



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

Campus Juan Montalvo

Mención en Ingeniero Civil

**ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS  
VIVIENDAS DE UN SECTOR DEL BARRIO LA ESPERANZA  
AL NORTE DE LA CIUDAD DE QUITO, PROVINCIA DE  
PICHINCHA, DE LA PARROQUIA: PONCEANO, QUITO-  
ECUADOR.**

Autor: Quilumba Chachapoya Diego Francisco

Tutor: Ing. Luis Alberto Soria Núñez

Quito, julio 2023



## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, QUILUMBA CHACHAPOYA DIEGO FRANCISCO, con cédula de ciudadanía número 172249685-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

QUILUMBA CHACHAPOYA DIEGO FRANCISCO

C.C. 172249685-6

# **DECLARATORIA**

El presente Trabajo de Titulación titulado:

**“ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS  
VIVIENDAS DE UN SECTOR DEL BARRIO LA ESPERANZA AL  
NORTE DE LA CIUDAD DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, DE  
LA PARROQUIA: PONCEANO, QUITO- ECUADOR.”**

Realizado por:

**QUILUMBA CHACHAPOYA DIEGO FRANCISCO**

Como requisito para la obtención del Título de:

**INGENIERO: MENCIÓN EN INGENIERO CIVIL**

Ha sido dirigido por el profesor

**ING. LUIS ALBERTO SORIA NÚÑEZ**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Luis Alberto Soria Núñez

**TUTOR**

# DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

ING. LUIS ALBERTO SORIA NÚÑEZ

Después de revisar el trabajo presentado,  
Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal  
examinador

ING. LUIS ALBERTO SORIA NÚÑEZ



## DEDICATORIA

“♪♪♪ Yo soy aquel que siempre te acompaño cuando te dieron rechazo, los que se alejaron cuando vieron tu caso, mirándote por encima del hombro porque no eran como tú. Yo te cuide de aquellos que de frente siempre te saludaban, pero de espalda se reían y te difamaban, diciéndote que nada valías porque no cuidabas tu salud. Yo te mostré quienes son los traicioneros, que hasta intentaron robar tu mujer, y a los que contigo ganaron dinero, y al verte caído prefirieron correr. También te di una familia sincera que siempre está contigo en cuáquer condición, y un padre que te ama y al verte morir te dio respiración. Pero yo estuve dándote vida ♪♪♪”.

Vico C

A mi Padre Juan Quilumba y Madre Carmen Amelia Chachapoya por brindarme su apoyo incondicional, que estuvieron conmigo en cada paso de mi formación académica, quienes gracias a ellos me he podido llenar de valores y principios morales, por guiarme cada día por el camino correcto, el camino de la Fe y confianza conmigo mismo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por llenarme de bendiciones cada día de mi vida, por brindarme fortaleza para superar este sueño, por darme la familia que tengo. Agradezco a mis hermanos Juan Carlos, María Cristina, Miguel Ángel y Anabel Lucia, por cada momento a mi lado, ya sea en los momentos buenos y malos, Agradezco a mi familia por formar parte de mi vida, a mis tíos, mi familia en el cielo que desde ahí me colman de sus bendiciones.

## **RESUMEN**

Este proyecto tiene como objetivo estudiar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en un sector específico del barrio La Esperanza, al norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, en la parroquia de Ponceano. En este sector, existen construcciones muy antiguas que fueron edificadas sin seguir criterios profesionales ni basarse en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción o las recomendaciones de la Cámara de Construcción de Pichincha. Además, la ciudad de Quito es propensa a sufrir múltiples amenazas sísmicas y desastres naturales que ponen en peligro estas construcciones.

Varios estudios indican que el periodo de retorno para un evento sísmico de gran magnitud en la ciudad de Quito es de 50 años. Debido a esta razón, los ingenieros civiles están llevando a cabo diversos estudios para prevenir el colapso y la vulnerabilidad de las construcciones informales frente a eventos sísmicos. Para lograrlo, es fundamental analizar las características estructurales de las viviendas, especialmente si son autosoportantes. Además, se deben considerar el sector, su ubicación geográfica y topológica, y se debe priorizar un adecuado manejo de la calidad de las construcciones y los materiales utilizados, tanto en las edificaciones existentes como en las futuras.

Es importante destacar que existen diferentes métodos para llevar a cabo el análisis estructural. Se pueden realizar inspecciones visuales rápidas para identificar ineficiencias en las estructuras. Sin embargo, también se pueden utilizar instrumentos relacionados con el estudio de la vulnerabilidad sísmica para realizar estudios más técnicos. En este proyecto, se empleó un esclerómetro para determinar la resistencia del hormigón presente en las vigas y columnas, que son los principales elementos estructurales. A través de esta resistencia, es posible identificar qué construcciones se encuentran vulnerables ante los eventos sísmicos objeto de estudio en esta investigación de vulnerabilidad sísmica.

Además, es importante considerar otros factores relevantes en el estudio de la vulnerabilidad sísmica, como la ubicación geográfica en relación con posibles fallas sísmicas activas, la calidad de los materiales utilizados en la construcción, la planificación urbana y la capacidad de resistencia estructural de las viviendas. Estos elementos deben ser considerados en conjunto para obtener una evaluación completa de la vulnerabilidad sísmica en el sector estudiado.

## **PALABRAS CLAVE**

vulnerabilidad, sismo, construcciones, resistencia

## **ABSTRACT**

This project is aimed at studying the seismic vulnerability of houses in a sector of La Esperanza neighborhood, located in the northern part of Quito city, Pichincha province, in the Ponceano parish. In this sector, there are very old constructions that were built without any professional criteria, and certainly without adhering to the Ecuadorian Construction Standards or the Pichincha Construction Chamber's guidelines. Additionally, Quito city is prone to multiple seismic threats and natural disasters that put these buildings at risk.

Several studies consider that the return period for experiencing a major seismic event in Quito city is 50 years. For this reason, Civil Engineers are conducting various studies to prevent informal constructions from collapsing or being vulnerable to such seismic events. The analysis of these buildings should start with their structural configuration, particularly focusing on whether they are self-supporting. Factors such as the sector, its geographical and topological location, must be considered, emphasizing the need for adequate management of construction quality and the materials used or that could be used for future constructions.

It should be noted that to carry out this structural analysis, a quick visual examination can be performed to identify any inefficiencies in the structures. Alternatively, a more technical study can be conducted using various instruments related to seismic vulnerability assessment. In this project, an sclerometer was used to determine the concrete strength in the beams and columns, which are the main structural elements. Based on this strength, it is possible to identify which constructions are vulnerable to the seismic events being studied in this seismic vulnerability assessment.

Furthermore, it is important to consider other relevant factors in the study of seismic vulnerability, such as the geographical location in relation to active faults, the quality of construction materials used, urban planning, and the structural resistance capacity of the houses. These elements must be considered together to obtain a comprehensive evaluation of the seismic vulnerability in the studied sector.

## **KEY WORDS**

vulnerability, earthquake, constructions, resistance.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPITULO I</b> .....	<b>1</b>
GENERALIDADES .....	1
<i>INTRODUCCIÓN</i> .....	1
<i>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</i> .....	1
<i>HIPÓTESIS</i> .....	3
<i>ANTECEDENTES</i> .....	3
<i>TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL TEMA</i> .....	4
Investigaciones científicas: .....	4
Normativas y códigos de construcción: .....	5
Experiencias locales y casos de estudio: .....	6
<i>OBJETIVOS</i> .....	6
Objetivo principal.....	6
Objetivos secundarios.....	6
<i>ALCANCE</i> .....	7
<i>JUSTIFICACIÓN</i> .....	10
<i>LIMITACIONES</i> .....	11
<b>CAPITULO II</b> .....	<b>11</b>
MARCO TEORICO.....	11
<i>MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO</i> .....	11
<i>DURABILIDAD DEL HORMIGÓN</i> .....	12
<i>PATOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN</i> .....	13
<i>SISMOS EN EL ECUADOR</i> .....	14
<i>VULNERABILIDAD SÍSMICA</i> .....	16
<i>VULNERABILIDAD SÍSMICA EN QUITO</i> .....	16
<i>VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL</i> .....	17
<i>PELIGRO SÍSMICO DEL ECUADOR Y EFECTOS SISMICOS</i> .....	18
Zona sísmica y curvas de peligro sísmico .....	18
Zonificación sísmica en el ecuador y factor de zona Z .....	18
<i>ZONAS SÍSMICAS Y CARACTERÍSTICAS DE PELIGRO SÍSMICO</i> .....	19
<i>ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE QUITO</i> .....	20
Zona I.....	20
Zona II.....	21
Zona III.....	21
Zona IV .....	21

Zona V .....	22
<i>CURVAS DE PELIGRO SÍSMICO</i> .....	22
<i>GEOLOGÍA LOCAL</i> .....	23
<i>COEFICIENTES DE PERFIL DE SUELO FA, FD Y FS</i> .....	25
Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto. ....	25
Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca. ....	25
Fs: Comportamiento no lineal de los suelos.....	26
<i>ESPECTRO DE DISEÑO</i> .....	27
<i>COEFICIENTE DE IMPORTANCIA (I)</i> .....	28
<i>IRREGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA</i> .....	28
Coeficiente de configuración estructural en planta. ....	28
Coeficiente de configuración estructural en elevación.....	29
<i>REDUCCIÓN DE RESPUESTA ESTRUCTURAL (R)</i> .....	30
<i>CÁLCULO DEL CORTE BASAL (V)</i> .....	32
<i>CARGA SÍSMICA RELATIVA (W)</i> .....	33
<i>PERIODO DE VIBRACIÓN (T)</i> .....	33
<i>DERIVAS</i> .....	34
<i>RIESGO SÍSMICO</i> .....	35
<i>AMENAZA SÍSMICA</i> .....	35
MICROZONIFICACIÓN .....	36
<i>CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE QUITO</i> .....	36
METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD.....	38
FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD.....	40
<i>FEMA P-154: (RVS) RAPID VISUAL SCREENING OF BUILDINGS FOR POTENTIAL     SEISMIC HAZARDS</i> .....	40
EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS .....	42
<i>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</i> .....	42
<i>MÉTODO ESCLERÓMETRICO</i> .....	42
<i>TIPOS DE MARTILLOS</i> .....	43
<i>DESCRIPCIÓN Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO</i> .....	43
Principio de funcionamiento del hormigón.....	44
<i>PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ENSAYO</i> .....	45
ANÁLISIS ESTRUCTURAL .....	46
<i>ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL</i> .....	46
El análisis estático debe obedecer la ley de Hooke .....	46
Sus cargas son estáticas .....	47

<i>ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL</i> .....	47
MODULO DE ELASTICIDAD .....	48
<b>CAPITULO III</b> .....	<b>50</b>
METODOLOGÍA.....	50
<i>METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO</i> .....	51
<i>ÁREA DE ESTUDIO</i> .....	51
<i>RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO</i> .....	52
<i>FORMULARIOS QUE SE UTILIZARON PARA LA RECOPIACIÓN DE LA</i> <i>INFORMACIÓN</i> .....	53
Fema P - 154.....	53
TIPOLOGIA ESTRUCTURAL.....	55
<i>TIPOLOGÍA 1</i> .....	55
<i>TIPOLOGÍA 2</i> .....	56
<i>TIPOLOGÍA 3</i> .....	56
<i>TIPOLOGÍA 4</i> .....	57
<i>EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS</i> <i>REALIZADAS</i> .....	57
<i>FORMULARIO DE LA ENCUESTA ADICIONAL</i> .....	57
<i>RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA REALIZADA</i> .....	59
1. ¿Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos?.....	59
2. ¿Su vivienda cuenta con planos estructurales?.....	59
3. ¿La construcción estuvo a cargo de un profesional o un contratista?.....	60
4. ¿Tiene conocimiento sobre la cimentación de su vivienda?.....	61
5. Uso de la edificación .....	62
6. ¿Ha realizado algún reforzamiento estructural? .....	63
7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?	
.....	64
REGISTRO DE DATOS MEDIANTE LA EVALUACIÓN RÁPIDA. ....	65
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>67</b>
EVALUACION SÍSMICA DE EDIFICACIONES EXISTENTES DE LA NEC-2015. ....	67
<i>Datos preliminares</i> .....	67
USO DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN RAPIDA NEC 2015 .....	68
<i>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</i> .....	68
<i>TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</i> .....	68
<i>PUNTAJE FINAL DE S</i> .....	69

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	69
RESULTADOS OBTENIDOS .....	70
ENSAYO CON EL ESCLERÓMETRO.....	71
<b>CAPITULO V.....</b>	<b>75</b>
MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA .....	75
<i>DISEÑO ESTÁTICO LINEAL EN LA ESTRUCTURA.</i> .....	75
<i>ANÁLISIS MATEMÁTICO DEL DISEÑO ESTÁTICO LINEAL</i> .....	75
Análisis y diseño de la estructura (Modelación) .....	76
Descripción del software .....	78
Descripción del proyecto.....	78
Definición de los materiales .....	79
Cargas definidas en el diseño.....	80
Parámetros utilizados.....	82
Requerimientos .....	82
Mass Source Data.....	84
Diaphragm Constraint .....	85
Espectro de Respuesta.....	85
Cálculo del periodo de vibración en función de la altura.....	87
Cálculo del Corte Basal (V).....	87
Definimos las cargas permanentes .....	89
Definimos los casos de carga .....	89
Definimos las combinaciones de carga .....	90
Aplicación de cargas a la estructura.....	91
Vista en planta, vista en elevación y vista en 3D de la estructura.....	92
<i>ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL DE LA ESTRUCTURA</i> .....	93
Control de Derivas.....	93
Modos de vibración .....	94
<i>DISEÑO ESTÁTICO NO LINEAL DE LA ESTRUCTURA</i> .....	96
Espectro de respuesta .....	96
Cálculo del Corte Basal (V).....	98
Definimos las cargas permanentes .....	99
Definimos los casos de carga .....	100
Carga gravitacional no lineal.....	100
Aceleración espectral no lineal .....	101
Definimos las combinaciones de carga .....	102
Asignación de Hinges .....	103



<i>ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL DE LA ESTRUCTURA</i> .....	104
Control de Derivas.....	104
Modos de vibración .....	105
<i>ANÁLISIS DE ROTULAS PLÁSTICAS</i> .....	107
Rotulas plásticas en el eje X.....	107
Rotulas plásticas en el eje Y .....	108
<i>ANÁLISIS PUSHOVER</i> .....	109
<b>VI CONCLUSIONES</b> .....	<b>112</b>
<b>VII RECOMENDACIONES</b> .....	<b>113</b>
<b>VIII BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>114</b>
ANEXOS.....	117
<i>Encuesta realizada:</i> .....	117
<i>Formulario fema - 154:</i> .....	132
<i>Fotografías:</i> .....	147

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LÍNEA DE FABRICA DMQ.....	8
FIGURA 2. LÍNEA DE FABRICA DMQ.....	8
FIGURA 3. SECRETARIA DE TERRITORIO DMQ .....	9
FIGURA 4. ECUADOR, ZONAS SÍSMICAS .....	19
FIGURA 5. CURVAS DE PELIGRO SÍSMICO, QUITO .....	23
FIGURA 6. ESPECTRO DE DISEÑO .....	27
FIGURA 7. FORMULA DE CORTE BASAL Y RESPONSE SPECTRUM MODELO, SAP2000 .....	32
FIGURA 8. AUTO SEISMIC – USER COEFICIENT, SAP2000.....	33
FIGURA 9. ZONAS DE QUITO Y LUGARES EN QUE SE HAN OBTENIDO VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE Vs30 .....	36
FIGURA 10. NUEVA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE QUITO .....	38
FIGURA 11. FORMULARIO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES.....	41
FIGURA 12. ESCLERÓMETRO A NIVEL .....	43
FIGURA 13. PARTES QUE CONFORMAN UN ESCLERÓMETRO.....	44
FIGURA 14. MECANISMO DEL ESCLERÓMETRO .....	44
FIGURA 15. ESFUERZO VS DEFORMACIÓN .....	49
FIGURA 16. NORTE DE LA CIUDAD DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, DE LA PARROQUIA: PONCEANO .....	52
FIGURA 17. ENSAYO CON EL ESCLERÓMETRO EN UNA COLUMNA .....	53
FIGURA 18. FOTOGRAFÍA DE MUESTRA, .....	55
FIGURA 19. FOTOGRAFÍA DE MUESTRA, .....	56
FIGURA 20. FOTOGRAFÍA DE MUESTRA, .....	56
FIGURA 21. FOTOGRAFÍA DE MUESTRA, .....	57
FIGURA 22. FORMULARIO DE EVALUACIÓN RÁPIDA MODELO, .....	66
FIGURA 23. DATOS DE LA EDIFICACIÓN, .....	68
FIGURA 24. ENSAYO EN COLUMNAS Y VIGAS, .....	73
FIGURA 25. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES, SAP2000 .....	79
FIGURA 26. SECCIONES DE LA VIVIENDA, SAP2000.....	82
FIGURA 27. SECCIÓN CPA, SAP2000.....	83
FIGURA 28. SECCIÓN CPB, SAP2000.....	83
FIGURA 29. SECCIÓN VIGA BANDA, SAP2000 .....	84
FIGURA 30. MASS SOURCE, SAP2000 .....	84
FIGURA 31. DIAPHRAGM CONSTRAINT, SAP2000.....	85
FIGURA 32. CÁLCULO MATEMÁTICO DEL CORTANTE BASAL Y SAP2000 .....	88

FIGURA 33. DEFINIMOS LAS CARGAS PERMANENTES, SAP2000 .....	89
FIGURA 34. DEFINIMOS LOS CASOS DE CARGA, SAP2000 .....	90
FIGURA 35. COMBINACIONES DE CARGA, SAP2000 .....	91
FIGURA 36. APLICAMOS CARGA VIVA Y CARGA MUERTA, SAP2000 .....	92
FIGURA 37. JUEGO DE VISTAS DE LA ESTRUCTURA, SAP2000.....	93
FIGURA 38. TRES CASOS DE MODO DE VIBRACIÓN, SAP2000.....	95
FIGURA 39. CÁLCULO MATEMÁTICO DEL CORTANTE BASAL Y SAP2000 .....	98
FIGURA 40. DEFINIMOS LAS CARGAS PERMANENTES, SAP2000 .....	99
FIGURA 41. DEFINIMOS LOS CASOS DE CARGA, SAP2000 .....	100
FIGURA 42. CASO DE CARGA ESTÁTICO NO LINEAL, SAP2000 .....	101
FIGURA 43. ACELERACIÓN ESTÁTICO NO LINEAL, SAP2000 .....	102
FIGURA 44. COMBINACIONES DE CARGA, SAP2000 .....	103
FIGURA 45. APLICACIÓN DE LOS HINGES, SAP2000.....	104
FIGURA 46. TRES CASOS DE MODO DE VIBRACIÓN, SAP2000.....	106
FIGURA 47. ANÁLISIS DE INTERACCIÓN EJE X, SAP2000 .....	107
FIGURA 48. ANÁLISIS DE INTERACCIÓN EJE Y, SAP2000 .....	108
FIGURA 49. CURVA DE CAPACIDAD, SAP2000 .....	109
FIGURA 50. ANÁLISIS PUNTO DE DESEMPEÑO, SAP2000 .....	110

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. TERREMOTOS DEL ECUADOR.....	15
TABLA 2. VALORES DEL FACTOR Z EN FUNCIÓN DE LA ZONA SÍSMICA ADOPTADA .....	19
TABLA 3. TIPOS DE PERFILES DE SUELO.....	24
TABLA 4. COEFICIENTE DE AMPLIACIÓN .....	25
TABLA 5. AMPLIFICACIÓN DE LAS ONDAS.....	26
TABLA 6. COMPORTAMIENTO NO LINEAL .....	26
TABLA 7. FACTOR DE IMPORTANCIA.....	28
TABLA 8. IRREGULARIDAD EN PLANTA .....	29
TABLA 9. IRREGULARIDAD EN ELEVACIÓN .....	30
TABLA 10. FACTOR DE REDUCCIÓN R .....	31
TABLA 11. TIPOS DE ESTRUCTURAS PARA UN PERIODO DE VIBRACIÓN .....	34
TABLA 12. FÓRMULAS PARA EL PERIODO DE VIBRACIÓN.....	34
TABLA 13. MÁXIMA DERIVA EN ESTRUCTURAS.....	34
TABLA 14. NIVEL DE AMENAZA SÍSMICA.....	36
TABLA 15. VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTE EN SUELOS DE QUITO.....	37
TABLA 16. PARÁMETROS POR ANALIZAR EN EL PERFIL BIO – SISMO .....	39
TABLA 17. VALOR DEL F’C EN PSI.....	45
TABLA 18. VALOR DE LA RESISTENCIA DEL HORMIGÓN EN LA COLUMNA PLANTA BAJA .....	46
TABLA 19. RESULTADO DE ESTUDIOS PARA EL MÓDULO DE ELASTICIDAD EN ECUADOR.....	50
TABLA 20. REGIÓN SÍSMICA SEGÚN LA ACELERACIÓN ESPECTRAL.....	54
TABLA 21. PUNTAJE FINAL ASOCIADA A LA VULNERABILIDAD SÍSMICA .....	54
TABLA 22. ENCUESTA PARA IDENTIFICAR EL ESTADO DE LAS VIVIENDAS.....	58
TABLA 23. PREGUNTA 1 – CUENTAN CON PLANOS ARQUITECTÓNICOS.....	59
TABLA 24. PREGUNTA 2 - CUENTAN CON PLANOS ESTRUCTURALES.....	60
TABLA 25. PREGUNTA 3 – PROFESIONAL O CONTRATISTA .....	61
TABLA 26. PREGUNTA 4 – CONOCE LA CIMENTACIÓN .....	62
TABLA 27. PREGUNTA 5 – USO DE LA EDIFICACIÓN.....	63
TABLA 28. PREGUNTA 6 – REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	64
TABLA 29. PREGUNTA 7 – PATOLOGÍAS .....	65
TABLA 30. NÚMERO DE VIVIENDAS ANALIZADAS .....	67
TABLA 31. TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL, .....	68
TABLA 32. PUNTAJE FINAL DEL VALOR DE S.....	69
TABLA 33. GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA, .....	70
TABLA 34. RESULTADOS OBTENIDOS, .....	71
TABLA 35. CÁLCULO DEL F’C EN KG/CM <sup>2</sup> EN COLUMNAS .....	74

TABLA 36. CÁLCULO DEL F'C EN KG/CM2 EN VIGAS .....	74
TABLA 37. CÁLCULO DE LA CARGA MUERTA.....	80
TABLA 38: ESPECTRO DE RESPUESTA R: 3 .....	86
TABLA 39. TIPO DE ESTRUCTURA.....	87
TABLA 40. CÁLCULO DE LOS PERIODOS DE VIBRACIÓN.....	87
TABLA 41. CONTROL DE DERIVAS .....	94
TABLA 42. TABLA DE LOS MODOS DE VIBRACIÓN, SAP2000.....	95
TABLA 43. ESPECTRO DE RESPUESTA R: 1 .....	97
TABLA 44. CONTROL DE DERIVAS .....	105
TABLA 45. TABLA DE LOS MODOS DE VIBRACIÓN, SAP2000.....	106

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: ENCUESTA 1 .....	117
ANEXO 2: ENCUESTA 2 .....	118
ANEXO 3: ENCUESTA 3 .....	119
ANEXO 4: ENCUESTA 4 .....	120
ANEXO 5: ENCUESTA 5 .....	121
ANEXO 6: ENCUESTA 6 .....	122
ANEXO 7: ENCUESTA 7 .....	123
ANEXO 8: ENCUESTA 8 .....	124
ANEXO 9: ENCUESTA 9 .....	125
ANEXO 10: ENCUESTA 10.....	126
ANEXO 11: ENCUESTA 11.....	127
ANEXO 12: ENCUESTA 12.....	128
ANEXO 13: ENCUESTA 13.....	129
ANEXO 14: ENCUESTA 14.....	130
ANEXO 15: ENCUESTA 15.....	131
ANEXO 16: FORMULARIO 1 .....	132
ANEXO 17: FORMULARIO 2 .....	133
ANEXO 18: FORMULARIO 3 .....	134
ANEXO 19: FORMULARIO 4 .....	135
ANEXO 20: FORMULARIO 5 .....	136
ANEXO 21: FORMULARIO 6 .....	137
ANEXO 22: FORMULARIO 7 .....	138
ANEXO 23: FORMULARIO 8 .....	139
ANEXO 24: FORMULARIO 9 .....	140
ANEXO 25: FORMULARIO 10 .....	141
ANEXO 26: FORMULARIO 11 .....	142
ANEXO 27: FORMULARIO 12 .....	143
ANEXO 28: FORMULARIO 13 .....	144
ANEXO 29: FORMULARIO 14 .....	145
ANEXO 30: FORMULARIO 15 .....	146
ANEXO 31: FOTOGRAFÍA 1.....	147
ANEXO 32: FOTOGRAFÍA 2.....	147
ANEXO 33: FOTOGRAFÍA 3.....	148
ANEXO 34: FOTOGRAFÍA 4.....	148
ANEXO 35: FOTOGRAFÍA 5.....	149
ANEXO 36: FOTOGRAFÍA 6.....	149

# CAPITULO I

## GENERALIDADES

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo, se proporcionará la información necesaria para llevar a cabo la investigación relacionada con el análisis de la vulnerabilidad sísmica abordado en este estudio. Se considerará los siguientes aspectos: planteamiento del problema, formulación de hipótesis, revisión de antecedentes, trabajos previos relacionados con el tema, objetivos de la investigación, alcance del estudio, justificación y limitaciones encontradas durante la realización de esta investigación.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El planteamiento del problema se centrará en la situación actual de las viviendas en el sector del Barrio La Esperanza, al norte de la ciudad de Quito, donde se han construido edificaciones antiguas sin seguir criterios profesionales ni basarse en las normativas de construcción establecidas. Esto ha generado un escenario de vulnerabilidad sísmica, dado que la ciudad de Quito está expuesta a múltiples amenazas sísmicas y desastres naturales. Es esencial comprender y evaluar la vulnerabilidad de estas edificaciones con el fin de prevenir colapsos y salvaguardar la seguridad de los residentes.

