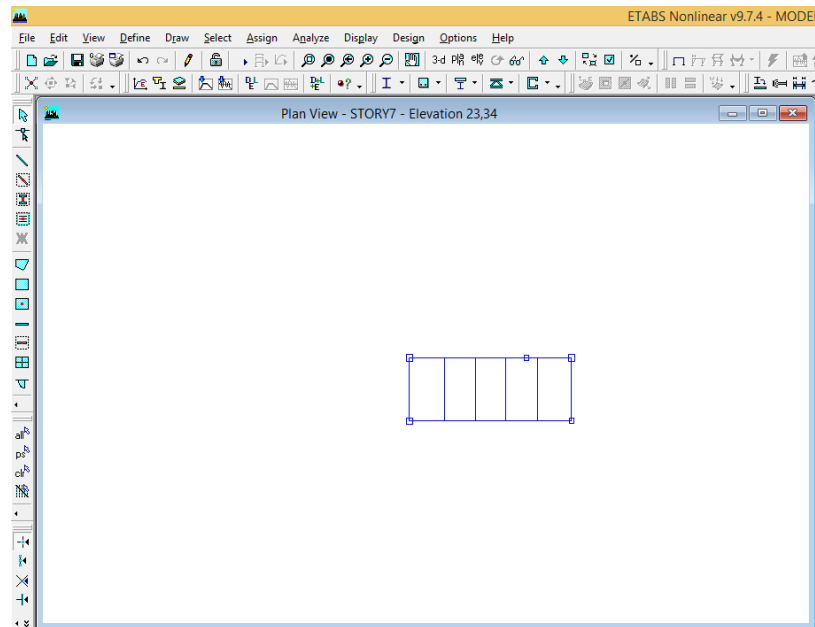


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Tapagradas

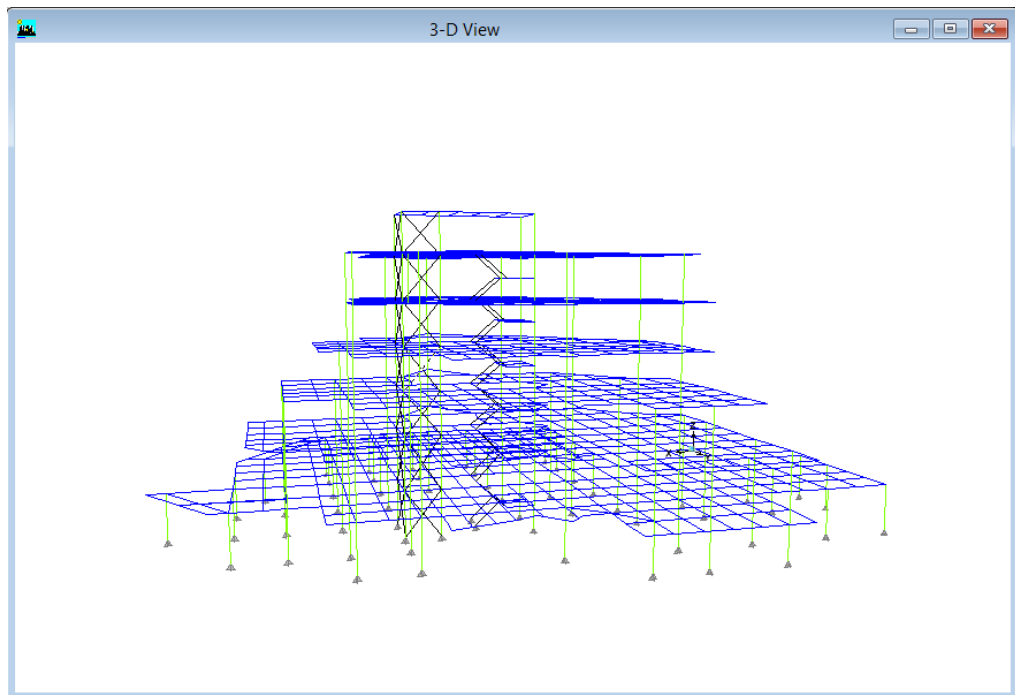
Colocación y dibujo de vigas y columnas del tapagradas

**Gráfico 30: Configuración en planta**



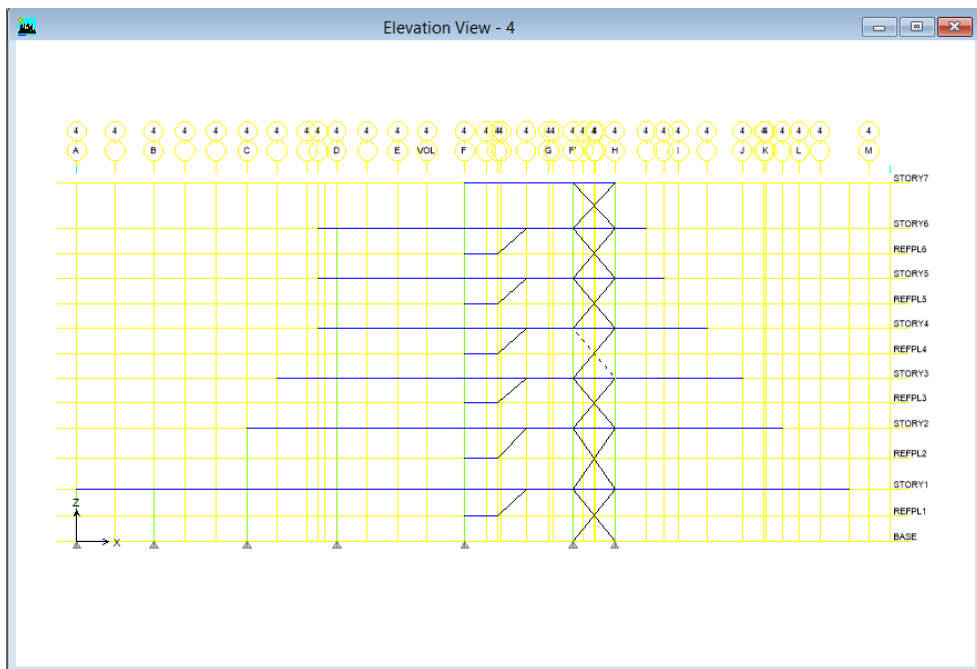
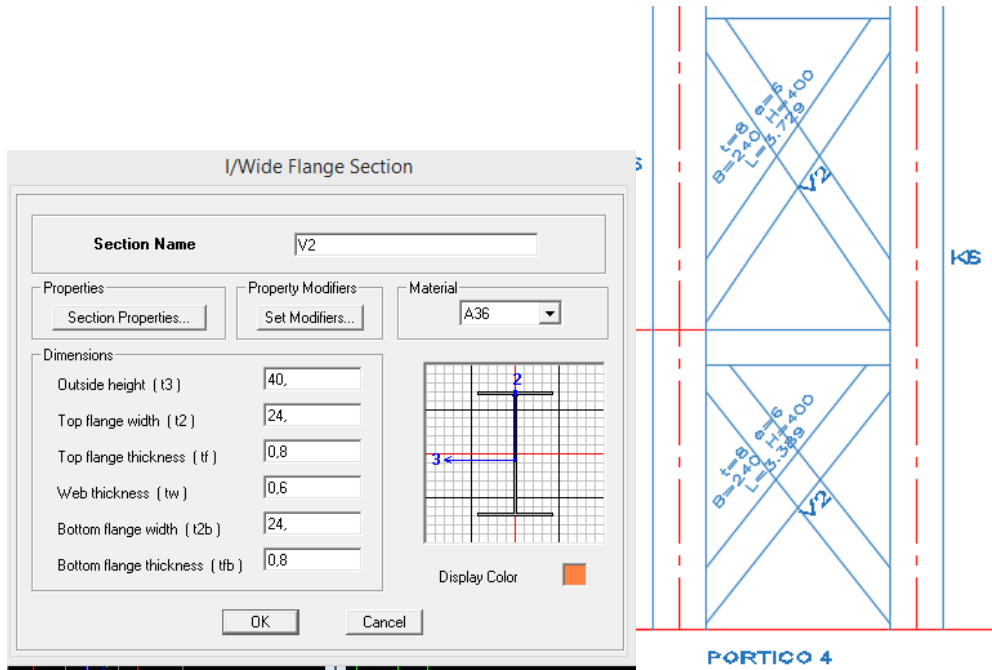
**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Gráfico 31: Vista en 3D de columnas, vigas principales, vigas secundarias**



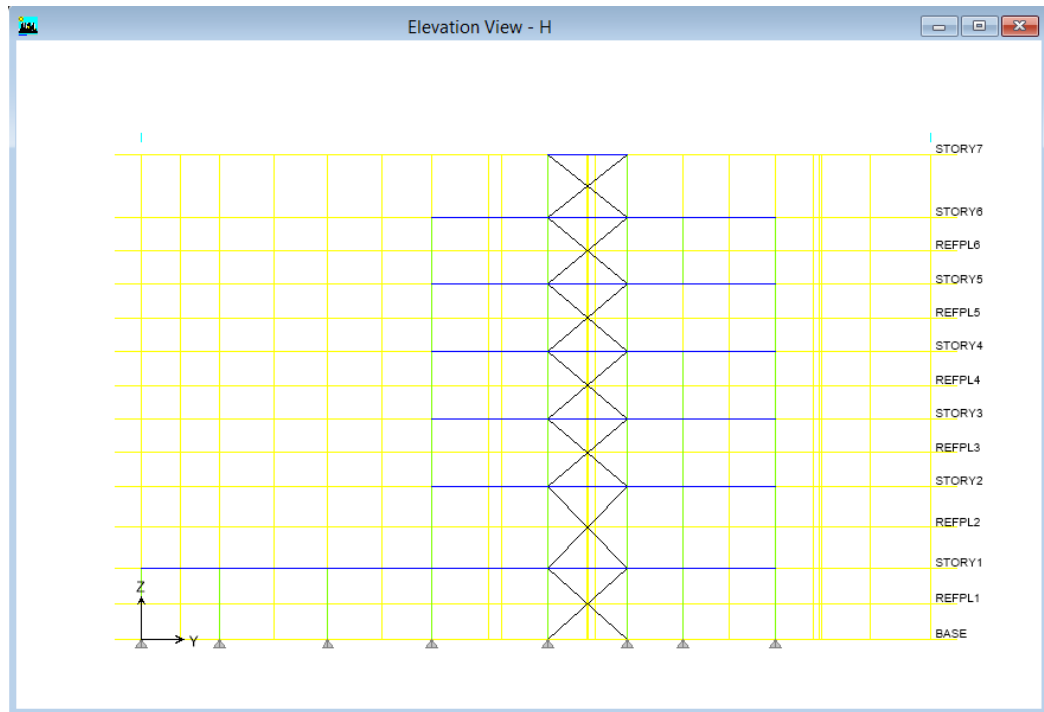
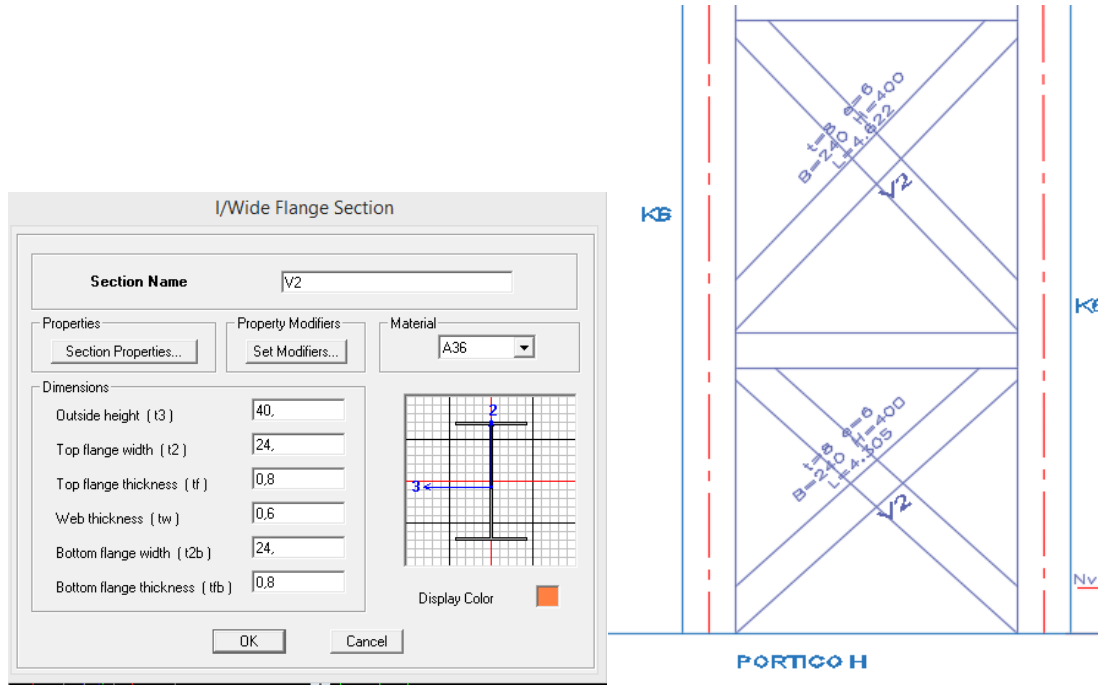
**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Gráfico 32: Riostras Pórtico 4**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

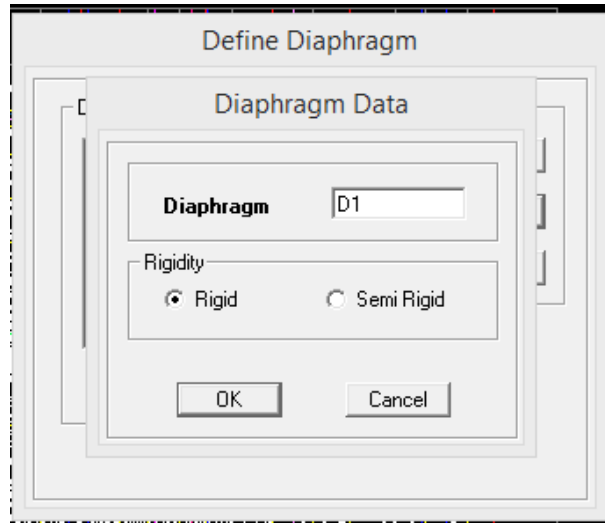
**Gráfico 33: Riostras Pórtico H**



**Fuente: Modelación ETABS 9**



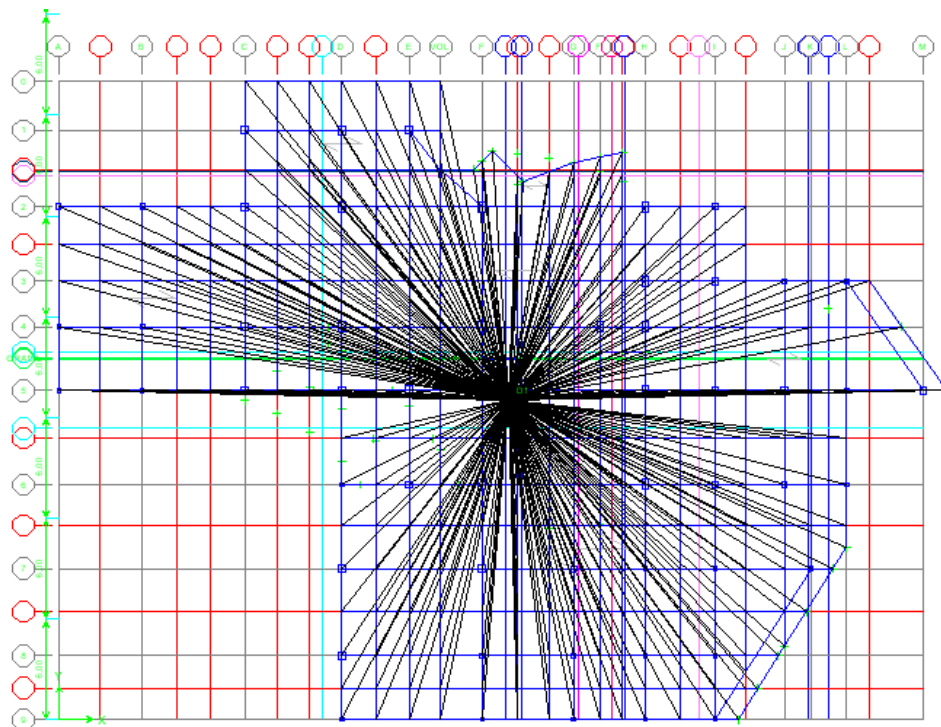
**Gráfico 34: Definición de diafragma**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Sub suelo**

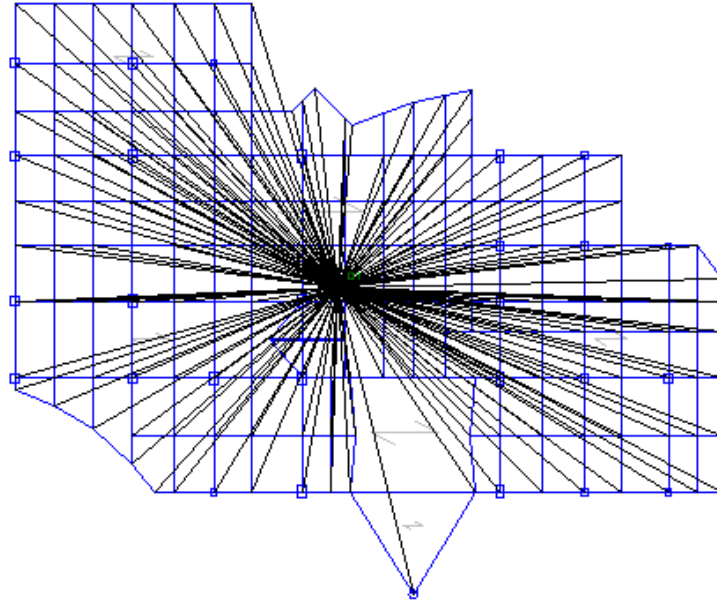
**Gráfico 35: Centro de rigidez**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Planta baja**

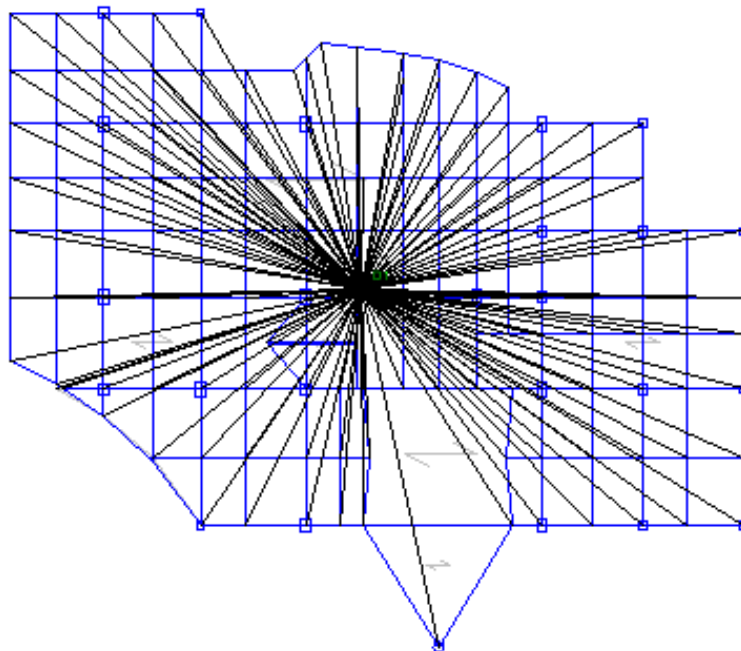
**Gráfico 36: Centro de rigidez**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Primer piso**

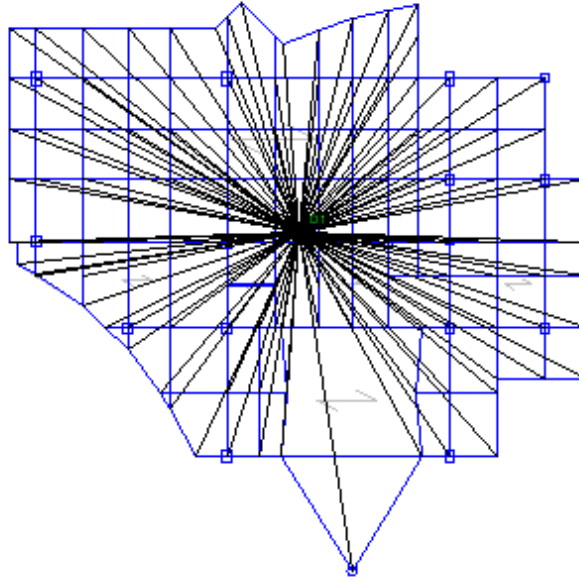
**Gráfico 37: Centro de rigidez**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Segundo piso**

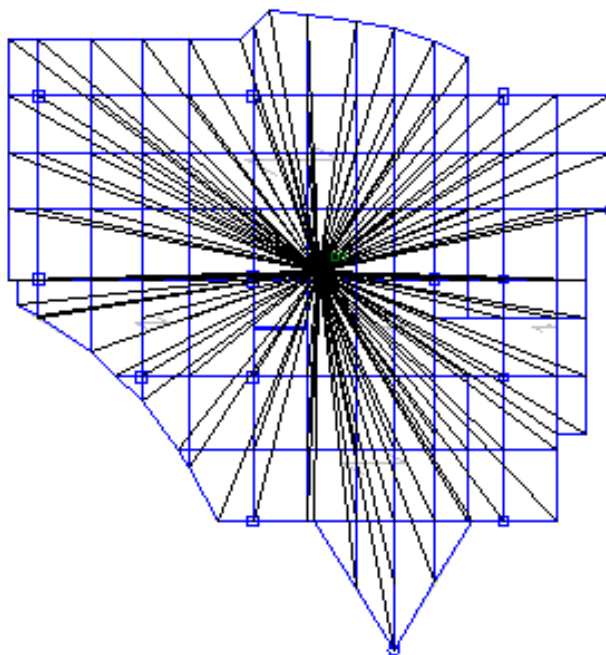
**Gráfico 38: Centro de rigidez**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Tercer piso**

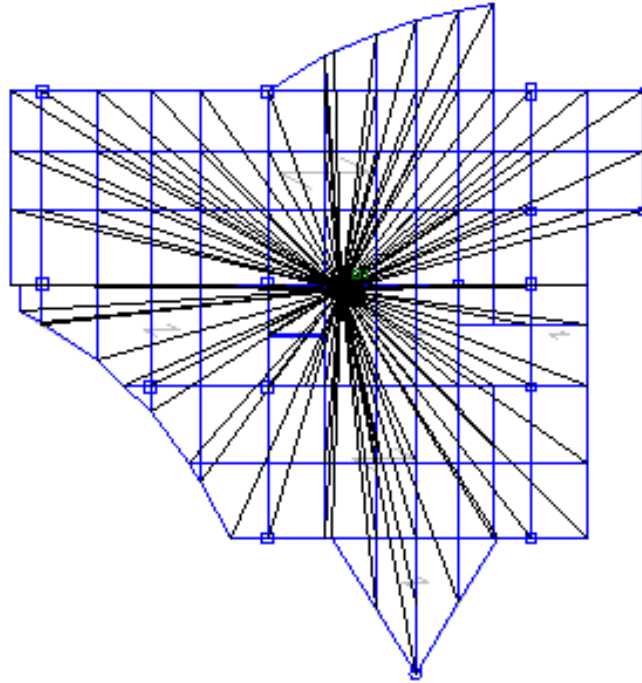
**Gráfico 39: Centro de rigidez**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Cuarto piso**

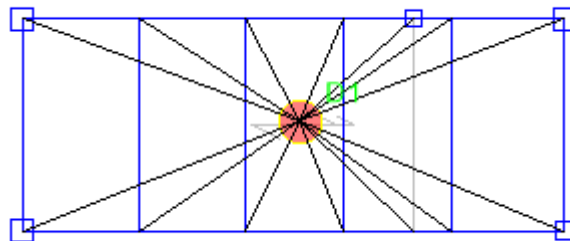
**Gráfico 40: Centro de rigidez**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Tapagradas**

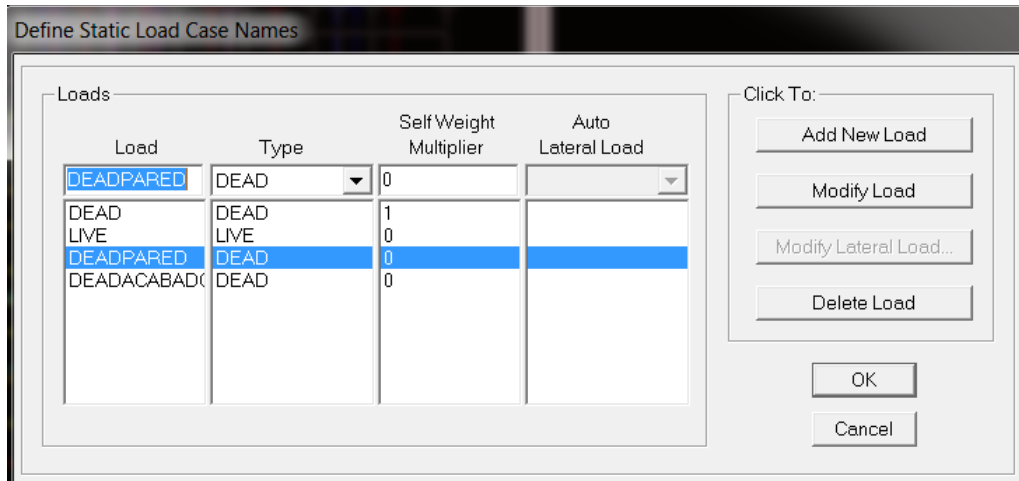
**Gráfico 41: Centro de rigidez**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

## Creación de Estados de Carga

**Gráfico 42: Definición de los Estados de carga**



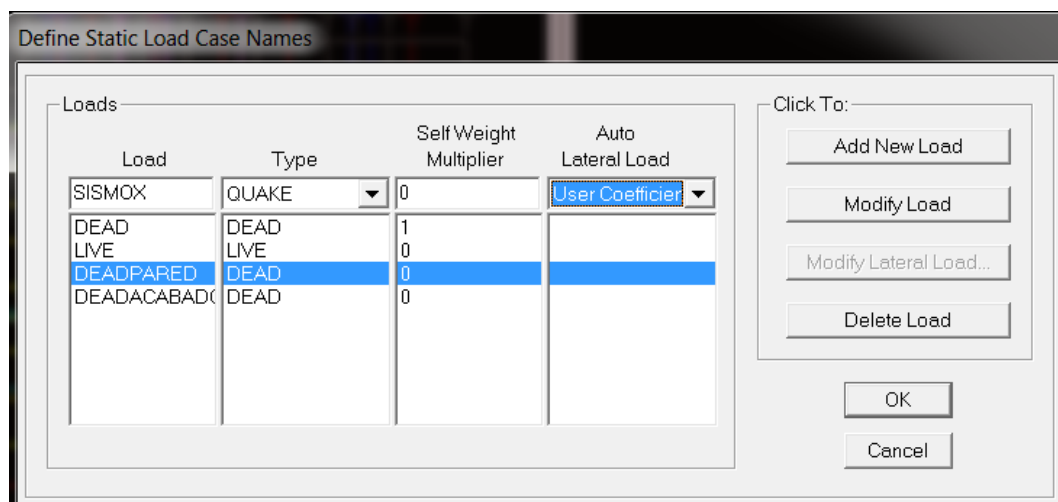
**Fuente: Modelación ETABS 9**

Creamos Carga Muerta de Pared

Creamos Carga Muerta de Acabados

Creamos la Carga sísmica por Coeficientes.