Dado que Ecuador se encuentra expuesto a múltiples amenazas sísmicas y desastres naturales, es crucial priorizar un manejo adecuado en la calidad de las construcciones. Para ello, es necesario un control riguroso por parte de las entidades colaboradoras en Ecuador para evitar la construcción de estructuras vulnerables o una implementación deficiente de las técnicas constructivas.

Según la Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON) en Quito, aproximadamente el 90% de las construcciones en las zonas periféricas de la ciudad carecen de una planificación adecuada o de materiales de calidad. Estas construcciones informales se realizan sin los permisos municipales correspondientes. Estos datos resaltan la necesidad urgente de realizar estudios de vulnerabilidad sísmica con el fin de asegurar la seguridad y el bienestar de los habitantes.

Por lo tanto, es imprescindible llevar a cabo estudios exhaustivos sobre la vulnerabilidad sísmica para salvaguardar la vida de los habitantes en estas áreas. Estos estudios proporcionarán información valiosa sobre la integridad estructural y las medidas de seguridad necesarias para mitigar el impacto de posibles eventos sísmicos. Al abordar las deficiencias en la calidad de construcción y repotenciar el cumplimiento de las regulaciones y normas de construcción, se busca minimizar los riesgos asociados a las actividades sísmicas y mejorar la resiliencia del sector de viviendas en regiones vulnerables.

Para este estudio, nos basaremos principalmente en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC 2015). Los capítulos más relevantes y referenciados en el estudio son:

**Capítulo 4: Cargas.** Este capítulo proporciona los criterios y valores de diseño para determinar las cargas sísmicas que deben tenerse en cuenta al analizar la vulnerabilidad de las viviendas frente a eventos sísmicos.

**Capítulo 5: Diseño Sísmico.** Aquí se establecen los procedimientos y requisitos para el diseño estructural sismorresistente de las construcciones. Se abordan aspectos como la clasificación de las zonas sísmicas, los coeficientes de respuesta sísmica y los sistemas estructurales recomendados.

**Capítulo 6: Concreto Armado.** Este capítulo aborda los aspectos relacionados con el diseño y la construcción de elementos estructurales de concreto armado, como vigas, columnas y losas. Se consideran aspectos de resistencia, detalle de refuerzos y dimensionamiento de elementos.

**Capítulo 7: Mampostería.** Aquí se tratan los aspectos relacionados con el diseño y la construcción de elementos de mampostería, como muros y paredes. Se definen criterios de diseño con el propósito de asegurar la capacidad de resistencia sísmica de dichas estructuras.

Estos capítulos proporcionan las pautas y criterios necesarios para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas y determinar si cumplen con los estándares de seguridad establecidos en la NEC 2015. Al referenciar y aplicar estos capítulos, se busca identificar las deficiencias y debilidades estructurales en las construcciones existentes.



## HIPÓTESIS

Existe una alta probabilidad de que las viviendas ubicadas en un sector específico del barrio La Esperanza, al norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, parroquia Ponceano, presenten una vulnerabilidad sísmica significativa debido al incumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 y el uso de técnicas inadecuadas durante su construcción.

## ANTECEDENTES

La revisión de antecedentes y trabajos previos relacionados con el tema permitirá obtener información y conocimientos previos sobre la vulnerabilidad sísmica en contextos similares. Se analizarán estudios científicos, informes técnicos y experiencias de intervenciones previas en zonas de riesgo sísmico.

La elevada amenaza sísmica como consecuencia de la ubicación del Ecuador y la presencia de estructuras vulnerables en la ciudad de Quito, hacen que la capital se encuentre sujeta a un riesgo sísmico relativamente alto. “*Algunos esfuerzos se han realizado en los últimos años, dirigidos hacia la evaluación del riesgo sísmico de la ciudad, buscando alternativas viables hacia la prevención de desastres y la mitigación de futuras pérdidas por terremotos*” (Yépez, 2001), (Estrada Arana & Vivanco Pesántez, 2019).

Eventos sísmicos recientes, como el terremoto del 12 de agosto de 2014 con una magnitud de 5.1 en la escala de Richter, originado en el sistema de fallas superficiales de Quito, y el terremoto del 16 de abril de 2016 con una magnitud de 7.8 en la escala de Richter, originado en la zona de subducción de las placas de Nazca y Sudamericana en la costa del Ecuador, han causado daños significativos en la infraestructura de diferentes áreas de la ciudad de Quito, a pesar de que la ciudad se encuentre alejada del epicentro de los sismos. Adicionalmente, el rápido crecimiento desordenado del Distrito Metropolitano de Quito ha dado lugar a la construcción de edificaciones de baja calidad y a la urbanización de zonas peligrosas, como laderas inestables y quebradas rellenadas con tierra suelta. Esto aumenta la vulnerabilidad de la ciudad ante futuros eventos sísmicos. Es importancia abordar este problema con el fin de asegurar la seguridad y protección tanto de las estructuras como de la población en general.

La realización del estudio de vulnerabilidad sísmica de las viviendas en un sector específico del barrio La Esperanza, al norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, parroquia Ponceano, se justifica por la necesidad de conocer y comprender las técnicas constructivas utilizadas por los propietarios en dichas viviendas. Este estudio es fundamental ya que proporcionará la base para evaluar la vulnerabilidad sísmica de estas construcciones. Es importante entender cómo se llevaron a cabo las construcciones y qué prácticas constructivas se utilizaron, con el fin de identificar posibles deficiencias que puedan aumentar la vulnerabilidad ante eventos sísmicos. Con esta información, se podrán proponer medidas de mitigación y mejorar la resiliencia de las viviendas frente a futuros sismos, con el objetivo de proteger la seguridad y el bienestar de los residentes.

Es importante destacar que estas viviendas se consideran construcciones informales, generalmente construidas con hormigón armado y losas planas. Estas estructuras suelen tener un comportamiento sísmico deficiente debido a la falta de normas técnicas o códigos de construcción formales. Además, al estar ubicadas en una zona de la sierra, donde los sismos suelen ser más superficiales y generan mayores daños estructurales, es crucial concienciar a los residentes sobre la importancia de cumplir con la normativa vigente en Ecuador (NEC 2015). El objetivo es reducir la vulnerabilidad sísmica en este tipo de viviendas.

#### TRABAJOS PREVIOS SOBRE EL TEMA

El presente trabajo requiere de varias fuentes de información, como investigaciones, artículos, libros e informes, que nos permitan alcanzar los objetivos de este estudio. A continuación, se mencionan algunas fuentes que pueden ser útiles para obtener la información necesaria:

**Investigaciones científicas:** Buscar investigaciones académicas y científicas relacionadas con la vulnerabilidad sísmica de construcciones en zonas similares, tanto a nivel nacional como internacional. Estos estudios pueden proporcionar datos y análisis sobre técnicas constructivas, materiales utilizados y comportamiento estructural en eventos sísmicos.

- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica, análisis estructural y diseño del reforzamiento de una vivienda de tres pisos ubicada en el norte de Quito – Ecuador, en el año del 2019, este proyecto fue realizado en la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, por los alumnos previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida, en el año del 2016, en la ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL por los profesionales de posgrado.
- Vulnerabilidad sísmica de Quito – Ecuador, Fase I: Curvas de capacidad de las tipologías estructurales, proyectos GEM – SARA, en el año 2017 – 2018, Autores: CARLOS CELI, JUAN CARLOS PANTOJA, DIEGO SOSA Y CARLOS AYALA.
- Análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en la ciudad de Trujillo, Lima - Perú, en el año del 2013, por el estudiante de la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PERÚ, tesis para obtener su título de Ingeniero Civil.
- Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la peligrosidad sísmica en el Ecuador continental y estudio de riesgo sísmico en la ciudad de Quito, en el año 2016, por la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, tesis doctoral.
- Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de 97 edificaciones de la “Comuna Santa Clara de San Millán”, Quito, en el año del 2018, investigación que fue realizado por la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK.
- Vulnerabilidad sísmica de edificios, en el año de 1994, MONOGRAFÍAS DE INGENIERÍA SÍSMICA

**Normativas y códigos de construcción:** Consultar la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) vigente en Ecuador, en particular la versión de 2015, que establece los requisitos y estándares para la construcción de edificaciones en zonas sísmicas. También es relevante revisar los códigos de construcción internacionales reconocidos.

**Experiencias locales y casos de estudio:** Buscar casos de estudio y experiencias similares en la región de Quito o en áreas con características geográficas y sísmicas comparables. Estos casos pueden proporcionar información práctica sobre las técnicas constructivas utilizadas y los desafíos enfrentados.

Es importante realizar una búsqueda exhaustiva en bibliotecas, bases de datos científicas, portales gubernamentales y sitios web de instituciones relevantes para acceder a la información más actualizada y confiable relacionada con el tema de estudio.

## OBJETIVOS

### **Objetivo principal**

El objetivo de este estudio es realizar un análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en un sector específico del barrio La Esperanza, al norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, parroquia Ponceano. El análisis se llevará a cabo mediante formularios de evaluación visual rápida, teniendo en cuenta los criterios establecidos en la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015). El objetivo final es identificar el grado de vulnerabilidad sísmica de estas viviendas y proporcionar recomendaciones para mejorar su capacidad de resistencia ante eventos sísmicos.

### **Objetivos secundarios**

Además del objetivo principal de realizar un análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el sector específico del barrio La Esperanza, al norte de Quito, provincia de Pichincha, parroquia Ponceano, mediante formularios de evaluación visual rápida y considerando la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015), se pueden plantear los siguientes objetivos secundarios:

1. Identificar las tipologías estructurales de las viviendas seleccionadas en el área de estudio, considerando su configuración estructural y sistema constructivo. Esto permitirá clasificar las viviendas según sus características y evaluar su comportamiento sísmico.
2. Realizar un diagnóstico visual de las viviendas seleccionadas, basado en sus características estructurales e identificar las deficiencias y patologías

existentes en la estructura. Esto proporcionará información detallada sobre las condiciones actuales de las viviendas y permitirá evaluar su nivel de riesgo sísmico.

3. Realizar un tratamiento estadístico de la información recopilada a través de los formularios de evaluación visual rápida. Esto implica analizar los datos recolectados y generar estadísticas descriptivas que resuman la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el área de estudio.
4. Analizar las viviendas con mayor vulnerabilidad sísmica en el área de estudio, considerando la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015). Esto implica evaluar las viviendas en función de los requisitos y estándares establecidos en la normativa, y proporcionar información técnica y posibles soluciones para mejorar su capacidad de resistencia sísmica.

Estos objetivos secundarios permitirán obtener una comprensión más completa de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el área de estudio, así como identificar las viviendas con mayor riesgo y proponer posibles acciones para mitigar dicho riesgo.

#### ALCANCE

El alcance de este proyecto se centra en realizar un análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas ubicadas en el barrio de La Esperanza, sector área verde, parroquia Ponceano, en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, Ecuador. El estudio se llevará a cabo considerando las características estructurales y el sistema constructivo de las viviendas seleccionadas.

Además, se tomará en cuenta el entorno geográfico y las condiciones ambientales del sector, incluyendo la presencia de una quebrada rellena en el lindero Oeste, por donde pasa un colector de aguas lluvias y aguas servidas que desembocan en el río Monjas.

El alcance de esta tesis se limita al análisis de las viviendas en el sector mencionado y no incluye un análisis exhaustivo de otras infraestructuras o aspectos urbanos en la zona. Sin embargo, los resultados y conclusiones obtenidos pueden ser útiles para generar conciencia sobre la importancia de la construcción segura y proporcionar recomendaciones para mejorar la resiliencia sísmica en el sector estudiado.

AFECTACIONES/PROTECCIONES				
Descripción	Tipo	Derecho de vía	Retiro (m)	Observación
EL COLEGIO [Retiro:3.00m del eje]	ESPECIAL		3.00	Las franjas de protección definitivas deben establecerse según los detalles que consta en el proyecto respectivo de agua potable y alcantarillado aprobado por la EPMAPS.
QUEBRADA RELLENA	QUEBRADA RELLENA			El lote se encuentra en zona de quebrada rellena. Para edificar solicitará la definición del borde superior de accidente geográfico a la DMC y adjuntará un informe de estudio de suelos emitido por una entidad competente.
PROTECCIÓN DE ACCIDENTE GEOGRÁFICO	RETIRO			El retiro de protección de accidente geográfico visualizado en este documento es únicamente referencial. El retiro de protección de accidente geográfico definitivo se establecerá de acuerdo con los artículos 116 117 y 118 de la ordenanza No. 172 que establece el Régimen Administrativo del Suelo en el DMQ, en base a los parámetros establecidos en el informe de definición del borde superior de accidente geográfico emitida por la DMC.

**Afectación del Área de Estudio**

Figura 1. Línea de Fabrica DMQ

Fuente: [https://pam.quito.gob.ec/mdmq\\_web\\_irm/irm/buscarPredio.jsf](https://pam.quito.gob.ec/mdmq_web_irm/irm/buscarPredio.jsf), 2021

La manzana cuenta con un aproximado de 15 viviendas, entre 2 y 3 pisos, en su mayoría construidas con hormigón armado, con losas alivianadas y vigas bandas, el uso que se les da a estas construcciones son como viviendas, bodegas, locales comerciales y talleres. En los linderos Sur y Este del sitio de estudio se encuentra la Avenida Mariscal Antonio José de Sucre.

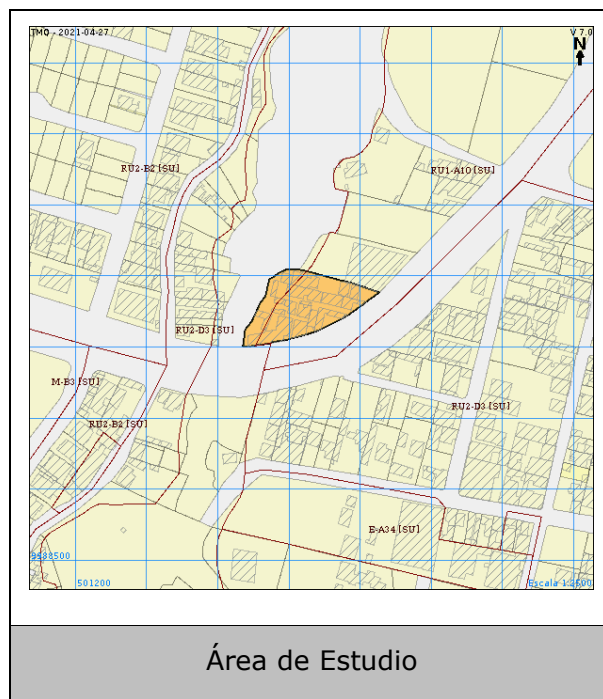


Figura 2. Línea de Fabrica DMQ

Fuente: [https://pam.quito.gob.ec/mdmq\\_web\\_irm/irm/buscarPredio.jsf](https://pam.quito.gob.ec/mdmq_web_irm/irm/buscarPredio.jsf), 2021



Figura 3. Secretaria de territorio DMQ

Fuente:

[https://territorio.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=47ccc16154584d458d7e657dba576855&fbclid=IwAR1RsM2y7FtXw3DYzamQq-GrjDYM\\_Z9HwicbhsvQLQL0UuZ1cknPY2OUqto](https://territorio.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=47ccc16154584d458d7e657dba576855&fbclid=IwAR1RsM2y7FtXw3DYzamQq-GrjDYM_Z9HwicbhsvQLQL0UuZ1cknPY2OUqto), 2021

Para lograr el alcance de este estudio, se llevará a cabo el ensayo no destructivo de Esclerometría en una de las viviendas seleccionadas en función de su configuración estructural y tipología. Este ensayo permitirá determinar la resistencia del hormigón utilizado en la construcción de la vivienda.

Además, se utilizarán los formularios de evaluación visual rápida para identificar y registrar las patologías existentes en la estructura de la vivienda. Estos formularios proporcionarán una evaluación visual detallada de las deficiencias estructurales, tales como fisuras, desprendimientos, deformaciones u otras irregularidades que puedan comprometer la seguridad sísmica de la vivienda.

La combinación del ensayo de Esclerometría y los formularios de evaluación visual rápida permitirá obtener información valiosa sobre la calidad del hormigón utilizado en la construcción y detectar posibles daños o debilidades en la estructura de la vivienda.

Estos datos recopilados se analizarán y se utilizarán en conjunto con otros métodos de evaluación para realizar un diagnóstico completo de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas en el sector estudiado.

Es importante destacar que este enfoque nos brindará una visión más precisa de la condición estructural de las viviendas seleccionadas, lo que nos permitirá comprender

mejor su comportamiento ante eventos sísmicos y proporcionar recomendaciones específicas para mejorar su capacidad de resistencia sísmica.

## JUSTIFICACIÓN

En este sector del Barrio La Esperanza, ubicado en el Cantón Quito, Provincia de Pichincha, se encuentran numerosas viviendas que presentan una alta vulnerabilidad sísmica. Estas viviendas se caracterizan por ser informales, es decir, no cumplen con los estándares establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. Existe una alta probabilidad de que estas construcciones no hayan sido diseñadas ni construidas siguiendo criterios estructurales eficientes y autosoportantes.

Los residentes de estas viviendas, al notar la presencia de patologías y deficiencias estructurales, se han dado cuenta de la necesidad de llevar a cabo un estudio para comprender mejor la vulnerabilidad sísmica de sus hogares. El propósito de este estudio es generar conciencia y proporcionar los conocimientos necesarios para evitar el incumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, además de informar a los residentes sobre la ineficiencia de los métodos tradicionales de construcción frente a eventos sísmicos de cierta magnitud.

Para el desarrollo de este estudio, se han considerado diversos aspectos de gran importancia. Entre ellos, se llevarán a cabo ensayos no destructivos en una vivienda seleccionada en función de su configuración estructural y la facilidad de acceso para realizar dichos ensayos. Estos ensayos proporcionarán resultados que serán de gran ayuda para los habitantes de este sector, al corroborar la necesidad de utilizar mejores técnicas constructivas. Esto permitirá lograr un mejor estilo de vida, con una mayor seguridad estructural ante eventos sísmicos.

En resumen, la justificación de este estudio radica en la alta vulnerabilidad sísmica de las viviendas informales en el sector mencionado. Y de esta manera concientizar a los residentes, proporcionarles los conocimientos necesarios para cumplir con las normas de construcción y demostrar la ineficiencia de los métodos tradicionales frente a eventos sísmicos. Los resultados de este estudio se espera que fomenten la implementación de mejores técnicas constructivas, contribuyendo así a mejorar el estilo de vida de los habitantes y garantizando una mayor seguridad estructural en la zona.



## LIMITACIONES

Una de las limitaciones para este estudio es el acceso a la información que cuentan los habitantes de este sector, como son planos estructurales, es decir: armado del acero en la cimentación, armado del acero en vigas, losas y columnas o si la resistencia del hormigón aplicado en estas construcciones fue la adecuada para soportar las cargas axiales generadas por los pisos superiores, así como la información de los materiales utilizados o si estos utilizaron la normativa vigente en el momento de su construcción.

Otra limitación significativa es la situación actual de pandemia y el confinamiento debido al COVID-19 en Ecuador. Esto implica que se deben tomar precauciones adicionales y evitar el acceso prolongado a las viviendas en todo el sector. Por esta razón, el área de estudio se limitará y se centrará en ciertas viviendas seleccionadas en función de su tipología y configuración estructural adecuada para este estudio. De esta manera, se busca evitar cualquier riesgo de contagio o propagación del COVID-19 entre los residentes del sector.

A pesar de estas limitaciones, se realizarán esfuerzos para recopilar la información disponible y llevar a cabo los ensayos no destructivos necesarios en las viviendas seleccionadas. Esto permitirá obtener resultados y conclusiones relevantes para mejorar la comprensión de la vulnerabilidad sísmica en este sector específico. Asimismo, se buscará proporcionar recomendaciones y conocimientos útiles a los moradores para abordar las deficiencias identificadas y promover prácticas constructivas más seguras y acordes a las normativas vigentes.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### MÉTODO DE DISEÑO SÍSMICO

El diseño de estructuras y elementos en hormigón armado para este estudio se llevará a cabo siguiendo la filosofía de diseño descrita en la Norma Ecuatoriana de la Construcción para el Diseño Sísmico de Edificaciones (NEC-SE-DS, 2015). Esta normativa establece los criterios y requisitos para el diseño de estructuras resistentes

a los efectos sísmicos, con el objetivo de potenciar la seguridad y minimizar los daños en caso de un evento sísmico.

Al aplicar la filosofía de diseño de la NEC-SE-DS, se tendrán en cuenta los parámetros sísmicos relevantes, como la clasificación de la zona sísmica, el nivel de amenaza sísmica y el tipo de suelo en el área de estudio. Estos parámetros influyen en la determinación de las cargas sísmicas y en la selección de los coeficientes de diseño adecuados para dimensionar los elementos estructurales.

En concordancia con la Norma Ecuatoriana de la Construcción para el Diseño Sísmico de Edificaciones (NEC-SE-HM, 2015), se establece que el diseñador debe definir un mecanismo dúctil en las estructuras para permitir una adecuada disipación de energía sin llegar al colapso. Para lograr esto, se recomienda que las rótulas plásticas se formen preferentemente en los extremos de las vigas, en la base de las columnas del primer piso y en la base de los muros estructurales.

La formación de rótulas plásticas en los extremos de las vigas, en la base de las columnas del primer piso y en la base de los muros estructurales es especialmente importante, ya que son los puntos críticos donde se concentran las fuerzas y momentos sísmicos. Al permitir la formación de rótulas plásticas en estas áreas, se garantiza la capacidad de disipación de energía y la capacidad de deformación controlada de la estructura.

La consideración de este mecanismo dúctil en el diseño de las estructuras conforme a la NEC-SE-HM, 2015, contribuye a mejorar la capacidad de respuesta de las viviendas ante eventos sísmicos, aumentando la seguridad y reduciendo el riesgo de daños estructurales graves.

## DURABILIDAD DEL HORMIGÓN

El hormigón es conocido por su durabilidad y resistencia. Se utiliza ampliamente en la construcción debido a su capacidad para soportar cargas pesadas y resistir los efectos de los elementos y el paso del tiempo.

“Para asegurar una larga vida útil del hormigón de cemento hidráulico, es necesario tener presente una serie de precauciones y cuidados con el propósito de asegurar la

suficiente calidad del material para que responda a las exigencias de la obra, en cuanto a:

- Resistencia mecánica,
- Resistencia a agentes agresivos,
- Intemperie”

(NEC-SE-HM, 2015).

A pesar de su durabilidad general, el hormigón puede verse afectado por factores como la exposición a productos químicos agresivos, ciclos de congelación y descongelación, cargas excesivas, vibraciones, movimientos del suelo y falta de mantenimiento. Por lo tanto, es importante seguir las prácticas adecuadas de diseño, construcción y mantenimiento para aumentar la durabilidad a largo plazo del hormigón.

#### PATOLOGÍAS EN LA CONSTRUCCIÓN

Algunas de las patologías en las estructuras son fallas o problemas que comprometen a la construcción, como pueden ser humedad, atmosfera agresiva, errores de diseño, mala calidad de los materiales de construcción, corrosión en las armaduras, entre otros, la cual este necesariamente necesita ser tratados.

- **Humedad:** La presencia de humedad puede ser causada por filtraciones de agua, condensación o falta de aislamiento adecuado. La humedad puede provocar daños en los materiales, como la corrosión del acero, la degradación del hormigón o el crecimiento de moho y hongos.
- **Atmósfera agresiva:** En entornos con exposición a productos químicos, gases corrosivos o altos niveles de humedad, las estructuras pueden sufrir daños debido a la corrosión de los materiales, lo que debilita su resistencia y durabilidad.
- **Errores de diseño:** Los errores en el diseño pueden incluir cálculos incorrectos de cargas, dimensiones inadecuadas o diseños estructurales deficientes. Estos errores pueden llevar a deformaciones excesivas, concentración de tensiones o falta de resistencia ante las cargas previstas.

- **Mala calidad de los materiales de construcción:** El uso de materiales de baja calidad o la presencia de materiales defectuosos puede afectar negativamente la estructura. Esto puede incluir problemas como hormigón de baja resistencia, acero de mala calidad o mampostería con defectos.
- **Corrosión en las armaduras:** La corrosión del acero de refuerzo en el hormigón armado es una patología común. La exposición a la humedad, la presencia de sales o la falta de recubrimiento protector pueden iniciar la corrosión, lo que resulta en la expansión del acero y la fisuración o desprendimiento del hormigón circundante.

## SISMOS EN EL ECUADOR

El Ecuador se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, lo que lo convierte en un país con alta sismicidad. En las últimas décadas, se han registrado varios eventos sísmicos de gran magnitud en diferentes regiones del país, lo que ha ocasionado daños estructurales y pérdidas humanas significativas.

Los estudios realizados durante los últimos 80 años han documentado eventos sísmicos de gran magnitud que han dejado impactos notorios. Estos eventos son causados por la interacción entre las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica, en un proceso conocido como subducción, donde una placa se desliza por debajo de la otra. Esta interacción es evidente en las características geográficas de la cordillera de los Andes, que se eleva gradualmente hasta alcanzar alturas de hasta 3.950 metros sobre el nivel del mar. Por esta razón en varias ciudades del Ecuador se ha registrado eventos sísmicos significativos como se muestra en la siguiente tabla.

N°	FECHA	EPICENTRO		PROFUNDIDAD (KM)	INTENSIDAD MÁXIMA	PROVINCIA DE REFERENCIA
		LATITUD	LONGITUD			
1	1541/04/01	-0,10	-77,80	-	VIII	NAPO
2	1587/08/31	0,00	-78,40	-	VIII	PICHINCHA
3	1645/03/15	-1,68	-78,40		IX	CHIMBORAZO, TUNGURAHUA
4	1674/08/29	-1,70	-79,00		IX	CHIMBORAZO, BOLIVAR
5	1687/11/22	-1,10	-78,25		VIII	TUNGURAHUA
6	1698/06/20	-1,45	-78,30		X	TUNGURAHUA, CHIMBORAZO
7	1736/12/06	-0,78	-78,80		VIII	PICHINCHA, COTOPAXI
8	1749/01/20	-4,00	79,20		VIII	LOJA
9	1755/04/28	-0,21	-78,48		VIII	PICHINCHA
10	1757/02/22	-0,21	-78,48		IX	COTOPAXI, TUNGURAHUA
11	1834/01/20	1,30	-76,90		XI	CARCHI, NARIÑO
12	1786/05/10	-1,70	-78,80		VIII	CHIMBORAZO
13	1797/02/04	-1,43	-78,55		XI	CHIMBORAZO, TUNGURAHUA, COTOPAXI Y PARTE DE BOLIVAR Y PICHINCHA
14	1859/03/22	0,40	-78,40		VIII	PICHINCHA, IMBABURA, COTOPAXI
15	1868/08/15	0,60	-78,00		VIII	CARCHI
16	1868/08/16	0,31	-78,18		X	IMBABURA, CARCHI, PICHINCHA
17	1896/05/03	-0,51	-80,45		IX	MANABÍ
18	1906/01/31	1,00	-81,30	25	IX	ESMERALDAS, NARIÑO (COLOMBIA)
19	1911/09/23	-1,70	-78,90		VIII	CHIMBORAZO, BOLIVAR
20	1913/02/23	-4,00	-79,40		VIII	LOJA, AZUAY
21	1914/05/31	-0,50	-78,48		VIII	PICHINCHA, COTOPAXI
22	1923/02/05	-0,50	-78,50		VIII	PICHINCHA
23	1923/12/16	0,90	-77,80		VIII	CARCHI, NARIÑO (COLOMBIA)
24	1926/12/18	0,80	-77,90		VIII	CARCHI
25	1929/07/25	-0,40	-78,55		VIII	PICHINCHA
26	1938/08/10	-0,30	-78,40		VIII	PICHINCHA
27	1942/05/14	0,01	-80,12	20	IX	MANABÍ, GUAYAS Y BOLIVAR
28	1949/08/05	-1,25	-78,37	60	X	TUNGURAHUA, CHIMBORAZO, COTOPAXI
29	1953/12/12	-3,40	-80,60		VIII	LOJA, NORTE DEL PERÚ
30	1955/07/20	0,20	-78,40		VIII	PICHINCHA, IMBABURA.
31	1958/01/19	1,22	-79,37	40	VIII	ESMERALDAS
32	1961/04/08	-2,20	-78,90	24	VIII	CHIMBORAZO
33	1964/05/19	0,84	-80,29	34	VIII	MANABÍ
34	1970/12/10	-3,79	-80,66	42	IX	LOJA, EL ORO, AZUAY, NORTE DEL PERÚ
35	1987/03/06	-0,87	-77,14	12	IX	NAPO, SUCUMBIÓS, IMBABURA
36	1995/10/02	-2,79	-77,97	24	VIII	MORONA SANTIAGO
37	1998/08/04	-0,55	-80,53	39	VIII	MANABÍ
RESUMEN:	NÚMERO TOTAL DE TERREMOTOS DESTRUCTIVOS: 37		PERÍODO DE AÑOS: (1541-1999)			
	PROMEDIO SISMIOS/AÑOS: 12,4					

Intensidad máxima en Pichincha = VIII

Tabla 1. Terremotos del Ecuador

Fuente: Egred (1999b), 2021

## VULNERABILIDAD SÍSMICA

“El análisis de vulnerabilidad se lleva a cabo mediante el uso de funciones de vulnerabilidad o fragilidad, las cuales establecen una relación probabilística entre la intensidad sísmica y el nivel de daño que puede sufrir una estructura. Estas funciones no solo consideran el daño físico en la edificación, sino también las posibles consecuencias en términos de pérdidas humanas y materiales”. (NEC-SE-RE, 2015).

La vulnerabilidad de una edificación se refiere al grado de posibles daños que puede experimentar una estructura en una comunidad expuesta a una amenaza sísmica. “Esto depende del nivel de fragilidad de la estructura, sin tener en cuenta necesariamente la peligrosidad del lugar. La vulnerabilidad es una característica del comportamiento de la edificación y puede clasificarse en un rango que va desde estructuras altamente vulnerables hasta aquellas con menor vulnerabilidad durante un evento sísmico”. (Vargas Saltos M. E., 2016).

En cuanto a la metodología utilizada para calcular la vulnerabilidad de las estructuras, los resultados obtenidos representan un índice de daño que caracteriza la degradación que podría sufrir una estructura de una tipología estructural específica.

Es importante destacar que el cálculo de la vulnerabilidad sísmica y el desarrollo de funciones de vulnerabilidad son procesos complejos que requieren datos precisos y detallados sobre las características de las estructuras y su entorno. Estos análisis son fundamentales para evaluar el riesgo sísmico y tomar decisiones informadas sobre la mitigación y la planificación urbana.

## VULNERABILIDAD SÍSMICA EN QUITO

La vulnerabilidad está asociada al riesgo y se define como la combinación de tres factores: el peligro, la vulnerabilidad y la exposición. La ecuación de riesgo se expresa como ***Riesgo = Vulnerabilidad x Peligro x Exposición***. En el contexto de la vulnerabilidad sísmica, se evalúa el comportamiento estructural de los elementos frente a un evento sísmico,

La vulnerabilidad está asociada a un conjunto de elementos, sometidos a una amenaza de cualquier naturaleza causando los daños estructurales. En cambio, la Vulnerabilidad sísmica evalúa el comportamiento estructural y sus elementos frente a un evento sísmico. (Gualoto Guacollante & Querembas Chanatasi, 2019).

En el caso de la ciudad de Quito, se han registrado terremotos en el pasado, principalmente durante etapas en las que la ciudad estaba en desarrollo y tenía una densidad poblacional baja. Sin embargo, con el crecimiento poblacional, se han presentado problemas en términos de técnicas constructivas deficientes y ubicación en suelos inestables. Esto ha generado áreas urbanas con alta vulnerabilidad sísmica, ya que las edificaciones carecen de diseños sismorresistentes y no se construyen de acuerdo con códigos o normas adecuadas. Estas deficiencias en la construcción pueden ocasionar fallas estructurales en caso de un evento sísmico.

Para reducir la vulnerabilidad sísmica en Quito, es esencial implementar medidas de mitigación y adoptar códigos de construcción sísmica adecuados. Esto implica fortalecer las estructuras existentes, promover la construcción de edificaciones sismo resistentes, mejorar la calidad de los materiales utilizados y fomentar la conciencia pública sobre la importancia de la preparación y la seguridad sísmica. Asimismo, se debe considerar la planificación urbana y la ubicación adecuada de las infraestructuras críticas, como hospitales y escuelas, teniendo en cuenta la amenaza sísmica y la vulnerabilidad de la zona.

#### VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

La vulnerabilidad estructural se refiere a los daños causados a los elementos estructurales de una construcción después de ser sometida a los esfuerzos generados por un evento sísmico. Estos elementos son responsables de soportar las cargas laterales del sismo y las cargas axiales generadas por los pisos superiores. La transmisión de estas cargas ocurre desde la losa a las vigas, de las vigas a las columnas y de las columnas a la cimentación, que finalmente se disipa en el suelo donde se asienta la edificación.

Es fundamental que exista una conexión adecuada entre estos elementos estructurales para que puedan trabajar de manera conjunta. Las conexiones entre la cimentación y las columnas, las columnas y las vigas, y las vigas y la losa deben ser sólidas y confiables para evitar fallas durante un evento sísmico. Una conexión deficiente o débil puede comprometer la resistencia y estabilidad de toda la estructura.

Por lo tanto, la vulnerabilidad estructural se relaciona con la capacidad de una estructura para resistir y soportar las cargas sísmicas de manera segura. La calidad

del diseño estructural, la elección de materiales adecuados, la correcta ejecución de las conexiones y el mantenimiento regular de la estructura son aspectos clave para reducir la vulnerabilidad estructural y brindar seguridad a las personas y los bienes ante eventos sísmicos.

## PELIGRO SÍSMICO DEL ECUADOR Y EFECTOS SISMICOS

### **Zona sísmica y curvas de peligro sísmico**

### **Zonificación sísmica en el ecuador y factor de zona Z**

El Ecuador se encuentra en una ubicación geográfica estratégica donde podemos clasificar el uso de suelo por zonas altamente sísmica. Estos sismos son causados por la interacción entre la placa tectónica de Nazca y la placa continental Sudamericana.

En la región donde se encuentran estas placas, se produce una convergencia de placas, donde la placa de Nazca, que se encuentra debajo del océano Pacífico, se desliza por debajo de la placa continental Sudamericana. Esta interacción genera una gran cantidad de energía acumulada a medida que las placas se desplazan y se traban entre sí.

Dada esta situación, es fundamental que el Ecuador tome en cuenta la actividad sísmica en la planificación y construcción de sus estructuras, implementando normas y estándares de construcción sísmicamente resistentes. Además, es importante promover la conciencia y la preparación ante sismos en la población, así como contar con sistemas de alerta temprana y planes de emergencia adecuados para mitigar los efectos de los sismos y potenciar la seguridad de sus habitantes.

“Para los edificios de uso normal, se usa el valor de Z, que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad”., (NEC-SE-DS, 2015).



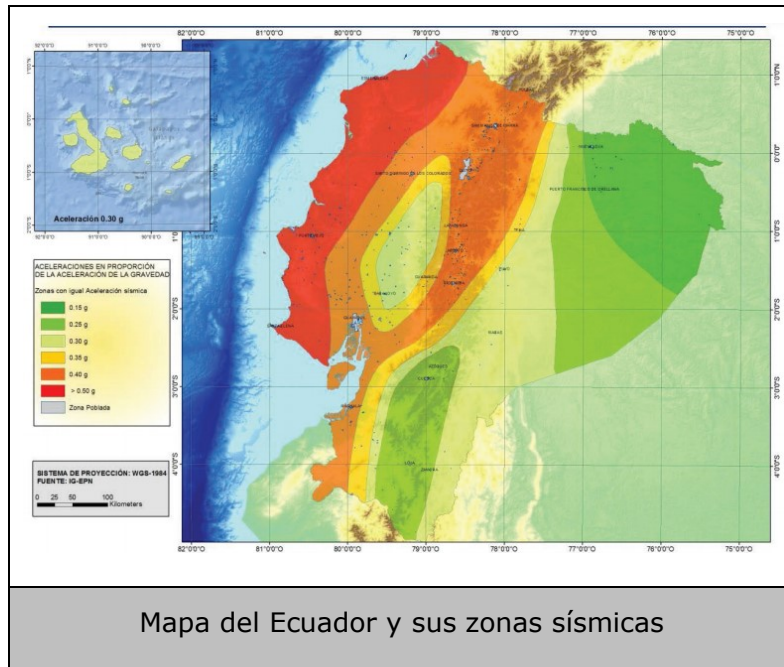


Figura 4. Ecuador, Zonas sísmicas

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021

“El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado del estudio de peligro sísmico para un 10% de excedencia en 50 años (período de retorno 475 años), que incluye una saturación a 0.50g de los valores de aceleración sísmica en roca en el litoral ecuatoriano que caracteriza la zona VI”, (NEC-SE-DS, 2015).

### ZONAS SÍSMICAS Y CARACTERÍSTICAS DE PELIGRO SÍSMICO

En nuestro país no solo se lo dividió en seis zonas sísmicas, si no también se lo caracterizo por el valor del factor Z, donde, gran parte del territorio ecuatoriano se lo catalogo por tener una amenaza sísmica alta, amenaza sísmica intermedia en las regiones del nororiente y amenaza sísmica muy alta en la región litoral.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Zona sísmica, Pichincha = V

Tabla 2. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021

## ZONIFICACIÓN GEOLÓGICA – GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE QUITO

(Aguiar, y otros, 2013), “En general, se puede decir que el suelo en la ciudad de Quito está compuesto mayormente por cangagua, un material que presenta buena resistencia frente a cargas verticales. Sin embargo, este tipo de suelo no exhibe un comportamiento óptimo ante la acción del viento y el agua. Por esta razón, se ha implementado la protección de los taludes en la ciudad mediante dos métodos principales: la aplicación de una capa de hormigón lanzado en algunos casos y el uso de mallas geosintéticas”.

La aplicación de una capa de hormigón lanzado en los taludes tiene como objetivo proporcionar mayor estabilidad y resistencia a la erosión causada por el viento y el agua. Esta capa de hormigón forma una barrera protectora que ayuda a prevenir el deslizamiento y la pérdida de material en el talud.

Por otro lado, las mallas geosintéticas se utilizan como medida de protección en los taludes. Estas mallas están diseñadas para resistir las fuerzas del viento y evitar la erosión del suelo. Actúan como una capa adicional que refuerza el suelo y evita su desprendimiento.

### **Zona I**

No existe presencia del nivel freático, con una capacidad del suelo portante alta y un contenido de humedad baja, por esta razón se lo considera como un excelente suelo de fundación para la construcción de viviendas.

En esta zona se encontrar tres tipos de suelo:

1. Suelos granulares (arena limosa, entre 0.06 y 2mm)
2. Suelos cohesivos (limo arenoso, entre 0.002 y 0.06mm)
3. Marga (arcilla limo arenosa).

“En los tres tipos de suelos encontrados los valores correspondientes a capacidad portante, resistencia a la penetración y nivel freático demuestran una zona apta para cualquier cimentación; se cataloga a la zona como excelente”, (Avilés Ponce, 2013).

## **Zona II**

Aún existe la ausencia de nivel freático, su capacidad portante es competente con la zona I, con un contenido de humedad medio. Este tipo de suelo también es recomendable para la cimentación de las viviendas.

En esta zona se encontrar cinco tipos de suelo:

1. Arena fina limosa
2. Arena pobremente graduada
3. Limo de baja compresibilidad
4. Suelos arcillosos
5. Arcillas y limo arenoso

## **Zona III**

En esta zona existe la presencia de cangagua y rellenos de origen antropológico como rellenos de quebradas y botaderos, esta composición se la conoce como heterogénea por ser una mezcla de varios tipos de suelo. La capacidad portante de suelos ya se ve afectado por estas características heterogéneas, se debe considerar un criterio técnico para el suelo de fundación, por la existencia del nivel freático.

En esta zona se encontrar cuatro tipos de suelo:

1. Arena limosa de grano grueso
2. Limo arenoso de color variable
3. Arcilla arenosa café, con arena
4. Arcilla limoarenoso gris verdoso, piedra pomez

## **Zona IV**

Una zona con depósitos de ambientes fluvios lacustres y zonas de relleno, por esta razón se lo considerada como zona mala, ya que existe la presencia del nivel freático superficial, con una capacidad portante del suelo baja. No es recomendable para cimentaciones superficiales.

En esta zona se encontrar dos tipos de suelo:

1. Arena fina limosa, con granos gruesos de Piedra pomez
2. Limo arenoso, negrusco saturado, con vetas o niveles de arena fina

## **Zona V**

Es una zona con alta concentración de materia orgánica, presencia de pantanos y depósitos en ambientes fluvios lacustres. Absolutamente no es recomendable en la construcción de cimentaciones superficiales ya que la capacidad portante del suelo es muy baja.

Es importante tener en cuenta estas clasificaciones y características del suelo al realizar proyectos de construcción en la ciudad de Quito. La evaluación geotécnica adecuada y la implementación de medidas de diseño y construcción acordes a cada zona contribuirán a la protección y estabilidad de las estructuras en esta región.

## **CURVAS DE PELIGRO SÍSMICO**

Las curvas de peligro sísmico son representaciones gráficas que muestran la probabilidad de que se produzcan diferentes niveles de intensidad sísmica en una determinada región durante un período de tiempo específico. Estas curvas se utilizan para evaluar y comprender el riesgo sísmico en una zona determinada.

Para determinar los niveles de aceleración sísmica esperada, se requiere establecer una relación entre los valores de aceleración sísmica en el terreno (PGA) y el nivel de probabilidad anual de excedencia.

El período de retorno se define como la inversa de la probabilidad anual de excedencia. Además, también se encuentran disponibles las curvas de aceleración máxima espectrales para distintos períodos estructurales, como 0.5, 1.0, 0.2 y 0.1 segundos.

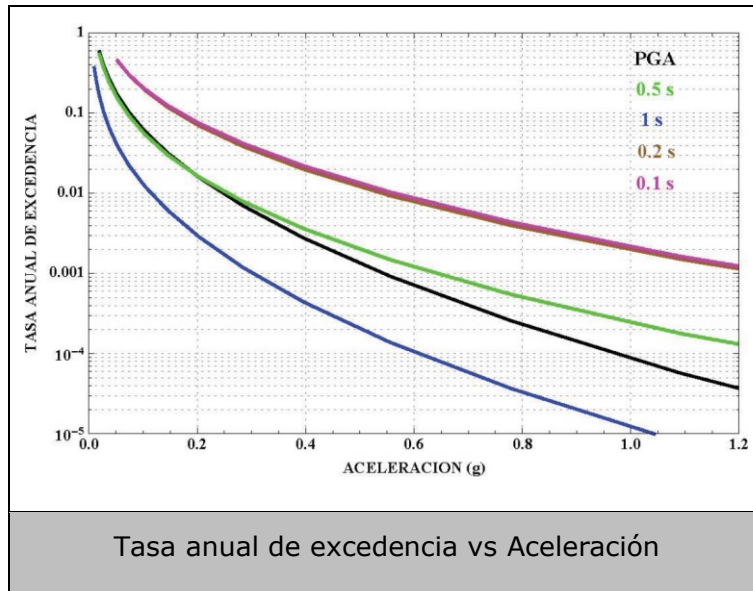


Figura 5. Curvas de peligro sísmico, Quito

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

Estas curvas son herramientas importantes para evaluar y gestionar el riesgo sísmico en una región determinada. Ayudan a los ingenieros, urbanistas y responsables de la toma de decisiones a comprender la exposición sísmica de una zona, identificar áreas de mayor riesgo y tomar medidas adecuadas en el diseño de estructuras y la planificación urbana para mitigar los efectos de los terremotos.

## GEOLOGÍA LOCAL

“Los parámetros utilizados en la clasificación son los correspondientes a los 30 m superiores del perfil para los perfiles tipo A, B, C, D y E. Aquellos perfiles que tengan estratos claramente diferenciados deben subdividirse, asignándoles un subíndice  $i$  que va desde 1 en la superficie, hasta  $n$  en la parte inferior de los 30 m superiores del perfil”, (NEC-SE-DS, 2015).

Para el perfil F, la respuesta no debe limitarse a los 30m superiores del perfil con espesores de suelo significativo.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100$ kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:	
	<b>F1</b> —Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	<b>F2</b> —Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	<b>F3</b> —Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP > 75)	
	<b>F4</b> —Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 30m)	
	<b>F5</b> —Suelos con contrastes de impedancia $\alpha$ ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	<b>F6</b> —Rellenos colocados sin control ingenieril.	
<b>Pichincha = D</b>		

Tabla 3. Tipos de perfiles de suelo

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

## COEFICIENTES DE PERFIL DE SUELO FA, FD Y FS

### **Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto.**

El valor de amplificación del suelo Fa representa la amplificación de la aceleración del suelo debido a las características geotécnicas locales. Varía según el tipo de suelo y se utiliza para ajustar el espectro de diseño en función de las condiciones específicas del sitio.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

Fa = 1.20

Tabla 4. Coeficiente de ampliación

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

### **Fd: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.**

El valor de amplificación del suelo Fd se utiliza para considerar la variación de la respuesta sísmica en función del período de vibración de la estructura. Específicamente, se aplica a las frecuencias que son mayores o iguales a la frecuencia fundamental de la estructura.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

**Fd = 1.19**

Tabla 5. Amplificación de las ondas

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

### Fs: Comportamiento no lineal de los suelos

El valor de amplificación del suelo  $F_s$  se emplea para considerar el efecto de la amortiguación del suelo en la respuesta sísmica. La amortiguación es una propiedad del suelo que afecta la disipación de energía durante un terremoto, y el valor de  $F_s$  se utiliza para ajustar el espectro de diseño en consecuencia.

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

**Fs = 1.28**

Tabla 6. Comportamiento no lineal

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

Para los valores de los suelos tipo F se requieren de estudios especiales para considerar estos valores de  $F_a$ ,  $F_d$ ,  $F_s$ .



## ESPECTRO DE DISEÑO

El espectro de diseño elástico de aceleración ( $S_a$ ) se utiliza en el diseño sísmico para representar la respuesta sísmica esperada de un sitio en términos de aceleración, expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad ( $g$ ). El  $S_a$  se calcula considerando diversos parámetros, como los valores de amplificación del suelo  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$ , y el factor de zona sísmica  $Z$ .

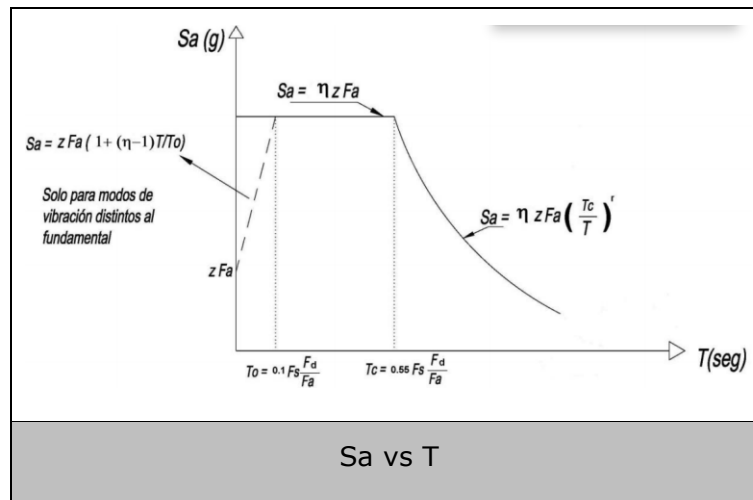


Figura 6. Espectro de diseño

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021

El factor de zona sísmica  $Z$  se utiliza para considerar la ubicación geográfica de la estructura y su nivel de exposición sísmica. Los códigos y normas de diseño sísmico proporcionan mapas que clasifican las áreas en diferentes zonas sísmicas en función de su nivel de peligro sísmico. El factor  $Z$  se selecciona de acuerdo con la zona sísmica en la que se encuentra la estructura.

En conjunto, estos parámetros ( $F_a$ ,  $F_d$ ,  $F_s$  y  $Z$ ) se utilizan para ajustar el espectro elástico de aceleración  $S_a$ , que representa la respuesta sísmica esperada en un sitio específico. Este espectro se utiliza para determinar las fuerzas sísmicas de diseño que se aplicarán a la estructura y asegurar su apropiada resistencia ante un evento sísmico.

Es importante destacar que estos parámetros y el espectro de diseño elástico se utilizan como punto de partida para el diseño estructural. Posteriormente, se realizan análisis y cálculos más detallados para ajustar y validar el diseño, teniendo en cuenta la respuesta no lineal del suelo y la estructura, así como otros factores relevantes.

## COEFICIENTE DE IMPORTANCIA (I)

El coeficiente de importancia cambia según el tipo de estructura y su función. Comúnmente, se le asigna un valor dentro del rango de 0 a 1.5, donde un valor más elevado señala una mayor relevancia o riesgo. Por ejemplo, en los códigos de diseño sísmico, a edificaciones como hospitales o instalaciones de servicios de emergencia se les otorga un coeficiente de importancia superior, debido a la necesidad de asegurar su funcionamiento incluso tras un terremoto.

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

Tabla 6: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

**I = 1.0**

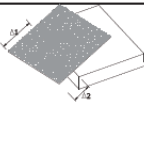
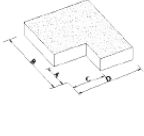
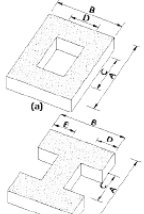
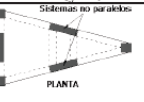
Tabla 7. Factor de Importancia

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

## IRREGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA

### **Coeficiente de configuración estructural en planta.**

La irregularidad de la estructura en planta se refiere a una condición en la cual la disposición de los elementos estructurales en el plano horizontal presenta variaciones o desviaciones significativas de un patrón regular o simétrico. En otras palabras, la estructura no sigue una forma o distribución uniforme en planta.

<p><b>Tipo 1 - Irregularidad torsional</b>  <math>\phi_{P1}=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><math>\Phi_{PA}</math> = el mínimo valor <math>\Phi_{Pi}</math> de cada piso <math>i</math> de la estructura, obtenido de la Tabla 2.12, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 1, 2 y/o 3 (<math>\Phi_{Pi}</math> en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para las tres irregularidades),</p> <p><math>\Phi_{PB}</math> = se establece de manera análoga, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 4 en la estructura.</p> <p><b>2.6.6.2</b> Cuando una estructura no contempla ninguno de los tipos de irregularidades descritas en la Tabla 2.12, en ninguno de sus pisos, <math>\Phi_P</math> tomará el valor de 1 y se le considerará como regular en planta.</p>
<p><b>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas</b> <math>\phi_{P2}=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_{P3}=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_{P4}=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><small>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.</small></p>		
<p>Tabla 13: Coeficientes de irregularidad en planta</p>		<p><math>\Phi_{PA}: 1.00</math></p>
		<p><math>\Phi_{PB}: 1.00</math></p>
<p><math>\Phi_P = 1.00</math></p>		

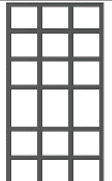
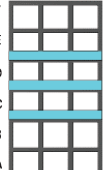
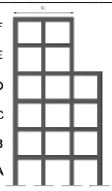
**NOTA.** Esta norma no cumple ya que el área de huecos no cumple con el 50% y por lo tanto  $\phi_P: 1.00$ .