**Gráfico 43: Definición de los Estados de carga**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Para los casos de sismos pondremos el nombre de SISMOX en el área de Load, en el Campo de (Type) escogemos QUAKE; al activar esta opción se nos activara la otra pestaña de Auto Lateral Load en la que escogeremos User Coefficient Al escoger User Coefficient se nos activara la opción para modificar la carga lateral Modify Lateral Load la cual escogeremos para continuar con la aplicación de los datos referentes a la dirección “Direction And Eccentricity”; en “Ecc. Ratio (All Diaph.) Colocamos el Valor recomendado por código el cual es el 5% de excentricidad para tomar efectos de Torsión accidental, que producirá el sismo Modificamos los Factores referentes a Coeficiente De cortante Basal de acuerdo al Calculado en la Sección anterior cuyo valor es 0.116

**Gráfico 44: Definición de cargas de sismos**

**Fuente: Modelación ETABS 9**

Hacemos este Proceso de igual forma para la Carga sísmica en el sentido Y

El Valor de K se tomara el expresado en la Tabla

**Tabla 21. : Determinación de K**

Valores de T (s)	k
$\leq 0.5$	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
$> 2.5$	2

**Fuente: NEC-SE-DS-2015**

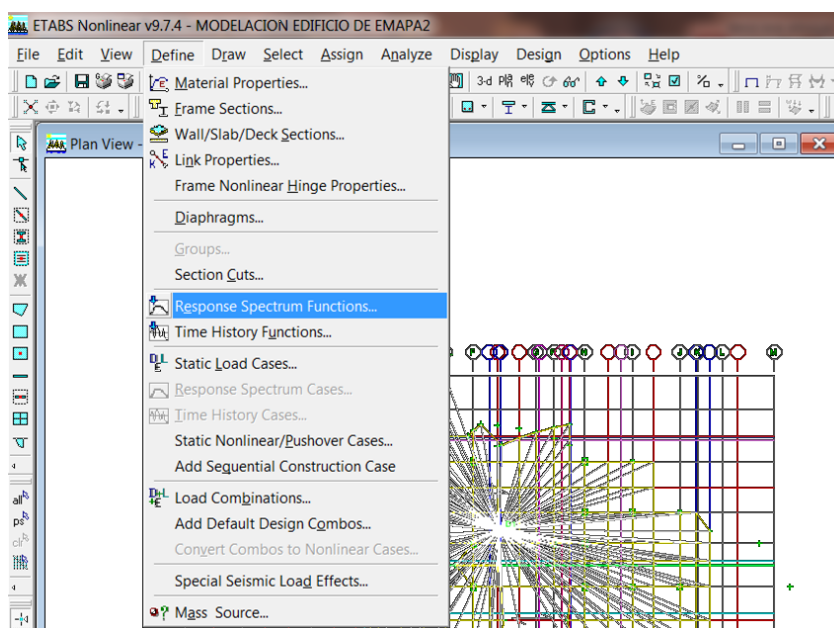
De donde  $K=0.75+(0.5*0.895)$  entonces  $K=1.19$

## INGRESAMOS EL ESPECTRO DE DISEÑO DE ACUERDO A LA NEC 2015

Para ingresar el espectro de diseño en el programa tomaremos los datos previamente obtenidos, Los valores deberán estar en Formato txt de tal que manera que se facilite el ingreso al programa.

Ingresaremos al menú Define – Response Spectrum Functions y escogemos esta opción.

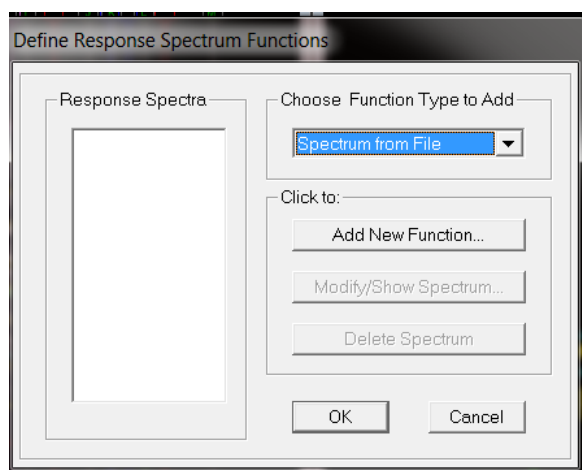
**Gráfico 45: Selección del Espectro de Diseño**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Se desplegará un cuadro de diálogo y presionamos en Chose Funtion Tipe to Add y seleccionamos la opción Spectrum from File y damos click en Add New Funtion.

**Gráfico 46: Elección de Función tipo**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Se ingresa los valores de la siguiente forma:

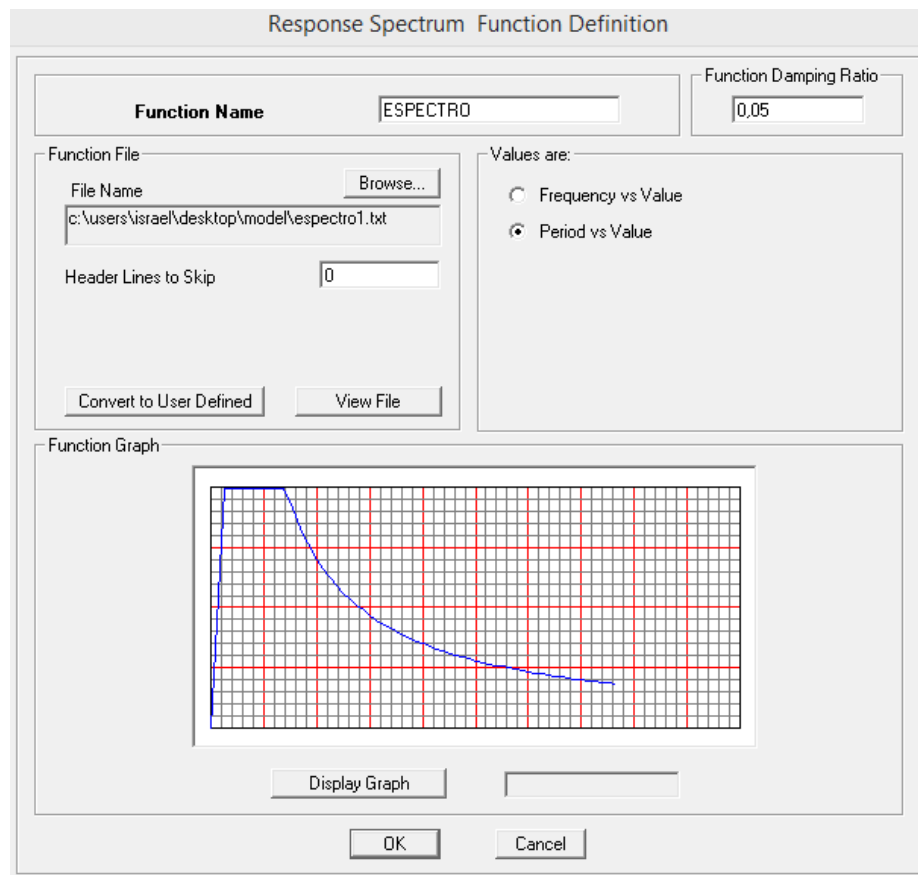
Presionamos el cuadro de Buscar (BROWSE) en donde ubicaremos el archivo en el que hemos guardado el espectro de Diseño .txt.

Seguido nos vamos a la sección Values Are seleccionamos Period vs Value

Luego presionamos el botón de Display Graph.

Asignamos un nombre al espectro y presionamos OK para finalizar la creación del espectro de diseño.

**Gráfico 47: Ingreso de Datos del Espectro**



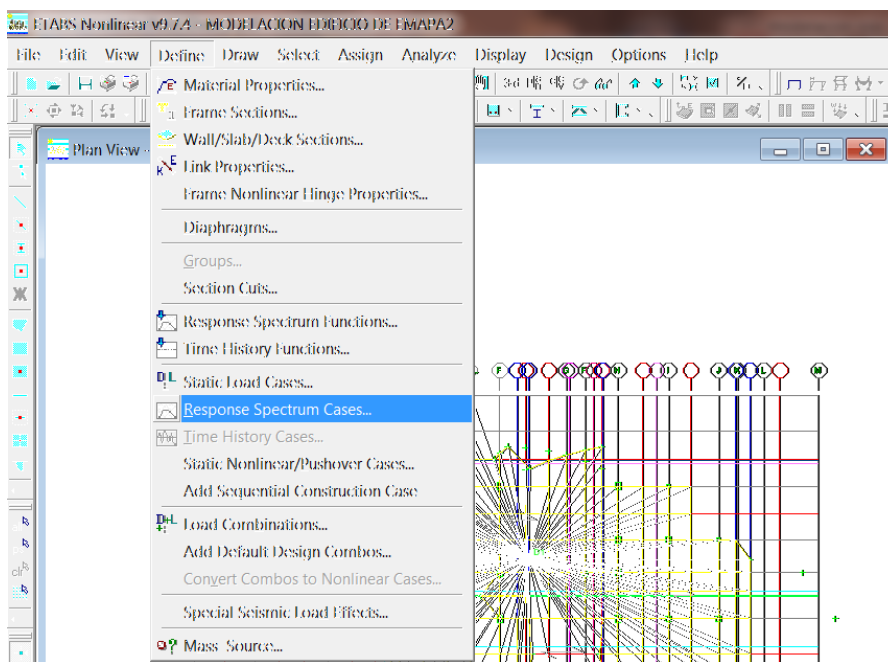
**Fuente: Modelación ETABS 9**



## CREACIÓN DE LOS CASOS PARA ANÁLISIS DINÁMICO

Para este paso se toma el espectro que se definió en el paso anterior ya que nos posibilita la creación de casos de cargas para un análisis dinámico. Desde el menú “Define - Response Spectrum Cases” generamos dos casos para cada una de las direcciones.

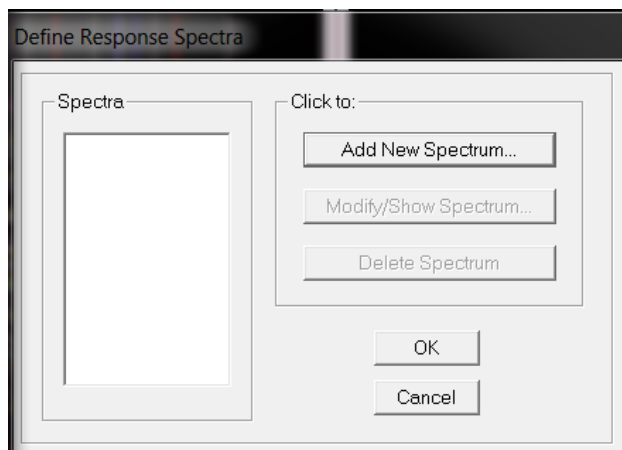
**Gráfico 48: Casos de Análisis**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

En este caso nos aparecerá un cuadro de dialogo en el cual daremos click en Add New Spectrum.

**Gráfico 49: Creación de los Casos de Análisis**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Para el primer caso que crearemos para la dirección “X” el estado de carga.

Ingresamos a la opción “Input Response Spectra”, en “Direction” “U1” seleccionamos como función el espectro que creamos anteriormente, en “Scale Factor” dejaremos el valor de 1, ya que nuestro espectro tiene valores en  $m/s^2$ .

En la dirección UZ se trabajara con un factor de 2/3 del factor utilizado en U1 ya que existen Voladizos.

El valor en “Ecc. Ratio (All Diaph.)” ingresamos 0.05 que sería el 5% del amortiguamiento respecto al crítico (según NEC - 2015), hacemos clic en OK y ya se definió el caso para un análisis dinámico en la dirección “X”.

**Gráfico 50: Caso en la Dirección X**

Direction	Function	Scale Factor
U1	ESPECTRC	1.5139
U2		
UZ		

**Fuente: Modelación ETABS 9**

De igual manera para la dirección “Y”, escogiendo esta vez en “Direction” el espectro en “U2”.y para z se tomara los 2/3 de los anteriores.

## ASIGNACIÓN DE LA MASA PARA EL ANÁLISIS DINÁMICO POR CARGAS DE SISMO

El Programa hace el cálculo de los distintos casos de carga pero según la NEC 2015 en su sección **6.1.7. Carga sísmica reactiva W** se tomara el 100% para carga muerta y el 25% para la carga viva.

Ingresaremos estos porcentajes seleccionando el menú Define – Mass Source “Define Mass Source” en el cual definiremos la masa a ser calculadas de la siguiente manera.

Iremos a “From Self And Specified Mass And Loads”, ya que muchas veces se introducen masas al sistema y cargas aplicadas directamente se deben tomar en cuenta de la siguiente manera.

**Gráfico 51: Asignación de Masa**

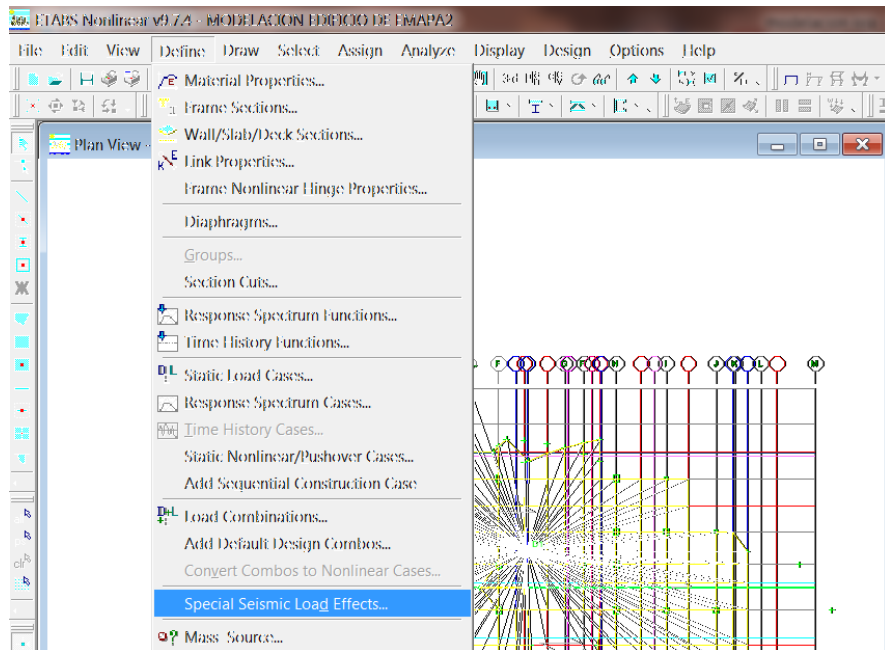
Load	Multiplier
DEADACAB	1
DEADACABADI	1
DEADPAREDE	1

**Fuente: Modelación ETABS 9**

## VERIFICAMOS QUE NO SE INCLUYAN EFECTOS DE CARGA SÍSMICA ESPECIALES

Nos dirigimos al menú Define – Special Seismic Load Effects,

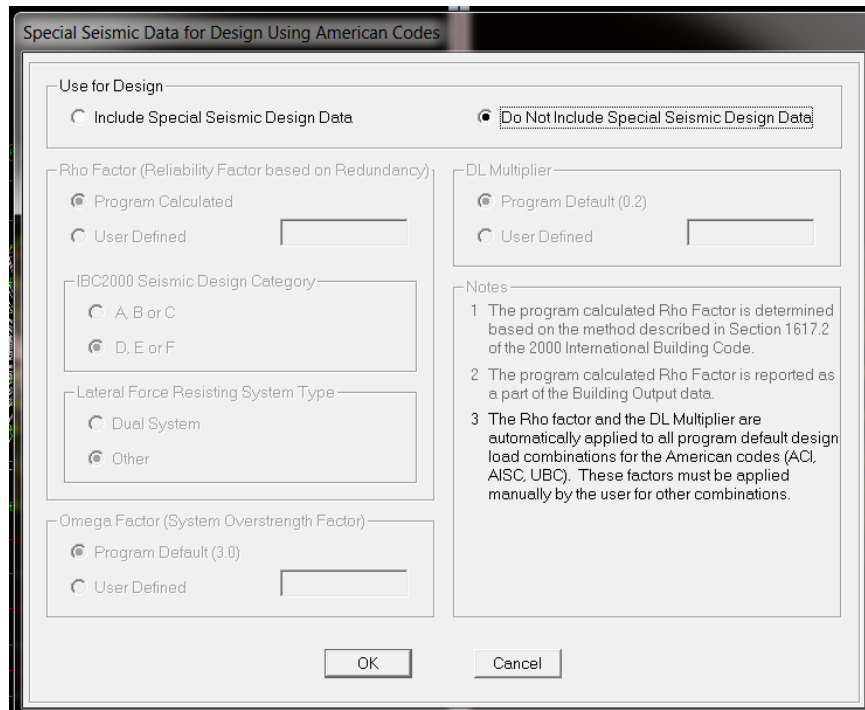
**Gráfico 52: Verificación de Efectos**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

En la ventana emergente que aparece seleccionaremos la opción Do Not Include Special Seismic Design Data y presionamos OK

**Gráfico 53: Descarte de Efectos**

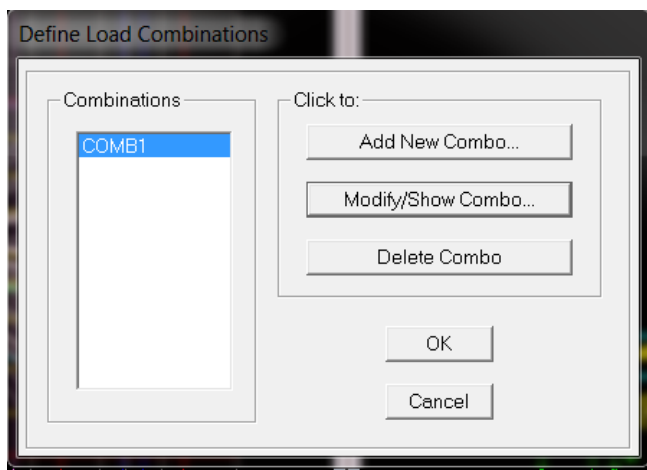


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## ASIGNACIÓN DE LAS COMBINACIONES DE CARGA

Vamos al menú Define y escogemos Load Combination y presionamos Add New Combo y designamos las combinaciones de cargas dadas por la NEC-SE-CG- 2015 en la sección 3.4.3

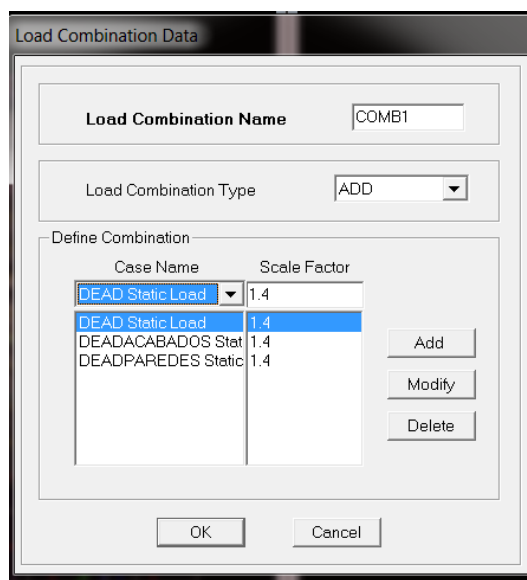
**Gráfico 54: Combinaciones de Carga**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

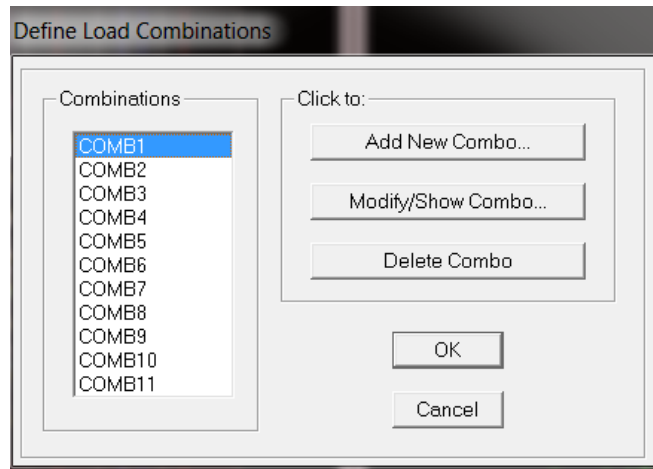
La asignación se la realizara de una en una de tal manera que se garantice la creación de todos los estados de carga o combinaciones de carga para el diseño.

**Gráfico 55: Combinaciones de Carga**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

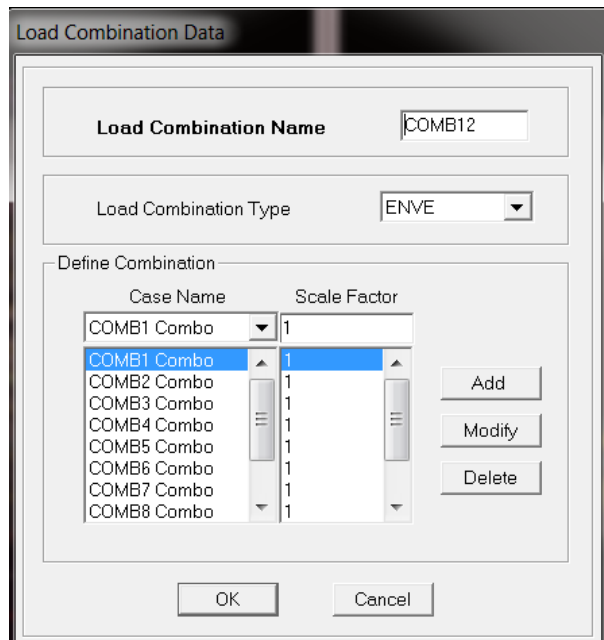
**Gráfico 56: Combinaciones de Carga**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Por último se agregara una envolvente que es la combinación de todas las combinaciones en el cuadro de Load Combination Type seleccionamos **ENVE** y escogemos todas las combinaciones.

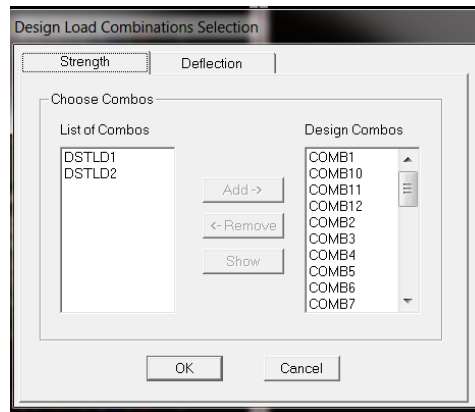
**Gráfico 57: Envolvente**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Asignamos las combinaciones al programa vamos al menú Design – Stell - Frame Design – Selec Design Combos y seleccionamos las combinaciones hechas por el programa y agregamos y presionamos OK para trabajar con todas de tal manera poder analizar de una forma más detallada y listo.

**Gráfico 58: Inclusión de las Combinaciones**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

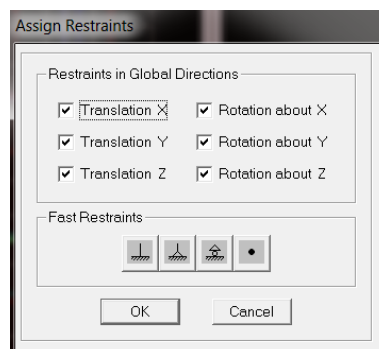
## ASIGNACIÓN DE RESTRICCIONES

El programa al realizar la modelación o generación de columnas automáticamente dibuja apoyos en las bases, pero es necesario cambiar estos de acuerdo a las restricciones existentes modelados como apoyos empotrados.

Para la realización de esto nos dirigimos a la Base del Modelo y seleccionamos todos los apoyos de la misma para luego dirigimos al menú Assign - Joint Point - Restraints Supports asignamos el tipo de soporte que se desea para nuestro caso particular corresponde a un empotramiento perfecto.

Al seleccionar esto nos aparece un cuadro de dialogo Assings Restraints en donde podemos seleccionar las particularidades que necesitamos con respecto a la restricción de desplazamiento o al giro de los apoyos.

**Gráfico 59: Restricciones**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

## ASIGNACIÓN DE CARGAS

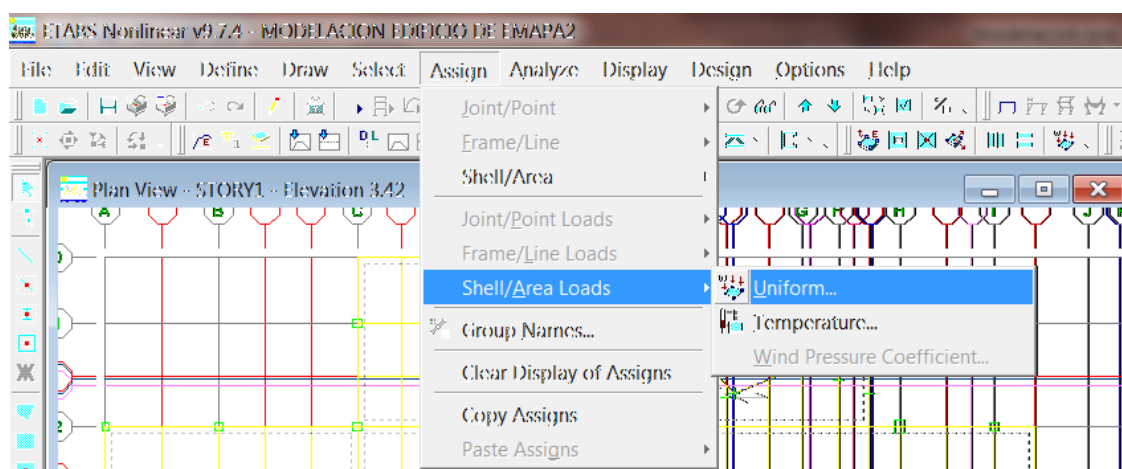
Las Cargas asignadas a este modelo se aplicaran directamente a la losa de entrepiso por lo que fueron calculadas por metro cuadrado cada una. E la siguiente tabla se indica el resumen de cargas asignadas:

**Tabla 22. Cargas por Piso**

NIVEL	CMPARED Kg/cm <sup>2</sup>	CMACABADOS Kg/cm <sup>2</sup>	CV Kg/cm <sup>2</sup>
Nivel +23.34	0	100	80
Nivel+ 20.34	250	100	245
Nivel+17.10	250	100	245
Nivel +13.86	250	100	245
Nivel+ 10.62	250	100	245
Nivel+7.38	250	100	245
Nivel+3.42	250	100	245

Para la asignación procedemos a seleccionar los elementos creados como placa o losa se entrepiso para la asignación de las cargas correspondientes ingresaremos al menú Assign – Shell/Area Loads – Uniform.

**Gráfico 60: Definición de cargas por piso**

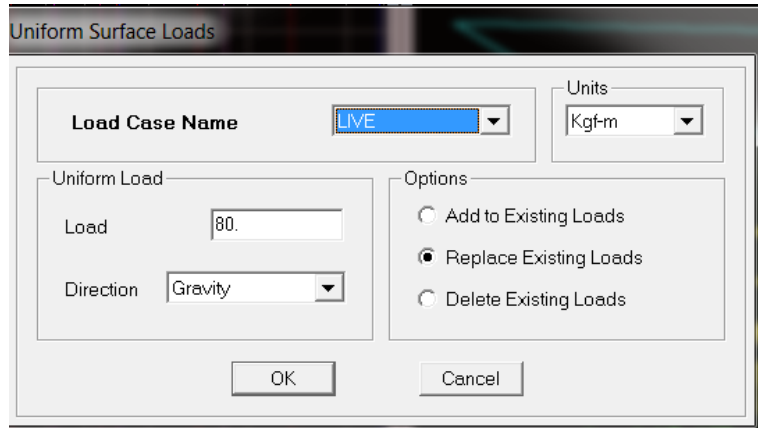


**Fuente: Modelación ETABS 9**

Y en el cuadro de dialogo que aparece seccionaremos la carga que queremos insertar de acuerdo al cuadro de detalle expuesto anteriormente.



**Gráfico 61: Definición de carga viva de tapagradas**

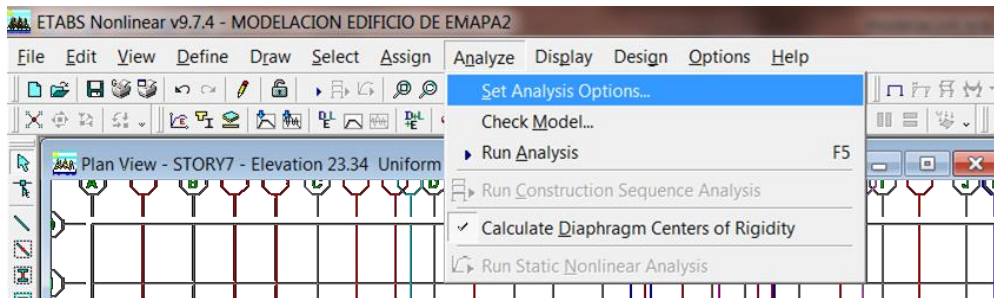


**Fuente: Modelación ETABS 9**

### OPCIONES DE ANÁLISIS

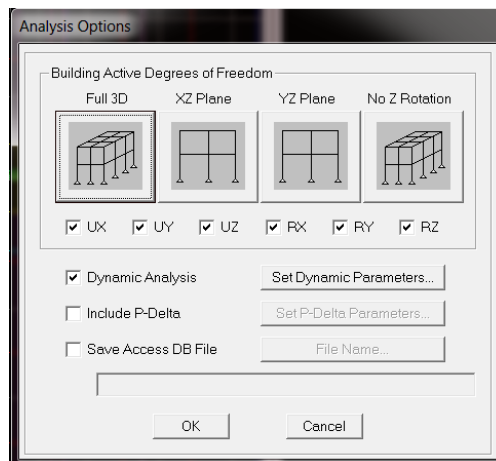
Para la configuración de esta particularidad procedemos a Ir al menú Analyze – Set Analysis Options seleccionamos la opción Full 3D y verificamos que este seleccionado Dinamyc Analysis.

**Gráfico 62: Selección de opciones de Análisis**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Luego hacemos clic en Set Dynamic Parameters

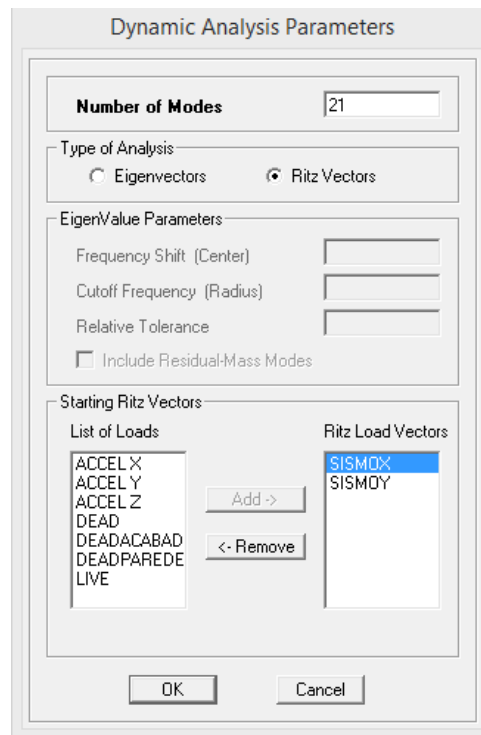


**Fuente: Modelación ETABS 9**

En el Cuadro de Diálogo emergente en la opción Number of Modes escribimos 21 ya que consideraremos 3 modos de vibración por piso mientras que en el área de Type of Analysis daremos clic en la opción Ritz Vectors.

En la sección Ritz Load Vectors seleccionaremos la opción Accel Z y presionamos Remove con lo que indicamos al programa que no considere las aceleraciones verticales y presionamos OK y listo finalizamos con las opciones de análisis.

**Gráfico 63: Definición de Números de modos de vibración**

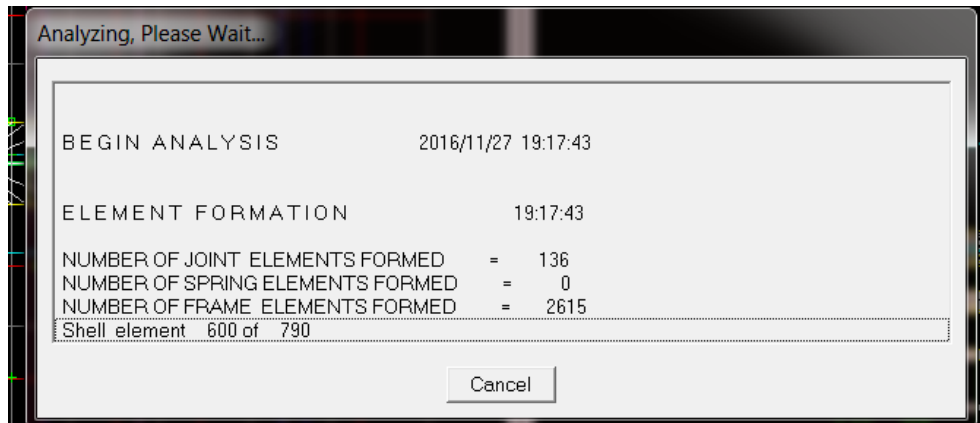


**Fuente: Modelación ETABS 9**

## **ESTRUCTURA ANALIZADA**

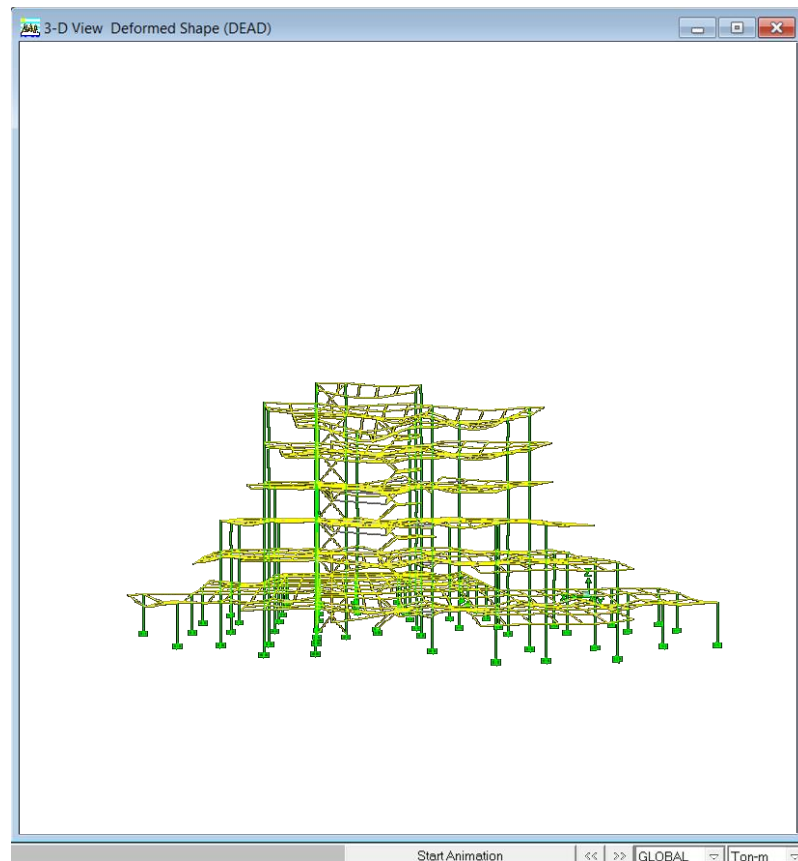
El siguiente paso es correr el modelo mediante el menú Analyze - Run Analysis o haciendo clic en el icono en Forma de play luego de lo cual se desplegara el cuadro de dialogo en el cual se muestra el estado del análisis, al finalizar el mismo nos muestra la estructura deformada.

**Gráfico 64: Análisis**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Gráfico 65: Estructura Deformada**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

## CONTROL DE DEFORMACIONES

**Tabla 23. Deformaciones Unitarias**

Material	Deformación Unitaria Máxima $\tau$ (de acuerdo con la sección 7.3)
Hormigón en compresión	$0.004 + 1.4 \frac{\rho_v f_{yh} \epsilon_{su}}{f'_{cc}} < 0.02$
Acero de refuerzo en tensión	0.06
Acero estructural	0.025

Fuente: NEC – 2015

## CONTROL DE DERIVAS

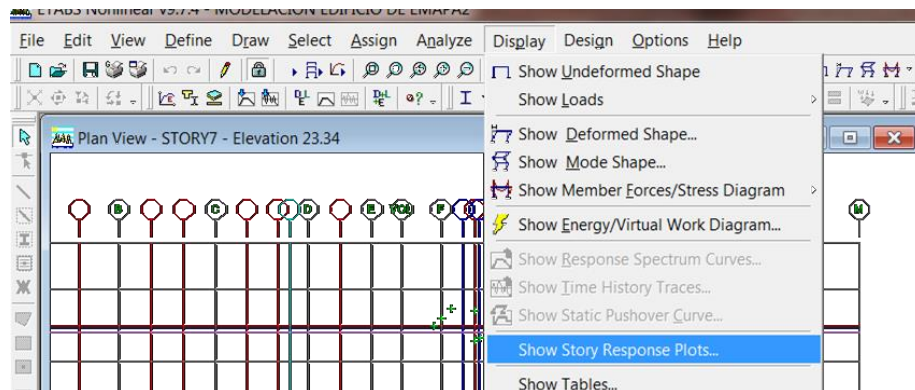
**Tabla 24. Deriva máxima permisible**

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Fuente: NEC-2015

Para lo cual vamos al menú Display – Show Story Response Plots

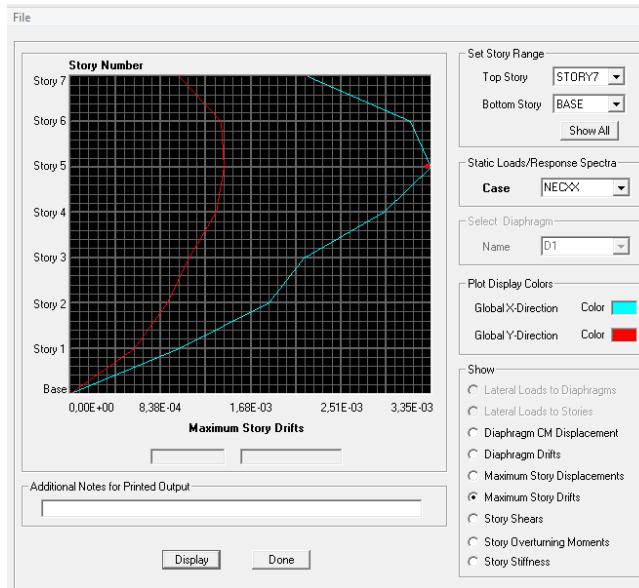
**Gráfico 66: Selección de pantalla para visualizar las derivas**



Fuente: Modelación ETABS 9

Luego se nos desplegara un cuadro de dialogo, en el área de Show escogemos Maximum Story Drifts y nos mostrara en que piso se presenta la máxima deriva por sismo

**Gráfico 67: Derivas Máximas**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Tabla 25. Derivas Obtenidas**

Sismo	Deriva Elástica	Deriva Inelástica $\Delta_M = 0.75R\Delta_E$
Sismo x	0.0030	0.018
Sismo y	0.0049	0.029
Espectro x	0.0033	0.019
Espectro y	0.0041	0.024

### 3.2.7 Push Over

Para incursionar dentro de este análisis debemos puntualizar las siguientes idealizaciones tomadas en cuenta como hipótesis de cálculo

#### Conexiones precalificadas

Bajo este criterio, FEMA investigó y calificó un grupo de conexiones llamadas conexiones Precalificadas, las cuales pueden ser diseñadas y construidas sin verificación teórica y analítica. FEMA 350 ha precalificado 9 conexiones (soldadas y empernadas) y proporciona especificaciones, procedimientos de diseño y limitaciones para cada conexión, algunas de las cuales también constan en los códigos actualizados pertinentes tal como es el caso de la publicación “*Prequalified*

*Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications*” (ANSI/AISC 358-05).

Según FEMA-350, los siguientes criterios fueron aplicados para definir una conexión como precalificada:

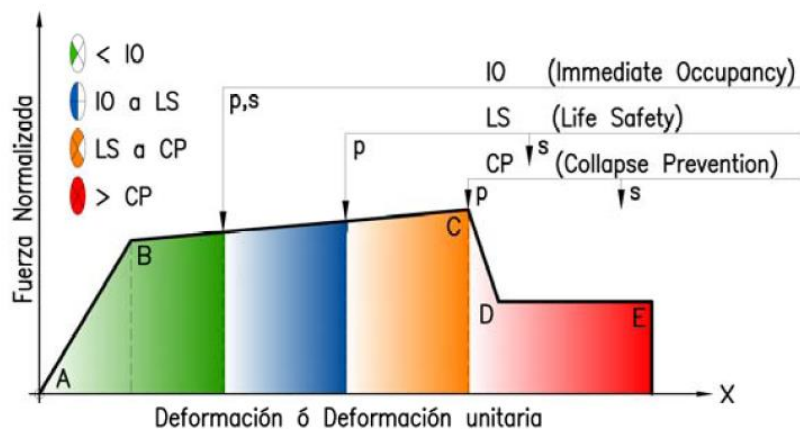
- Exista suficiente información experimental y analítica acerca del desempeño de la conexión para establecer el probable mecanismo de fluencia y modos de falla.
- Se han desarrollado modelos racionales para estimar la resistencia asociada a cada mecanismo y modo de falla.
- Dadas las propiedades de los materiales y la geometría de la conexión, se puede utilizar un procedimiento racional con el fin de estimar cual modo y mecanismo de falla controla el comportamiento y capacidad de deformación (deriva rotacional de entrepiso).
- Dados los modelos y procedimientos de prueba, la base de datos existente es adecuada para permitir la valoración de la fiabilidad estadística de la conexión.

En general, cuando una conexión es calificada para sistemas de Pórticos Especiales a Momento (PEM), lo es también para Pórticos Ordinarios a Momento (POM); siempre y cuando los sistemas PEM presenten restricciones en tamaño, luces y otros parámetros de uso

El push-over, no es más que la aplicación de cargas estáticas monotónicas a la estructura ( la carga aumenta continuamente), hasta llevar al colapso de la estructura.

Existen varios criterios para definir el punto de fallo o punto de colapso de una estructura. Algunos de esos criterios consideran que el fallo en una estructura se alcanza cuando el desplazamiento lateral máximo  $D_t$  tiene un valor del 2.5 % de la altura total del edificio como lo establece la Norma ecuatoriana de la construcción.

**Gráfico 68: Deformación Unitaria**

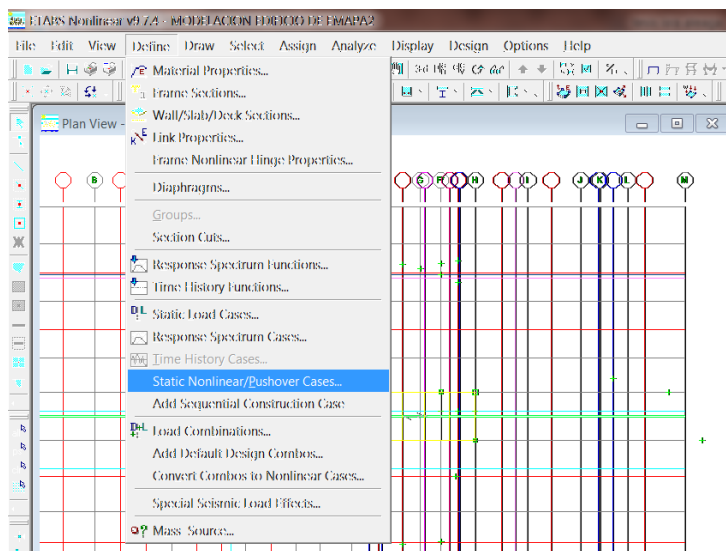


**Fuente: FEMA 356 Generalized Component Force- Deformation Relations for Depicting Modeling and Acceptance Criteria**

## PUSH-OVER ASIGNACIÓN EN ETABS

Primero nos dirigimos al menú Define – Static Nonlinear/Pushover Cases.

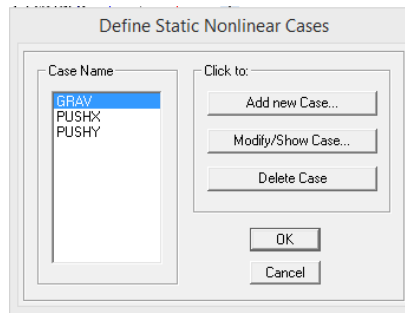
**Gráfico 69: Definición de Push-Over**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

Se abre una ventana en la cual debemos presionar Add New Case

**Gráfico 70: Creación de Cargas Push-Over**

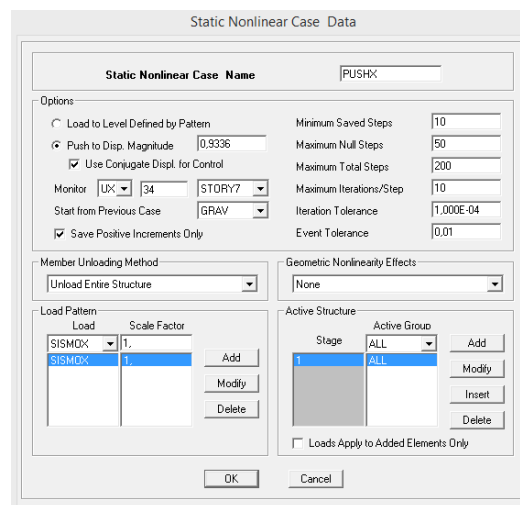


**Fuente: Modelación ETABS 9**

Posteriormente definimos el 2.5% de la altura del edificio en el área de Options en Push to Disp. Magnitude  $0,025 \times 23.34 = 0,584$ , además definimos el nudo de control, según el Código FEMA 356 establece que el nudo de control debe estar localizado en el último piso en el centro de rigideces considerando que éste no se encontrará en una azotea que no sea parte de la estructura para nuestro caso estará en STORY 7 en el nudo 34.

En la opción “Member Unloading Method”, existen 3 alternativas que considera el programa para los ciclos de carga y descarga de la estructura en el FEMA 273 establece que, cualquier método que considere inercia agrietada para cada paso de los ciclos de carga y descarga de la estructura este parámetro seleccionamos Restart Using Seccant Stiffness, este representa la mejor aproximación para el modelo, estas consideraciones se encuentran en FEMA 356, seleccionamos los sismos con escala 1 en el área de Load Pattern; el programa se encargara de la distribución de la fuerza.

**Gráfico 71: Definición de Push X y Push Y**



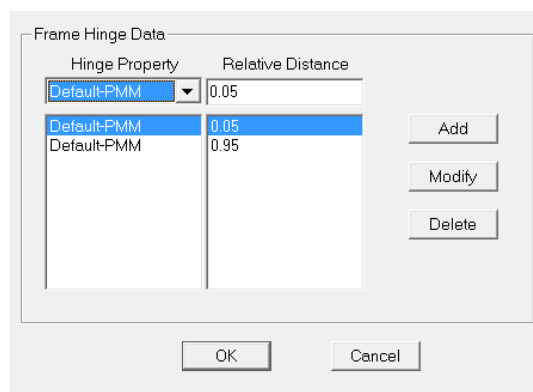
**Fuente: Modelación ETABS 9**



## CREACIÓN DE MECANISMOS DE FALLA (ROTULAS PLÁSTICAS)

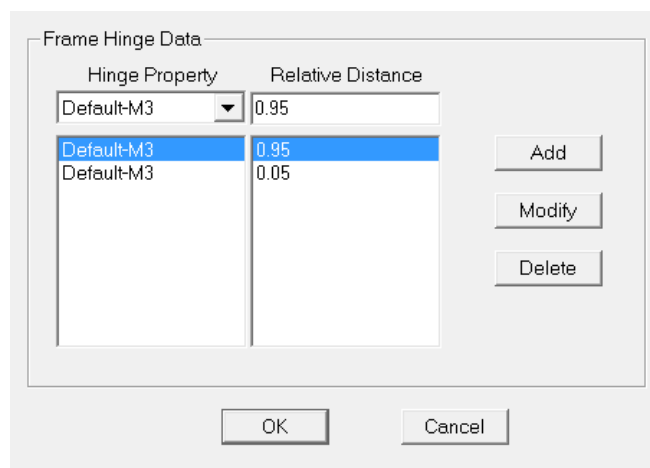
La Creación de mecanismos de falla o rotulas plásticas en las columnas y vigas se la realiza seleccionando los elementos y vamos al menú Assign – Frame/Line – Frame Nonlinear Hinges una de las consideraciones que se tiene en el diseño de las columnas es que estas trabajan a carga axial y momento (PMM), las rotulas se ingresaran en el inicio (0,05) y fin (0.95) de los elementos como se muestra a continuación, de la misma manera se hará para las vigas, sabiendo que estas solo trabajan para momento M3.

**Gráfico 72: Definición de Rotulas Plásticas en Columnas**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Gráfico 73: Definición de Rotulas Plásticas en Vigas**

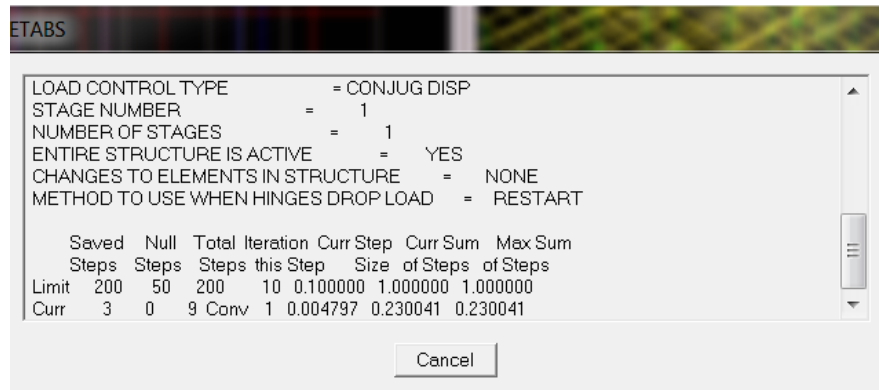


**Fuente: Modelación ETABS 9**

Ya definido los parámetros del método Pushover, se debe ejecutar el programa como un análisis normal, es decir corre el programa con la utilización del icono de pla, una

vez terminado el análisis se debe ejecutar el análisis estático no lineal para lo cual ingresaremos al menú Analyze – Run Static Nonlinear Analysis

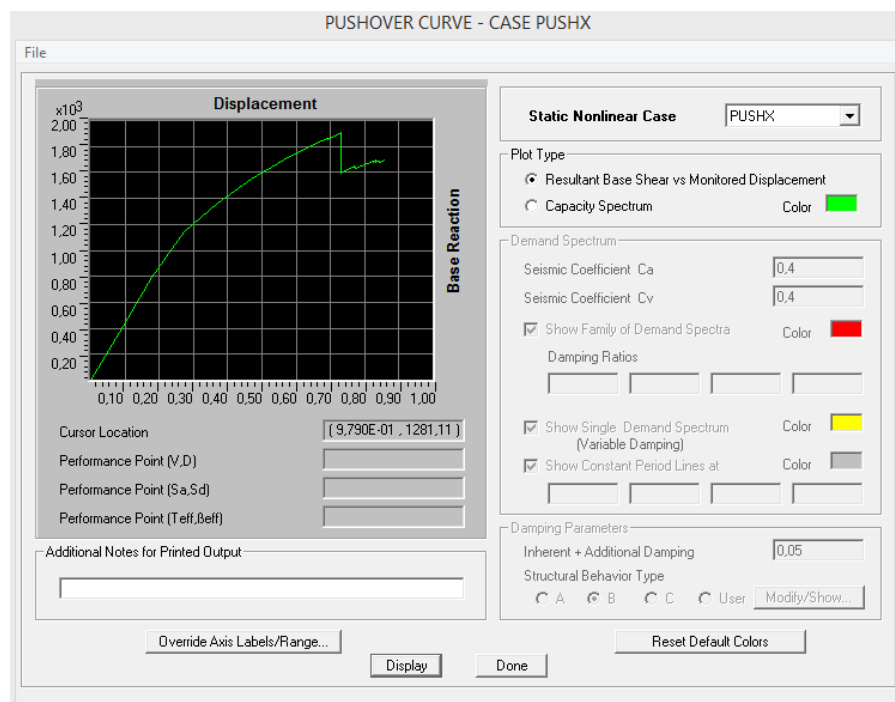
**Gráfico 74: Análisis de Datos Ingresados**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

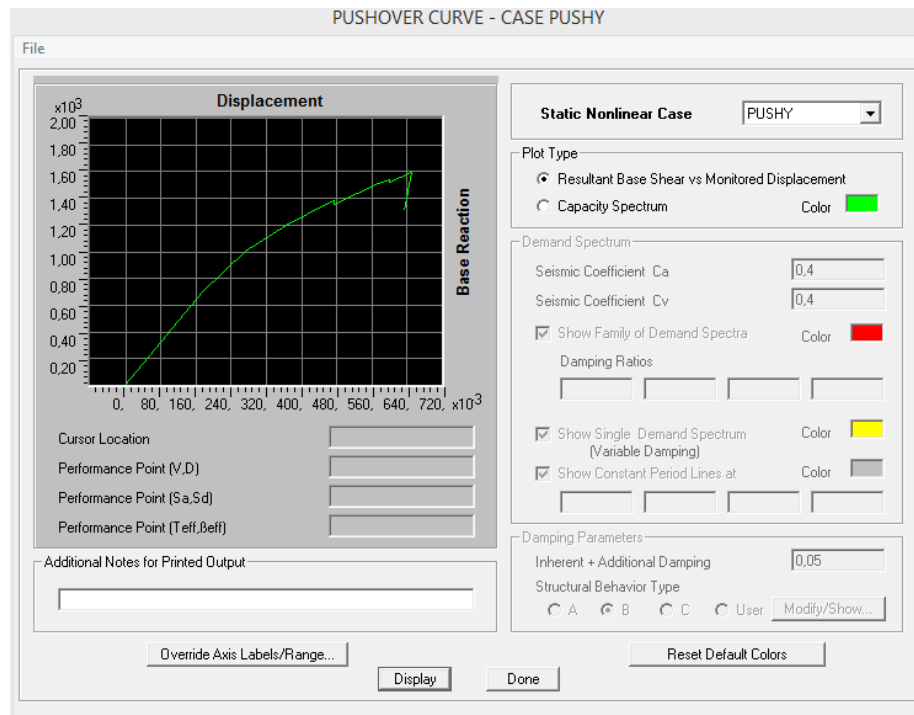
Posterior al Análisis No lineal Estático, el programa nos presenta una herramienta que es Show Static Pushover Curve, con la cual se muestra curva de capacidad.

**Gráfico 75: Push- Over Dirección X**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Gráfico 76: Push- Over Dirección Y**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

### **CURVA DE CAPACIDAD**

Para el espectro de capacidad tenemos que seleccionar la curva de Pushover la opción Capacity Spectrum en la que se nos cambiara la forma de ver la imagen de la curva y se nos activara unas casillas en las que debemos llenar la información necesaria de acuerdo a lo siguiente.

Del CAPITULO 4 del código ATC-40 se obtendrán los valores de  $C_a$  y  $C_v$  dependiendo del tipo de suelo, de la cercanía probable del sismo y de la zona sísmica.

En nuestro proyecto es el suelo tipo C del tipo granular muy denso con una velocidad de onda de corte  $V_s$  entre  $760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$  y capacidad portante del suelo obtenida mediante en n del SPT de entre 25 a 30 tn/m<sup>2</sup>. Por lo que de acuerdo al ATC tomaremos el tipo SC.