Tabla 8. Irregularidad en planta

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021

### Coeficiente de configuración estructural en elevación.

El coeficiente de configuración estructural en elevación, también conocido como coeficiente de forma o coeficiente de configuración en altura, es un parámetro utilizado en el diseño estructural para evaluar la regularidad o irregularidad de un edificio en términos de su altura y forma vertical. Este coeficiente se utiliza principalmente en el análisis de la respuesta sísmica de las estructuras.

<p><b>Tipo 1 - Piso flexible</b>  <math>\phi_B=0.9</math>  Rigidez <math>K_c &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_o</math>  <math>Rigidez &lt; 0.80 \frac{(K_o + K_c + K_r)}{3}</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p>		<p><math>\Phi_{EA}</math> = el mínimo valor <math>\Phi_B</math> de cada piso i de la estructura, obtenido de la Tabla 2.13, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 1 (<math>\Phi_B</math> en cada piso se calcula como el mínimo valor expresado por la tabla para la irregularidad tipo 1),</p> <p><math>\Phi_{EB}</math> = se establece de manera análoga, para cuando se encuentran presentes las irregularidades tipo 2 y/o 3 en la estructura,</p>
<p><b>Tipo 2 - Distribución de masa</b>  <math>\phi_B=0.9</math>  <math>m_D &gt; 1.50 m_E</math> ó  <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>		
<p><b>Tipo 3 - Irregularidad geométrica</b>  <math>\phi_B=0.9</math>  <math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>		
<p><small>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.</small></p>		$\Phi_{EA}: 1.00$
<p>Tabla 14 : Coeficientes de irregularidad en elevación</p>		$\Phi_{EB}: 1.00$
$\Phi_E = 1.00$		

**NOTA.** Esta norma no cumple y por lo tanto  $\phi_E: 1.00$ .

Tabla 9. Irregularidad en elevación

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021

## REDUCCIÓN DE RESPUESTA ESTRUCTURAL (R).

El valor del factor R depende del tipo de estructura, su sistema resistente y su nivel de ductilidad. La ductilidad se refiere a la capacidad de una estructura para deformarse plásticamente sin perder su integridad estructural y su capacidad de carga. Las estructuras más dúctiles tienen una mayor capacidad de absorber energía sísmica y reducir la respuesta estructural, lo que permite un factor R más alto.

<b>Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	<b>R</b>
<b>Sistemas Duales</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes 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 especiales 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 especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	8
<b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> 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
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> 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
<b>R=3</b>	

Tabla 10. Factor de reducción R

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

## CÁLCULO DEL CORTE BASAL (V)

El cortante basal total de diseño V, es una fuerza por cargas lateral últimas, aplicada en la base de la estructura en una dirección especificada ante la acción de un sismo con o sin reducción, se determinará mediante las expresiones.

$$V = \frac{I S_a}{R \phi_p \phi_E} W \quad (2-19)$$

en donde:

- I = factor de importancia definido en 2.6.4.
- W = carga reactiva definida en 2.7.1.1.
- S<sub>a</sub> = aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño, definida en 2.5.5.1
- R = Factor de reducción de respuesta estructural, definido en 2.7.2.3.
- Φ<sub>p</sub>, Φ<sub>E</sub> = Factores de configuración estructural en planta y en elevación, definidos en 2.6.6 y 2.6.7.

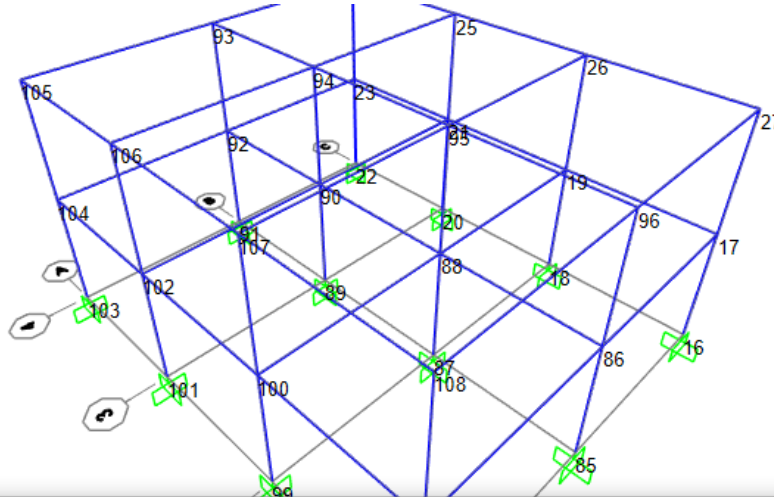
$V = 0.2381 * W$

Figura 7. Formula de corte basal y Response Spectrum modelo, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## CARGA SÍSMICA RELATIVA (W)

La carga sísmica  $W$  representa la carga reactiva por sismo y es igual a la carga muerta total de la estructura más un 25% de la carga viva de piso. En el caso de estructuras de bodegas o de almacenaje,  $W$  se calcula como la carga muerta más un 50% de la carga viva de piso.



Auto Seismic - User Coefficient

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Auto Seismic - User Coefficient

Filter:

	LoadPat Text	Dir Text	PercentEcc Unitless	EccOverride	UserZ Yes/No	C Unitless	K Unitless	WeightUsed	Base Shear Tonf
▶	Sx	X	0.05	No	No	0.2381	0.8508	140.6448	33.4875
	Sy	Y	0.05	No	No	0.2381	0.8508	140.6448	33.4875

Record: << < 1 > >> of 2

Add Tables... Done

$$W = 140.6448 \text{ T}$$

Figura 8. Auto Seismic – User Coeficient, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## PERIODO DE VIBRACIÓN (T)

El período de vibración se refiere al tiempo necesario para que una estructura complete un ciclo de vibración, es decir, el tiempo que tarda en oscilar de una posición extrema a la siguiente y regresar a la posición original. Se expresa en segundos.

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

$C_t = 0.055$	$\alpha = 0.9$
---------------	----------------

Tabla 11. Tipos de estructuras para un periodo de vibración

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

$T = C_t h_n^\alpha$	$T_C = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$
<b>Periodos de vibración</b>	

Tabla 12. Fórmulas para el periodo de vibración

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

## DERIVAS

Por norma la máxima deriva debe ser del 2%, el porcentaje de la deriva de piso se la calculará multiplicando el factor de reducción (6) por el "Drift" y si se ha usado inercias agrietadas en los elementos estructurales podremos multiplicarlo por un valor de 0.75, las derivas máximas presentadas en la tabla son:

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

$\Delta = 0.02$
-----------------

Tabla 13. Máxima deriva en estructuras

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.



$$\Delta = 0.75 R \Delta_E$$

Dónde:

R= factor de reducción resistencia

$\Delta_E$ = Desplazamientos obtenido en aplicacion de las fuerzas laterales de diseño reducidas

$\Delta$  = Deriva maxima inelástica

## RIESGO SÍSMICO

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, (NEC-SE-RE, 2015).

## AMENAZA SÍSMICA

“Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado”., (Barbat & Pujades, 2004).

Las amenazas de origen natural están asociadas con las condiciones endógenas propias de la dinámica de la tierra, que comprenden los siguientes fenómenos: sismos, vulcanismo, tsunamis y remociones en masa. Para el caso de que se produzca un evento sísmico, caracterizado por ser un 10 suceso súbito, se determinaría la vulnerabilidad que afectaría considerablemente la infraestructura habitacional de una edificación o la totalidad de un sector urbano, (NEC-SE-DS, 2015), (Vargas Saltos M. E., 2016).

Se clasifican los sismos según los niveles de peligro y periodo medio de retorno tal como en la tabla siguiente: (NEC-SE-DS, 2015).

Nivel de sismo	Sismo	Probabilidad de excedencia en 50 años	Período de retorno $T_r$ (años)	Tasa anual de excedencia ( $1/T_r$ )
1	Frecuente (menor)	50%	72	0.01389
2	Ocasional (moderado)	20%	225	0.00444
3	Raro (severo)	10%	475	0.00211
4	Muy raro* (extremo)	2%	2 500	0.00040

**Probabilidad de excedencia**

Tabla 14. Nivel de amenaza sísmica

Fuente: (NEC-SE-DS, 2015), 2021.

## MICROZONIFICACIÓN

### CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE QUITO

El Distrito Metropolitano de Quito se divide en cinco zonas: Sur, Centro Sur, Centro, Centro Norte y Norte. Estas zonas se indican en la Ilustración 5, que también muestra la clasificación de suelos realizada por la Politécnica Nacional en 2002. En esta ilustración se muestran los lugares donde se ha determinado la velocidad de la onda de corte ( $V_{s30}$ ) para diferentes estudios, como el Metro de Quito, el reforzamiento de Centros de Educación Municipales, la Microzonificación de Quito realizada por ERN-12 y el estudio realizado por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE en el Parque Metropolitano., (Aguiar Falconi, 2017).

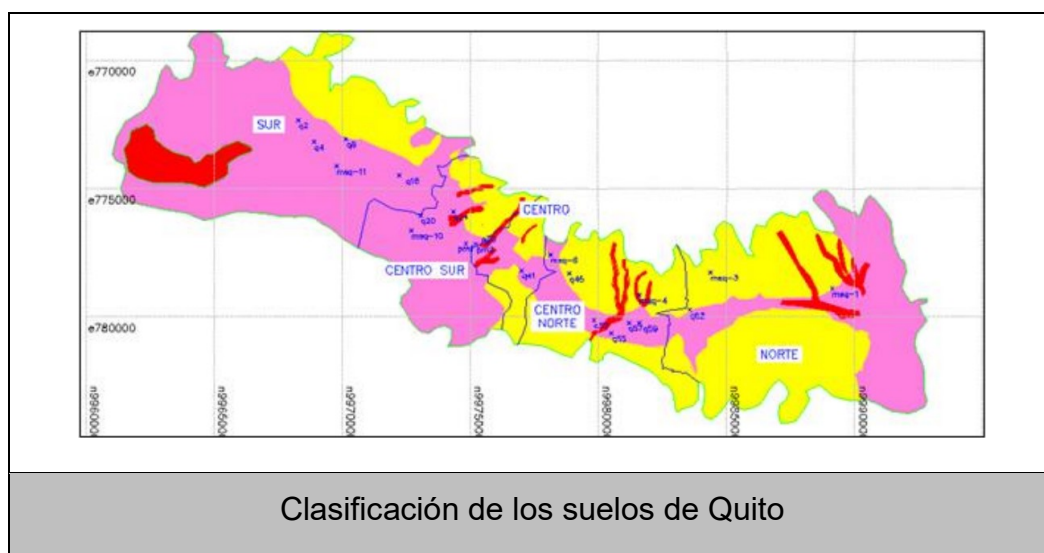


Figura 9. Zonas de Quito y lugares en que se han obtenido velocidad de la onda de corte  $V_{s30}$

Fuente: (Aguiar Falconi, 2017), 2021.

Para el estudio tomaremos como referencia los valores de velocidad de la onda de corte Vs30 de algún lugar más próximo al barrio la Esperanza lugar de estudio.

VALORES DE Vs 30 PARA DIFERENTES PUNTOS							
ÍTEM	NOMBRE	AUTOR	UBICACIÓN	ESTE	NORTE	Vs30	NEC
2	MSQ11	ERN12	SOLANDA	774129,42	9969786,59	211,39	D
3	MSQ10	ERN12	CHIMBACALLE	776641,90	9972714,06	240,99	D
5	MSQ6	ERN12	LA GASCA	777579,44	9978134,20	344,59	D
6	MSQ4	ERN12	QUITO TENIS	779166,84	9981621,05	299,41	D
7	MSQ3	ERN12	ANDALUCÍA	778269,84	9984390,85	269,81	D
9	MSQ1	ERN12	CONDADO	778905,06	9989137,70	241,89	D
8	PM1	PLANMAN	LICEO FERNANDEZ MADRID	777156,65	9974842,50	437,42	C
9	PM2	PLANMAN	ESCUELA SUCRE	777166,85	9975231,72	227,62	D
10	q2	METRO	QUITUMBE	772330,50	9968305,50	280,00	D
11	q4	METRO	MORAN VALVERDE	773182,00	9968919,50	315,00	D
12	q8	METRO	SOLANDA	773073,50	9970170,50	225,00	D
14	q16	METRO	EL CALZADO	774490,00	9972250,50	220,00	D
16	q20	METRO	EL RECREO	776045,50	9973075,50	260,00	D
17	q24	METRO	LA MAGDALENA	775898,00	9974343,50	300,00	D
19	q30	METRO	SAN FRANCISCO	777100,50	9975659,50	315,00	D
23	q41	METRO	LA ALAMEDA	778193,00	9977027,00	315,00	D
24	q45	METRO	U CENTRAL	778331,50	9978873,50	320,00	D
25	q52	METRO	LA PRADERA	780137,00	9979837,50	310,00	D
26	q55	METRO	LA CAROLINA	780651,00	9980530,00	340,00	D
27	q57	METRO	INAQUITO	780245,50	9981217,50	300,00	D
28	q59	METRO	JIPIJAPA	780250,00	9981607,00	285,00	D
29	q62	METRO	EL LABRADOR	779751,00	9983577,50	275,00	D
30	PM3	PLANMAN	COLEGIO BENALCÁZAR			577,75	C
29	PM4	PLANMAN	ESCUELA ESPEJO			398,12	C
29	E1	ESPE	PARQUE METROPOLITANO	783616,62	9979865,47	466,27	C

Valores del Vs30

Tabla 15. Velocidad de la Onda de corte en suelos de Quito

Fuente: (Aguar Falconi, 2017), 2021.

En base a toda esta información se modifica la clasificación de suelos de la Politécnica Nacional de 2002 y se clasifica los suelos de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción de 2015, (Aguar Falconi, 2017).

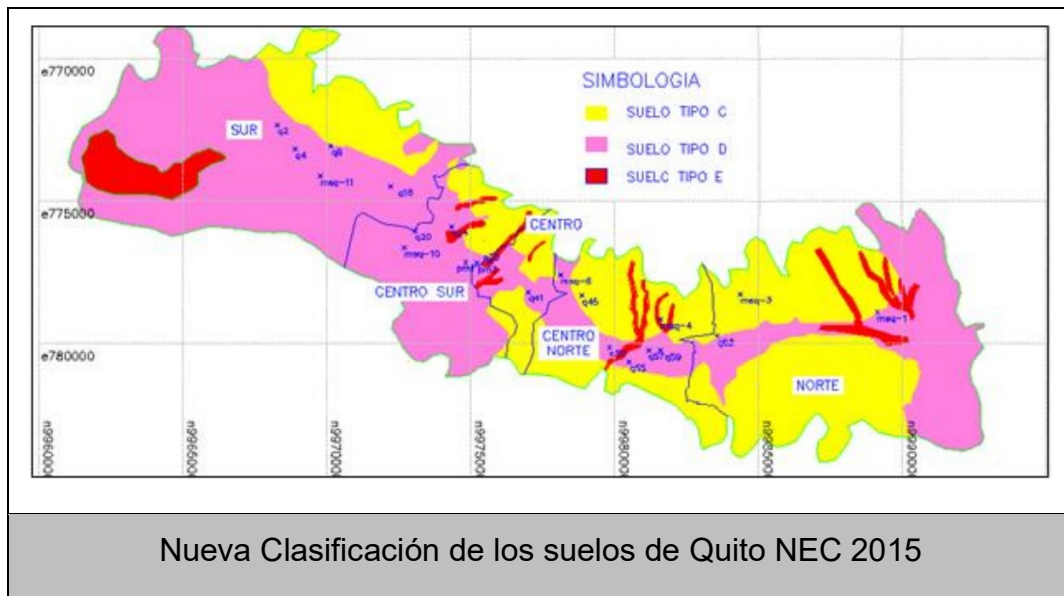


Figura 10. Nueva clasificación de los suelos de Quito

Fuente: (Aguiar Falconi, 2017), 2021.

## METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD

El método del perfil Bio-Sísmico es una metodología desarrollada por los ingenieros Guendelman y Lindenberg que se basa en una investigación realizada en 585 edificios. El objetivo de esta investigación fue evaluar la ductilidad, rigidez y acoplamiento de los edificios para determinar su comportamiento estructural.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se creó una base de datos que se asemejaba a un "Perfil Bio-Químico" utilizado en exámenes médicos para determinar el estado de salud de las personas. En el caso del perfil Bio-Sísmico, se aplicaron 13 indicadores específicos para evaluar las características estructurales de las 585 edificaciones utilizadas como muestra., (Guendelman , Guendelman, & Lindenberg, 1997).

Los parámetros que nos permite analizar la investigación Bio – Sismo las encontramos en los siguientes ítems que evalúan las estructuras sismorresistentes.

1. Altura Total / Periodo Traslacional (m/seg)
2. Efecto $P - \Delta$
3. Desplazamiento total nivel superior
4. Máximo desplazamiento de entrepisos en centros de gravedad
5. Máximo desplazamiento de entrepisos en puntos extremos
<b>RIGIDEZ</b>
6. Período rotacional / Período traslacional
7. Masa rotacional acoplada / Masa traslacional directa
8. Excentricidad dinámica / Radio de giro basal
9. Masa traslacional acoplada / Masa traslacional directa
10. Corte basal acoplado / Corte basal directo
11. Momento volcante basal acoplado / Momento volcante basal directo
<b>ACOPLAMIENTO TRASLACIÓN – ROTACIÓN y TRASLACIÓN - TRASLACIÓN</b>
12. Número de elementos relevantes en la resistencia sísmica
13. Factor de reducción espectral efectivo ( $R^{**}$ )
<b>REDUNDANCIA ESTRUCTURAL Y DEMANDA DE DUCTILIDAD</b>

Tabla 16. Parámetros por analizar en el Perfil Bio – Sismo

Fuente: (Guendelman , Guendelman, & Lindenberg, 1997), 2021

Es importante destacar que el perfil Bio-Sísmico es una metodología específica desarrollada por los ingenieros Guendelman y Lindenberg, y su aplicabilidad puede ser limitada a las edificaciones y condiciones específicas evaluadas en la investigación inicial. En general, existen varias metodologías y enfoques para evaluar la vulnerabilidad de las edificaciones ante eventos sísmicos, y es recomendable utilizar múltiples criterios y herramientas para obtener una evaluación integral y precisa.

Esta investigación ha generado valiosos estudios con el pasar de los años de vulnerabilidad sísmica, entre estos tenemos el que se generó después de sismo del 2016 en la provincia de Manabí, con una magnitud de 7.8 grados, la cual obligo que las estructuras incursionaran en el rango no lineal, produciendo severos daños estructurales. Por esta razón para obtener un menor índice de vulnerabilidad se aplica la relación *altura del edificio / periodo de vibración*, para evidenciar mejor eficiencia estructural en las edificaciones.

## **FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD**

FEMA P-154: (RVS) RAPID VISUAL SCREENING OF BUILDINGS FOR POTENTIAL SEISMIC HAZARDS

Este procedimiento se deberá aplicar para identificar, inventariar y clasificar las estructuras de acuerdo con indicadores visuales de riesgo sísmico. (NEC-SE-RE, 2015)

Fue diseñada con el fin de clasificar las estructuras en tres categorías, baja vulnerabilidad sísmica donde los daños estructurales son mínimas y los ocupantes de dichas edificaciones se encuentran seguras ante un eventos sísmico, media vulnerabilidad sísmica las estructuras están dentro de los parámetros aceptables de seguridad ocupacional y alta vulnerabilidad sísmica donde se requiere de estudios más detallados, tomando en cuenta que el Ecuador se encuentra en una zona de alta peligrosidad sísmica.

El uso de este sistema es particularmente apropiado, en estudios de riesgo sísmico a nivel urbano o regional, para identificar aquellas estructuras que necesitan de una evaluación estructural.

Este tipo de evaluación se la realiza de manera rápida la cual no requiere de ningún análisis sísmico estructural, mediante la inspección realizada se asignará un puntaje con la que se definirá el tipo de vulnerabilidad en la que se encuentra dicha vivienda y si es necesario realizar un estudio más detallado de la edificación.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Dirección:													
Nombre de la edificación:													
Sitio de referencia:													
Tipo de suelo:							Fecha de evaluación:						
Año de construcción:							Año de remodelación:						
Área de construcción :							Número de pisos:						
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>													
Nombre del evaluador:													
C.I.:													
Registro SENESCYT:													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN													
FOTOGRAFÍAS													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							H. Armado prefabricado					PC
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura ( 4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura ( mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre - Código( construido de 1977) o auto construcci	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición ( entre 1977 y 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S													
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										Firma responsable de evaluación		
2,0 > 5 > 2,5	Media vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>													

Formulario para una Evaluación visual rápida (RVS)

Figura 11. Formulario de Evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica de edificaciones

Fuente: (Albuja, y otros, 2016), 2021.

# EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS

## ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

En las construcciones de hormigón armado, se utilizan ensayos no destructivos para obtener información sobre las propiedades del material sin causar daños significativos en la estructura. Estos ensayos permiten evaluar la resistencia del hormigón y su comportamiento estructural. Algunos de los ensayos no destructivos comúnmente utilizados en este contexto son:

1. Ensayo de ultrasonidos: Se utiliza para determinar la velocidad de propagación de las ondas ultrasónicas a través del hormigón. A partir de esta información, es posible estimar la calidad del hormigón, detectar defectos y determinar la uniformidad del material.
2. Ensayo de esclerómetro: Este ensayo consiste en medir la dureza superficial del hormigón mediante la utilización de un *martillo de rebote*. La dureza se correlaciona con la resistencia del hormigón, lo que permite estimar la resistencia a compresión.

Estos ensayos no destructivos permiten obtener información importante sobre el estado y las propiedades del hormigón en las estructuras de hormigón armado. Sin embargo, es fundamental realizar estos ensayos correctamente y recopilar datos de campo adecuados para obtener resultados precisos y confiables. Además, es importante tener en cuenta que estos ensayos proporcionan estimaciones y aproximaciones de las propiedades del hormigón, por lo que es recomendable complementarlos con otros métodos y ensayos para obtener una evaluación completa de la estructura.

## MÉTODO ESCLERÓMETRICO

El método esclerométrico es un ensayo no destructivo utilizado para estimar la resistencia superficial del hormigón. Este ensayo se realiza utilizando un dispositivo llamado esclerómetro, también conocido como martillo de rebote. El índice de dureza superficial se mide mediante la recuperación de energía del rebote y se cuantifica el índice esclerométrico, estos parámetros varían entre 20 y 50.

Es importante tener en cuenta que el método esclerométrico proporciona una estimación de la resistencia superficial del hormigón y no de la resistencia a



compresión del material. Los resultados del ensayo pueden verse afectados por varios factores, como la rugosidad de la superficie, la humedad del hormigón y la presencia de armaduras.

#### TIPOS DE MARTILLOS

En la práctica común se utilizan dos tipos de martillo, el tipo L con una energía de impacto de 0.735 N.m y el tipo N con una energía de impacto de 2.207 N.m. Los rebotes medidos con estos martillos se denotan con los símbolos RL y RN, respectivamente, (Lozano, 2009).

Está definida por la norma ASTM C805, donde se aplica con impacto en la superficie a ensayar en cualquier parte de elemento estructural obteniendo un valor adimensional la cual la convertiremos en el valor de la resistencia de hormigón.



*Figura 12. Esclerómetro a nivel*

*Fuente: Quilumba Francisco, 2021*

#### DESCRIPCIÓN Y PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

El martillo de Schmidt utiliza su mecanismo para realizar los ensayos no destructivos en elementos constituidos principalmente de hormigón.



Figura 13. Partes que conforman un Esclerómetro

Fuente: (Lozano, 2009), 2021

## Principio de funcionamiento del hormigón

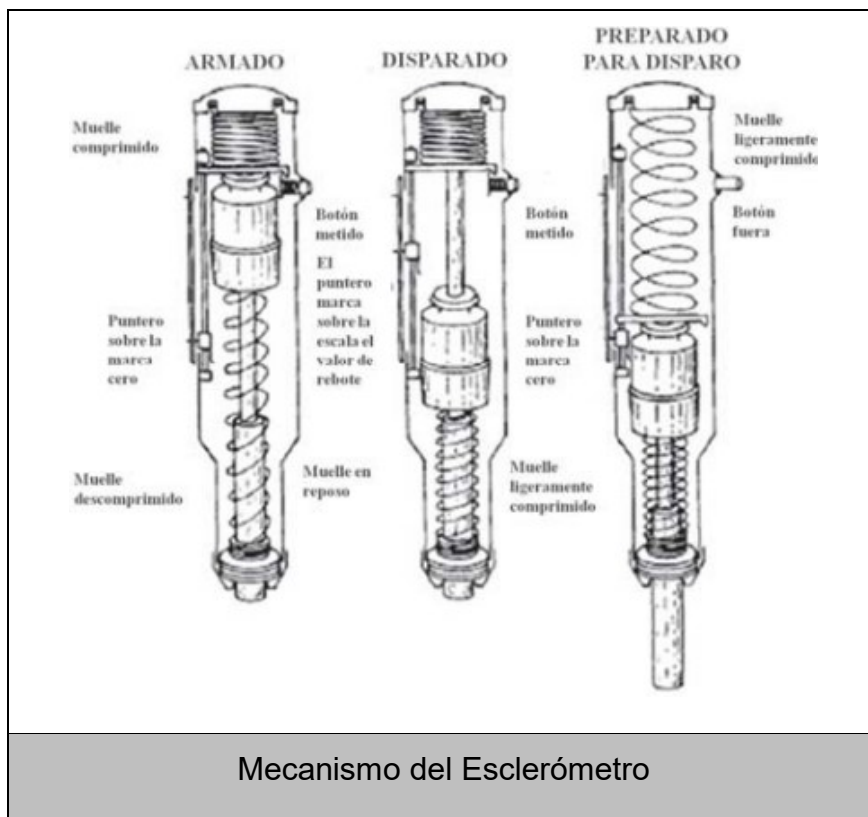


Figura 14. Mecanismo del Esclerómetro

Fuente: (Lozano, 2009), 2021

## PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ENSAYO

El procedimiento para realizar el ensayo esclerométrico es el siguiente:

1. Preparación: Se selecciona una superficie plana y representativa del hormigón que se va a evaluar. Es importante que la superficie esté limpia y libre de polvo, grasa u otros materiales que puedan afectar los resultados.
2. Calibración: La calibración se realiza golpeando una superficie de referencia dura y conocida, generalmente una placa de acero, y se registra el valor de referencia obtenido.
3. Ensayo: Se coloca el esclerómetro perpendicular a la superficie del hormigón y se le aplica un golpe mediante un martillo interno. El dispositivo registra la energía de rebote o el tiempo de rebote del martillo.
4. Repetición del ensayo: Se realizan múltiples ensayos en diferentes puntos de la superficie del hormigón para obtener una muestra representativa.
5. Registro de datos: Con estos resultados realizamos un promedio para cada muestra considerando un 20% de rango de pérdida de impacto.
6. Interpretación: Los valores de rebote registrados se comparan con una curva de calibración o tabla proporcionada por el fabricante del esclerómetro. Esta curva o tabla relaciona los valores de rebote con la resistencia superficial estimada del hormigón.