**Tabla 26. Perfiles de Suelo según ATC 40**

Tipo de perfil de suelos	Propiedades del suelo promedio para los 30 m. superiores del perfil del suelo			
	Descripción	Velocidad de onda de corte Vs (m/s)	Ensayo estándar de penetración N (golpes/ft)	Resistencia a corte no drenado, Su (KPa)
SA	Roca dura	> 1500		
SB	Roca	760 a 1500		
SC	suelo muy denso y roca blanda	360 a 760	> 50	> 100
SD	Perfil de suelo rígido	180 a 360	15 a 50	50 a 100
SE	Perfil de suelo solido	< 180	< 15	< 50
SF	Suelo que requiere evaluación específica del lugar			

**Fuente: Tabla tomada del ATC - 40**

**Tabla 27: Factor de Zona Sísmica**

ZONA	1	2A	2B	3	4
Z	0,075	0,15	0,2	0,3	<b>0,4</b>

**Fuente: Tabla tomada del ATC - 40**

El Factor de zona sísmica será de 4 de acuerdo al mapa de amenazas sísmico.

**Tabla 28: Factor de Cercanía a la Fuente sísmica.**

Tipo de lugar de origen del sismo	Distancia mas próxima a la fuente del sismo conocido							
	≤ 2Km		5 Km		10 Km		≥ 15 Km	
	Na	Nv	Na	Nv	Na	Nv	Na	Nv
A	1,5	2,0	1,2	1,6	1,0	1,2	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>
B	1,3	1,6	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

**Fuente: Tabla tomada del ATC – 40**

Este factor lo tomaremos como el de  $\geq$  a 15 Kilómetros por lo que el Factor es  $N_a=1$  y  $N_v=1$

Tomamos este factor debido a la distancia de ubicación de la falla de Patate, la cual de acuerdo a los antecedentes históricos a producido los sismo de mayor magnitud cercanos a la ciudad.

**Tabla 29: Factor por tipo de lugar de Origen del sismo.**

Tipo de lugar de origen del sismo.	Descripción a la fuente del sismo	Definición a la fuente del sismo	
		Magnitud del momento Máximo M	Proporción de deslizamiento, SR (mm/año)
A	Fallas que pueden producir eventos de gran magnitud y que tienen una alta relación de actividad sísmica.	$M \geq 7,0$	$SR \geq 5$
B	Otras fallas además de los tipos A y C		
C	Fallas que no pueden producir eventos de gran magnitud y que tienen una relación de actividad sísmica relativamente baja.	$M < 6,5$	$SR < 2$

**Fuente: Tabla tomada del ATC – 40**

Tomaremos el Factor de  $SR \geq 5$

**Tabla 30: Coeficientes de respuesta del Terreno**

Coeficiente de respuesta del terreno										
Perfil del suelo	Zona 1		Zona 2A		Zona 2B		Zona 3		Zona 4	
	Ca	Cv	Ca	Cv	Ca	Cv	Ca	Cv	Ca	Cv
SA	0,06	0,06	0,12	0,12	0,26	0,16	0,24	0,24	$0,32 \times N_a$	$0,32 \times N_v$
SB	0,08	0,08	0,15	0,15	0,2	0,2	0,3	0,3	$0,40 \times N_a$	$0,40 \times N_v$
SC	0,09	0,013	0,18	0,25	0,24	0,32	0,33	0,45	$0,40 \times N_a$	$0,56 \times N_v$
SD	0,12	0,18	0,22	0,32	0,28	0,4	0,36	0,54	$0,44 \times N_a$	$0,64 \times N_v$
SE	0,19	0,26	0,3	0,5	0,34	0,64	0,36	0,84	$0,32 \times N_a$	$0,32 \times N_v$
SF	Se deben realizar investigaciones geotécnicas y análisis de respuesta dinámica del lugar para determinar los coeficientes de sismicidad									

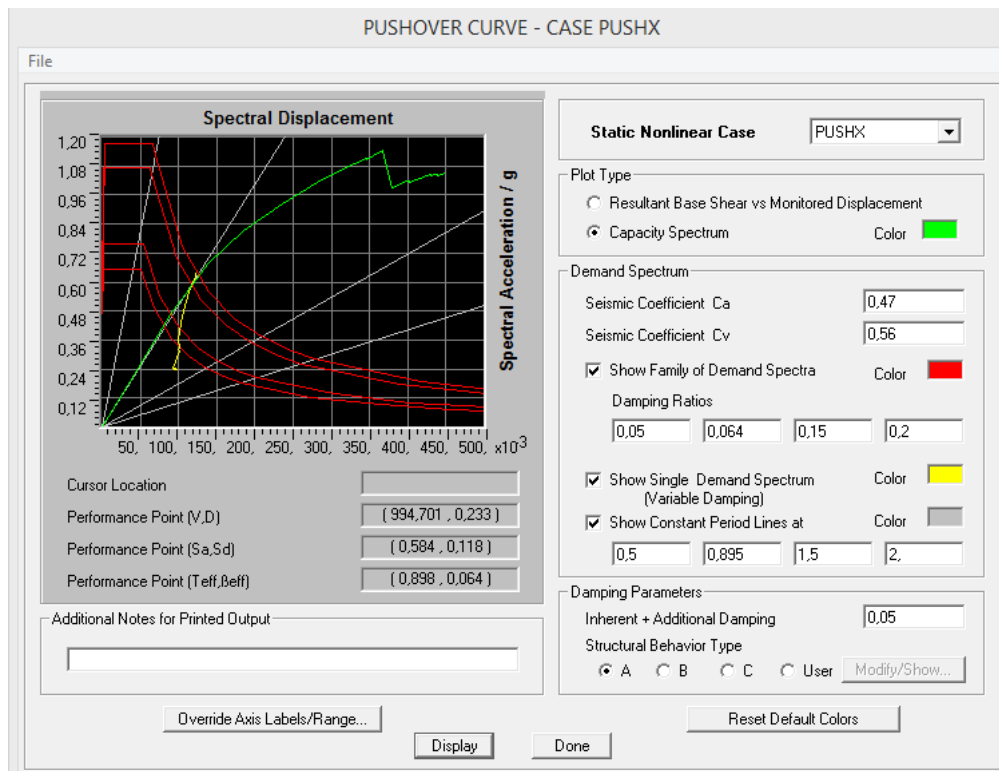
**Fuente: Tabla tomada del ATC – 40**

De donde Tomaremos los Valores de  $Ca = 0,4 \times N_a$  y  $Cv = 0,56 \times N_v$  ya que nuestro perfil de suelo es Sc según la clasificación anteriormente detallada de acuerdo a lo que establece el ATC 40.

De acuerdo a lo anterior seleccionado tomaremos los valores expresados en la pantalla del espectro de respuesta en el sentido x.

- V = 994.70 Ton.      Max. Capacidad de Cortante Basal
- D = 0.233 m.      Max. Capacidad de Deformación
- Sa = 0,584 g.      Aceleración Espectral De Desempeño
- Sd = 0.118 m.      Desplazamiento Espectral De Desempeño
- Teff = 0.898 seg      Tiempo efectivo de vibración
- Beff = 0.064      El Damping (amortiguamiento) efectivo
- T = 0.885 seg      Periodo de Vibración de la Estructura Calculado previamente
- Ca = 0,4\*Na = 0.4      Ca 0,47 Espectro Nec
- Cv = 0.56Nv = 0.56      Cv 0,55 Espectro Nec

**Gráfico 77: Espectro de Capacidad X**

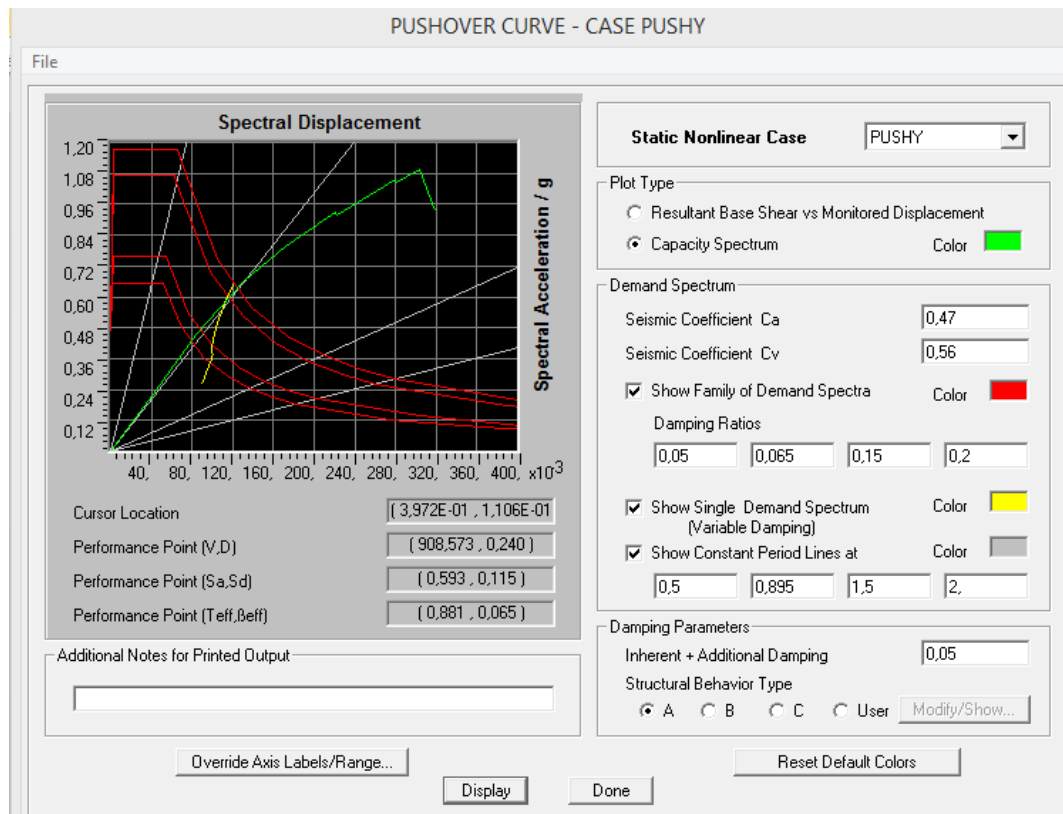


**Fuente: Modelación ETABS 9**

De acuerdo a lo anterior seleccionado tomaremos los valores expresados en la pantalla del espectro de respuesta en el sentido y.

V = 908,5 Ton.	Max. Capacidad de Cortante Basal
D = 0.24 m.	Max. Capacidad de Deformación
Sa = 0,593 g.	Aceleración Espectral De Desempeño
Sd = 0.115 m.	Desplazamiento Espectral De Desempeño
Teff = 0.881 seg	Tiempo efectivo de vibración
Beff = 0.065	El Damping (amortiguamiento) efectivo
T = 0.885 seg	Periodo de Vibración de la Estructura Calculado previamente
Ca = 0,4*Na = 0.4	Ca 0,47 Espectro Nec
Cv = 0.56Nv = 0.56	Cv 0,55 Espectro Nec

**Gráfico 78: Espectro de Capacidad Y**



**Fuente: Modelación ETABS 9**

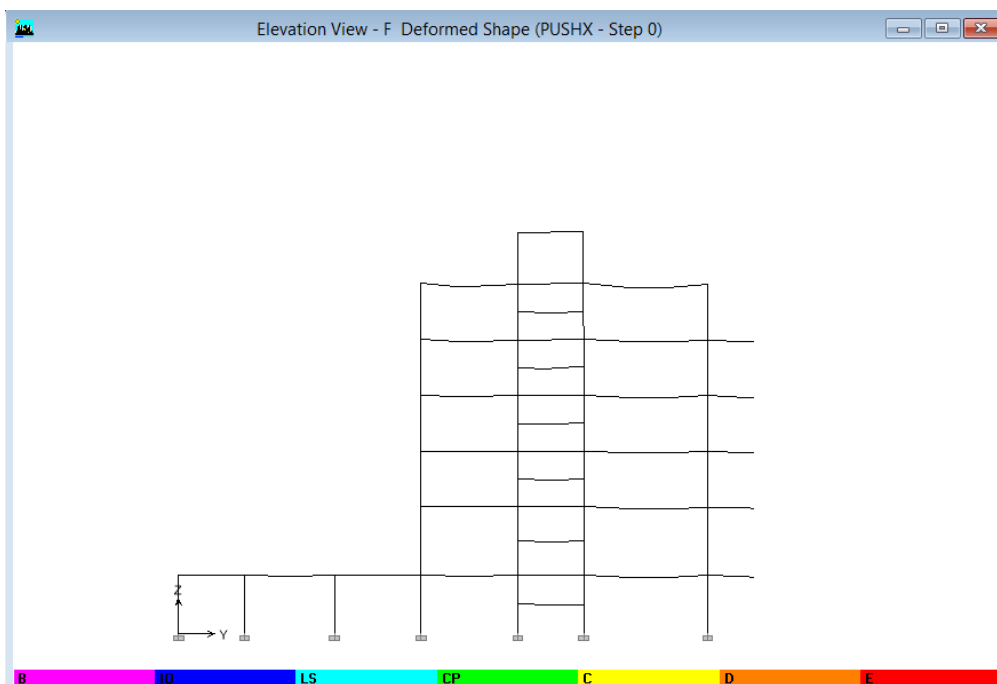
Al ocurrir el sismo el periodo de vibración aumenta, la rigidez disminuye aumentando el amortiguamiento, todo esto es debido a la ductilidad de la estructura al referirse

## DEFORMACIONES POR EL PUSHOVER

La deformación de la estructura producida mediante la aplicación de cargas estáticas por medio del método Pushover se las obtiene en el programa ingresando al menú Display - Show Deformed Shape, y en la ventana emergente seleccionamos en el cuadro la carga de PUSH1 para que nos muestre la deformación de la estructura por el análisis de PUSHOVER

Se define criterios de fuerza-deformación para las articulaciones usadas en el análisis Pushover de acuerdo a lo expresado en el código FEMA 273, se identifican los puntos A, B, C, D, y E usados para definir la deflexión de la articulación, además de tres puntos IO, LS y CP que significan Ocupación Inmediata, Seguridad de Vida y Prevención de Colapso respectivamente que son usados para definir los criterios de aceptación para la articulación.

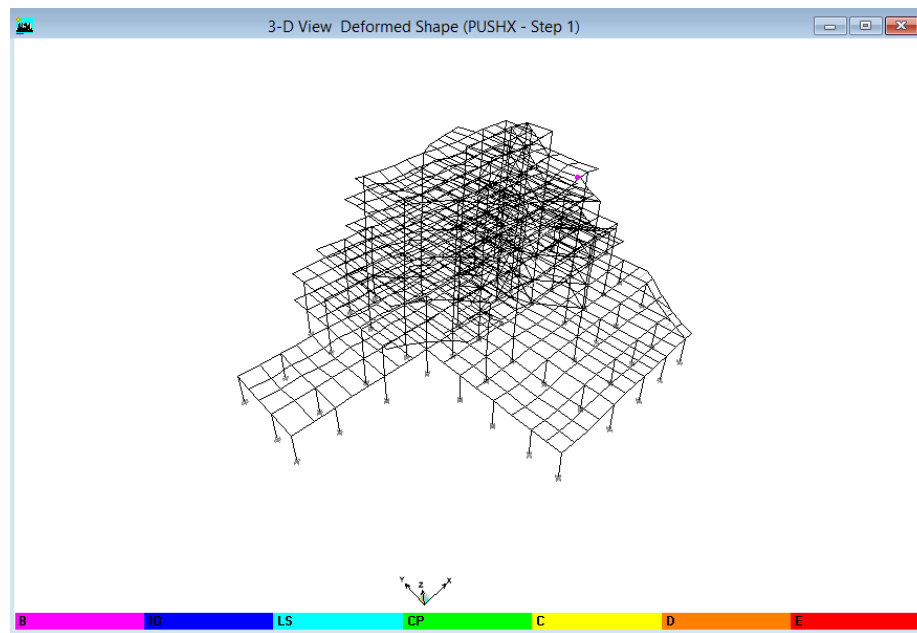
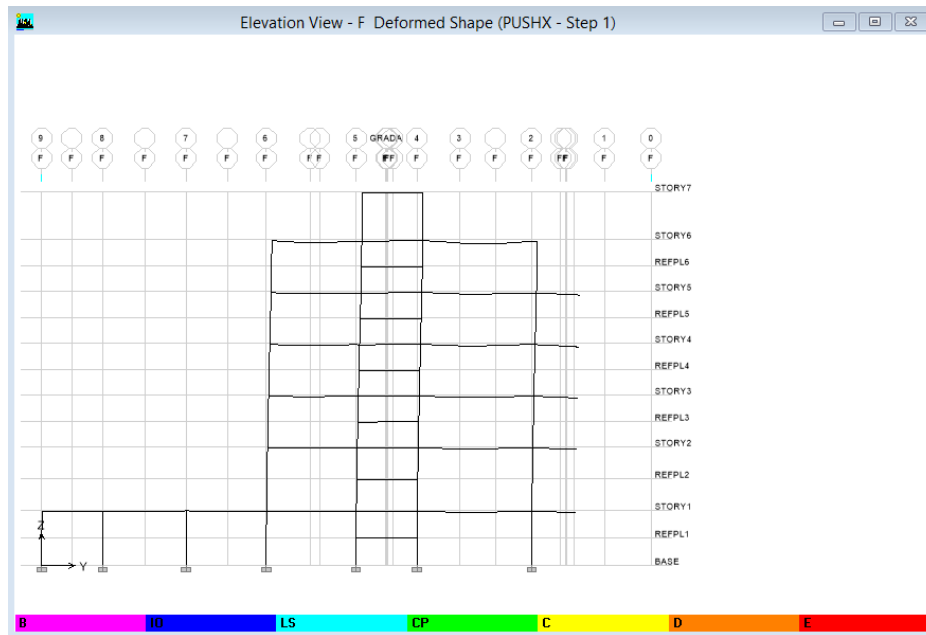
**Gráfico 79: Punto Inicial**



**Fuente: Modelación ETABS 9**



## Gráfico 80: Punto IO

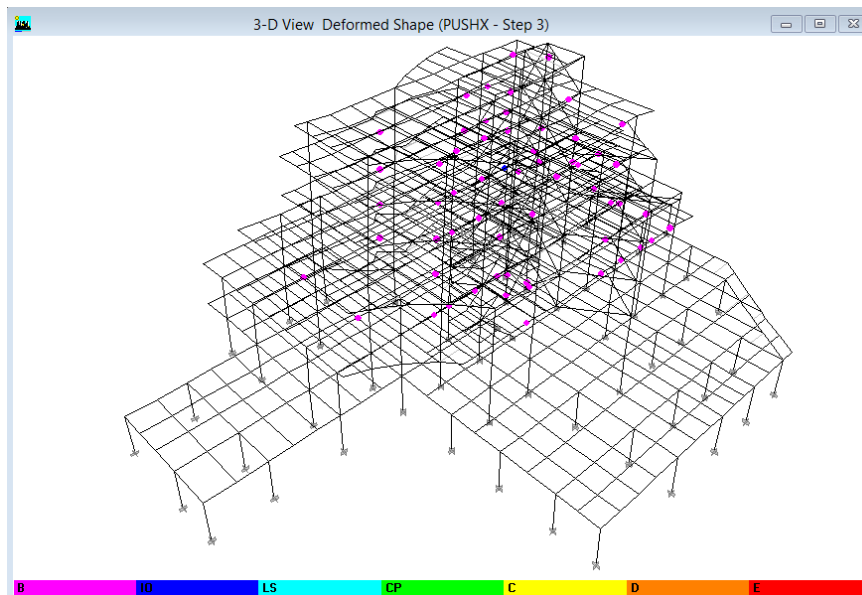
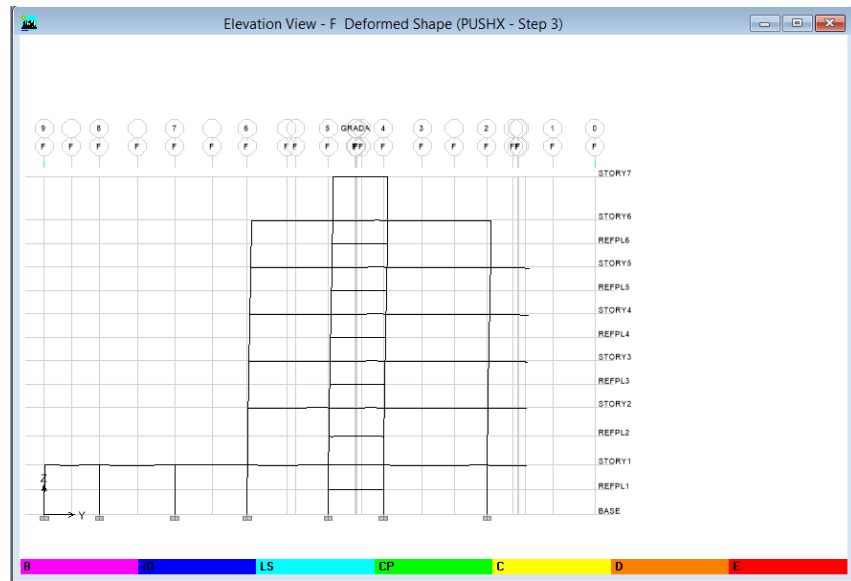


Point Displacements			
Point Object	Story Level		
34	STORY7		
	X	Y	Z
Trans	0,082182	0,012221	-0,002363
Rotn	0,000239	0,003776	0,000013

Lateral Drifts...

Fuente: Modelación ETABS 9

## Gráfico 81: Punto LS



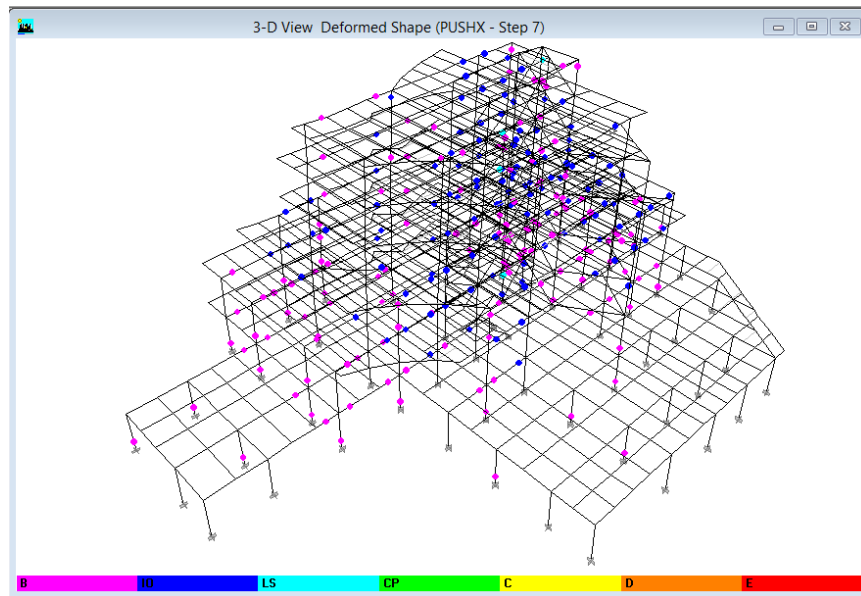
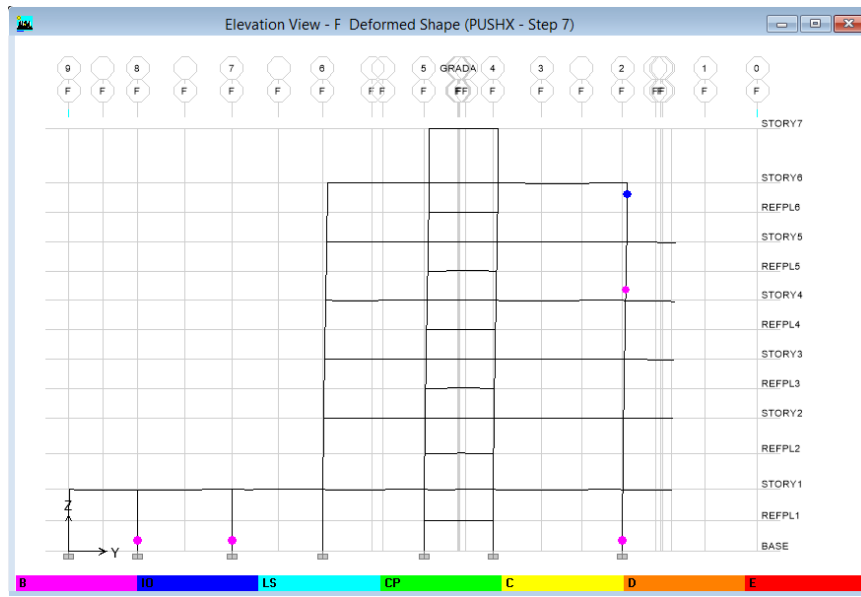
Point Displacements

Point Object	34	Story Level	STORY7
	X	Y	Z
Trans	0,272895	0,039257	-0,002091
Rotn	0,000010	0,011643	0,000241

Lateral Drifts...

Fuente: Modelación ETABS 9

## Gráfico 82: Punto CP



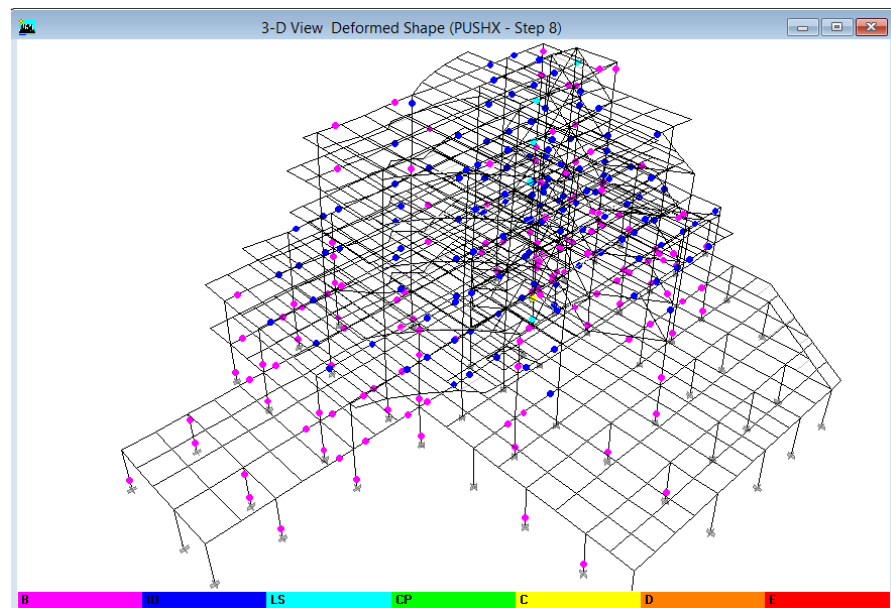
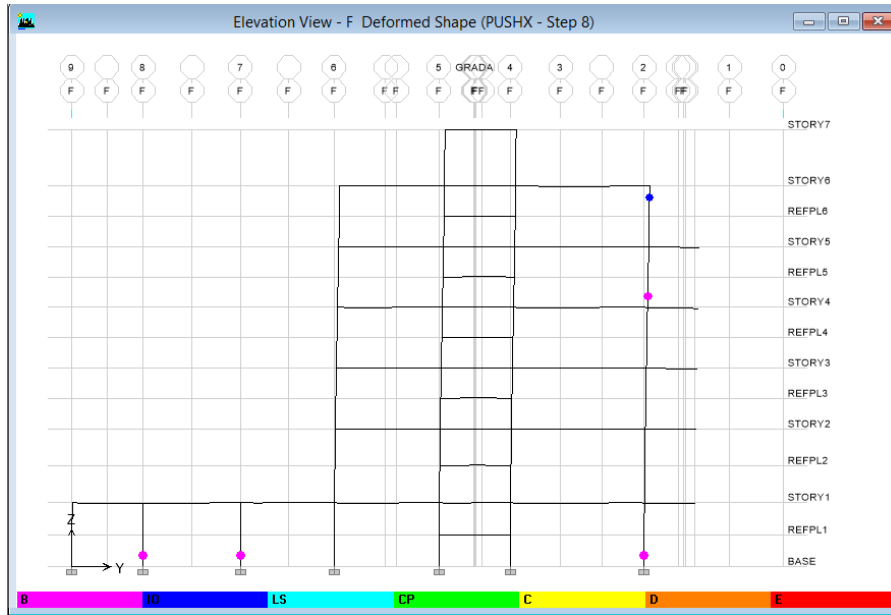
Point Displacements

Point Object	34	Story Level	STORY7
	X	Y	Z
Trans	0,657896	0,099476	-0,001145
Rotn	-0,001399	0,031007	0,000049

Lateral Drifts...