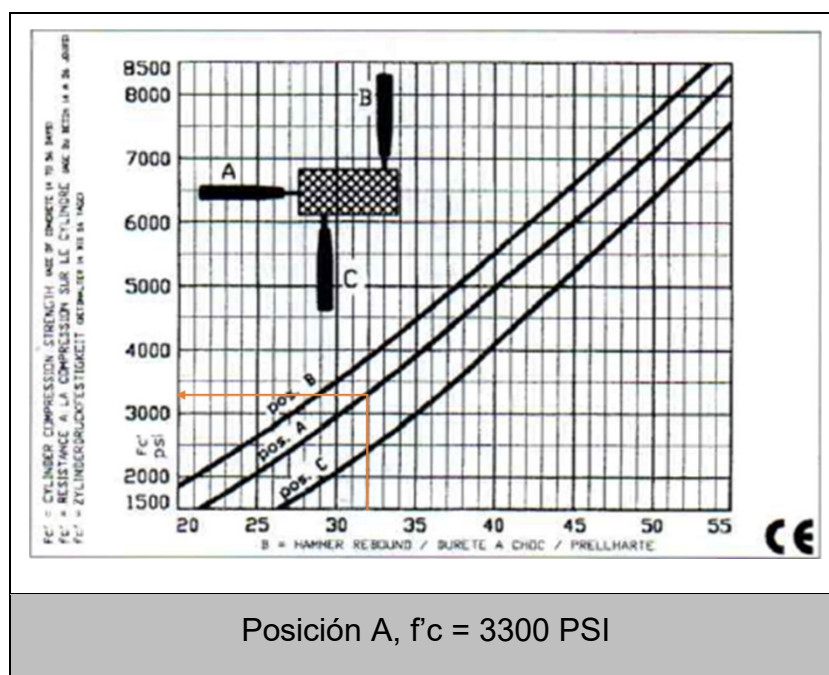


Tabla 17. Valor del  $f'c$  en PSI

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

Columna Central 1Planta Baja													
Datos de Medición						Cálculos							
Número de mediciones	Fecha	Altura de la malla (m)	Lectura del esclerómetro (PSI)	Promedio de lecturas (PSI)	Diferencia	Desviación Max Aceptable	Inclinación (grados)	f'c (PSI)	f'c (Kg/cm2)	f'c (Japón) (Kg/cm2)	Ages n(days)	$\alpha_n$	Correccion f'c (Kg/cm2)
1	9-jun-21	1.20	32.00	32.00	0.00	6.40	0 grados Gráfica tipo A	3300.00	232.01	231.84	3000.00	0.63	146.06
2	9-jun-21		32.00		0.00								
3	9-jun-21		32.00		0.00								
4	9-jun-21		32.00		0.00								
5	9-jun-21		34.00		2.00								
6	9-jun-21		30.00		-2.00								
7	9-jun-21		34.00		2.00								
8	9-jun-21		30.00		-2.00								
9	9-jun-21		30.00		-2.00								
10	9-jun-21		34.00		2.00								

$$f'c = 146.06 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabla 18. Valor de la resistencia del Hormigón en la columna Planta Baja

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para analizar una estructura utilizando el análisis estático lineal y el análisis estático no lineal, se debe considerar la norma técnica ASCE 41. Esta norma, titulada "Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings", proporciona pautas y procedimientos para evaluar y reforzar estructuras existentes frente a cargas sísmicas.

### ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL

El análisis estático lineal es un método de análisis estructural simplificado que asume que la estructura se comporta de manera estática bajo cargas aplicadas. Este enfoque se utiliza en algunos softwares de análisis estructural debido a su eficiencia computacional y simplicidad.

En el análisis estático lineal, se considera que las deformaciones de la estructura son proporcionales a las cargas aplicadas, y no se tienen en cuenta las no linealidades en el comportamiento de los materiales o los efectos de segundo orden. Este método proporciona resultados rápidos y relativamente precisos para estructuras que se consideran lineales elásticas.

### El análisis estático debe obedecer la ley de Hooke

1. Las fuerzas aplicadas a la estructura son linealmente proporcionales a la deformación.

2. Al retirar las cargas de algún elemento estructural el material debe regresar a su forma original, conocida como deformación plástica.

### **Sus cargas son estáticas**

1. Su magnitud y dirección no varían en función del tiempo.
2. Las cargas son aplicadas gradualmente hasta alcanzar su magnitud máxima.

Hay que tomar en cuenta que los códigos de diseño están considerando un factor de seguridad ya que el análisis lineal en estructuras supone pequeñas deformaciones.

### ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL

En el análisis estático no lineal, se tienen en cuenta varios aspectos que pueden afectar el comportamiento estructural, como la plasticidad, la fluencia, la inestabilidad y la redistribución de esfuerzos. Estos fenómenos no lineales pueden ocurrir debido a la deformación excesiva de los materiales, la presencia de articulaciones no rígidas o la carga de pandeo.

“Dicho análisis (AENL) se ha venido empleado con mucho éxito en estructuras que necesitan adecuarse, debido a que son vulnerables a acciones de eventos naturales, tales como sismos y vientos. La aplicación del AENL permite determinar la capacidad resistente de la estructura y compararla con la demanda posible ante un evento natural. La demanda depende de la amenaza sísmica y del sitio de ubicación de la estructura, así como de las características globales. La capacidad de la estructura depende de la rigidez, la resistencia y la deformación de cada uno de sus miembros” (Rodríguez M., 2013).

El proceso de análisis estático no lineal generalmente implica los siguientes pasos:

1. Modelado de la estructura: Se crea un modelo matemático de la estructura utilizando métodos de elementos finitos u otros métodos de análisis numérico. El modelo debe capturar la geometría real de la estructura y tener en cuenta las propiedades no lineales de los materiales.
2. Definición de las condiciones de carga: Se especifican las cargas aplicadas a la estructura, que pueden incluir cargas gravitatorias, cargas sísmicas, cargas de viento, etc. Estas cargas pueden variar en el tiempo o pueden ser estáticas.

3. **Análisis incremental:** El análisis se realiza en etapas incrementales, donde se aplican gradualmente las cargas y se calculan las deformaciones y los esfuerzos resultantes en cada etapa. En cada etapa, se resuelve un sistema de ecuaciones no lineales que tiene en cuenta la geometría actualizada y las propiedades no lineales de los materiales.
4. **Iteración y convergencia:** Durante cada etapa incremental, es posible que se requieran múltiples iteraciones para alcanzar la convergencia. Esto implica ajustar los valores de las variables internas del modelo, como las deformaciones plásticas, hasta que se satisfagan los criterios de convergencia establecidos.
5. **Evaluación de resultados:** Una vez completado el análisis, se evalúan los resultados, como las deformaciones máximas, los esfuerzos críticos, las trayectorias de carga, etc. Estos resultados se utilizan para evaluar la seguridad y el rendimiento de la estructura.

Una de las desventajas en este tipo de análisis es que no se puede representar con cierto grado de exactitud ya que para evaluar este fenómeno dinámico es necesario que la estructura se encuentre en un evento sísmico constante y así obtener las deformaciones y su grado de vulnerabilidad.

## **MODULO DE ELASTICIDAD**

El módulo de elasticidad, también conocido como módulo de Young o coeficiente de elasticidad, es una propiedad mecánica de los materiales que describe su rigidez o capacidad de deformación elástica bajo la acción de una fuerza. Se representa por la letra "E" y se define como la relación entre el esfuerzo aplicado sobre un material y la deformación resultante.

Matemáticamente, el módulo de elasticidad se calcula dividiendo el cambio relativo en longitud (deformación) del material por el esfuerzo aplicado. Se expresa en unidades de presión, generalmente pascal (Pa) en el sistema internacional.

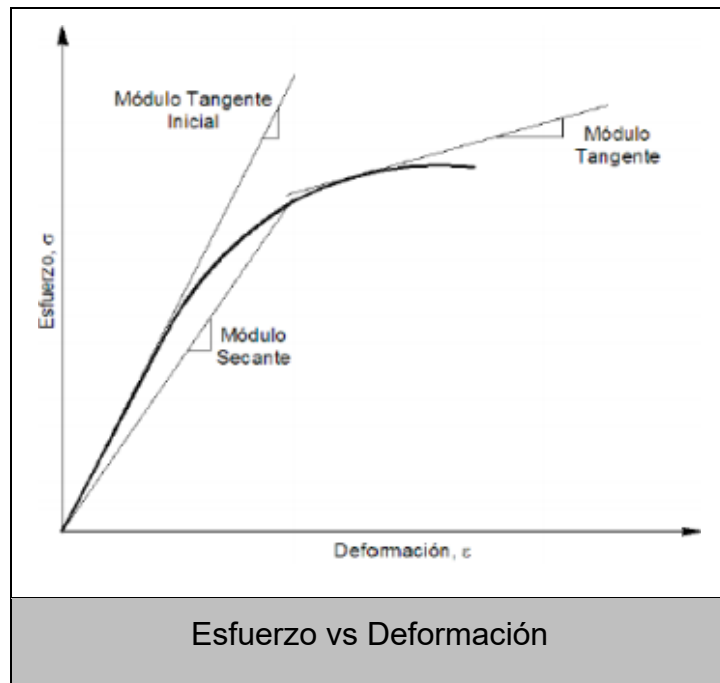


Figura 15. Esfuerzo vs Deformación

Fuente: (Osejo M, 2020), 2021

El módulo de elasticidad de un material en Ecuador, al igual que en cualquier otro lugar, depende de las propiedades del material en sí y no está directamente relacionado con la ubicación geográfica como son de Pífo y Mitad del Mundo. El módulo de elasticidad es una propiedad intrínseca de un material y se determina a partir de pruebas de laboratorio.

Por ejemplo, el acero estructural comúnmente utilizado en la construcción tiene un módulo de elasticidad típico de alrededor de 200 GPa, mientras que el concreto puede tener un módulo de elasticidad de alrededor de 30 GPa. Estos valores son solo ejemplos y pueden variar dependiendo de la calidad y composición específica de los materiales utilizados.

Procedencia del Material	f 'c obtenido (MPa)	Módulo de elasticidad (MPa)		Relación Experimental / teórico
		Teórico	Experimental	
		ACI318-14	ASTM-C469	
Mitad del Mundo (Pichincha) ( <a href="#">Espinoza &amp; Martínez, 2010</a> )	20,40	21 341,90	11 505,89	53,91%
Mitad del Mundo (Pichincha) ( <a href="#">Espinoza &amp; Martínez, 2010</a> )	23,30	22 815,97	13 447,32	58,94%
Mitad del Mundo (Pichincha) ( <a href="#">Espinoza &amp; Martínez, 2010</a> )	26,70	24 418,20	13 842,30	56,69%
Piño (Pichincha) ( <a href="#">Herrería &amp; Villegas, 2008</a> )	35,00	27 805,57	20 483,60	73,67%
Piño (Pichincha) ( <a href="#">Herrería &amp; Villegas, 2008</a> )	35,70	28 082,25	20 647,90	73,53%
Piño (Pichincha) ( <a href="#">Herrería &amp; Villegas, 2008</a> )	35,70	28 082,25	20 309,30	72,32%
Piño (Pichincha) ( <a href="#">Herrería &amp; Villegas, 2008</a> )	35,00	27 805,57	20 700,00	74,45%
Mina de Guayllabamba (Pichincha) ( <a href="#">Morales, Ojeda, Rodríguez, &amp; Rosero, 2012</a> )	30,97	26 155,83	24 370,26	93,17%
Mina de Guayllabamba (Pichincha) ( <a href="#">Morales, Ojeda, Rodríguez, &amp; Rosero, 2012</a> )	35,19	27 880,95	24 574,11	88,14%
Mina San Ramón (Cotopaxi) ( <a href="#">Carvajal, 2013</a> )	28,74	25 196,56	18 587,95	73,77%
Mina San Ramón (Cotopaxi) ( <a href="#">Rivadeneira, 2013</a> )	30,14	25 802,96	19 018,93	73,71%
Mina San Ramón (Cotopaxi) ( <a href="#">Yanchal, 2013</a> )	31,49	26 374,50	19 232,96	72,92%
San Joaquín (Cotopaxi) ( <a href="#">Arequipa, Coba, Garzón, &amp; Vargas, 2013</a> )	26,71	24 290,41	16 583,22	68,27%
San Joaquín (Cotopaxi) ( <a href="#">Arequipa, Coba, Garzón, &amp; Vargas, 2013</a> )	30,18	25 820,07	18 323,13	70,96%
Mina Villacres (Tungurahua) ( <a href="#">Ulloa, 2013</a> )	30,50	25 956,60	19 212,73	74,02%
Mina Villacres (Tungurahua) ( <a href="#">García, 2013</a> )	33,03	27 011,71	20 087,08	74,36%
Mina Villacres (Tungurahua) ( <a href="#">Anasí, 2013</a> )	34,90	27 765,82	20 629,59	74,30%
Playa Llagchoa, Villacrés y de la Planta Industrial de Trituración de Áridos. (Tungurahua) ( <a href="#">Sánchez, 2013</a> )	21,00	21 538,11	19 073,56	88,56%
Playa Llagchoa, Villacrés y de la Planta Industrial de Trituración de Áridos. (Tungurahua) ( <a href="#">Sánchez, 2013</a> )	24,00	23 025,20	20 569,76	89,34%
Playa Llagchoa, Villacrés y de la Planta Industrial de Trituración de Áridos. (Tungurahua) ( <a href="#">Sánchez, 2013</a> )	28,00	24 870,06	22 465,80	90,33%

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c}$$

Tabla 19. Resultado de estudios para el módulo de elasticidad en Ecuador

Fuente: (Sánchez O, Chilliquinga C, Flores M, & Orosco T, 2020)

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

A continuación, describiremos los principales temas que fueron cubiertos en esta investigación:

1. Sector de estudio.
2. Área de estudio.
3. Recopilación de datos.
4. Fotografías.
5. Formularios que se utilizaron para la recopilación de la información.
6. Análisis de los datos.



## METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

Inicialmente se accederá a estudios bibliográficos que tenga información relacionadas a la vulnerabilidad sísmica, norma vigente, siguiendo por recopilación de información, clasificación, ensayos, para finalmente obtener los resultados y un análisis de vulnerabilidad mediante el uso de la relación *altura / periodo de vibración* y con esto determinar las conclusiones del proyecto de estudio.

Para la recopilación de la información nos basaremos en un análisis de inspección rápida con el formulario FEMA – 154 (2015), y guías técnicas como son la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, donde tomaremos como referencia una de las viviendas tomadas por su configuración estructural y patologías visuales existentes en dicha edificación. Adicionalmente no solo consideraremos su configuración estructural, sino también su sectorización, año de construcción, irregularidades, materiales que fueron utilizados y si se mantuvo un criterio profesional al momento de su construcción, para así dar a conocer a la comunidad que tipo de peligro y vulnerabilidad existe en sus viviendas.

## ÁREA DE ESTUDIO

Se ha seleccionado un sector del Distrito Metropolitano de Quito para dicho estudio, la ciudad de Quito es considerado como una de las ciudades con mayor riesgo sísmico dado su ubicación y su sectorización, para acercarme más al área de estudio nos ubicamos en el norte de la capital en unas VIVIENDAS DE UN SECTOR DEL BARRIO LA ESPERANZA AL NORTE DE LA CIUDAD DE QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, DE LA PARROQUIA: PONCEANO, el cual se encuentra delimitado por el **Norte** conjuntos habitacionales y centro comercial, al **Sur** por la Avenida Mariscal Antonio José de Sucre, al **Este** por la Avenida Mariscal Antonio José de Sucre y al **Oeste** por la quebrada rellena El Colegio, con una área aproximada de 4310.09 m<sup>2</sup>.

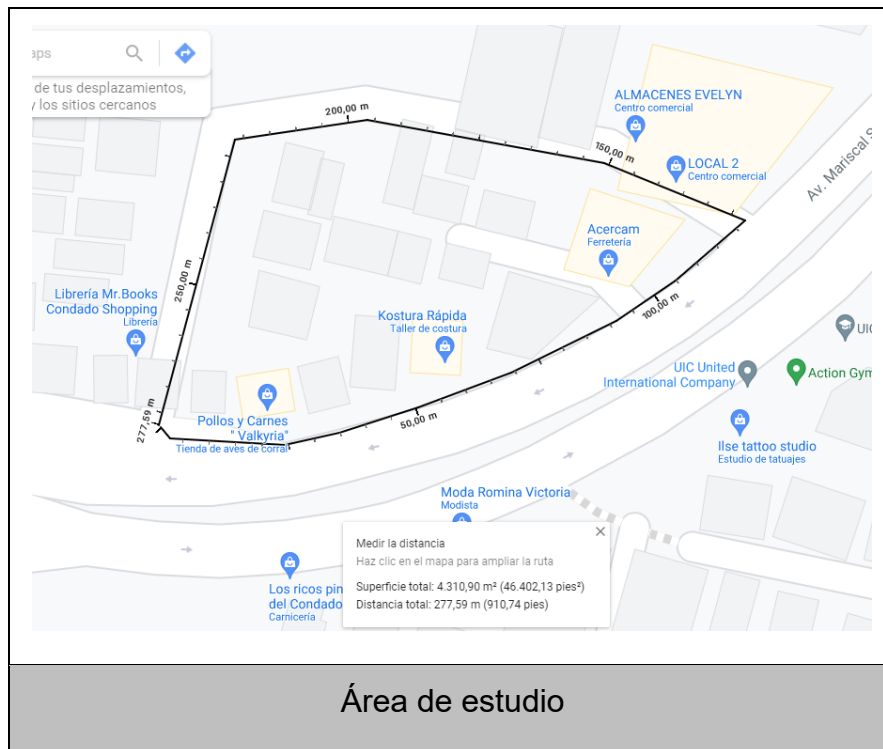


Figura 16. Norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, de la parroquia: Ponceano

Fuente: Google Maps, 2021

Posteriormente se procederá a la recopilación de la información de cada una de las viviendas, sus patologías y su configuración estructural, años de construcción los mismos que serán proporcionado por cada uno de sus propietarios ya que gran parte de sus viviendas son informales.

## RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN Y REGISTRO FOTOGRÁFICO

Para recopilación de la información fue necesario realizar una inspección visual rápida y con esta información llenar el formulario del FEMA – 154, donde evaluaremos las patologías existentes en las edificaciones y su tipología estructural.

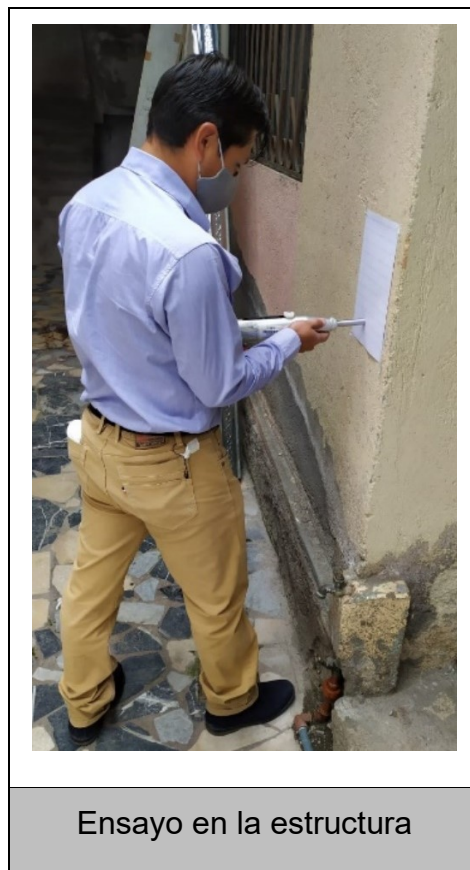
Como parte de la documentación para respaldar la evaluación realizada y proporcionar evidencia de esta, se incluirá un registro fotográfico detallado de los informes generados durante el estudio. Estos informes deben contener los datos recopilados, las observaciones realizadas y los resultados obtenidos.

Además, se presentará un registro fotográfico del ensayo no destructivo realizado con el esclerómetro en los elementos estructurales de la edificación seleccionada como

referencia. Estas fotografías deberán capturar claramente el proceso de ensayo, incluyendo la ubicación de los puntos de prueba, el equipo utilizado y cualquier resultado relevante obtenido.

Es fundamental asegurarse de que las fotografías sean claras, estén debidamente etiquetadas y muestren de manera precisa los elementos relevantes para el análisis de vulnerabilidad. Esto permitirá una mejor comprensión de los resultados y brindará confianza en la realización del estudio.

Al presentar el registro fotográfico junto con los informes y los resultados obtenidos, se proporcionará una documentación completa y sólida que respalde el análisis de vulnerabilidad sísmica realizado en la edificación de referencia.



*Figura 17. Ensayo con el Esclerómetro en una columna*

*Fuente: Quilumba Francisco, 2021*

## FORMULARIOS QUE SE UTILIZARON PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

### **Fema P - 154**

El objetivo del formulario FEMA P-154 es identificar rápidamente las edificaciones que podrían presentar un mayor riesgo durante un evento sísmico. Proporciona una

metodología sencilla y estandarizada para clasificar las edificaciones en diferentes niveles de vulnerabilidad.

Existen tres tipos de niveles de vulnerabilidad baja, moderada y alta sismicidad. Para una correcta ejecución del formulario es necesario clasificar las edificaciones en el peligro sísmico que se encuentran.

Región sísmica		Aceleración del suelo según el periodo (periodo corto o 0.2 s)	Aceleración del suelo según el periodo (periodo largo o 1 s)
	Bajo	menos de 0.25g	menos de 0.10g
	Moderado	mayor o igual a 0.25g pero menor que 0.50g	mayor o igual a 0.10g pero menor que 0.20g
	Moderado alto	mayor o igual a 0.50g pero menor que 1.00g	mayor o igual a 0.20g pero menor que 0.40g
	Alto	mayor o igual a 1.00g pero menor que 1.50g	mayor o igual a 0.40g pero menor que 0.60g
	Muy alto	mayor o igual a 1.50g	mayor o igual a 0.60g

Región sísmica

Tabla 20. Región sísmica según la aceleración espectral

Fuente: (Alvarez Sanchez & Pulgar Santacruz, 2019), 2021

Para realizar este estudio se consideró una región con alta peligrosidad sísmica y una aceleración de piso de 0.40g y con un formato de evaluación del FEMA P – 154.

Una vez que se dé por terminado la evaluación se obtendrá un puntaje que relacione el grado de vulnerabilidad sísmica de cada una de las edificaciones.

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
5 < 2.0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2.0 > 5 > 2.5	Media vulnerabilidad
5 > 2.5	Baja vulnerabilidad

Grado de Vulnerabilidad

Tabla 21. Puntaje final asociada a la vulnerabilidad sísmica

Fuente: FEMA P – 154 (2015), 2021

## TIPOLOGIA ESTRUCTURAL

A finales del año 2015, se inicia el proceso de levantamiento de información de la configuración geométrica–estructural, de una muestra de 11556 edificaciones multifamiliares de la ciudad de Quito. Para ello previamente se realiza un análisis de zonificación del DMQ, con base en la información socioeconómica y un primer muestreo geométrico estructural; con base en estos datos se clasifica al DMQ en zonas homogéneas, en las cuales se realiza la distribución para el muestreo de 11556 edificaciones como muestra representativa de las estructuras multifamiliares hasta 4 pisos, (Celi, Pantoja, Sosa, & Ayala, 2018).

Según la (NEC-SE-DS, 2015), considera que cada tipología estructural utiliza un factor de reducción **R**, esto implica que la demanda de ductilidad y la sobrerresistencia son iguales dentro de una misma categoría, asumiendo también que **R** no cambia con el periodo y tipo de suelo.

### TIPOLOGÍA 1

En la ciudad de Quito, es común encontrar viviendas unifamiliares de un solo piso con cubiertas de zinc, Eternit o losas de hormigón. Estas viviendas suelen tener una geometría regular, con ejes que se encuentran típicamente entre 2.50 metros y 3.50 metros de separación.



*Figura 18. Fotografía de muestra,*

*Fuente: Quilumba Francisco, 2021*

## TIPOLOGÍA 2

En la ciudad de Quito, se pueden encontrar edificaciones de dos a tres pisos construidas principalmente con hormigón. Estas edificaciones presentan una irregularidad en planta, adoptando una configuración en forma de "L".



Figura 19. Fotografía de muestra,

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## TIPOLOGÍA 3

En la ciudad de Quito, se pueden encontrar edificaciones de dos a tres pisos construidas íntegramente en hormigón. Estas edificaciones tienen una forma rectangular completa y muestran un exceso de voladizos en las partes delanteras de la construcción.



Figura 20. Fotografía de muestra,

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

#### TIPOLOGÍA 4

En la ciudad de Quito, es posible encontrar edificaciones de estructuras de hormigón que constan de más de tres pisos, incluso llegando hasta seis pisos. Estas edificaciones presentan plantas irregulares y tienen una forma rectangular en su diseño arquitectónico.



*Figura 21. Fotografía de muestra,*

*Fuente: (Celi, Pantoja, Sosa, & Ayala, 2018), 2021*

#### EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS FORMULARIO DE LA ENCUESTA ADICIONAL

Con el fin de obtener una evaluación más completa y precisa del estado de las viviendas, se llevó a cabo una encuesta adicional. Esta encuesta incluyó preguntas propuestas por los encuestados, lo que permitió recopilar información adicional que solo los propietarios tienen conocimiento de sus viviendas.

Al incluir estas preguntas adicionales, se facilitó la clasificación y evaluación de las edificaciones, ya que se obtuvo información detallada sobre aspectos específicos de cada vivienda. Estas preguntas podrían abordar temas como el historial de mantenimiento de la vivienda, las modificaciones realizadas, la presencia de patologías o problemas estructurales, y otros detalles relevantes que podrían afectar la vulnerabilidad sísmica de la edificación. Al considerar las respuestas



proporcionadas por los propietarios, se obtuvo una perspectiva más completa y precisa del estado de las viviendas, lo que contribuyó a un análisis más detallado de su vulnerabilidad sísmica. Esta información adicional complementó los datos recopilados a través de otros métodos, como inspecciones visuales y pruebas no destructivas, y permitió obtener una imagen más completa de cada edificación evaluada.


UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK		
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		
<b>Datos Personales</b>		
Nombre del propietario:		
N° Piso:		
N° Casa:		
Año de construcción:		
Referencia básica visual de la edificación:		
Realizado por: Francisco Quilumba		
<b>Marcar con una X según su respuesta.</b>		
1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:		
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:		
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
3. La construcción estuvo a cargo:		
Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input type="checkbox"/>		
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:		
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Dimensión: _____		
Profundidad: _____		
5. Uso de la edificación: _____		
6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:		
SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Especifique: _____		
7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?		
Especifique: _____		
<b>Encuesta propuesta por el encuestador</b>		

Tabla 22. Encuesta para identificar el estado de las viviendas

Fuente: Quilumba Francisco, 2021



RESULTADOS OBTENIDOS DE LA ENCUESTA REALIZADA

**1. ¿Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos?**

Resulta beneficioso destacar que un 20% de los propietarios encuestados cuentan con planos arquitectónicos de sus viviendas. Esta disponibilidad de planos arquitectónicos facilita el trabajo del encuestador al realizar una inspección más eficiente y precisa de la distribución de la vivienda.

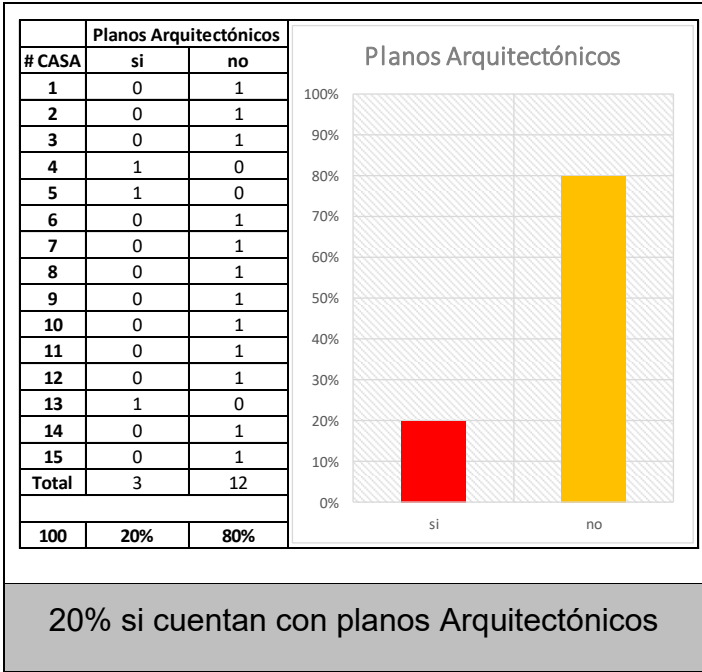


Tabla 23. Pregunta 1 – Cuentan con planos Arquitectónicos

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

**2. ¿Su vivienda cuenta con planos estructurales?**

Es importante resaltar que el 80% de los propietarios encuestados no cuentan con los planos estructurales de sus viviendas, lo que implica que no tienen conocimiento detallado sobre el estado estructural de las edificaciones ni sobre si se utilizó el acero adecuado en su construcción.

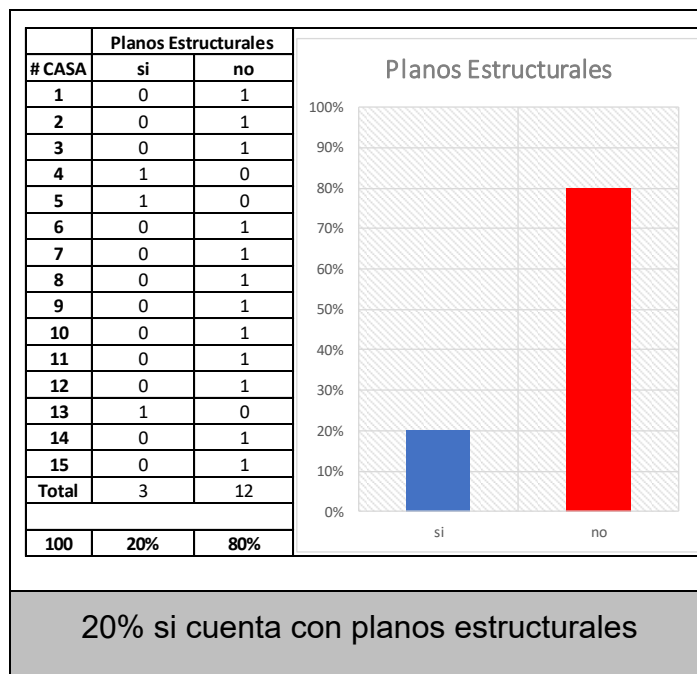


Tabla 24. Pregunta 2 - Cuentan con planos estructurales

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

La ausencia de los planos estructurales dificulta la evaluación precisa de la resistencia y estabilidad de las viviendas ante cargas sísmicas. Sin esta información, es más difícil determinar si la estructura cumple con los estándares y requisitos de construcción necesarios para resistir eventos sísmicos.

### 3. ¿La construcción estuvo a cargo de un profesional o un contratista?

Es destacable que un 13% de los propietarios encuestados consideró necesario contar con la presencia de un profesional durante la construcción de sus viviendas, con el objetivo de evitar posibles ineficiencias estructurales.

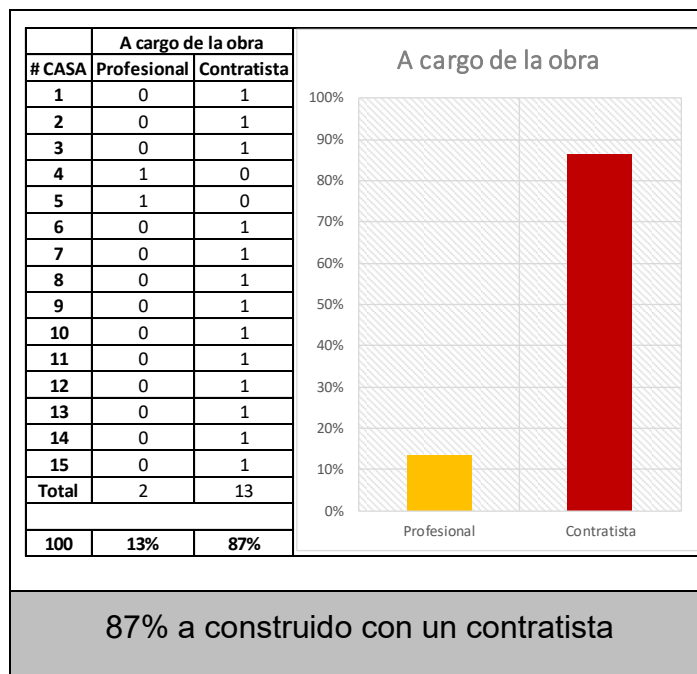


Tabla 25. Pregunta 3 – Profesional o Contratista

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

La decisión de involucrar a un profesional en el proceso de construcción demuestra la preocupación por elevar la calidad y la seguridad de la edificación. La presencia de un profesional, como un arquitecto o ingeniero civil, puede brindar asesoramiento experto en cuanto al diseño estructural, la selección de materiales adecuados y el cumplimiento de las normativas de construcción vigentes.

#### 4. ¿Tiene conocimiento sobre la cimentación de su vivienda?

Es interesante notar que el mismo 20% de propietarios que cuenta con los planos estructurales de sus viviendas también tiene conocimiento detallado sobre la cimentación de sus casas, debido a que realizaron diseños previos a la construcción.

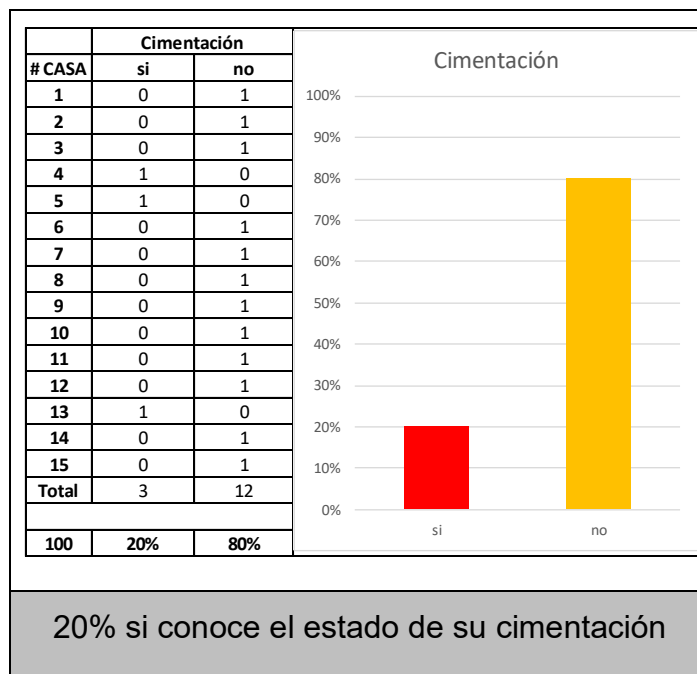


Tabla 26. Pregunta 4 – conoce la cimentación

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

Al tener conocimiento detallado sobre la cimentación, estos propietarios pueden tener una mayor confianza en la estabilidad y resistencia de sus viviendas. Esto contribuye a una mayor tranquilidad en cuanto a la capacidad de la estructura para soportar cargas sísmicas y otros eventos adversos.

## 5. Uso de la edificación

Es notable que el 67% de los habitantes utilizan las edificaciones como vivienda, lo que refleja que la construcción cumple principalmente con su función residencial en la ciudad. Además, un 13% de los habitantes utiliza las edificaciones con fines comerciales, lo que implica que un porcentaje significativo de las construcciones también sirve como locales comerciales. Esto indica que hay una presencia de actividad económica y emprendimiento en la ciudad, donde se utilizan las edificaciones como espacios para establecer negocios y comercios.

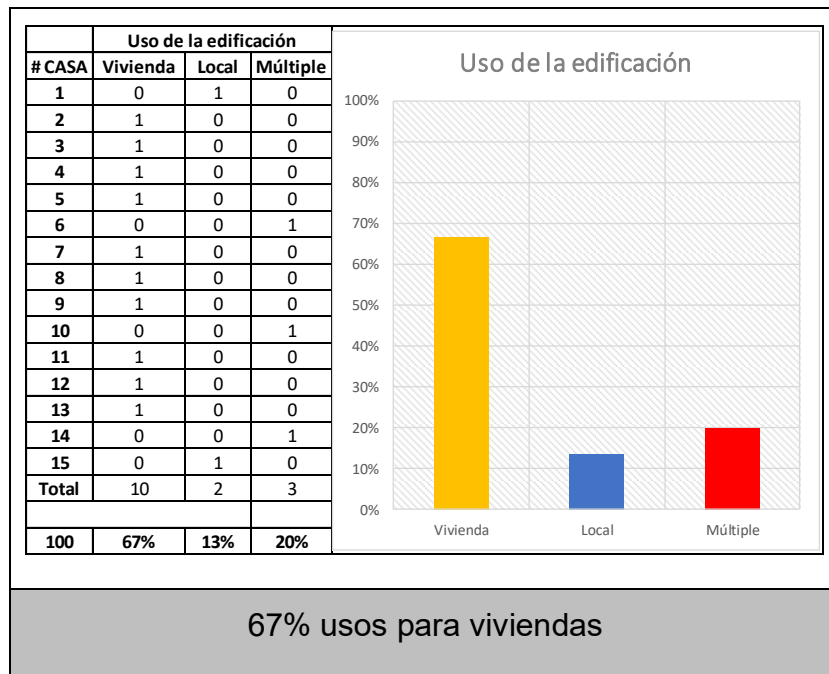


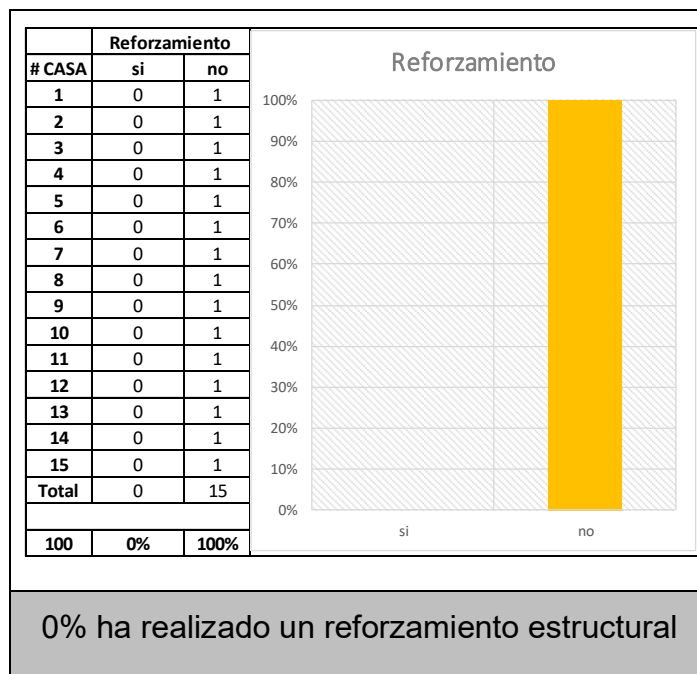
Tabla 27. Pregunta 5 – Uso de la edificación

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

Es importante tener en cuenta estos diferentes usos al realizar evaluaciones de vulnerabilidad sísmica, ya que los requerimientos y demandas estructurales pueden variar según el tipo de uso de las edificaciones. Se debe considerar tanto la seguridad y la estabilidad para los residentes como la adecuación estructural para los locales comerciales, garantizando la protección de las personas y los bienes en ambos casos.

## 6. ¿Ha realizado algún reforzamiento estructural?

Es interesante destacar que ninguna de las construcciones evaluadas ha sufrido ningún tipo de reforzamiento estructural hasta el momento, debido a que los propietarios no han considerado necesario llevar a cabo estas medidas.



0% ha realizado un reforzamiento estructural

Tabla 28. Pregunta 6 – reforzamiento estructural

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

El hecho de que los propietarios no hayan optado por realizar reforzamientos estructurales puede deberse a diferentes motivos. Puede ser que consideren que sus viviendas cumplen con los estándares de construcción y no perciban la necesidad inmediata de realizar mejoras adicionales. También puede haber factores económicos, ya que los reforzamientos estructurales suelen implicar una inversión adicional significativa.

### 7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?

Es notable que un alto porcentaje, el 73%, de los propietarios encuestados no ha encontrado ninguna de las patologías comunes en sus viviendas. Estas patologías pueden incluir problemas de humedad, grietas en las paredes, disgregación del hormigón, presencia de hongos u otros signos de deterioro.

Es recomendable que los propietarios continúen monitoreando el estado de sus viviendas de manera regular y tomen medidas preventivas para mantener la integridad estructural a lo largo del tiempo. Esto incluye realizar inspecciones periódicas, atender

de manera oportuna cualquier señal de deterioro o patología, y, si es necesario, buscar el asesoramiento de profesionales para abordar cualquier problema identificado.

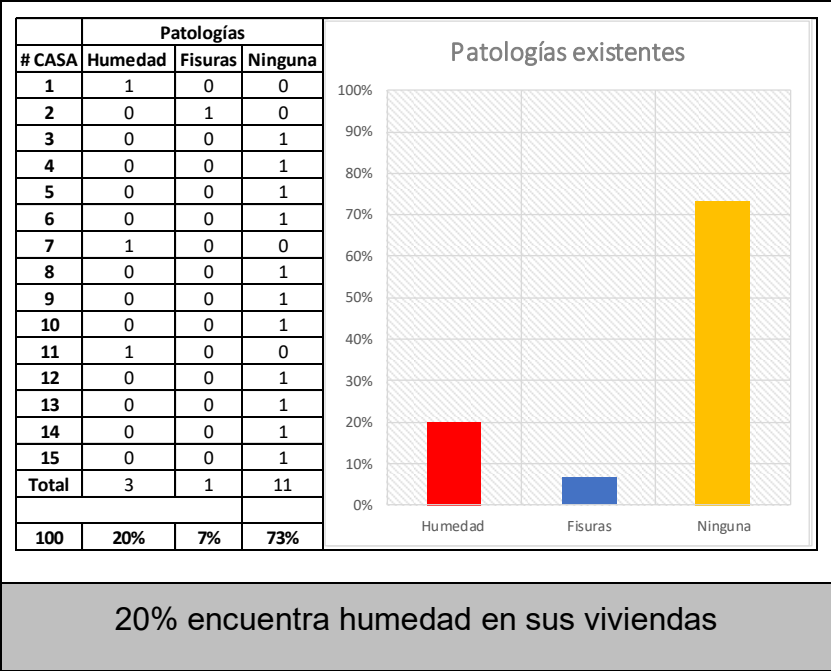


Tabla 29. Pregunta 7 – patologías

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## REGISTRO DE DATOS MEDIANTE LA EVALUACIÓN RÁPIDA.

El objetivo de realizar la evaluación de las viviendas utilizando el formulario de evaluación visual rápida es determinar el grado de vulnerabilidad sísmica que existe en las edificaciones del sector en cuestión. Esta evaluación se realiza debido a que las viviendas no cuentan con permisos municipales y, además, se sospecha que no se ha seguido un criterio profesional adecuado durante su construcción.

La falta de permisos municipales indica que las viviendas pueden haber sido construidas sin cumplir con los requisitos legales y las normativas de construcción establecidas por las autoridades locales. Esto puede resultar en edificaciones que presentan deficiencias estructurales y no cumplen con los estándares de seguridad necesarios para resistir eventos sísmicos.

La evaluación visual rápida permite identificar patologías visibles, irregularidades y características que podrían indicar la presencia de vulnerabilidades sísmicas en las viviendas. Estos resultados son importantes para generar conciencia sobre la

importancia de contar con construcciones seguras y promover la implementación de medidas de mitigación y reforzamiento estructural en caso de ser necesario.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
		<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>												
		Dirección: <b>AV. MARISCAL SUCRE 171921 y LA ESPERANZA</b>												
		Nombre de la edificación: <b>SR. JUAN QUILUMBA</b>												
		Sitio de referencia: <b>CASA COLOR VERDE LINDO</b>												
		Tipo de suelo: <b>D</b>						Fecha de evaluación: <b>9-06-2021</b>						
		Año de construcción: <b>2003</b>						Año de remodelación: <b>—</b>						
Área de construcción: <b>190m<sup>2</sup></b>						Número de pisos: <b>2</b>								
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: <b>FRANCISCO QUILUMBA</b>														
C.I.: <b>172249685-C</b>														
Registro SENESCYT:														
<b>TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado				C1	Pórtico Acero Laminado				S1			
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales				C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales				S2			
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo				C3	Pórtico Acero Doblado en frío				S3			
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX						Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado				S4			
		H. Armado prefabricado				PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5			
<b>PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S</b>														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>														
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL S</b>														
						2,8								
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación		
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>														

Formulario de muestra

Figura 22. Formulario de evaluación rápida modelo,

Fuente: Quilumba Francisco, 2021



## CAPITULO IV

### EVALUACION SÍSMICA DE EDIFICACIONES EXISTENTES DE LA NEC-2015.

Este método se centra en identificar estructuras que presenten un alto nivel de vulnerabilidad y un porcentaje significativo de colapso. El FEMA p-154 es adecuado para evaluar rápidamente un gran número de estructuras. Además, permite determinar qué estructuras no deben considerarse como lugares de refugio debido a su grado de vulnerabilidad, (Alvarez Sanchez & Pulgar Santacruz, 2019).

Finalmente, presentaremos el método utilizado para determinar los valores del índice de vulnerabilidad necesario en este estudio. Con estos resultados, seremos capaces de obtener el grado de vulnerabilidad de cada estructura evaluada.

#### DATOS PRELIMINARES

La siguiente tabla muestra el número de viviendas encuestadas y evaluadas visualmente en términos de vulnerabilidad sísmica en un sector específico del barrio La Esperanza, al norte de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, en la parroquia de Ponceano, Quito, Ecuador:

# CASA	No. Pisos	Propietario	Año de construcción
1	2	José Luis Pérez	2006
2	2	Jorge Cabezas	1980
3	2	Claudia Guáchala	2002
4	3	Juan Quilumba	2011
5	3	Juan Quilumba	2008
6	2	Juan Quilumba	2003
7	1	Mario Tisalema	1990
8	3	Marta Guáchala	2001
9	3	Cesar Guáchala	2001
10	2	Jaime Guáchala	2000
11	2	Nancy Guáchala	2002
12	1	Rosa Guáchala	1995
13	3	Mariano Tisalema	2002
14	2	Mariano Tisalema	1985
15	1	Mariano Tisalema	1990

**Datos preliminares**

Tabla 30. Número de viviendas analizadas

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

# USO DEL FORMULARIO DE EVALUACIÓN RAPIDA NEC 2015

## DATOS DE LA EDIFICACIÓN

Recolectamos la información necesaria de la vivienda, como son: dirección, nombre del propietario, tipo de suelo, año de construcción, área total de construcción, esquemas, fotografías de la vivienda y nombre del evaluador.

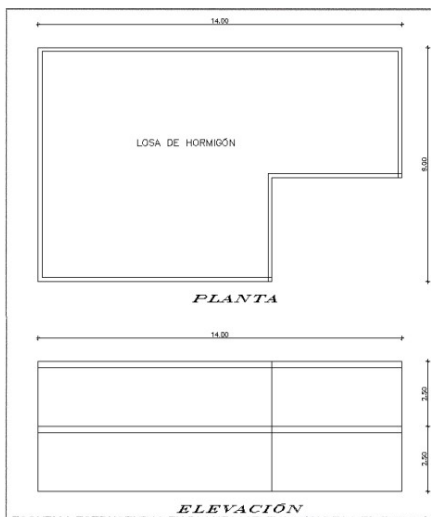

 <p>ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN</p>	<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b> Dirección: Av. MARISCAL SUCRE N° 1921 y LA ESPERANZA Nombre de la edificación: Sr. JUAN QUILUMBA Sitio de referencia: CASA COLOR VERDE LIMON Tipo de suelo: D Fecha de evaluación: 9-06-2021 Año de construcción: 2003 Año de remodelación: — Área de construcción: 190m <sup>2</sup> Número de pisos: 2
	<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b> Nombre del evaluador: FRANCISCO QUILUMBA C.I.: 172249685-C Registro SENESCYT:
	 <p>FOTOGRAFÍAS</p>
<b>Información de la edificación</b>	

Figura 23. Datos de la Edificación,

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Determina el tipo de estructura, su tipología y simbología del sistema estructural, entre estos tenemos, WS: estructuras de madera, RM: mampostería reforzada, PC: Hormigón armado prefabricado, S3: pórticos de acero doblado en frío, entre otros.

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado		Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
			PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

### C1: Pórtico Hormigón Armado

Tabla 31. Tipología del sistema estructural,

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## PUNTAJE FINAL DE S

Una vez que se ha identificado la tipología estructural de una edificación, es posible determinar su grado de vulnerabilidad considerando varios factores, como el número de pisos, la irregularidad en planta y en elevación, el año de construcción (que normalmente solo puede ser proporcionado por el propietario) y el tipo de suelo.

Estos factores se utilizan para calcular el valor de S, que es un parámetro que refleja la vulnerabilidad sísmica de la estructura. Dependiendo de los valores específicos de cada factor, se pueden sumar o restar puntos para obtener el valor final de S.

PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura ( 4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura ( mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>													
Pre - Código( construido de 1977) o auto construcci	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición ( entre 1977 y 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>					<b>2,8</b>								

Valor de S

Tabla 32. Puntaje final del valor de S

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA


Una vez completada la evaluación y obtenido el puntaje final de S, es posible definir el grado de vulnerabilidad sísmica de la estructura. El puntaje final de S refleja la vulnerabilidad relativa de la edificación frente a eventos sísmicos.

Por ejemplo, se pueden establecer categorías como "Baja vulnerabilidad", "Media vulnerabilidad" y "Alta vulnerabilidad, requiriendo una evaluación especial" en función de los rangos de puntajes obtenidos. El grado de vulnerabilidad se determina de acuerdo con el puntaje de S alcanzado por la estructura evaluada.