Fuente: Modelación ETABS 9

**Gráfico 83: Punto C**



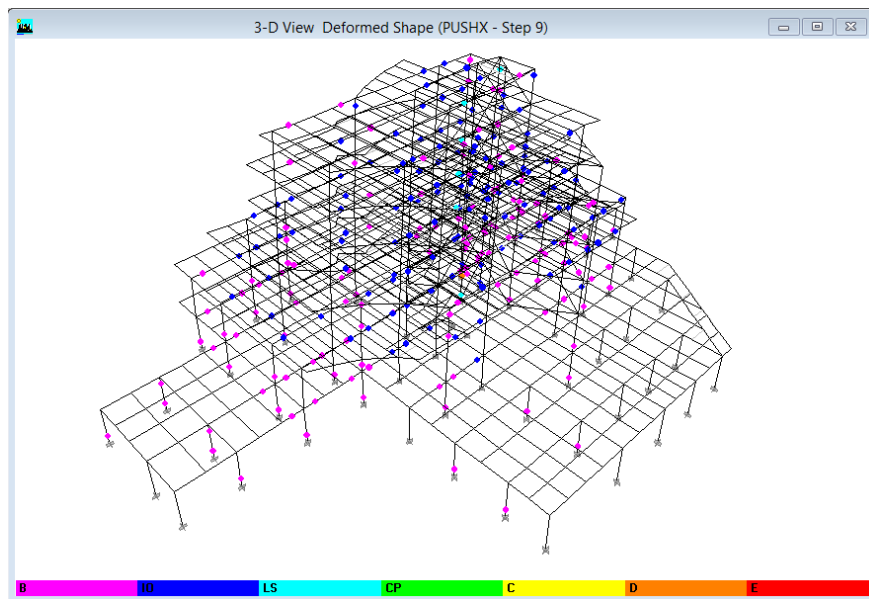
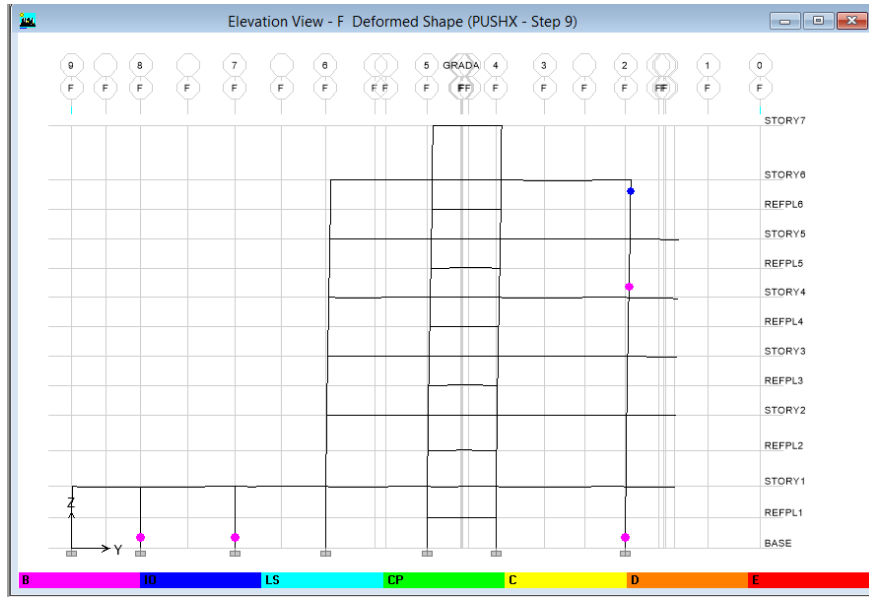
Point Displacements

Point Object	34	Story Level	STORY7	
	X	Y	Z	
Trans	0,690662	0,104423	-0,001057	
Rotn	-0,001498	0,032703	0,000006	

Lateral Drifts...

**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Gráfico 84: Punto D**



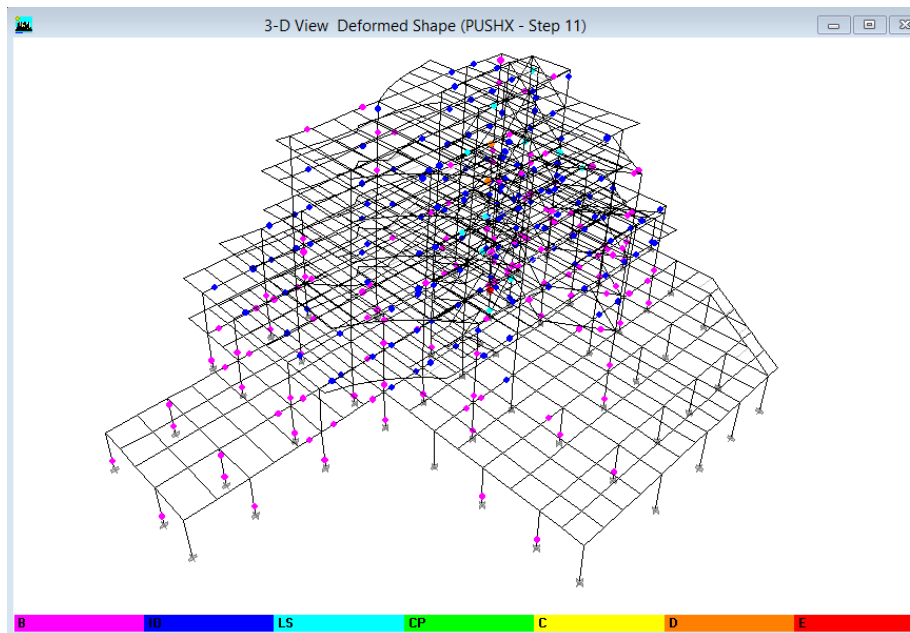
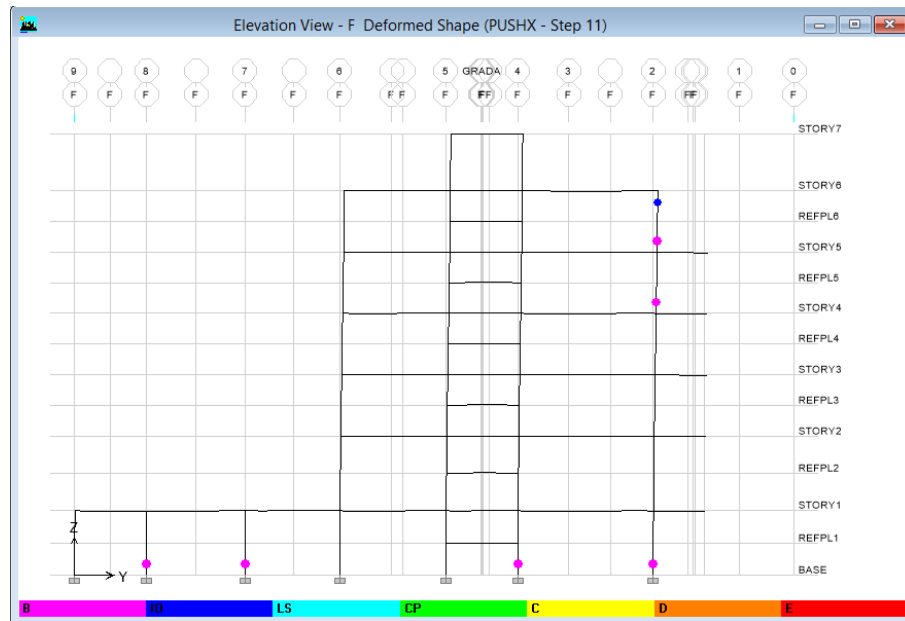
Point Displacements

Point Object	34	Story Level	STORY7
	X	Y	Z
Trans	0,690671	0,104004	-0,001055
Rotn	-0,001489	0,032690	-0,000010

Lateral Drifts...

**Fuente: Modelación ETABS 9**

**Gráfico 85: Punto E**



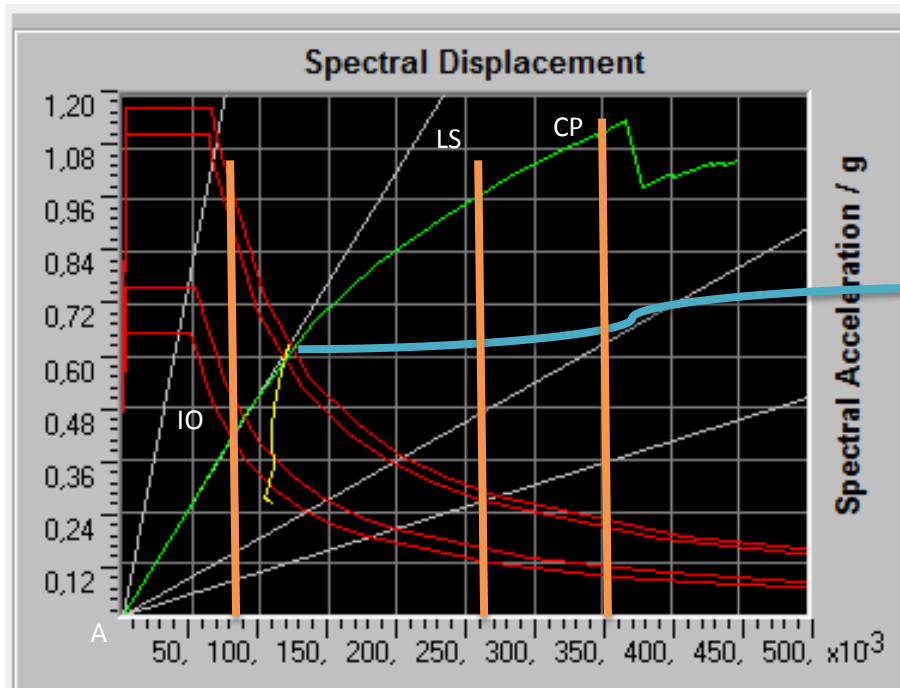
Point Displacements

Point Object	34	Story Level	STORY7
	X	Y	Z
Trans	0,731278	0,086371	-0,000911
Rotn	-0,001154	0,033663	-0,001407

Lateral Drifts...

**Fuente: Modelación ETABS 9**

ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO DE ACUERDO AL ESPECTRO DE CAPACIDAD.



El nivel de desempeño de la estructura está ubicado entre el punto IO y el LS es decir el edificio luego de un sismo tendrá daños estructurales leves y daños en mampostería graves.

### Mecanismo de Falla

Podemos observar en el gráfico el punto de Desempeño se encuentra antes de llegar al punto LS es decir la estructura soportara el sismo sin que esta colapse y sufriendo daños graves en mampostería y con daños leves en los elementos estructurales, es decir habrá pequeñas repercusiones en su resistencia y rigidez, pese a que se han producido grandes deformaciones esto debido al material de construcción que es Acero, la estructura no sufre daño estructural grave por lo que de suceder una réplica sísmica, este edificio resistirá sin problemas estructurales de consideración.

**Tabla 31: Nivel de Vulnerabilidad Sísmica de acuerdo al Desempeño**

NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	INDICADORES
Valor de Vulnerabilidad Baja	IO - LS
Valor de Vulnerabilidad Media	LS - CP
Valor de Vulnerabilidad Alta	>CP

**Fuente: FEMA 356 Generalized Component Force- Deformation Relations for Depicting Modeling and Acceptance Criteria**

La vulnerabilidad presente en el edificio es Media de acuerdo a lo evaluado anteriormente ya que su desempeño se encuentra en el espacio entre el IO y LS que significa seguridad de vida.

De acuerdo a los parámetros establecidos la vulnerabilidad es media ya que su diseño sísmico es bueno y responde relativamente a las necesidades de la estructura de acuerdo al código utilizado para el diseño.

### **ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO DE ACUERDO LA METODOLOGÍA DE LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS.**

Para la realización de este análisis se debe calificar cada elemento estructural del edificio conforme a lo establecido en las tablas dispuestas, cada variable de vulnerabilidad estructural tiene un valor con el cual será evaluado.

En el siguiente cuadro se detallan los valores asignados a los indicadores que intervienen en la amenaza sísmica. Esto responde a particularidades propias de la estructura es así que de igual manera se fundamentan en la respuesta de los materiales ante el estímulo sísmico, el hormigón armado es más resistente, por lo tanto con menos valoración (en el cuadro es 0), no así la estructura de caña que en caso de sismo tiene una valoración de 10 [3].

**Tabla 32: Valoración de componentes estructurales para evaluar la vulnerabilidad ante sismos de acuerdo a la Secretaria nacional de Gestión de Riesgos.**

VARIABLE DE VULNERABILIDAD	COMPONENTES CONSIDERADOS	SÍSMICA
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0
	ESTRUCTURA METÁLICA	1
	ESTRUCTURA DE MADERA	1
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10
	ESTRUCTURA DE PARED PORTANTE	5
	MIXTA MADERA/ HORMIGÓN	5



	MIXTA METÁLICA/ HORMIGÓN	1
TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE LADRILLO	1
	PARED DE BLOQUE	1
	PARED DE PIEDRA	10
	PARED ADOBE	10
	PARED DE BAREQUE/ MADERA	5
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5
	LOSA DE HORMIGÓN	0
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5
	CAÑA Y ZINC	10
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5
SISTEMA DE ENTREPISOS	LOSA DE HORMIGÓN	0
	VIGAS Y ENTRAMADOS DE MADERA	5
	ENTRAMADOS DE MADERA/ CAÑA	10
	ENTRAMADO METÁLICO	1
	ENTRAMADO HORMIGÓN/ METÁLICO	1
NUMERO DE PISOS	1 PISO	0
	2 PISOS	1
	3 PISOS	5
	4 PISOS	10
	5 PISOS O MAS	1
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10
	ENTRE 1971 Y 1980	5
	ENTRE 1981 Y 1990	1
	ENTRE 1991 Y 2011	0
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0
	ACEPTABLE	1
	REGULAR	5
	MALO	10
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0
	INUNDABLE	1
	CIÉNAGA	5
	HÚMEDO, BLANDO, RELLENO	10
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0
	BAJO NIVEL DE LA CALZADA	5
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	0
	ESCARPE POSITIVO O NEGATIVO	10
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0
	IRREGULAR	5
	IRREGULARIDAD SEVERA	10

**Fuente: Tomado de la Guía para la valoración de vulnerabilidades de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y SEMPLADES [1]**

Una vez calificada cada una de las variables de vulnerabilidad, se realiza una ponderación de las variables con relación a la amenaza que se está evaluando [1].

**Tabla 33: Ponderación de la vulnerabilidad sísmica.**

Variable	Valores posibles del indicador	Ponderación	Valor máximo
Sistema estructural	0, 1, 5, 10	1.2	12
Material de paredes	0, 1, 5, 10	1.2	12
Tipo de cubierta	0, 1, 5, 10	1	10
Tipo de entrepiso	0, 1, 5, 10	1	10
Número de pisos	0, 1, 5, 10	0.8	8
Año de construcción	0, 1, 5, 10	1	10
Estado de conservación	0, 1, 5, 10	1	10
Característica suelo bajo edificado	0, 1, 5, 10	0.8	8
Topografía del sitio	0, 1, 5, 10	0.8	8
Forma de la construcción	0, 1, 5, 10	1.2	12
Valor mínimo = 0			100

**Fuente: Tomado de la Guía para la valoración de vulnerabilidades de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y SEMPLADES [1]**

Con estos parámetros calificamos las particularidades del Edificio de EMAPA para la obtención del total referido a la vulnerabilidad de acuerdo a esta metodología obteniéndose lo siguiente.

**Tabla 34: Resultados de la calificación de parámetros estructurales**

VARIABLE DE VULNERABILIDAD	COMPONENTES CONSIDERADOS	SÍSMICA	VALORACIÓN OBTENIDA	FACTOR DE APORTE	SUB TOTAL
SISTEMA ESTRUCTURAL	HORMIGÓN ARMADO	0	1	1.2	1.2
	ESTRUCTURA METÁLICA	1			
	ESTRUCTURA DE MADERA	1			
	ESTRUCTURA DE CAÑA	10			
	ESTRUCTURA DE PARED PORTANTE	5			
	MIXTA MADERA/ HORMIGÓN	5			
	MIXTA METÁLICA/ HORMIGÓN	1			
TIPO DE MATERIAL EN PAREDES	PARED DE LADRILLO	1	1	1.2	1.2
	PARED DE BLOQUE	1			

	PARED DE PIEDRA	10			
	PARED ADOBE	10			
	PARED DE BAREQUE/ MADERA	5			
TIPO DE CUBIERTA	CUBIERTA METÁLICA	5			
	LOSA DE HORMIGÓN	0			
	VIGAS DE MADERA Y ZINC	5			
	CAÑA Y ZINC	10			
	VIGAS DE MADERA Y TEJA	5	0	1	0
SISTEMA DE ENTREPISOS	LOSA DE HORMIGÓN	0			
	VIGAS Y ENTRAMADOS DE MADERA	5			
	ENTRAMADOS DE MADERA/ CAÑA	10			
	ENTRAMADO METÁLICO	1			
	ENTRAMADO HORMIGÓN/ METÁLICO	1	1	1	1
NUMERO DE PISOS	1 PISO	0			
	2 PISOS	1			
	3 PISOS	5			
	4 PISOS	10			
	5 PISOS O MAS	1	1	0.8	0.8
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	ANTES DE 1970	10			
	ENTRE 1971 Y 1980	5			
	ENTRE 1981 Y 1990	1			
	ENTRE 1991 Y 2011	0	0	1	0
ESTADO DE CONSERVACIÓN	BUENO	0			
	ACEPTABLE	1			
	REGULAR	5			
	MALO	10	0	1	0
CARACTERÍSTICAS DEL SUELO BAJO LA EDIFICACIÓN	FIRME, SECO	0			
	INUNDABLE	1			
	CIÉNAGA	5			
	HÚMEDO, BLANDO, RELLENO	10	0	0.8	0
TOPOGRAFÍA DEL SITIO	A NIVEL, TERRENO PLANO	0			
	BAJO NIVEL DE LA CALZADA	5			
	SOBRE EL NIVEL DE LA CALZADA	0			
	ESCARPE POSITIVO O NEGATIVO	10	5	0.8	4
FORMA DE LA CONSTRUCCIÓN	REGULAR	0			
	IRREGULAR	5			
	IRREGULARIDAD SEVERA	10	5	1.2	6
TOTAL					14.2

**Fuente: Realización Propia de acuerdo a indicadores estructurales existentes en la estructura.**

De la valoración obtenida se obtiene una ponderación de la vulnerabilidad de 14.2 que al relacionar a los parámetros expuestos como nivel de vulnerabilidad de acuerdo a la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos se Obtiene una vulnerabilidad Baja de Acuerdo al siguiente detalle.

**Tabla 35: Nivel de Vulnerabilidad (SNGR)**

NIVEL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ACUERDO A LA SECRETARIA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS.	PUNTAJE	VALORACIÓN OBTENIDA EN EL EDIFICIO DE EMAPA
Valor de Vulnerabilidad Baja	0 a 33 puntos	14.2
Valor de Vulnerabilidad Media	34 a 66 puntos	
Valor de Vulnerabilidad Alta	Más de 66 puntos	

El edificio de EMAPA de acuerdo a esta valoración obtenida tiene una vulnerabilidad baja lo que significa que soportara un sismo y que sus daños solamente serán en mampostería sin afectar en lo absoluto a los elementos estructurales que conforman el entramado estructural.

Esta metodología simplista nos arrojo una estimación no paramétrica de la vulnerabilidad la cual es similar a la obtenida de forma analítica por medio de un análisis estático no lineal.

## CAPÍTULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- ☞ El suelo existente en el lugar de implantación de la estructura corresponde a un SM-LM es decir una Arena-Limosa con una capacidad portante superior a 60 Ton/m<sup>2</sup> que dentro de la clasificación dada por la NEC-2015 corresponde a un suelo tipo C, pese a este particular los diseños estructurales se realizaron con una resistencia admisible igual 30 Ton/m<sup>2</sup>.
- ☞ La metodología simplista propuesta por la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos nos arrojó una estimación no paramétrica de la vulnerabilidad la cual es similar a la obtenida de forma analítica.
- ☞ El edificio de EMAPA de acuerdo a las metodologías aplicadas para la valoración de su vulnerabilidad obtuvo una valoración de 14,2, este puntaje obtenido nos manifiesta que es baja lo que significa que soportara un sismo y que sus daños solamente serán en mampostería sin afectar en lo absoluto a los elementos estructurales que conforman el entramado estructural.
- ☞ El nivel de desempeño de la estructura está ubicado entre el punto IO y el LS es decir el edificio luego de un sismo tendrá daños en elementos estructurales leves y daños graves en mampostería lo que significa que se necesitaran arreglos pero no reforzamientos.
- ☞ Al analizar el edificio con respecto a la Norma Ecuatoriana de la Construcción(NEC-2015), se identifica claramente el incumplimiento de las especificaciones dadas en la misma con respecto a las derivas máximas permisibles en el sentido y de análisis, esto debido a que la estructura fue diseñada en base a los requerimientos del Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC-77), especificado en los planos estructurales.

## 4.2. Recomendaciones

- Es necesaria la realización de ensayos de comprobación del cumplimiento de las conexiones con el fin de garantizar su seguridad y comportamiento en el caso de un evento sísmico probable.
- Debido a los resultados obtenidos y considerando la excedencia los límites permisibles en las derivas máximas de piso, es imprescindible dotar al mismo de mayor rigidez en dirección y, con el fin disminuir las deformaciones que pudieren evidenciarse en la estructura durante un fenómeno sísmico.
- Dar una aplicación más amplia así como socializar la metodología de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos con respecto a la valoración de vulnerabilidades de origen natural con el fin de tener datos previos y líneas base de la realidad de vulnerabilidades.
- Es necesaria la verificación de Conexiones ya que en el modelo realizado se considero que estas cumplen con normas establecidas pero que no existe un registro de los ensayos realizados para garantizar el cumplimiento de las mismas.

## C. MATERIAL DE REFERENCIA


### BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. A. Durán Sánchez and A. D. P. Ruiz Paucar, SITUACIÓN ESTRATÉGICA DEL CANTÓN SALCEDO FRENTE A RIESGOS, METODOLOGÍA, ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES Y AMENAZAS DE ORIGEN NATURAL., Salcedo: Senplades, 2011, pp. 5 - 10.
- [2] UNISDR, "Aumento de la resiliencia de las naciones," in *Marco de Acción de Hyogo* , Roma, ONU, 2005, pp. 4-5.
- [3] F. Durán, Situación Estratégica del Cantón Salcedo frente a riesgos, Metodología, análisis de Vulnerabilidades y amenazas de origen natural., Primera Edición ed., Salcedo, Cotopaxi: Semplades, 2011, p. 15.
- [4] PNUD, Metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio y a la variabilidad climática aplicada al área piloto, vol. 1, Cauca: MDG, 2011, pp. 15-17.
- [5] D. Gómez, J. Marulanda and P. Thomson, "Sistemas de control para la protección de estructuras civiles sometidas a cargas dinámicas," Cali, Universidad de Cali, 2007, pp. 1-13.
- [6] "Rehabilitación Sísmica de Estructuras," in *Norma Ecuatoriana de la Construcción*, Quito, NEC-SE-RE, 2011, pp. 14,15.
- [7] Rischio Consultoria y Capacitación de Riesgos, "Rischio.ec," Rischio Consultores, 02 03 2014. [Online]. Available: [www.Rischio.ec](http://www.Rischio.ec). [Accessed 16 04 2016].
- [8] R. Aguiar Falconi, "Espectros Sísmicos De Riesgo Uniforme Para Verificar Desempeño Estructural En Países Sudamericanos," *Centro de Investigaciones Científicas CEINCI*, vol. 1, p. 15, 2004.
- [9] J. M. Velásquez Vargas, Estimación de pérdidas por sismo en edificios peruanos, Lima: PUCP, 2006.
- [10] Organización de los Estados Americanos, "Departamento de Desarrollo Sostenible," 01 01 2008. [Online]. Available: <http://www.oas.org/dsd/Nat-Dis-Proj/Natdesproject/Glosario.htm>. [Accessed 15 05 2015].

- [11] J. Hernandez, in *Desempeño Estructural y espectros de diseño*, Quito, 2003, p. 133.
- [12] R. Bonett, *Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Edificios. Aplicación a entornos urbano*, Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña. , 2003.
- [13] V. Prakah, G. H. Powel and S. Campbell, *DRAIN-2DX.*, Berkeley: University of California, 1993.
- [14] Diario el Comercio., "Muros Portantes otra opción constructiva"., " p. 6, 14 Noviembre 2009.
- [15] Enciclopedia CEAC, *Materiales para la Construcción*, Cuarta Edición ed., Barcelona: Ediciones CEAC, 1983.
- [16] B. S, R. L and J. Koo, *Estudio experimental de los criterios del ACI empleados para confinar los bordes de los muros de concreto armado*, Lima: Pontificia Universidad Católica de Perú, 2007.
- [17] J. Feld, *Fallas Técnicas en la Construcción*, Primera Edición ed., México DF.: Editorial Limusa S.A, 1983.
- [18] L. Gomez, "Sistema aporticado," 2013. [Online]. Available: [http://www.londonogomez.com/glosario\\_detalle.aspx?id=25](http://www.londonogomez.com/glosario_detalle.aspx?id=25). [Accessed 10 Febrero 2016].
- [19] O. Cardona, "La necesidad de pensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgos," *Work - Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice*, pp. 1-3, 2001.
- [20] D. F. Páez Moreno and J. H. Hernández Delgadillo, "Metodología para el estudio de la vulnerabilidad Estructural de Eduficaciones," *Facultad de Ingeniería, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, vol. 1, p. 3, 2006.
- [21] D. Florent and D. Robert, *Cartografía de Riesgos y Capacidades de Ecuador*, Quito: Oxfam Internacional, 2001.