Donde

- $S < 2,0$  Alta vulnerabilidad, requiere una evaluación especial.
- $2,0 \leq S \leq 2,5$  Media vulnerabilidad.
- $S > 2,5$  Baja vulnerabilidad.

Efectivamente, al finalizar cada evaluación visual rápida, es recomendable contar con la firma del evaluador para otorgar validez a dicha evaluación. La firma del evaluador confirma que el informe de evaluación ha sido revisado y aprobado por un experto competente en el campo de la evaluación de estructuras.

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA		
$S < 2,0$	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	 Firma responsable de evaluación
$2,0 > S > 2,5$	Media vulnerabilidad	
$S > 2,5$	Baja vulnerabilidad	

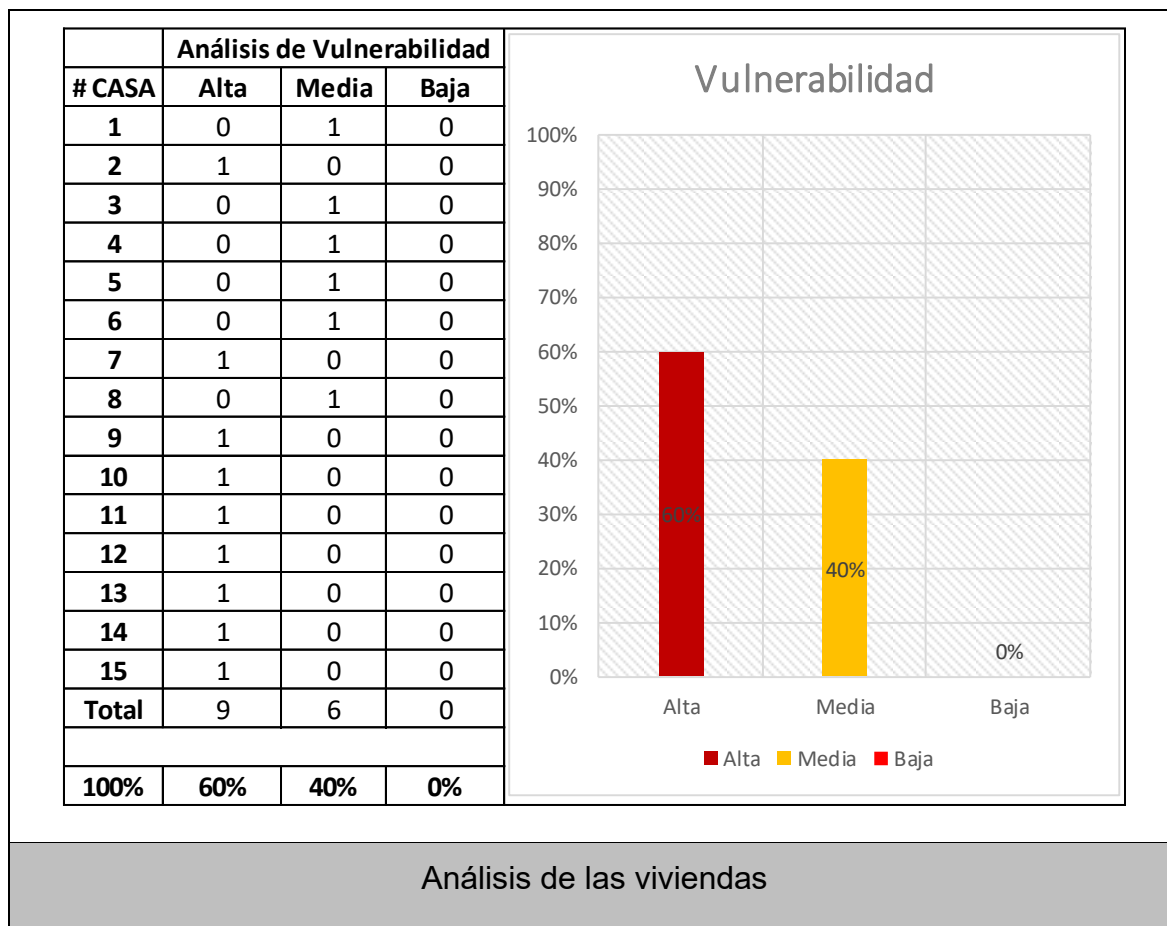
**Media Vulnerabilidad**

Tabla 33. Grado de vulnerabilidad sísmica,

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

### RESULTADOS OBTENIDOS

A través de la gráfica presentada, se puede observar que hay un 60% de viviendas con un alto índice de vulnerabilidad sísmica, mientras que no se registra un porcentaje de baja vulnerabilidad. Esto indica que la mayoría de las viviendas evaluadas presentan un alto riesgo ante eventos sísmicos.



### Análisis de las viviendas

Tabla 34. Resultados obtenidos,

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

El hecho de que estas viviendas sean consideradas como construcciones informales y no hayan contado con una supervisión técnica calificada durante su construcción puede ser un factor importante que contribuye a su elevada vulnerabilidad sísmica. La falta de controles técnicos y el incumplimiento de normativas de construcción pueden dar lugar a estructuras más vulnerables y menos resistentes a los efectos de un terremoto.

## ENSAYO CON EL ESCLERÓMETRO

Durante el estudio realizado, se llevó a cabo un ensayo esclerométrico para determinar la resistencia del hormigón en una vivienda específica. La elección de esta vivienda se basó en su configuración estructural y año de construcción. En este caso,

la vivienda seleccionada para el ensayo fue la propiedad del Sr. Cesar Guáchala, casa #9 (ver tabla 30), que consta de dos pisos y tiene un color beige.

Para realizar el ensayo esclerométrico, se utilizaron ciertos procedimientos. Se colocó una hoja cuadriculada de 2.5 x 2.5 cm en posición horizontal y se posicionó el esclerómetro apoyado en la columna en caso de evaluar columnas, y de forma vertical en el caso de evaluar vigas. Luego, se aplicó un golpe con el vástago del esclerómetro contra el elemento estructural (columna o viga) para medir la resistencia del hormigón.

El ensayo esclerométrico es una técnica no destructiva que proporciona una estimación de la resistencia del hormigón basada en la dureza superficial medida. Esta información es útil para evaluar la calidad y la resistencia del hormigón en los elementos estructurales seleccionados.

Los datos obtenidos a partir de este ensayo, junto con otras características de la vivienda, como el número de pisos, serán utilizados posteriormente para modelar la estructura en el software SAP2000. Esta herramienta de modelado permitirá realizar análisis y evaluaciones más detalladas de los elementos estructurales, como vigas y columnas, en función de los parámetros definidos durante el estudio.

Al realizar el estudio fue necesario realizar un ensayo esclerométrico, para definir la resistencia del hormigón, dicha vivienda fue seleccionada por su configuración estructural y año de construcción, la vivienda donde se realizó este ensayo fue del Sr. Cesar Guáchala de dos pisos, casa color beige.

Se debe conocer el número de pisos ya que de esta manera modelaremos en el software SAP2000, seleccionaremos varios elementos estructurales, como son vigas y columnas de cada piso.



Ensayo en columna y vigas

*Figura 24. Ensayo en columnas y vigas,*

*Fuente: Quilumba Francisco, 2021*

Una vez que se han recopilado los datos del ensayo esclerométrico, es posible utilizar correlaciones y fórmulas establecidas para convertir los valores de rebote en una estimación de la resistencia del hormigón en  $\text{kg/cm}^2$ . Estas correlaciones se basan en estudios y calibraciones previas que relacionan los valores de rebote con la resistencia del hormigón.

Las correlaciones pueden variar dependiendo de factores como la edad del hormigón, el tipo de superficie y otros parámetros. Es importante utilizar correlaciones apropiadas y ajustadas a las características del hormigón y las condiciones del ensayo.

Una vez obtenidos los valores estimados de resistencia del hormigón en  $\text{kg/cm}^2$ , estos datos pueden ser ingresados en el programa SAP2000. El programa utiliza esta información para modelar adecuadamente la estructura y realizar análisis estructurales más precisos, como análisis de carga, análisis sísmico y verificación de capacidad resistente.

Columna Central 1Planta Baja													
Datos de Medición						Cálculos							
Número de mediciones	Fecha	Altura de la malla (m)	Lectura del esclerómetro (PSI)	Promedio de lecturas (PSI)	Diferencia	Desviación Max Aceptable	Inclinación (grados)	f'c (PSI)	f'c (Kg/cm2)	f'c (Japón) (Kg/cm2)	Agens n(days)	$\alpha_n$	Correccion f'c (Kg/cm2)
1	9-jun-21	1.20	32.00	32.00	0.00	6.40	0 grados Gráfica tipo A	3300.00	232.01	231.84	3000.00	0.63	146.06
2	9-jun-21		32.00		0.00								
3	9-jun-21		32.00		0.00								
4	9-jun-21		32.00		0.00								
5	9-jun-21		34.00		2.00								
6	9-jun-21		30.00		-2.00								
7	9-jun-21		34.00		2.00								
8	9-jun-21		30.00		-2.00								
9	9-jun-21		30.00		-2.00								
10	9-jun-21		34.00		2.00								

**En columnas f'c: 146.06 Kg/cm2**

Tabla 35. Cálculo del f'c en Kg/cm2 en columnas

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

Viga Lateral Izquierdo 1Planta Alta													
Datos de Medición						Cálculos							
Número de mediciones	Fecha	Altura de la malla (m)	Lectura del esclerómetro (PSI)	Promedio de lecturas (PSI)	Diferencia	Desviación Max Aceptable	Inclinación (grados)	f'c (PSI)	f'c (Kg/cm2)	f'c (Japón) (Kg/cm2)	Agens n(days)	$\alpha_n$	Correccion f'c (Kg/cm2)
1	9-jun-21	3.40	38.00	41.00	-3.00	8.20	0 grados Gráfica tipo A	5200.00	365.60	348.76	3000.00	0.63	219.72
2	9-jun-21		38.00		-3.00								
3	9-jun-21		38.00		-3.00								
4	9-jun-21		46.00		5.00								
5	9-jun-21		42.00		1.00								
6	9-jun-21		42.00		1.00								
7	9-jun-21		40.00		-1.00								
8	9-jun-21		40.00		-1.00								
9	9-jun-21		40.00		-1.00								
10	9-jun-21		46.00		5.00								

**En vigas f'c: 219.72 Kg/cm2**

Tabla 36. Cálculo del f'c en Kg/cm2 en vigas

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

Es importante tener en cuenta que, en general, las vigas pueden tener una resistencia a compresión mayor que las columnas debido a varios factores. Entre ellos, se puede considerar que las losas suelen recibir un mejor tratamiento durante su construcción y se respetan los días de encofrado recomendados. Esto puede resultar en una mayor calidad y resistencia del hormigón en las losas en comparación con las columnas.

Sin embargo, es importante destacar que la resistencia del hormigón no es el único factor determinante en el diseño de vigas y columnas. Otros aspectos como la



geometría, las cargas aplicadas, la relación de esbeltez y otros criterios de diseño también son fundamentales para asegurar la integridad estructural.

## **CAPITULO V**

### **MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA**

#### **DISEÑO ESTÁTICO LINEAL EN LA ESTRUCTURA.**

El análisis estático lineal es una aproximación utilizada en el diseño estructural para determinar los estados de fuerzas laterales que actúan sobre los elementos estructurales. Este análisis permite evaluar la relación entre la demanda y la capacidad de los elementos, lo que proporciona información sobre la capacidad elástica y el estado de falla de la estructura.

En el diseño estático lineal, se calculan los desplazamientos entre pisos aplicando cargas axiales distribuidas en cada uno de los pisos. Es importante destacar que, en el caso de construcciones existentes, puede ser difícil ajustar los desplazamientos obtenidos, ya que las características de la estructura ya están definidas.

En este tipo de diseño, se considera que la estructura tiene un solo grado de libertad, lo que simplifica el análisis. Las fuerzas laterales equivalentes se distribuyen en función de la acción de un evento sísmico, utilizando un espectro de respuesta único que se determina considerando los factores relevantes identificados a lo largo del estudio.

Es importante tener en cuenta que el análisis estático lineal es una aproximación y puede no capturar todas las características no lineales y el comportamiento real de la estructura. Por lo tanto, es recomendable realizar análisis más detallados, como el análisis no lineal o el análisis dinámico, para obtener resultados más precisos y tener en cuenta el comportamiento no lineal de la estructura en caso de un evento sísmico.

#### **ANÁLISIS MATEMÁTICO DEL DISEÑO ESTÁTICO LINEAL**

Antes de utilizar el programa SAP2000, es necesario realizar los cálculos de carga viva y carga muerta, teniendo en cuenta las secciones de la estructura. Estos cálculos

son esenciales para determinar las cargas que actúan sobre la estructura y lograr un diseño adecuado de los elementos estructurales.

El cálculo de la carga viva implica estimar las cargas variables que se aplicarán a la estructura durante su uso, como el peso de los ocupantes, el mobiliario, el equipo y las cargas de viento. Estas cargas deben ser evaluadas según las normativas y estándares de diseño correspondientes.

Por otro lado, el cálculo de la carga muerta consiste en determinar las cargas permanentes que actúan constantemente sobre la estructura, como el peso propio de los elementos estructurales, los revestimientos y las instalaciones fijas. Estas cargas también deben ser calculadas teniendo en cuenta las secciones y dimensiones de la estructura.

Es importante considerar las secciones de los elementos estructurales al realizar estos cálculos, ya que las dimensiones de los elementos influyen en su capacidad para soportar las cargas. Por ejemplo, al calcular la carga muerta, se deben tener en cuenta las dimensiones y pesos de las losas, vigas, columnas y otros componentes estructurales relevantes.

Una vez que se hayan realizado los cálculos adecuados de carga viva y carga muerta, estos valores se utilizarán como datos de entrada en el programa SAP2000. Esto permitirá llevar a cabo un análisis estructural más preciso y obtener resultados confiables sobre el comportamiento de la estructura bajo las cargas definidas.

### **Análisis y diseño de la estructura (Modelación)**

Se ha utilizado el programa SAP2000 para realizar las comprobaciones necesarias que proporcionan la estabilidad de la estructura y la respuesta adecuada de los elementos y sistema estructural ante los esfuerzos de flexión, cortante, fuerzas axiales y sollicitaciones sísmicas, siguiendo las especificaciones establecidas en la Norma Ecuatoriana NEC 2015.

Mediante el uso del programa SAP2000, se han llevado a cabo análisis estructurales detallados, considerando los diferentes tipos de cargas y sollicitaciones sísmicas definidas en la normativa. El programa permite modelar la estructura en su totalidad,

teniendo en cuenta la geometría, materiales y conexiones de los elementos, así como las restricciones y condiciones de contorno.

En el diseño sismo-resistente de los pórticos, se adoptó el método de la resistencia unitaria última, siguiendo las siguientes hipótesis:

1. Cargas verticales: Se han seguido las normas vigentes en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) para determinar las cargas verticales que actúan sobre la estructura. Estas normas establecen los criterios para el cálculo de las cargas permanentes y las cargas variables, como el peso propio de los elementos estructurales y la carga viva debidas a ocupantes, mobiliario y equipo.
2. Relaciones de rigidez: En el análisis de rigideces, se ha considerado la naturaleza plástica de los elementos estructurales. Esto implica que se ha tenido en cuenta la capacidad de los elementos para deformarse plásticamente antes de fallar. Las operaciones de análisis se han llevado a cabo siguiendo el curso del método de rigideces sucesivas.
3. Esfuerzos debidos a cargas verticales: Para determinar los esfuerzos causados por las cargas verticales, se ha considerado la rigidez plástica de los elementos y se han aplicado las operaciones correspondientes utilizando el método de rigideces sucesivas. Esto permite obtener los esfuerzos en los elementos estructurales debidos a las cargas permanentes y variables.
4. Esfuerzos debidos a la fuerza sísmica: Los esfuerzos generados por la fuerza sísmica se han calculado utilizando la fórmula apropiada, previamente mencionada. Estos esfuerzos se han distribuido en los elementos estructurales proporcionalmente a sus rigideces. Esto significa que los elementos más rígidos soportarán una mayor proporción de los esfuerzos sísmicos.
5. Esfuerzos de diseño de las secciones: Los esfuerzos de diseño en las secciones de los elementos estructurales se han resuelto mediante la combinación simple de los esfuerzos debidos a las cargas permanentes y los esfuerzos debidos al sismo. Esta combinación de esfuerzos garantiza que las secciones de los elementos sean capaces de resistir tanto las cargas permanentes como las cargas sísmicas.

## Descripción del software

SAP2000 es un software de análisis estructural y diseño utilizado en la ingeniería civil. Es desarrollado por Computers and Structures, Inc. (CSI) y se utiliza ampliamente en la industria para el análisis y diseño de estructuras de diversos tipos, como edificios, puentes, torres, presas y otros proyectos de ingeniería civil.

El software SAP2000 utiliza el método de los elementos finitos para realizar el análisis de estructuras. Permite modelar y analizar tanto estructuras bidimensionales como tridimensionales, teniendo en cuenta diferentes tipos de cargas, como cargas gravitacionales, cargas sísmicas, cargas de viento, entre otras.

En los procedimientos de análisis ejecutados en el SAP2000 para una residencia de hormigón se utilizarán elementos **Frame** que representan las secciones de columnas y vigas; **Slab** que representan las losas con los cuales se modelará la estructura.

## Descripción del proyecto

El diseño consiste en una residencia en hormigón armado mediante la aplicación del software SAP2000, para el diseño de la estructura. El tipo de apoyo utilizado es un empotramiento perfecto, el cual no genera desplazamientos tanto horizontales como verticales y tampoco giro.

La residencia pertenece al Sr. Cesar Guáchala, casa #9 de acuerdo con la Tabla 30. El área de construcción estimada es de aproximadamente 163.35 m<sup>2</sup>. El terreno en el que se encuentra la residencia tiene una ligera irregularidad en un solo sentido, ya que la pendiente del terreno es inferior al 2%.

Para el diseño de la estructura, se empleará el método de elementos de hormigón armado, siguiendo las directrices establecidas en la sección 4.2 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015). Se ha definido un mecanismo dúctil que permitirá una adecuada disipación de energía sin llegar al colapso. Se prefiere que las rótulas plásticas se formen en los extremos de las vigas, en lugar de la base de las columnas del primer piso.

A continuación, se describen los niveles de la estructura y sus respectivos usos:

- Nivel N+0,00: Destinado a vivienda.
- Nivel N+2,52: Destinado a viviendas.

- Nivel N+5,04: Losa accesible.

Estos niveles se tendrán en cuenta durante el diseño estructural para evaluar la funcionalidad y seguridad de la residencia.

### Definición de los materiales

Para el diseño de la estructura de la residencia, se definirán los siguientes materiales:

#### Hormigón Armado:

- $f_c=145.51 \text{ kg/cm}^2_{\text{CPB}}$   
 $E= 12400 * \sqrt{f'_c} = 149578.13 \text{ kg/cm}^2$
- $f_c=154.25 \text{ kg/cm}^2_{\text{CPA}}$   
 $E= 12400 * \sqrt{f'_c} = 154004.81 \text{ kg/cm}^2$
- $f_c=216.45 \text{ kg/cm}^2_{\text{Vigas}}$   
 $E= 12400 * \sqrt{f'_c} = 182431.77 \text{ kg/cm}^2$

#### Acero de Refuerzo:

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

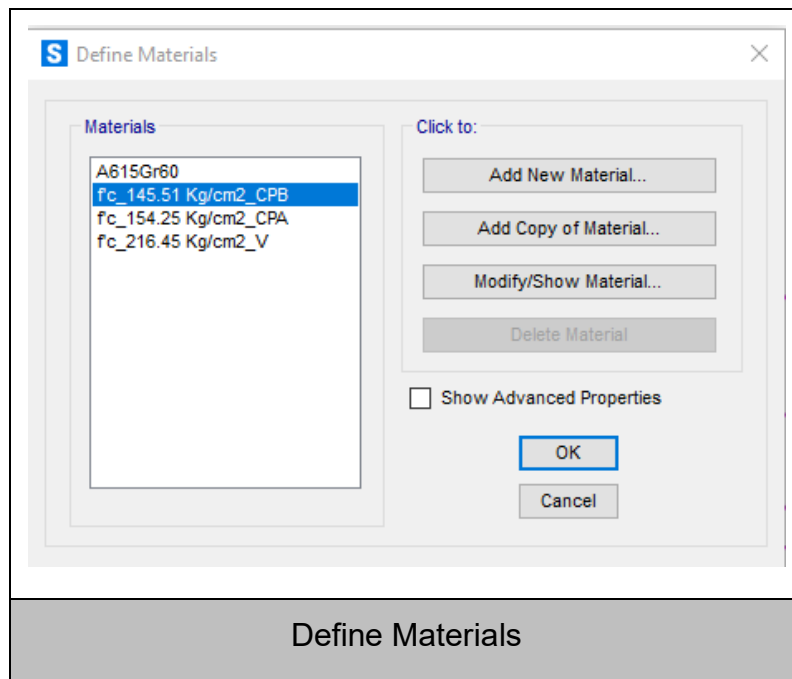


Figura 25. Definición de los Materiales, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Cargas definidas en el diseño

La Carga Muerta (D), se subdivide en:

**Peso Propio (PP)**, El peso propio de la estructura está directamente relacionado con el peso de cada elemento estructural, como vigas, nervios, columnas, losas, entre otros. Este peso se determina automáticamente por el programa utilizado, teniendo en cuenta las secciones transversales de dichos elementos y el peso unitario del hormigón armado.

**Carga Muerta Adicional o carga permanente (CP)**, Las cargas adicionales a la estructura incluyen el peso de los recubrimientos, los acabados de piso, la mampostería, las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y de ventilación. Estas cargas son consideradas como "cargas muertas" y se suman al peso propio de los elementos estructurales.

Se considera el peso de los recubrimientos, como los revestimientos de paredes y suelos, junto con el peso de la mampostería, para evaluar la capacidad de carga de la estructura. Además, las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y de ventilación añaden un peso extra a la estructura y deben ser contempladas en el diseño para asegurar su estabilidad.

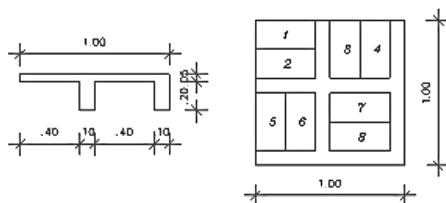
CALCULO DE CARGA MUERTA	
	
<b>e loseta =</b>	0.05 m
<b>e losa =</b>	0.25 m
<b>h nervio =</b>	0.20 m
<b>b nervio =</b>	0.10 m
<b>enlucido =</b>	0.04 m
<b># bloques =</b>	8.00 u
<b>Horm. =</b>	3.60
<b>P bloque =</b>	12.00 Kg
<b>P Unit Hor =</b>	2400.00 Kg/m3
<b>P Unit enlu =</b>	2200.00 Kg/m3
<b>PESO PROPIO</b>	
<b>W nervio =</b>	172.80 Kg/m2
<b>W loseta =</b>	120.00 Kg/m2
<b>W alivia =</b>	96.00 Kg/m2
	<b>388.80 Kg/m2</b>
<b>CARGA PERMANENTE</b>	
<b>W enlucid =</b>	44.00 Kg/m2
<b>W masilla =</b>	44.00 Kg/m2
<b>W recubri =</b>	88.00 Kg/m2
<b>W mampo =</b>	200.00 Kg/m2
	<b>376.00 Kg/m2</b>
<b>D =</b>	<b>PP + CP</b>
<b>D =</b>	<b>764.80 Kg/m2</b>
<b>D: 764.80 Kg/m2</b>	

Tabla 37. Cálculo de la Carga muerta

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

**La Carga Viva (L)**, según el uso de la edificación en la norma NEC 2015, puede variar.

A continuación, se mencionan algunos ejemplos de carga viva según diferentes usos:

1. Vivienda:
  - Carga viva para áreas habitables: 200 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva para áreas de dormitorios: 190 kg/m<sup>2</sup>
  - Losas accesibles 150 kg/m<sup>2</sup>
2. Comercio:
  - Carga viva para áreas de venta al por menor: 480 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva para áreas de oficinas en comercios: 240 kg/m<sup>2</sup>
3. Oficinas:
  - Carga viva para áreas de oficinas generales: 240 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva para áreas de salas de conferencias: 360 kg/m<sup>2</sup>
4. Educación:
  - Carga viva para áreas de aulas: 360 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva para áreas de bibliotecas: 480 kg/m<sup>2</sup>
5. Salud:
  - Carga viva para áreas de consultorios médicos: 360 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva para áreas de hospitales: 530 kg/m<sup>2</sup>
6. Recreación y deporte:
  - Carga viva para áreas de gimnasios: 530 kg/m<sup>2</sup>
  - Carga viva para áreas de gradas: 720 kg/m<sup>2</sup>

Estos valores son referencias generales y es importante considerar las condiciones específicas del proyecto y los requerimientos locales al determinar las cargas vivas.

## **Nomenclatura**

- D = Carga muerta (DEAD)
- L = Carga viva (LIVE)
- Q = Carga de sismo (QUAKE)

## Parámetros utilizados

Definimos los siguientes elementos estructurales verticales, horizontales y materiales seleccionados, teniendo en cuenta tanto las características del proyecto como la disponibilidad en el medio y en el mercado local.

Es importante destacar que la selección de elementos estructurales y materiales se realizará de acuerdo con los estándares, normas y regulaciones aplicables en el área local. Se considerarán factores como la resistencia, durabilidad, disponibilidad y costos con el fin de asegurar una estructura que sea segura y a la vez económicamente viable.

## Secciones de acuerdo con el diseño in situ

Columna planta baja de 30 x 25 cm.

Columna planta alta 30 x 25 cm.

Viga banda 30 x 25 cm.