## ANEXO A

		<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>			
		<b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>			
		<b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>DETERMINACION DE CONTENIDOS DE HUMEDAD</b>		<b>ENSAYADO POR: ISRAEL ALEAGA</b>			
		<b>FECHA: 01-10-2016</b>			
<b>UBICACIÓN:</b> Miñarica II					
<b>PROFUNDIDAD:</b> -3,50 m					
<b>NORMAS:</b> NTE-INEN 690					
		<b>SONDEO NUMERO 1</b>			
Recipiente número		6T	2T		
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	140,00	172,60		
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	128,30	158,60		
Peso recipiente	<b>rec</b>	28,30	28,90		
Peso del agua	<b>Ww</b>	11,70	14,00		
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	100,00	129,70		
Contenido de humedad	<b>w%</b>	11,70	10,79		
Contenido de humedad promedio	<b>w%</b>	11,25			
		<b>SONDEO NUMERO 2</b>			
Recipiente número		6T	2T		
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	144,10	161,30		
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	133,60	147,60		
Peso recipiente	<b>rec</b>	28,30	28,90		
Peso del agua	<b>Ww</b>	10,50	13,70		
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	105,30	118,70		
Contenido de humedad	<b>w%</b>	9,97	11,54		
Contenido de humedad promedio	<b>w%</b>	10,76			
		<b>SONDEO NUMERO 3</b>			
Recipiente número		10B	2T		
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	166,80	157,40		
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	151,00	142,80		
Peso recipiente	<b>rec</b>	32,00	28,90		
Peso del agua	<b>Ww</b>	15,80	14,60		
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	119,00	113,90		
Contenido de humedad	<b>w%</b>	13,28	12,82		
Contenido de humedad promedio	<b>w%</b>	13,05			

### SONDEO NUMERO 4

Recipiente número		6T	10B			
Peso húmedo + recipiente	<b>Wm+rec</b>	138,90	147,80			
Peso seco + recipiente	<b>Ws+rec</b>	129,70	135,80			
Peso recipiente	<b>rec</b>	28,30	32,00			
Peso del agua	<b>Ww</b>	9,20	12,00			
Peso de los sólidos	<b>Ws</b>	101,40	103,80			
Contenido de humedad	<b>w%</b>	9,07	11,56			
Contenido de humedad promedio	<b>w%</b>	10,32				
<p><b>OBSERVACIONES:</b>  Muestra 1 DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE HUMEDAD EL SUELO ES TIPO ARENA CON POCO PORCENTAJE DE LIMO  Muestra 2 DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE HUMEDAD EL SUELO ES TIPO ARENA  Muestra 3 DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE HUMEDAD EL SUELO ES TIPO ARENA CON POCO PORCENTAJE DE LIMO  Muestra 4 DE ACUERDO AL PORCENTAJE DE HUMEDAD EL SUELO ES TIPO ARENA</p>						
<p>EJECUTADO POR: ISRAEL ALEAGA</p>						

ANEXO B

ANEXO B-1

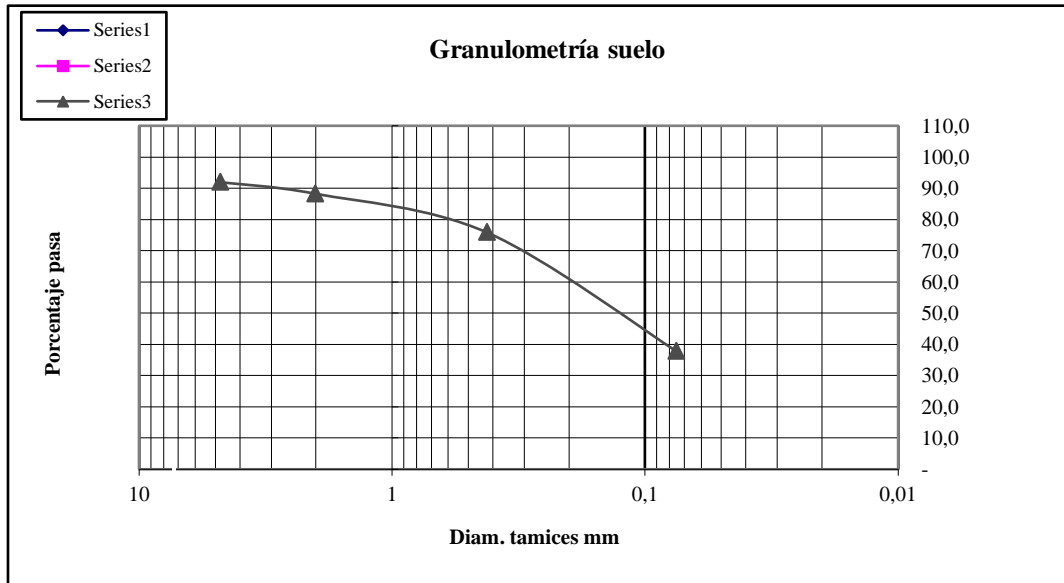


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)



PROYECTO: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO DE EMAPA	
SOLICITA:	
CONSTRUYE:	INF. # 1372 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural P1 h= -3,00 - 3,50 m	UBICACIÓN: Miñarica II

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3" (76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	35,00	8,1	91,9	
# 10 (2.00 mm)	51,00	11,8	88,2	
# 40 (0.42 mm)	104,90	24,2	75,8	
# 200 (0.0075 mm)	269,90	62,3	37,7	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>		<b>Humedad % = 15,35</b>	



Peso Muestra total gm = 500,00

ANEXO B-2

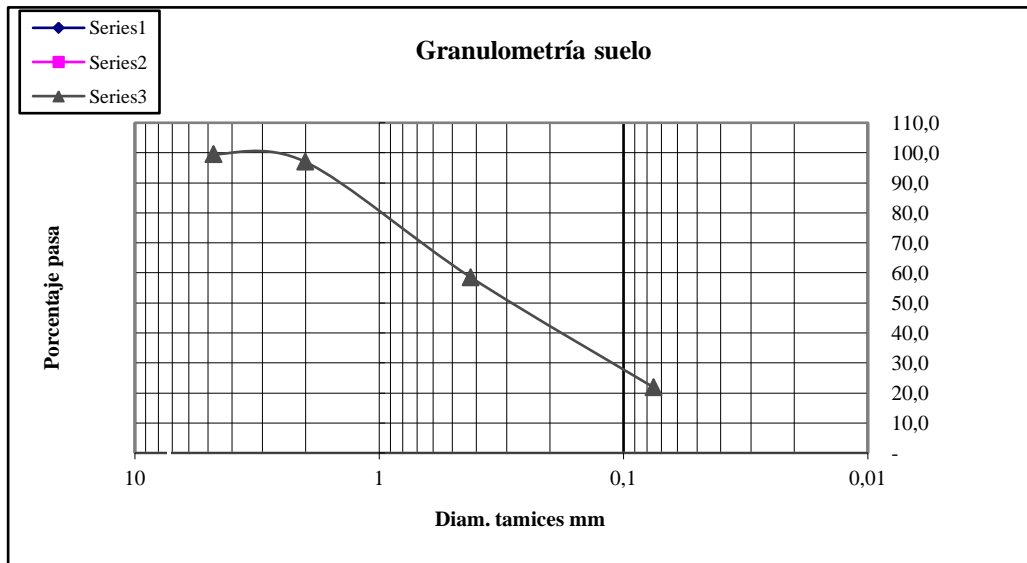


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)



PROYECTO: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO DE EMAPA	
SOLICITA:	
CONSTRUYE:	INF. # 1372 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural P2 h= -3,00 - 3,50 m	UBICACIÓN: Miñarica ii

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	2,10	0,5	99,5	
# 10 (2.00 mm)	13,40	3,1	96,9	
# 40 (0.42 mm)	182,40	41,5	58,5	
# 200 (0.0075 mm)	343,10	78,2	21,8	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>		<b>Humedad % = 13,89</b>	



Peso Muestra total gm = 500,0

ANEXO B-3

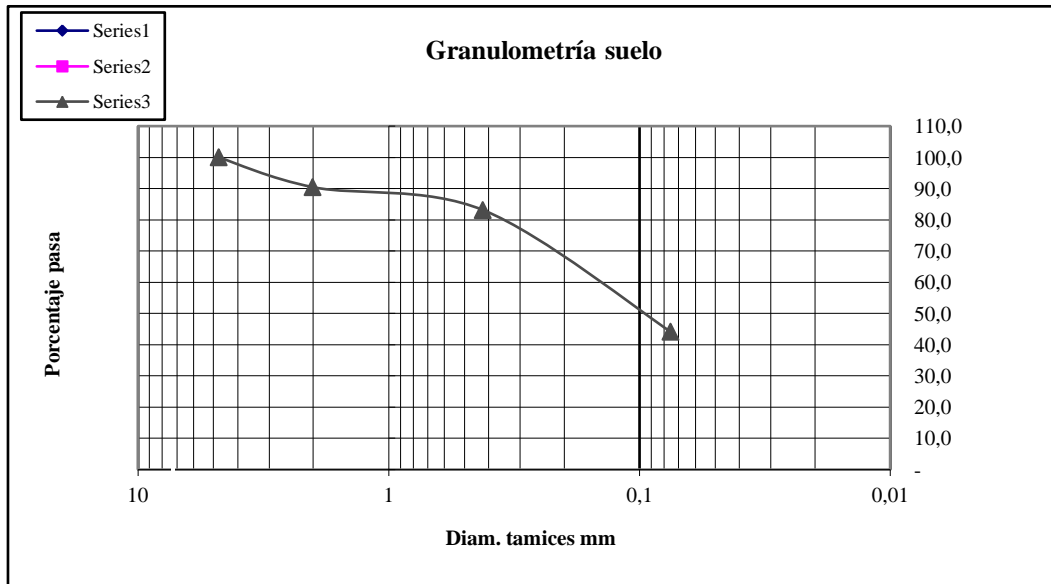


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
 ENSAYO DE GRANULOMETRÍA (NORMA INEN 872)



PROYECTO: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO DE EMAPA	
SOLICITA:	
CONSTRUYE:	INF. # 1372 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural P1 h= -3,00 - 3,50 m	UBICACIÓN: Miñarica II

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	-	0,0	100,0	
# 10 (2.00 mm)	87,00	9,5	90,5	
# 40 (0.42 mm)	154,00	16,9	83,1	
# 200 (0.0075 mm)	510,00	55,9	44,1	
<b>TOTAL</b>	<b>912,00</b>		<b>Humedad % = 13,59</b>	



Peso Muestra total gm = 912,0

ANEXO B-4

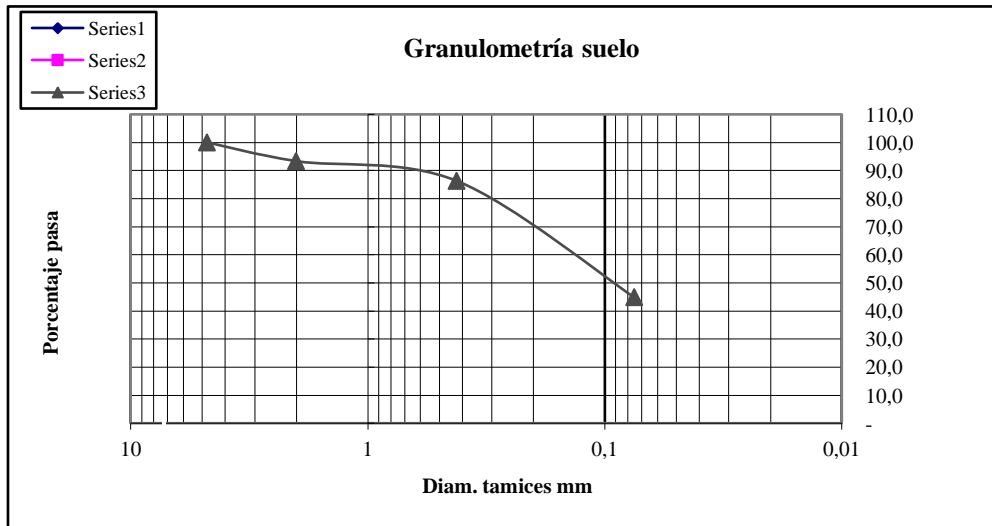


**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL  
 ENSAYO DE GRANULOMETRIA (NORMA INEN 872)



PROYECTO: ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL EDIFICIO DE EMAPA	
SOLICITA:	
CONSTRUYE:	INF. # 1372 - LAB - OPM - 2016
MUESTRA: Suelo natural P4 h= -3,00 - 3,50 m	UBICACIÓN: Miñarica II

TAMIZ	PESO RET	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3"(76.2 mm)	0	-	100,0	
# 4 (4.75 mm)	-	0,0	100,0	
# 10 (2.00 mm)	32,00	6,7	93,3	
# 40 (0.42 mm)	66,00	13,8	86,3	
# 200 (0.0075 mm)	265,00	55,2	44,8	
<b>TOTAL</b>	<b>500,00</b>		<b>Humedad % = 15,74</b>	



Peso Muestra total gm = 500,00

ANEXO C

**SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "U.S.C.S."**

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b>	<b>GRAVAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Gravas limpias</b> (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:  <5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC.  5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo.	
			GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		<b>Gravas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
		GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$ . Encima de línea A con $IP$ entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.		
	<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Arenas limpias</b> (pocos o sin finos)			SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.
		SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$ . Los límites situados en la zona rayada con $IP$ entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan		$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ entre 1 y 3
		<b>Arenas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)			SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.
	Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.			
	<b>SUELOS DE GRANO FINO</b>	<b>Limos y arcillas:</b>	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arena fina, limos o arcillosos, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		
			CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		
OL Arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.					
OH Limos orgánicos.					
<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido menor de 50		MH Suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			

Determinación de suelo:

De acuerdo con las características del suelo es una arena con bajo porcentaje de limo por lo que es una arena-limosa (SM-ML)

ANEXO D

ANEXO D-1



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



Norma: ASTM D1586-11

Proyecto: EMAPA

Dirección: Miñarica II

Ubicación de la muestra: INDICADA EN EL CAPITULO 3

PARA SPT1								
Df	$\Phi$	Nc	Nq	N $\gamma$	c	$\gamma_m$	B	q ad
metros	grados				(Ton/m <sup>2</sup> )	(Ton/m <sup>3</sup> )	(m)	(Ton/m <sup>2</sup> )
1,00	7,76	8,20	2,40	0,30	1,73	1,257	1,00	6,96
2,00	12,87	11,00	4,00	1,00	2,85	1,408	1,00	16,91
3,00	19,53	17,00	7,20	3,70	4,31	1,589	1,00	42,28
4,00	23,07	21,00	10,30	7,30	5,08	1,680	1,00	68,01
5,00	24,9	24,00	12,30	10,20	5,47	1,725	1,00	90,59
6,00	25,51	24,50	13,40	11,00	5,61	1,740	1,00	104,19
PARA SPT2								
Df	$\Phi$	Nc	Nq	N $\gamma$	c	$\gamma_m$	B	q ad
metros	grados				(Ton/m <sup>2</sup> )	(Ton/m <sup>3</sup> )	(m)	(Ton/m <sup>2</sup> )
1,00	8,2	8,70	2,80	0,30	2,18	1,387	1,00	9,24
2,00	11,3	11,40	4,50	1,20	3,3	1,538	1,00	20,40
3,00	20,42	17,20	8,00	4,00	4,76	1,719	1,00	48,16
4,00	23,85	21,80	10,50	7,60	5,53	1,81	1,00	76,06
5,00	25,02	24,00	12,70	11,00	5,92	1,855	1,00	99,00
6,00	25,1	24,80	13,90	11,40	6,06	1,87	1,00	114,80
PARA SPT3								
Df	$\Phi$	Nc	Nq	N $\gamma$	c	$\gamma_m$	B	q ad
metros	grados				(Ton/m <sup>2</sup> )	(Ton/m <sup>3</sup> )	(m)	(Ton/m <sup>2</sup> )
1,00	6,96	7,80	2,20	0,30	1,4	1,137	1,00	5,42
2,00	13,2	10,40	3,70	1,00	2,52	1,288	1,00	14,19
3,00	18,4	16,60	6,90	3,70	3,98	1,469	1,00	37,99
4,00	23,55	20,40	9,60	7,30	4,75	1,56	1,00	60,90
5,00	24,67	23,70	11,90	10,20	5,14	1,605	1,00	83,21
6,00	25,98	24,10	13,10	11,00	5,28	1,62	1,00	95,86



PARA SPT4								
Df	$\Phi$	Nc	Nq	$N\gamma$	c	$\gamma m$	B	q ad
metros	grados				(Ton/m <sup>2</sup> )	(Ton/m <sup>3</sup> )	(m)	(Ton/m <sup>2</sup> )
1,00	5,65	7,20	2,00	0,20	1,27	1,027	1,00	4,52
2,00	13	9,90	3,10	0,80	2,39	1,178	1,00	12,38
3,00	20,4	16,10	6,20	3,20	3,85	1,359	1,00	34,56
4,00	24,6	19,80	8,90	6,80	4,62	1,45	1,00	55,89
5,00	25,34	22,90	11,10	9,80	5,01	1,495	1,00	76,14
6,00	27,45	23,90	12,70	10,40	5,15	1,51	1,00	90,08

ANEXO D-2



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



Norma: ASTM D1586-11

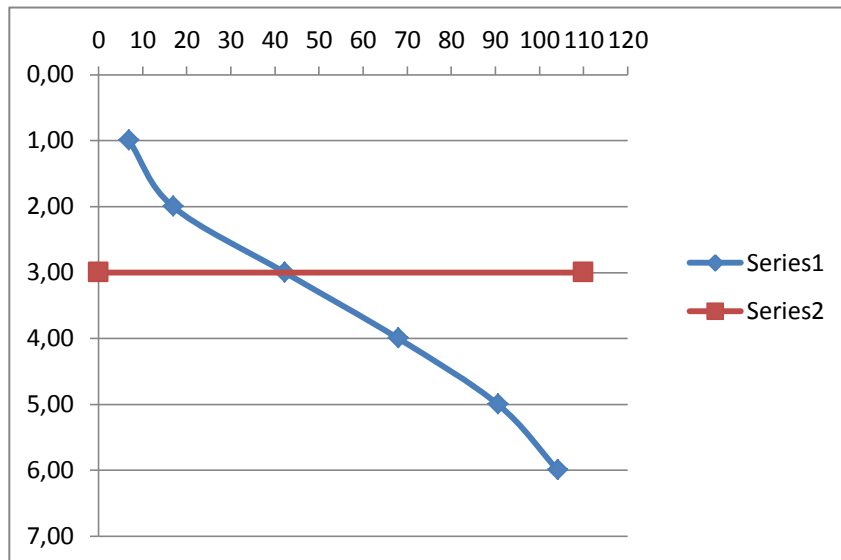
Proyecto: EMAPA

Dirección: Miñarica II

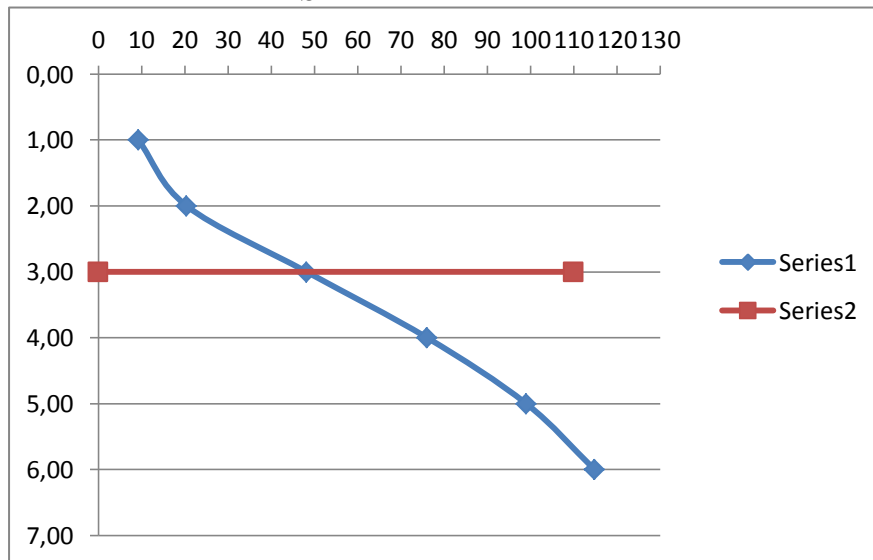
Ubicación de la muestra:

INDICADA EN EL CAPITULO

PARA SPT1



PARA SPT2



ANEXO D-3



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



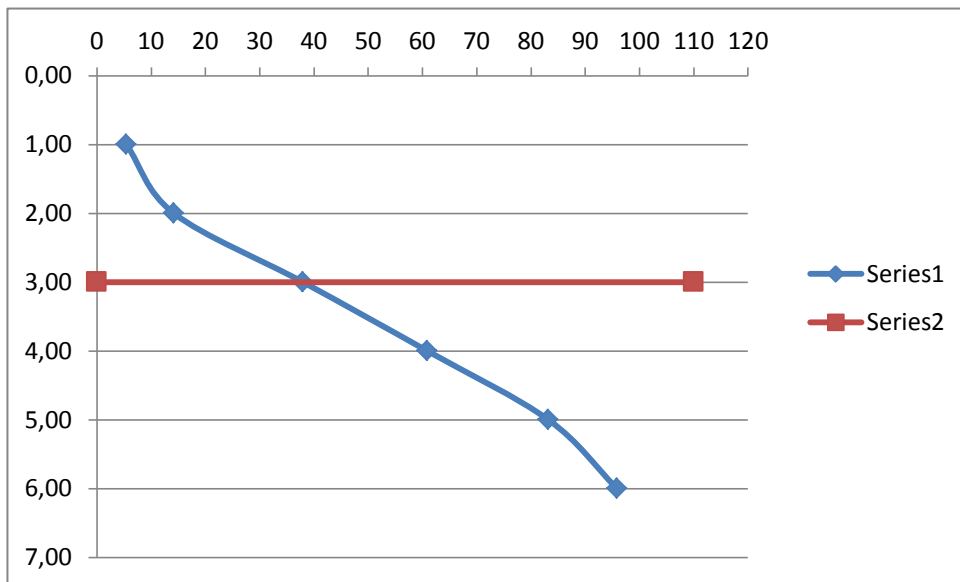
Norma:

Norma: ASTM D1586-11

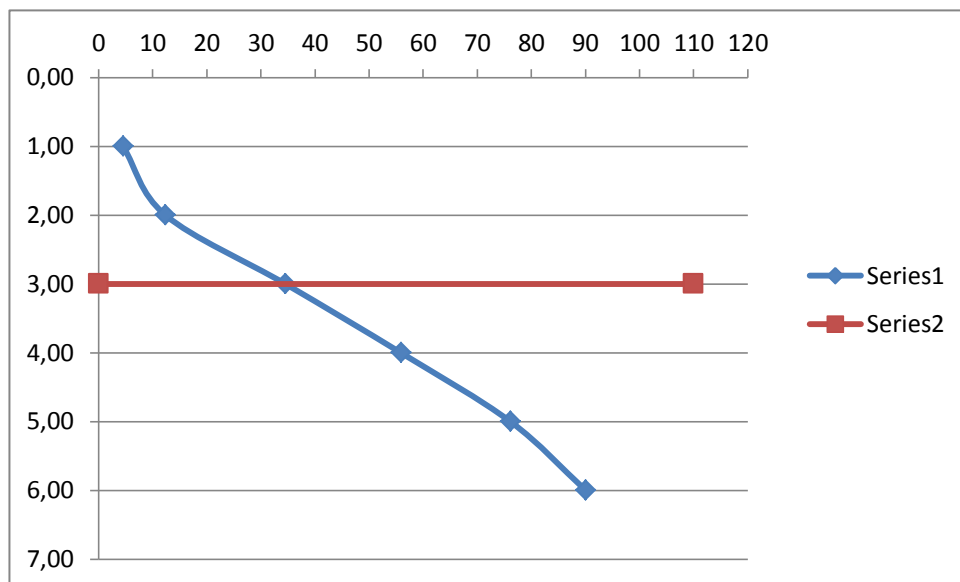
Proyecto: EMAPA

Dirección: Miñarica II

Ubicación de la muestra: INDICADA EN EL CAPITULO 3  
PARA SPT 3

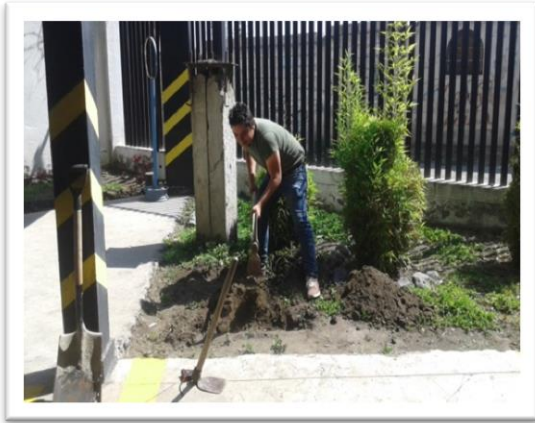


PARA SPT 4

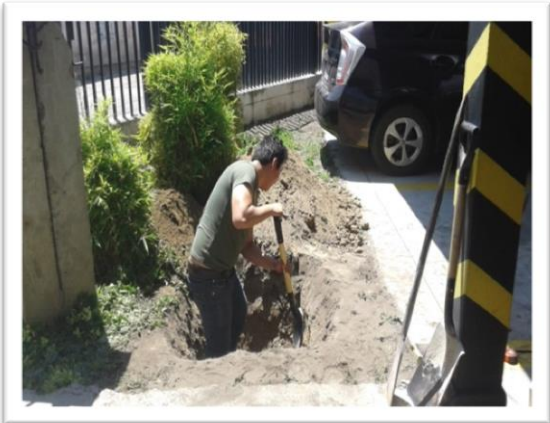


ANEXO E

Excavación de calicatas P2



Excavación de calicatas P2



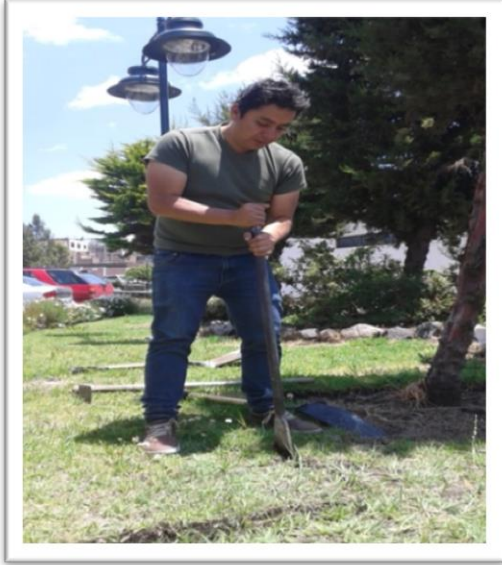
Excavación de calicatas P2



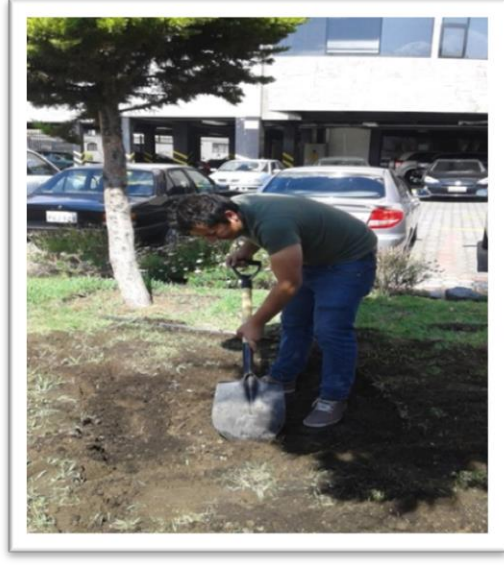
Medición de calicata P2



Excavación de calicatas P1



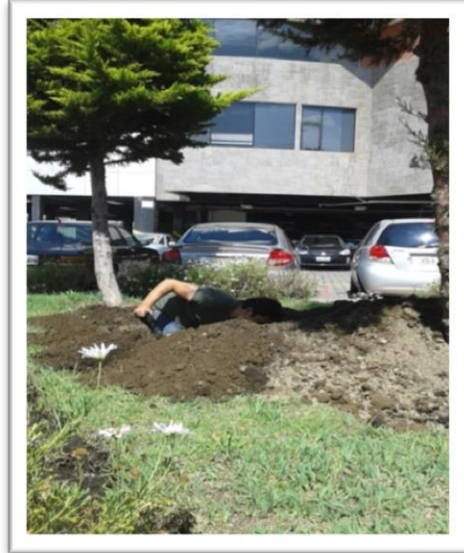
Excavación de calicatas P2



Excavación de calicatas P2



Excavación de calicatas P2



Ensayo de penetración estándar (SPT)

P2



Colocación de motor del equipo (SPT)

P2



Preparacion de equipos (SPT) P2



Calibración de equipo (SPT) P2



ANEXO F

Ensayo de penetración estándar (SPT)

P1



Alineación de equipo (SPT) P1



Perforación (SPT) P1



Verificación de suelo (SPT) P1

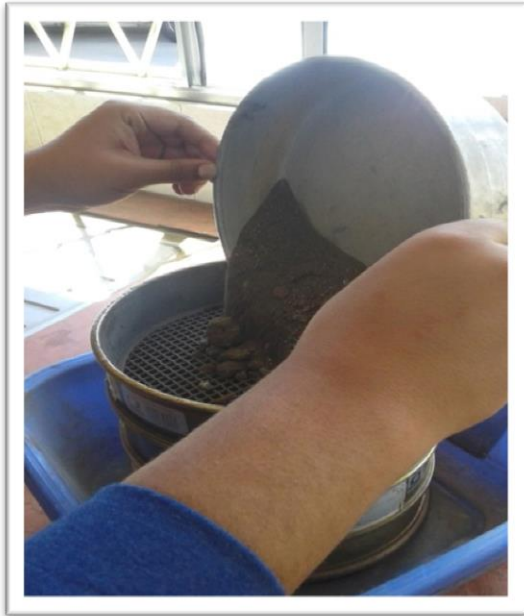


## ANEXO G

### ENSAYOS DE SUELOS

#### PROPIEDADES INDICE

Traslado de muestra



Toma de datos



Tamizado

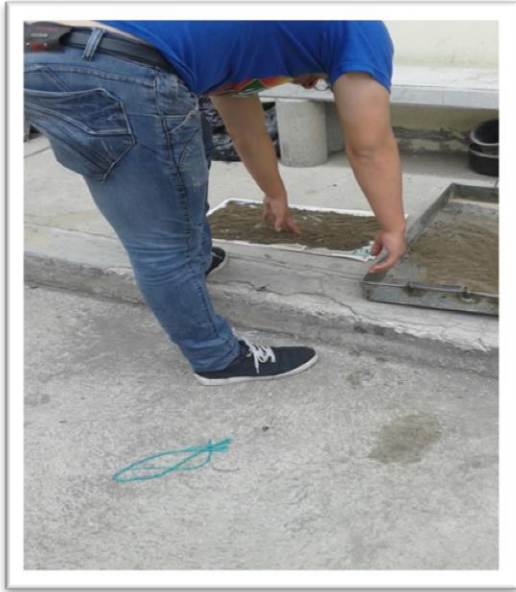


Lavado de muestra





Secado de suelo



Muestras par contenido de Humedad



Secado al ambiente



Muestra ensayada



Equipos



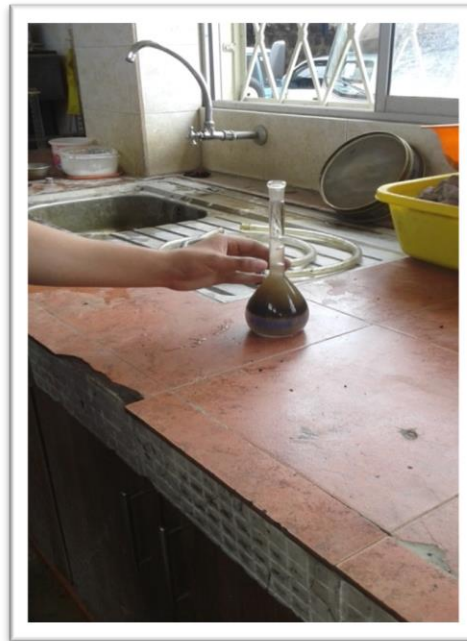
Colocación de suelo en probeta



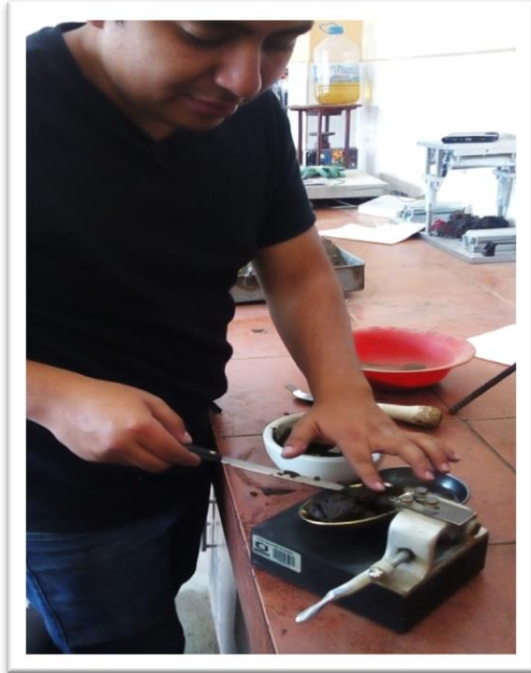
Traslado de suelo



Colocación de líquido para ensayo



Ensayo de límites de atterberg



Mezcla de suelo y agua

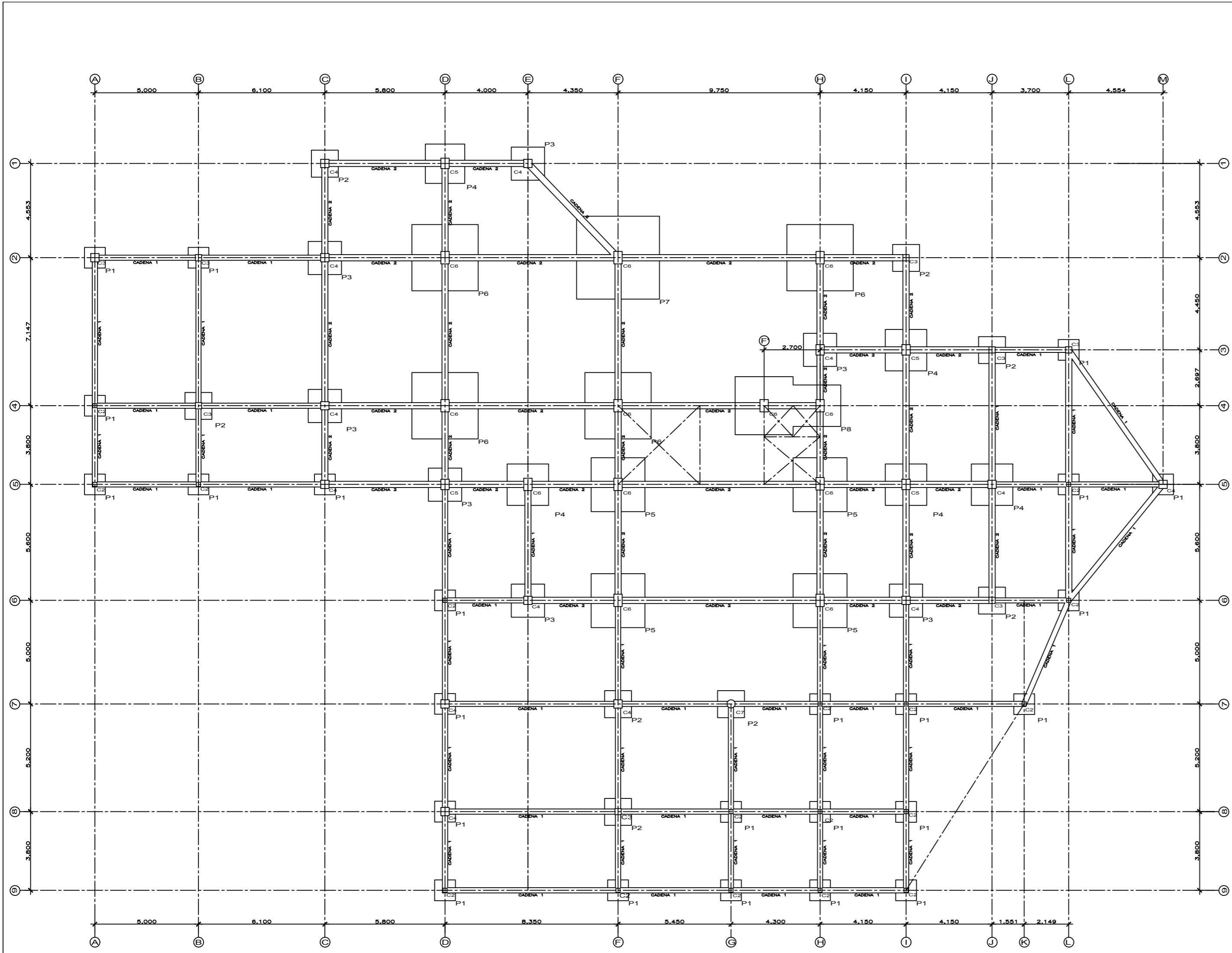


Colocación de muestra

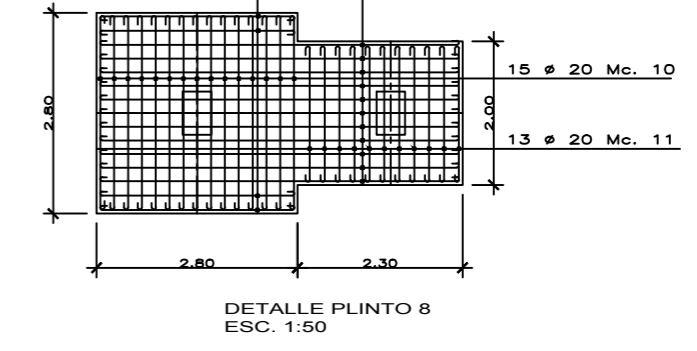
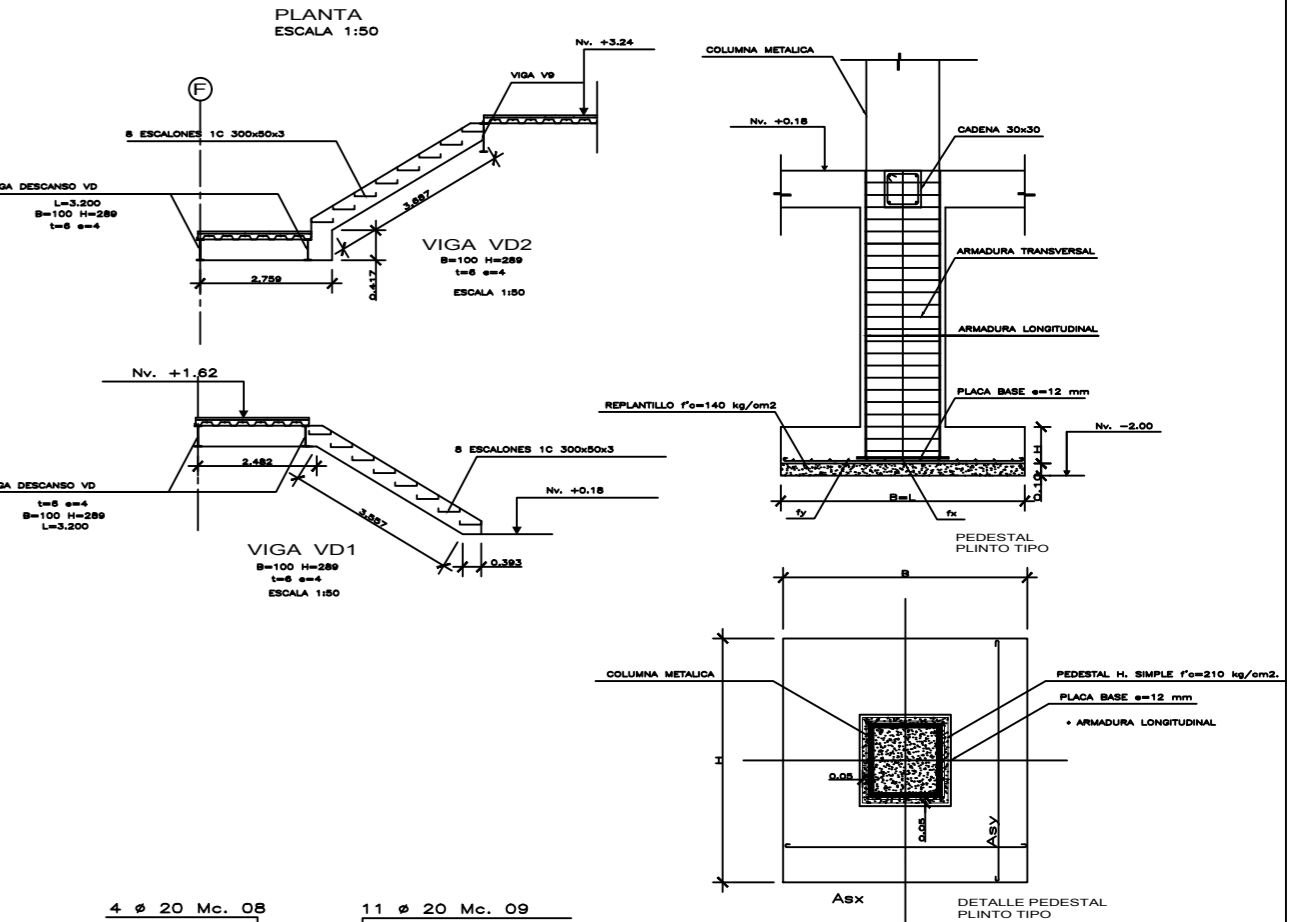
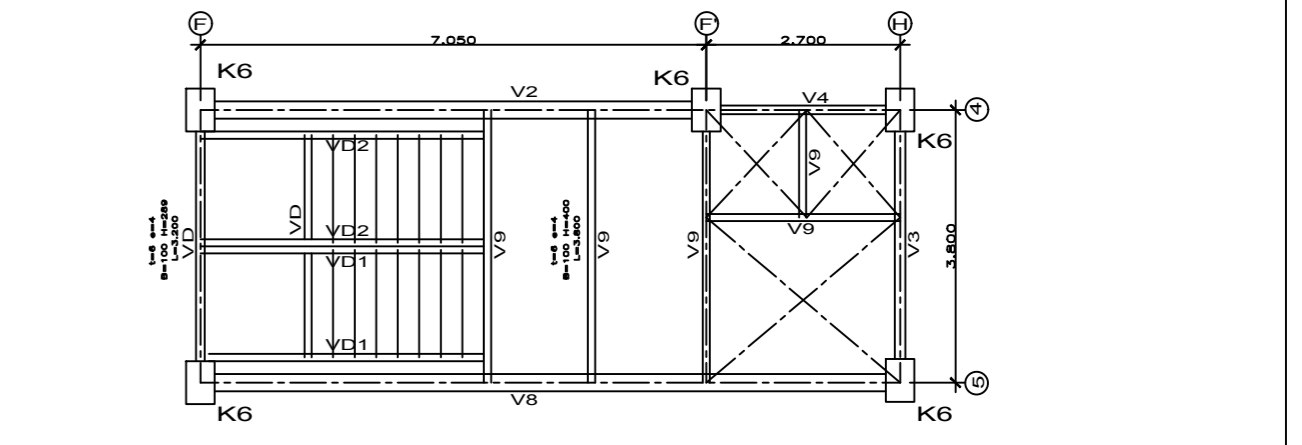


Conteo de golpes



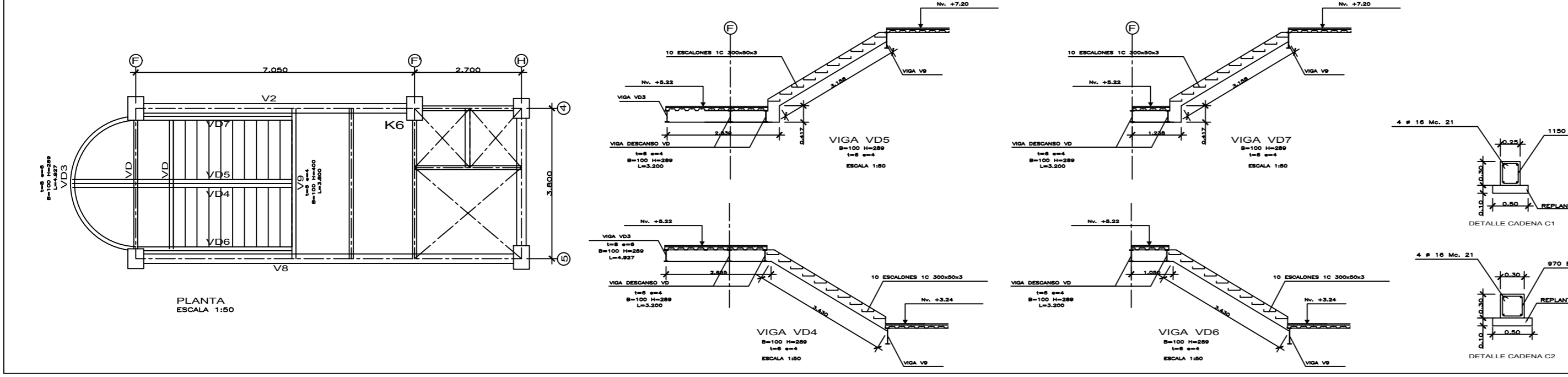


CUADRO DE PEDESTALES						
TIPO	C2	C3	C4	C5	C6	C7
EJES	A4-A5-B3-D6-D9-F8 G8-G9-H7-I4-K7	A2-B3-B4 J3-J4	C1-C3-C4 E3-E4 E5-E6	D1-D8-H3 I3-I5	E5-F2-F5-F6 H5-H6-F4 D2-D4-H4-H4	G7
Nº	17	8	12	5	12	1
Nv. 0.00	30x30		40x40	50x50	50x70	50x80
DIMENSIONES	6 # 18 Mc.30		6 # 18 Mc.32	8 # 22 Mc.34	8 # 22 Mc.36	8 # 22 Mc.34
ESTRIBOS	20 # 8 Mc.31		20 # 8 Mc.33	20 # 10 Mc.35	20 # 10 Mc.38	20 # 10 Mc.35



PLANILLA DE HIERROS											
Mc.	#	TIPO	No.	DIMENSIONES			Longitud		Peso	Peso	
				A	B	C	Desarrol.	Desarrol.	total	total	
01	15	L	304	0.95			0.15	1.15	1.0	295	
02	15	L	302	1.20			0.15	1.50	1.2	295	
03	15	L	312	1.50			0.15	1.75	2.7	305	
04	15	L	300	1.60			0.15	2.10	4.2	315	
05	15	L	320	2.20			0.15	2.70	5.4	607	
06	20	L	344	3.10			0.15	3.40	10.1	1605	
07	20	L	36	3.90			0.15	4.20	9.2	953	
08	20	L	4	2.70			0.15	3.00	7.4	30	
09	20	L	11	3.00			0.15	3.30	10.1	144	
10	20	L	15	2.70			0.15	3.00	7.4	111	
11	20	L	13	1.90			0.15	2.20	5.4	71	
20	10	O	1310	0.20	0.20		0.10	1.10	0.7	888	
21	10	L	4	479.00			0.10	479.00	289.0	3024	
22	10	O	3095	0.05	0.25		0.10	1.20	0.7	803	
30	14	L	100	2.00	0.30			2.30	2.8	285	
31	4	O	300	0.25	0.25		0.10	1.20	0.5	162	
32	15	L	84	2.00	0.30			2.30	3.6	232	
33	15	O	560	0.25	0.25		0.10	1.60	1.0	168	
34	20	L	304	2.00	0.30			2.30	5.7	560	
35	10	O	200	0.45	0.45		0.10	2.00	1.2	201	
36	20	L	138	2.00	0.30			2.30	6.8	633	
37	10	O	100	0.45	0.55		0.10	2.20	1.4	158	
38	10	O	300	0.25	0.25		0.10	2.40	1.5	295	
RESUMEN DE HIERROS (Peso Neto en Kgs.)											
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TOTAL	
01	0	0	101	2000	220	220	5000	1000	2000	200	152000

PROYECTO: EDIFICIO EMPA AMBATO  
 UBICACION: PANIMBOSA AMBATO  
 CLAVE CATASTRAL: No.012208913000 CODIGO 00509  
 CONTIENE: CIMENTACION  
 ESCALA: 1/20  
 FECHA: OCTUBRE 2004  
 E.M.A.P.A.

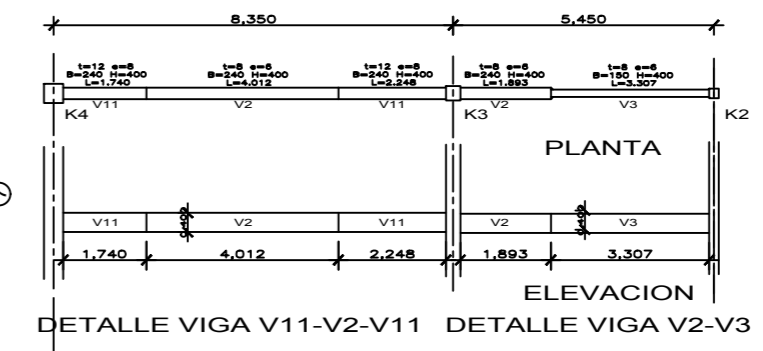
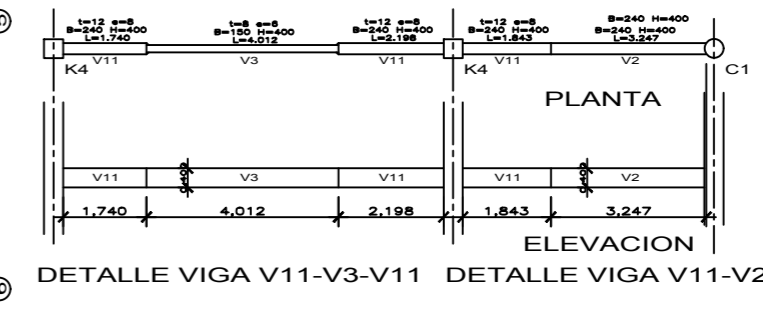
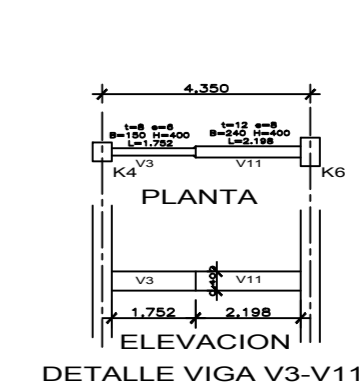
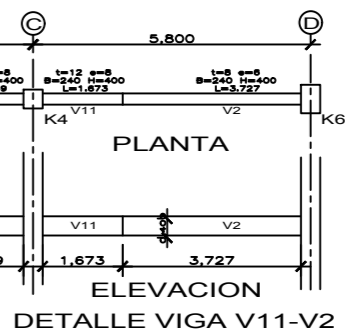
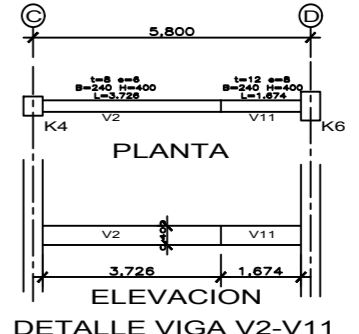
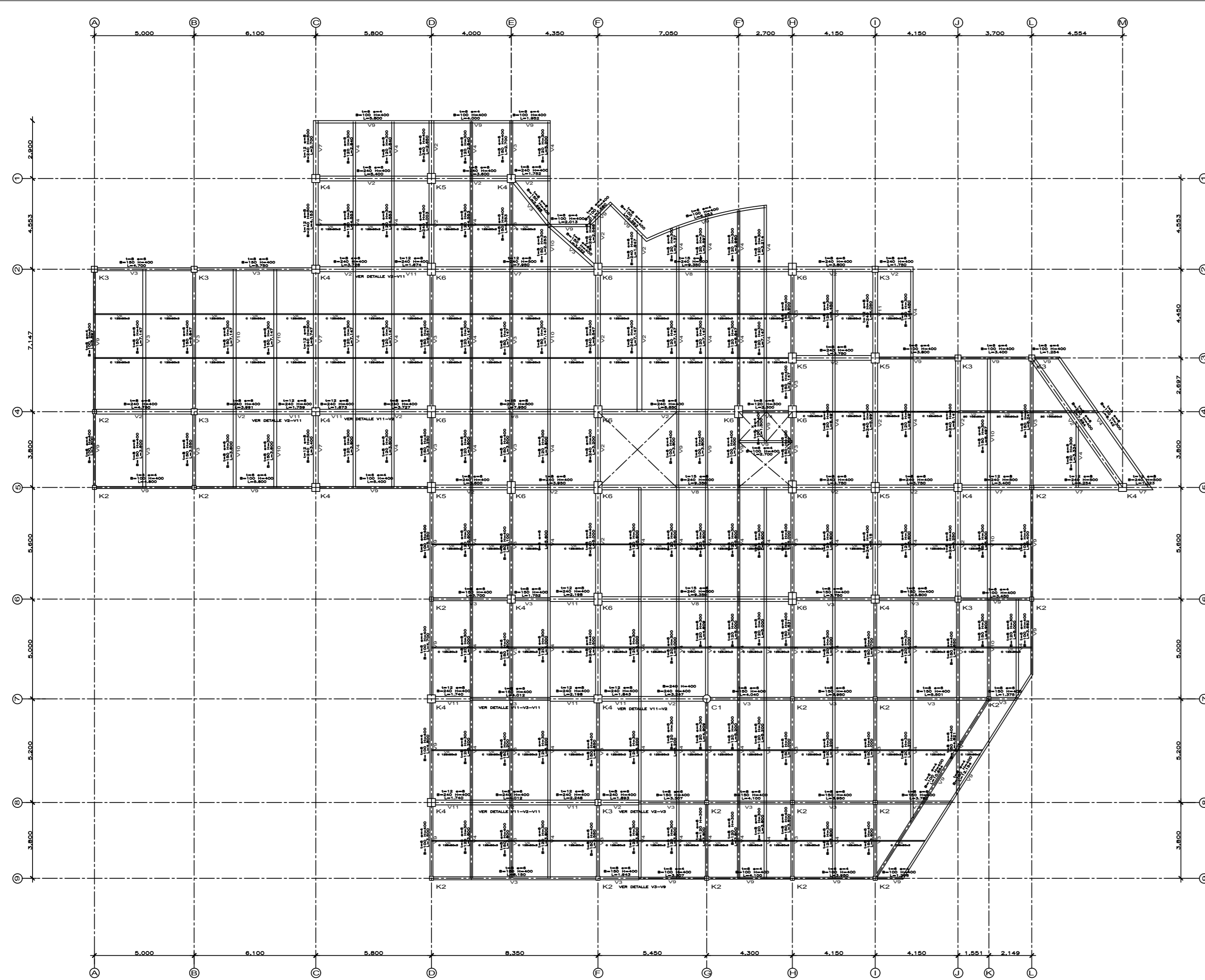


RESUMEN:		V. HORMIGON (m3)
REPLANTILLOS		17.10
PLINTOS		62.77
CADENAS		39.18
PEDESTALES		19.26

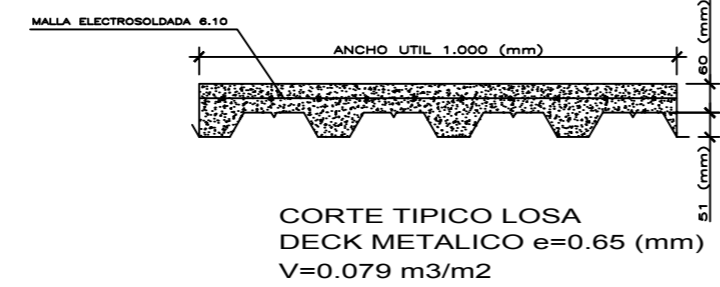
  

CUADRO DE PLINTOS						
TIPO	No.	DIMENSIONES			ARMADURA	
		L	B	H	Asx	Asy
P1	24	1.00	1.00	0.30	8 # 12 Mc 01	8 # 12 Mc 01
P2	8	1.30	1.30	0.30	12 # 12 Mc 02	12 # 12 Mc 02
P3	7	1.60	1.60	0.35	8 # 16 Mc 03	8 # 16 Mc 03
P4	5	2.00	2.00	0.35	10 # 18 Mc 04	10 # 18 Mc 04
P5	4	2.60	2.60	0.40	15 # 18 Mc 05	15 # 18 Mc 05
P6	4	3.20	3.20	0.40	18 # 22 Mc 06	18 # 22 Mc 06
P7	1	4.00	4.00	0.40	18 # 25 Mc 07	18 # 25 Mc 07
P8	1	5.10	2.80	0.40	VER DETALLE	





PLANILLA DE PERFILES N° 3-42		SECCIONES	CANTIDADES	VOLUMEN
PERFIL	SECCION	M	M	M <sup>3</sup>
B-125	V2-V11	3.726	3	11.178
B-125	V11-V2	3.727	3	11.181
B-125	V3-V11	2.198	3	6.594
B-125	V11-V3-V11	3.247	3	9.741
B-125	V11-V2-V11	3.307	3	9.921
B-125	V3-V9	3.307	3	9.921
B-150	K1-K2	4.150	2	8.300
B-150	K2-K3	4.150	2	8.300
B-150	K3-K4	4.150	2	8.300
B-150	K4-K5	4.150	2	8.300
B-150	K5-K6	4.150	2	8.300
B-150	K6-K7	4.150	2	8.300
B-150	C1	1.551	2	3.102
B-150	C2	2.149	2	4.298
B-150	C3	4.150	2	8.300
B-150	C4	4.150	2	8.300
B-150	C5	4.150	2	8.300
B-150	C6	4.150	2	8.300
B-150	C7	4.150	2	8.300
B-150	C8	4.150	2	8.300
B-150	C9	4.150	2	8.300
B-150	C10	4.150	2	8.300
B-150	C11	4.150	2	8.300
B-150	C12	4.150	2	8.300
B-150	C13	4.150	2	8.300
B-150	C14	4.150	2	8.300
B-150	C15	4.150	2	8.300
B-150	C16	4.150	2	8.300
B-150	C17	4.150	2	8.300
B-150	C18	4.150	2	8.300
B-150	C19	4.150	2	8.300
B-150	C20	4.150	2	8.300
B-150	C21	4.150	2	8.300
B-150	C22	4.150	2	8.300
B-150	C23	4.150	2	8.300
B-150	C24	4.150	2	8.300
B-150	C25	4.150	2	8.300
B-150	C26	4.150	2	8.300
B-150	C27	4.150	2	8.300
B-150	C28	4.150	2	8.300
B-150	C29	4.150	2	8.300
B-150	C30	4.150	2	8.300
B-150	C31	4.150	2	8.300
B-150	C32	4.150	2	8.300
B-150	C33	4.150	2	8.300
B-150	C34	4.150	2	8.300
B-150	C35	4.150	2	8.300
B-150	C36	4.150	2	8.300
B-150	C37	4.150	2	8.300
B-150	C38	4.150	2	8.300
B-150	C39	4.150	2	8.300
B-150	C40	4.150	2	8.300
B-150	C41	4.150	2	8.300
B-150	C42	4.150	2	8.300
B-150	C43	4.150	2	8.300
B-150	C44	4.150	2	8.300
B-150	C45	4.150	2	8.300
B-150	C46	4.150	2	8.300
B-150	C47	4.150	2	8.300
B-150	C48	4.150	2	8.300
B-150	C49	4.150	2	8.300
B-150	C50	4.150	2	8.300



**ESPECIFICACIONES TECNICAS**  
**CODIGOS/ESTANDARES UTILIZADOS**  
 - CÓDIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCIÓN, DEC-2000  
 - MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION AISC - 1989  
 - MANUFACTURED STEEL DESIGN AISC  
 - INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO, ACI 311-98

**CARGAS DE DISEÑO**  
 1.- ESFUERZO ADMISIBLE DE TRABAJO DE SUELO NATURAL 20 T/m<sup>2</sup> INFORME ING. CARLOS ORTEGA  
 2.- ESFUERZO MÁXIMO DE DISEÑO DEL SUELO 30 T/m<sup>2</sup>  
 3.- ESFUERZOS DE DISEÑO DE MATERIALES UTILIZADOS  
 1.- RESISTENCIA CILÍNDRICA DEL HORMIGÓN A COMPRESIÓN f<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 2.- ESFUERZO DE FLECCIÓN DEL REFUERZO f<sub>t</sub> = 420 Kg/cm<sup>2</sup>  
 3.- ESFUERZO DE FLECCIÓN DEL ACERO FEMTECUBA f<sub>t</sub> = 420 Kg/cm<sup>2</sup>  
 4.- RESISTENCIA A LA RUPTURA POR COMPRESIÓN DE LA MAMPUESTA EN LAS PAREDES f<sub>m</sub> = 20 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES**  
 1.- TRABAJAR SIEMPRE DE VELLAS DONDE NO SE ESPECIFIQUE = 80 cm.  
 2.- SE COLOCARÁ REPLANTILLO DE 5 cm, COMO BASE DE LA ORIENTACION.  
 3.- EL NIVEL NATURAL DEL SUELO, ESPESOR DE RELLENOS, CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO SE ESPECIFICARÁN EN LAS LAMINAS INDICADAS.  
 4.- SE REFORZARÁ SIEMPRE DE REZERVO PARA CUBRIR.  
 5.- EL REFORZAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN VERIFICARÁ LAS CANTIDADES DEL MATERIAL.  
 6.- LA SUELDAS UTILIZADAS SERÁN ENTUBADAS HASTA IGUALARLAS CON PERFILES.  
 7.- LA SUELDAS A UTILIZARSE SERÁN 6013 Y 6011.  
 8.- LA LOSA SERÁ TERMINADA AL MISMO MOMENTO DE SU FUNDICIÓN, CON EL REFUERZO.  
 9.- DEBE SE APLICAR EL NIVEL NATURAL DEL SUELO, COMO BASE DE LA ORIENTACION. DADAS LAS CONDICIONES PARTICULARES DE ESTE TERRENO, SE TENDRÁ CUIDADO ESPECIAL EN COORDINAR CON LA PROMOTORA LOS PROCEDIMIENTOS A SEGUIRSE Y/O REALIZAR LOS CAMBIOS QUE LAS CONDICIONES DE OBRA LO REQUIERAN.  
 10.- PRINCIPALMENTE AL INICIO DE LA FUNDICIÓN DEBERÁ VERIFICARSE EL ARMADO MISMO DE LA LOSA, LOS HERRIOS PARA COLUMNAS Y MUROS, LAS INSTALACIONES EMPOTRADAS Y OTRAS CONDICIONES DE OBRA QUE SE DECIDAN REALIZAR.  
 11.- LA COLOCACION DEL HORMIGÓN DEBE HACERSE POR FRENTES CONTINUOS Y SUS CORTES SERÁN NORMALES A LA SUPERFICIE DE APÓYO Y EN LÍNEA RECTA.

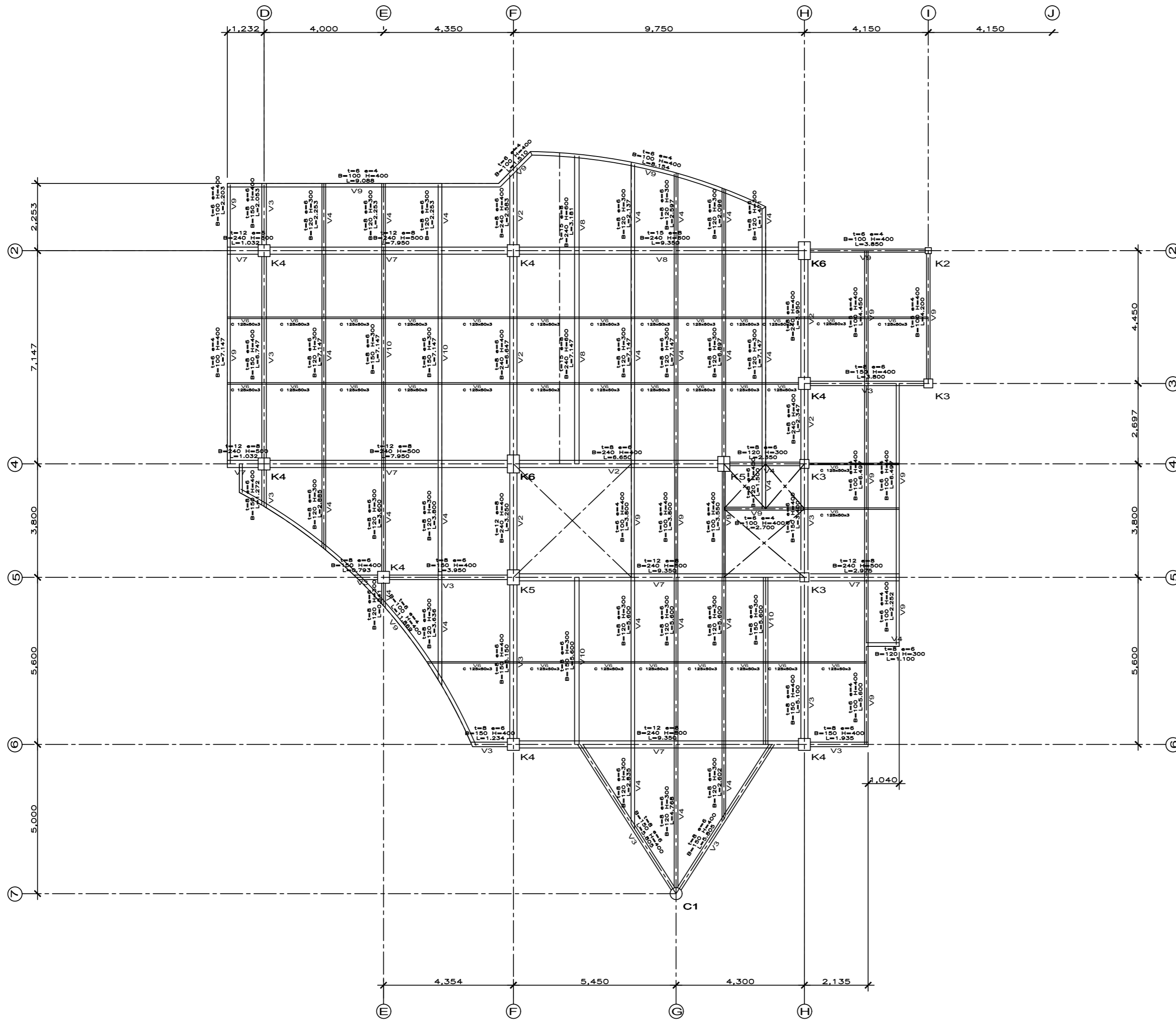
**PROYECTO:** EDIFICIO EMAPA AMBATO  
**UBICACION:** PANIMBOSA AMBATO  
**CLAVE CATASTRAL:** No.012208913000 CODIGO 00509  
**CONTIENE:** PLANTA NIVEL +3.42  
**ESCALA:** 1/16  
**FECHA:** OCTUBRE 2004  
**PROYECTANTE:** E.M.A.P.A.  
**REVISOR:** ING. REMÉ S. ARRABO, REG. PROF. 81-73921  
**FOLIO:** E3







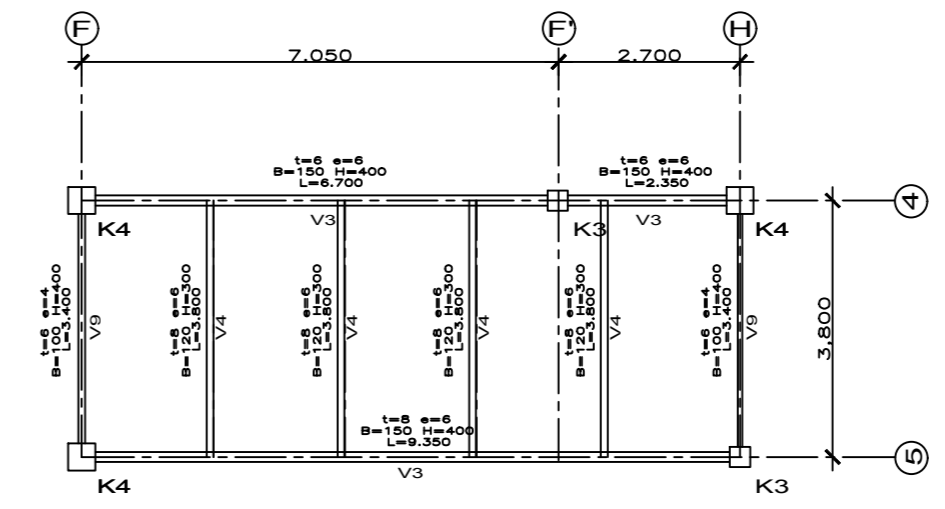
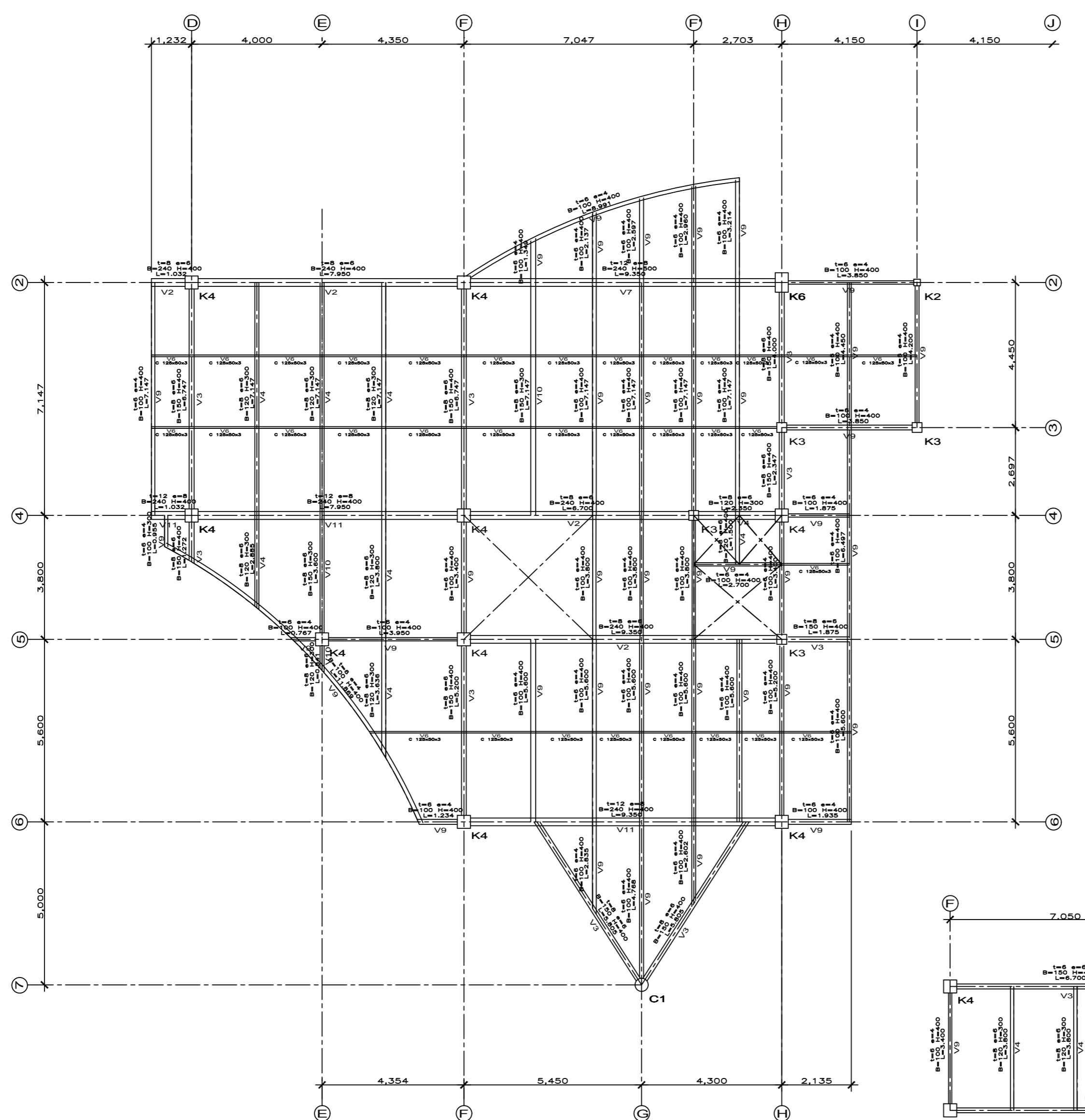




PLANILLA DE PERFILES Nv. 17.10												
AREA	TIPO	PIEZA	FORMA	No	DIMENSIONES (mm)			ESPESES (mm)		LONGITUD	P.E.S.O (Kg)	
(cm2)					B	H	C	t	e	(mts)	Unidad	Total
EJES 2-VOLADO												
28.00	V9	P1	I	1	100	400		6	4	2.203	48.42	48
48.00	V3	P2	I	1	150	400		8	6	2.053	77.26	77
37.00	V4	P3	I	3	120	300		8	6	2.253	65.44	198
62.00	V2	P4	I	1	240	400		8	6	2.583	125.71	126
66.00	V12	P5	I	1	150	300		12	8	3.181	164.81	165
37.00	V4	P6	I	1	120	300		8	6	2.127	43.07	43
37.00	V4	P7	I	1	120	300		8	6	2.597	75.43	75
37.00	V4	P8	I	1	120	300		8	6	2.096	60.88	61
37.00	V4	P9	I	1	120	300		8	6	1.471	42.73	43
EJES 3												
62.00	V2	P10	I	1	240	400		8	6	3.950	192.25	192
28.00	V9	P11	I	1	100	400		6	4	4.450	97.81	98
28.00	V9	P12	I	1	100	400		6	4	4.200	92.32	92
EJES 4												
28.00	V9	P13	I	1	100	400		6	4	7.147	157.09	157
48.00	V3	P14	I	1	150	400		8	6	6.747	254.23	254
37.00	V4	P15	I	1	120	300		8	6	7.147	207.58	208
42.00	V10	P16	I	2	150	300		8	6	7.147	235.64	471
62.00	V2	P17	I	1	240	400		8	6	6.647	323.51	324
66.00	V12	P18	I	1	150	300		12	8	7.147	370.29	370
37.00	V4	P19	I	4	120	300		8	6	7.147	207.58	850
EJES 5												
62.00	V2	P20	I	1	240	400		8	6	2.347	114.23	114
EJES 6												
48.00	V3	P21	I	1	150	400		8	6	1.272	47.93	48
37.00	V4	P22	I	1	120	300		8	6	2.265	63.79	64
37.00	V4	P23	I	1	120	300		8	6	3.600	104.56	105
37.00	V4	P24	I	1	120	300		8	6	3.800	110.37	110
62.00	V2	P25	I	1	240	400		8	6	3.250	158.18	158
28.00	V9	P26	I	3	100	400		6	4	3.800	83.52	251
37.00	V4	P27	I	1	120	300		8	6	1.500	43.57	44
48.00	V3	P28	I	1	150	400		8	6	3.400	128.11	128
28.00	V9	P29	I	2	100	400		6	4	6.497	142.90	286
EJES 7												
37.00	V4	P30	I	1	120	300		8	6	0.841	24.43	24
37.00	V4	P31	I	1	120	300		8	6	3.636	105.61	106
48.00	V3	P32	I	2	150	400		8	6	5.050	190.28	381
42.00	V10	P33	I	2	150	300		8	6	5.600	184.63	369
37.00	V4	P34	I	3	120	300		8	6	5.600	164.65	488
28.00	V9	P35	I	1	100	400		6	4	5.600	123.09	123
28.00	V9	P36	I	1	100	400		6	4	2.252	49.50	49
EJES 8												
48.00	V3	P37	I	2	150	400		8	6	5.805	218.73	437
37.00	V4	P38	I	1	120	300		8	6	2.835	80.24	82
37.00	V4	P39	I	1	120	300		8	6	4.768	138.49	138
37.00	V4	P40	I	1	120	300		8	6	2.602	75.58	76
EJES 9-VOLADO												
98.00	V7	P41	I	2	240	500		12	8	1.032	79.39	159
EJES D												
28.00	V9	P42	I	1	100	400		6	4	9.088	199.75	200
48.00	V3	P43	I	1	150	400		8	6	9.793	23.98	30
98.00	V7	P44	I	2	240	500		12	8	7.950	611.59	1,223
48.00	V3	P45	I	1	150	400		8	6	3.950	148.84	149
48.00	V3	P46	I	1	150	400		8	6	1.234	46.50	46
EJES E												
28.00	V9	P47	I	1	100	400		6	4	1.510	33.19	33
28.00	V9	P48	I	1	100	400		6	4	8.154	179.22	179
100.00	V8	P49	I	1	240	600		15	8	9.350	880.77	881
62.00	V2	P50	I	1	240	400		8	6	6.650	323.66	324
37.00	V4	P51	I	1	120	300		8	6	2.350	68.26	68
28.00	V9	P52	I	1	100	400		6	4	2.700	60.35	60
98.00	V7	P53	I	2	240	500		12	8	9.350	719.30	1,439
EJES H												
28.00	V9	P54	I	1	100	400		6	4	3.800	84.52	85
48.00	V3	P55	I	1	150	400		8	6	3.800	143.13	143
98.00	V7	P56	I	1	240	500		12	8	2.975	228.87	229
37.00	V4	P57	I	1	120	300		8	6	1.100	31.95	32
48.00	V3	P58	I	1	150	400		8	6	1.939	72.91	73
7.00	V8	P59	G	1	125	50		3	3	23.482	129.03	129
7.00	V8	P60	G	1	125	50		3	3	19.132	105.13	105
7.00	V8	P61	G	1	125	50		3	3	2.975	16.36	16
7.00	V8	P62	G	1	125	50		3	3	3.175	17.45	17
7.00	V8	P63	G	1	125	50		3	3	14.732	80.95	81
											<b>PESO</b>	<b>13,152</b>

AREA LOSA = 400.03 m2  
VOLUMEN HORMIGON = 31,60 m3

PROYECTO:		<b>EDIFICIO EMAPA AMBATO</b>	
UBICACION:		PANIMBOSA AMBATO	
CLAVE CATASTRAL:		No.012208913000 CODIGO 00509	
CONTIENE:		<b>PLANTA NIVEL +17.10</b>	
ESCALA:	1:75	DIBUJO:	REAA
PROPIETARIO:	EMAPA	FECHA:	OCTUBRE 2004
CALCULO:	ING. RENE E. ARIAS A. REG. PROF. 01-17-2071	<b>E7</b>	



PLANILLA DE PERFILES N° 20.34												
AREA	TIPO	PIEZA	FORMA	Nº	DIMENSIONES (mm)			ESPESESORES (mm)		LONGITUD	P.E.S.O (Kg)	
(cm²)					B	H	C	t	s	(m)	Unidad	Tonel
ESES VOLADO												
28.00	V9	P1	I	1	100	400		6	4	1.349	29.65	30
28.00	V9	P2	I	1	100	400		6	4	2.137	46.97	47
28.00	V9	P3	I	1	100	400		6	4	2.597	57.98	57
28.00	V9	P4	I	1	100	400		6	4	2.980	65.88	65
28.00	V9	P5	I	1	100	400		6	4	3.214	70.64	71
ESES 2-3												
48.00	V3	P6	I	1	150	400		8	6	4.000	150.72	151
28.00	V9	P7	I	1	100	400		6	4	4.450	97.81	98
28.00	V9	P8	I	1	100	400		6	4	4.200	92.32	92
ESES 2-4												
28.00	V9	P9	I	1	100	400		6	4	7.147	157.09	157
48.00	V3	P10	I	2	150	400		8	6	6.747	254.23	508
37.00	V4	P11	I	3	120	300		8	6	7.147	207.58	623
42.00	V10	P12	I	1	150	300		8	6	7.147	232.64	236
28.00	V9	P13	I	4	100	400		6	4	7.147	157.09	628
ESES 3-4												
48.00	V3	P14	I	1	150	400		8	6	2.297	88.55	87
ESES 4-5												
28.00	V9	P15	I	1	100	400		6	4	0.955	20.99	21
48.00	V3	P16	I	1	150	400		8	6	1.272	47.93	48
37.00	V4	P17	I	1	120	300		8	6	2.855	83.79	84
42.00	V10	P18	I	2	150	300		8	6	3.600	118.69	237
37.00	V4	P19	I	1	120	300		8	6	3.800	110.37	110
28.00	V9	P20	I	1	100	400		6	4	3.400	74.73	75
28.00	V9	P21	I	3	100	400		6	4	3.800	83.52	251
37.00	V4	P22	I	1	120	300		8	6	1.500	43.87	44
28.00	V9	P23	I	1	100	400		6	4	3.400	74.73	75
28.00	V9	P24	I	1	100	400		6	4	6.497	142.80	143
ESES 5-6												
42.00	V10	P25	I	2	150	300		8	6	0.841	27.73	55
37.00	V4	P26	I	1	120	300		8	6	3.836	105.81	106
48.00	V3	P27	I	1	150	400		8	6	5.200	199.94	199
28.00	V9	P28	I	6	100	400		6	4	5.600	123.09	739
28.00	V9	P29	I	1	100	400		6	4	5.200	114.30	114
ESES 6-7												
48.00	V3	P30	I	2	150	400		8	6	5.805	218.73	437
28.00	V9	P31	I	1	100	400		6	4	2.835	62.31	62
28.00	V9	P32	I	1	100	400		6	4	4.768	104.80	105
28.00	V9	P33	I	1	100	400		6	4	2.602	57.19	57
ESES D-VOLADO												
62.00	V2	P34	I	1	240	400		8	6	1.032	50.23	50
80.00	V11	P35	I	1	240	400		12	8	1.032	72.91	73
ESES DF												
62.00	V2	P36	I	1	240	400		8	6	7.950	386.93	387
80.00	V11	P37	I	1	240	400		12	8	7.950	561.87	562
28.00	V9	P38	I	1	100	400		6	4	0.707	16.86	17
28.00	V9	P39	I	1	100	400		6	4	3.950	88.82	87
28.00	V9	P40	I	1	100	400		6	4	1.234	27.12	27
28.00	V9	P41	I	1	100	400		6	4	11.859	290.88	291
ESES FH												
28.00	V9	P42	I	1	100	400		6	4	8.991	197.62	198
28.00	V9	P43	I	1	100	400		6	4	9.350	210.30	210
62.00	V2	P44	I	1	240	400		8	6	3.700	180.08	180
37.00	V4	P45	I	1	120	300		8	6	2.350	68.26	68
28.00	V9	P46	I	1	100	400		6	4	2.700	59.35	59
28.00	V9	P47	I	1	100	400		6	4	9.350	450.06	450
90.00	V11	P48	I	1	240	400		12	8	9.350	660.58	661
ESES HI												
28.00	V9	P49	I	1	100	400		6	4	3.850	84.52	85
28.00	V9	P50	I	1	100	400		6	4	3.800	83.52	84
28.00	V9	P51	I	1	100	400		6	4	1.875	41.21	41
48.00	V3	P52	I	1	150	400		8	6	1.875	70.85	71
28.00	V9	P53	I	1	100	400		6	4	1.935	42.03	43
7.00	V8	P54	G	1	125	50		3	23.482	129.03	129	
7.00	V8	P55	G	1	125	50		3	19.132	105.13	105	
7.00	V8	P56	G	3	125	50		3	2.075	11.40	11	
7.00	V8	P57	G	1	125	50		3	14.732	80.95	81	
											<b>PESO</b>	<b>10.260</b>
PLANILLA DE PERFILES N° 23.34												
48.00	V3	P58	I	1	150	400		8	6	6.700	252.46	252
48.00	V3	P59	I	1	150	400		8	6	2.350	88.55	89
48.00	V3	P60	I	1	150	400		8	6	9.250	392.31	393
28.00	V9	P61	I	2	100	400		6	4	3.400	74.73	149
37.00	V4	P62	I	4	120	300		8	6	3.800	110.37	441
											<b>PESO</b>	<b>1.284</b>

**RESUMEN LOSAS:**

NIVEL +	AREA (m²)	V. HORM. (m³)	PESO (kg)
NIVEL + 3.42	1.201,13	94,89	37.076
NIVEL + 7.38	642,19	50,73	24.056
NIVEL + 10.62	507,45	40,68	26.179
NIVEL + 13.86	377,98	29,86	13.443
NIVEL + 17.10	400,03	31,60	13.152
NIVEL + 20.34	370,03	29,23	10.260
NIVEL + 23.34	42,63	2,31	1.284
<b>TOTALES</b>	<b>3.541,47</b>	<b>278,71</b>	<b>119.450</b>

AREA LOSA = 370,03 m²  
 VOLUMEN HORMIGON = 29,23 m³  
 AREA LOSA = 29,23 m²  
 VOLUMEN HORMIGON = 2,31 m³

PROYECTO: **EDIFICIO EMAPA AMBATO**

UBICACION: PANIMBOSA AMBATO

CLAVE CATASTRAL: No.012208913000 CODIGO 00509

CONTIENE: **PLANTA NIVEL +20.34 Y +23.34**

ESCALA: 1:75

DIBUJO: REAA

FECHA: OCTUBRE 2004

PROPIETARIO:

CALCULO:

ING. RENE E. ARIAS A. REG. PROF. 01-17-2071

**E8**