## Requerimientos

Diseño Sismo – Resistente

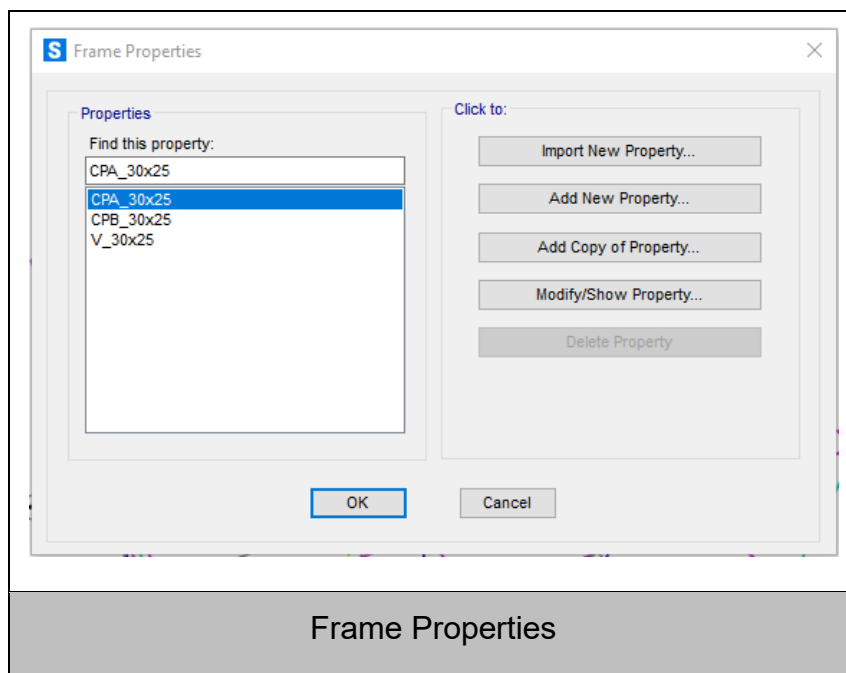
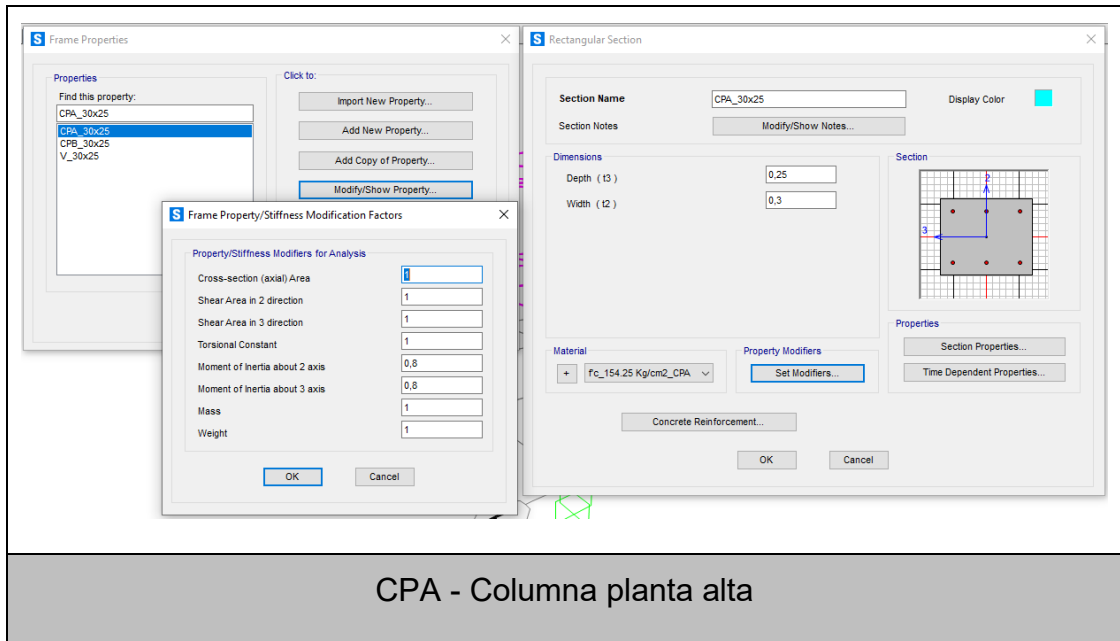


Figura 26. Secciones de la vivienda, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

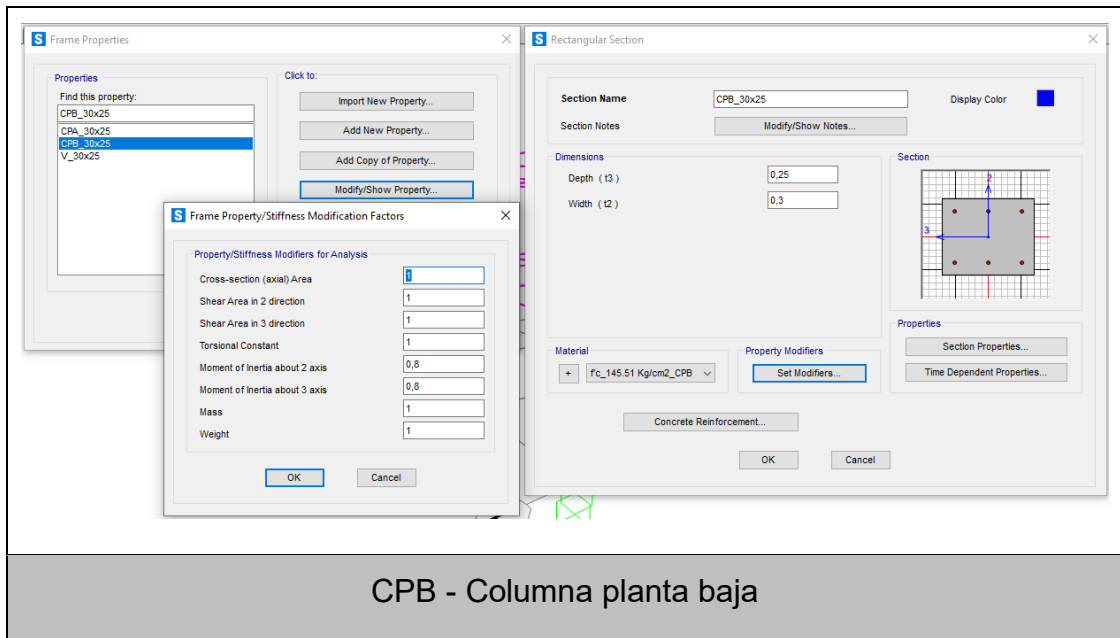




CPA - Columna planta alta

Figura 27. Sección CPA, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021



CPB - Columna planta baja

Figura 28. Sección CPB, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

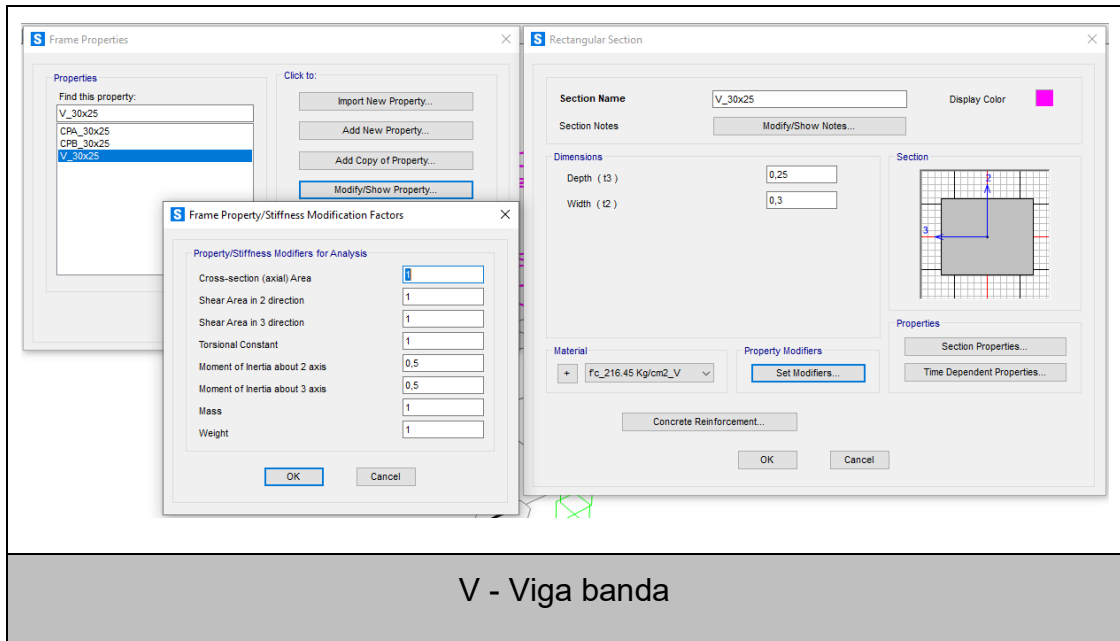


Figura 29. Sección Viga banda, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Mass Source Data

En el programa de diseño estructural, se definirá el 100% de la masa correspondiente al peso propio y carga permanente aplicada a la estructura. Esto implica considerar todos los elementos y componentes que conforman la vivienda, como vigas, losas, columnas, muros, entre otros, incluyendo su propio peso y las cargas permanentes que actúan sobre la estructura de manera constante.

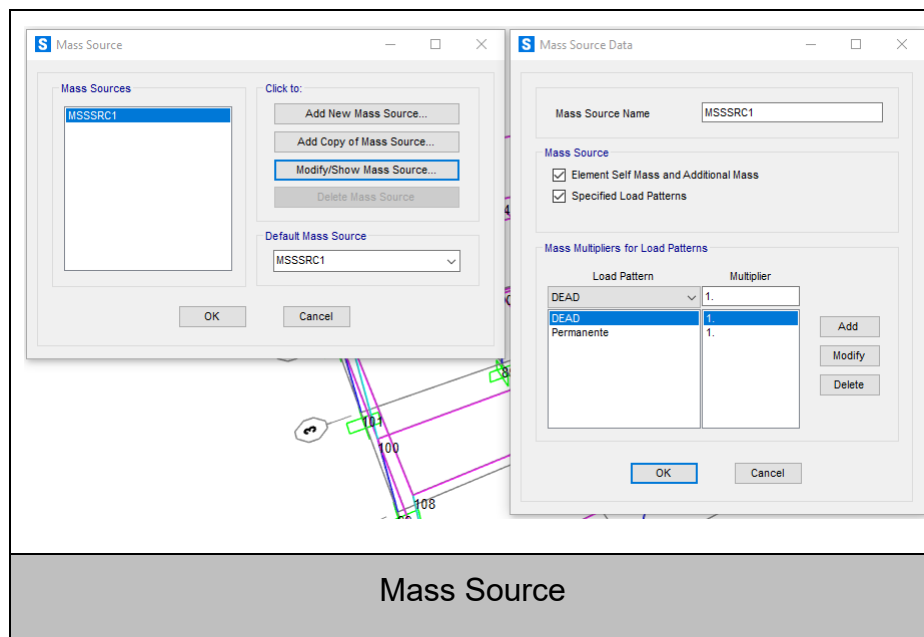


Figura 30. Mass Source, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Diaphragm Constraint

Añadiremos un diafragma para cada piso en el diseño estructural, se obtiene una mayor rigidez lateral y una mejor distribución de las cargas sísmicas en la estructura. El diafragma actúa como un elemento rígido que transmite los desplazamientos y fuerzas horizontales entre los elementos verticales de la estructura, como las vigas y columnas.

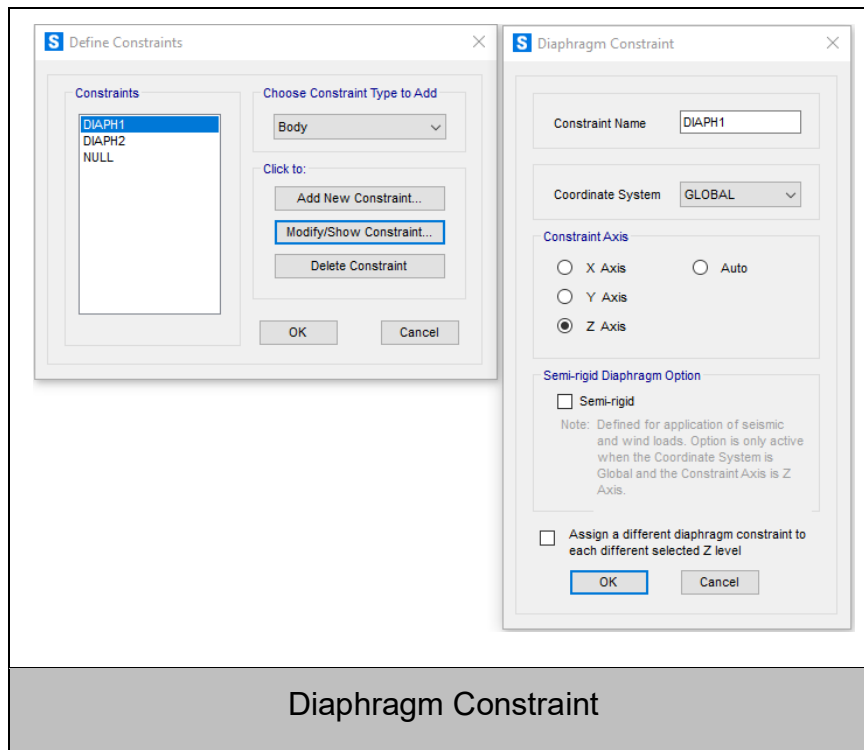


Figura 31. Diaphragm Constraint, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Espectro de Respuesta

Un Espectro de respuesta elástico de aceleraciones, definido para una fracción del amortiguamiento respecto al crítico igual a 5%. Depende del período o modo de vibración de la estructura.

El Espectro de Respuesta elástico de aceleraciones es una representación gráfica que muestra la relación entre la aceleración máxima del suelo y la respuesta estructural en función del periodo de vibración de la estructura. Este espectro se calcula considerando varios factores que influyen en la respuesta sísmica de la estructura. Para realizar la gráfica del Espectro de Respuesta debemos antes realizar y obtener

varios factores que servirán para dicho cálculo, factores que hemos visto a lo largo de este texto.

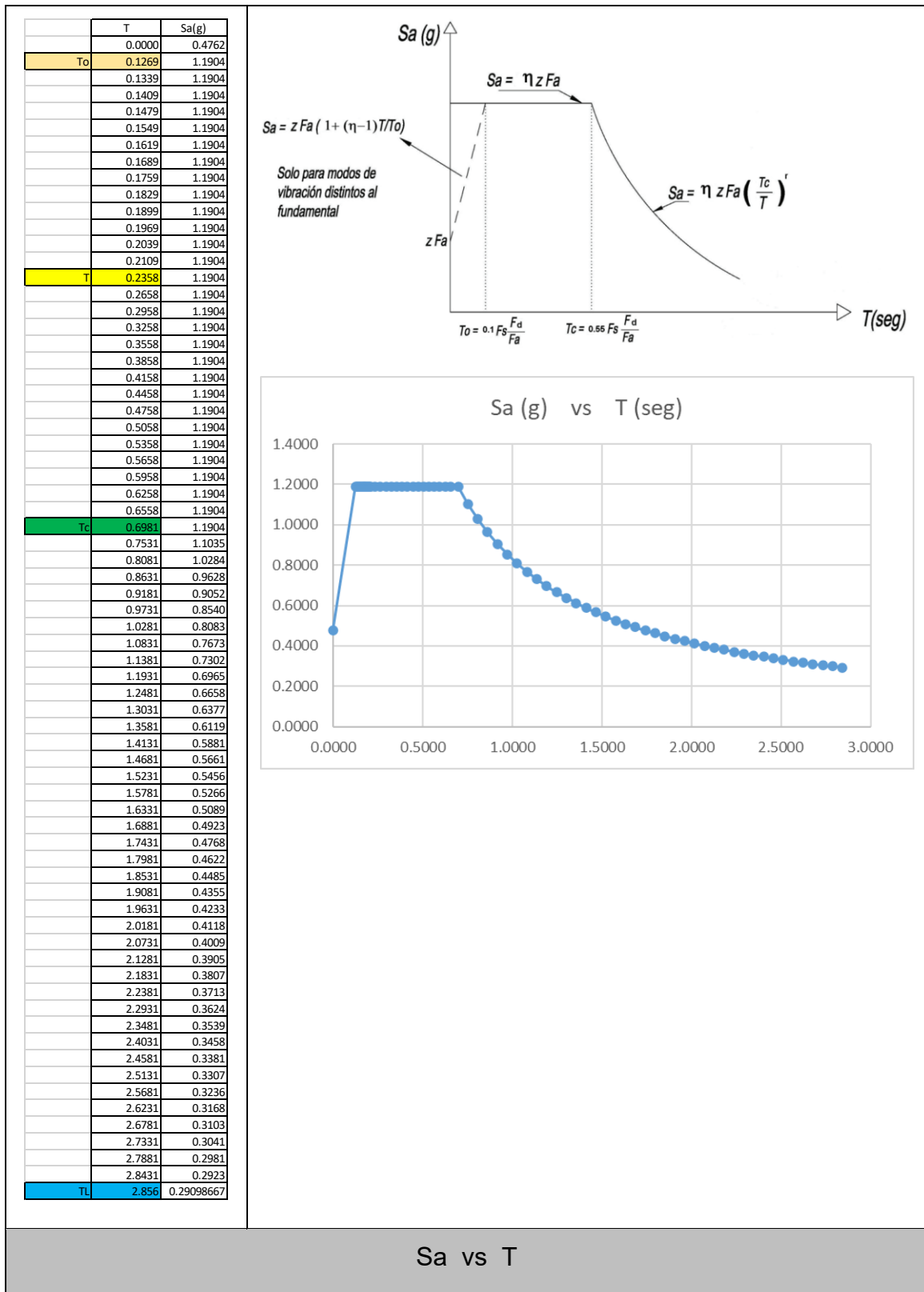


Tabla 38: Espectro de respuesta R: 3

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Cálculo del periodo de vibración en función de la altura

El periodo de vibración de una estructura en función de su altura es un parámetro importante en el análisis sísmico. A medida que aumenta la altura de la edificación, el periodo de vibración tiende a incrementarse.

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

Altura de la edificación $h_n = 5.04\text{m}$	
$C_t = 0.055$	$\alpha = 0.9$

Tabla 39. Tipo de estructura

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

$T = C_t h_n^\alpha$	$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a}$
$T = 0.055 * 5.04^{0.9}$	$T_c = 0.55 * 1.28 (1.19/1.20)$
$T = 0.2358$	$T_c = 0.6981$
Periodos de vibración	

Tabla 40. Cálculo de los periodos de vibración

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Cálculo del Corte Basal (V)

El corte basal adquiere un papel esencial en el diseño estructural sísmico, ya que denota la carga máxima que la base de la estructura debe contrarrestar para asegurar su estabilidad y seguridad en caso de un terremoto. Al calcular el corte basal, se deben ponderar diversos elementos, como la masa total de la estructura, la aceleración

sísmica anticipada en el área y la distribución de masa y rigidez de los componentes estructurales.

**Datos:**

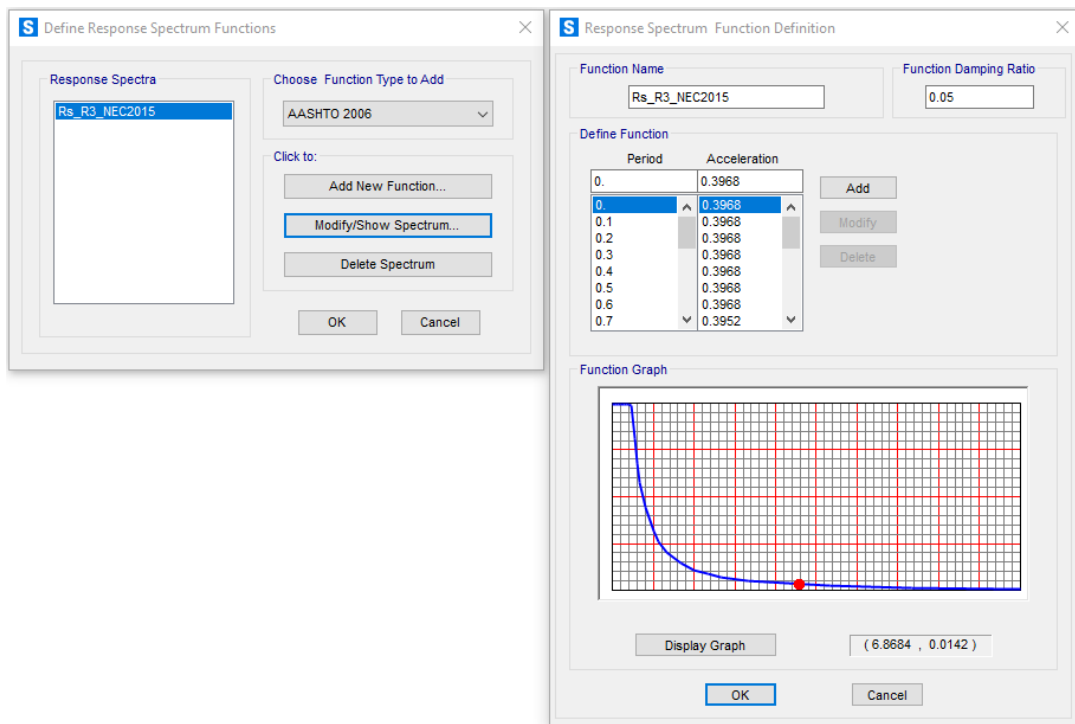
Tipo de estructura, sin muros estructurales y diagonales rigidizadores:

- Z = 0.4 Región Sierra, (Tabla 2)
- I = 1.0, (Tabla 7)
- Sa = 1.1904, (Tabla 38)
- R = 3, (Tabla 10)
- $\Phi_P = 1.00$ , (Tabla 8)
- $\Phi_E = 1.00$ , (Tabla 9)

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

$$V = \frac{1 * 1.1904}{3 * 1 * 1} * W$$

$$V = 0.3968 * W$$



$$V = 0.3968 * W$$

Figura 32. Cálculo matemático del cortante basal y SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Definimos las cargas permanentes

A continuación, definimos las cargas permanentes que actuarán en el diseño estructural. Para las cargas sísmicas en el eje x ( $S_x$ ) y las cargas sísmicas en el eje y ( $S_y$ ), se asignará el valor de 0.3968, correspondiente al corte basal único calculado previamente para este diseño. Estas cargas se aplicarán en el análisis estructural para evaluar la respuesta de la estructura ante eventos sísmicos.

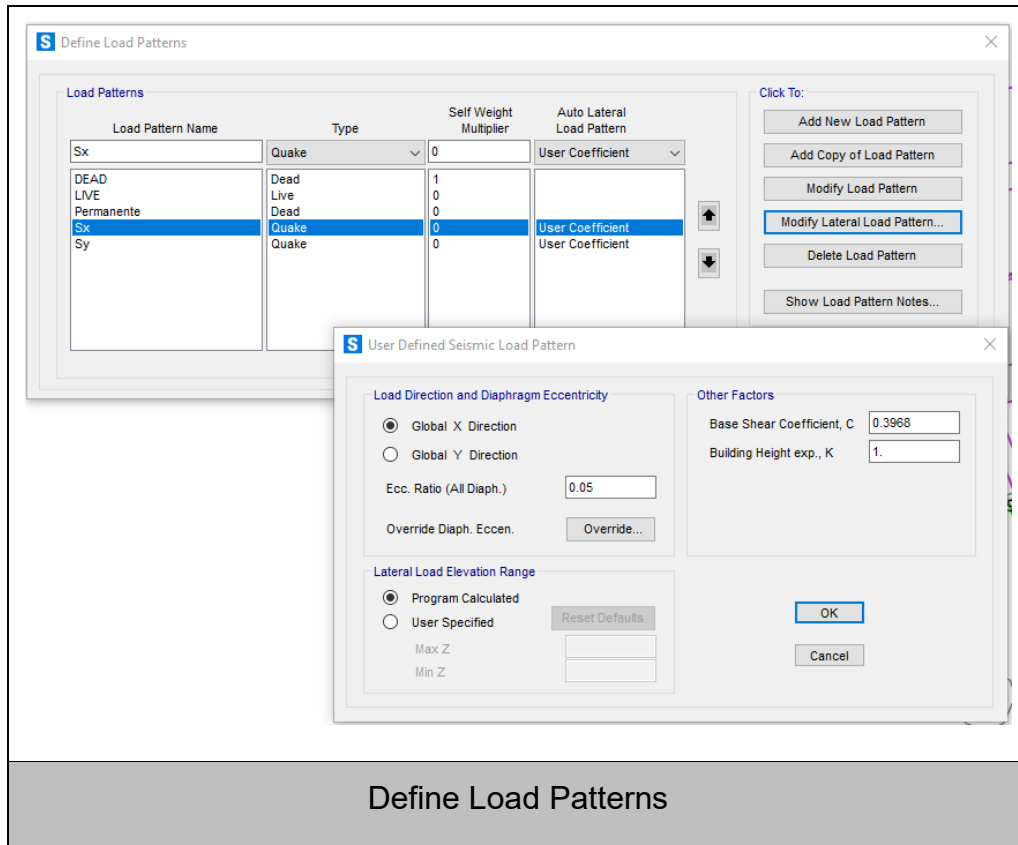


Figura 33. Definimos las Cargas Permanentes, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Definimos los casos de carga

Definimos los casos de carga en el análisis estructural. Para las cargas axiales y las cargas sísmicas, se considera un caso de carga estático lineal. Esto implica aplicar las cargas de manera estática, sin considerar la dinámica del sistema. Estas cargas pueden incluir el peso propio de los elementos estructurales, las cargas permanentes y la carga viva.

En cambio, para los casos de carga en los que interviene el espectro de respuesta en los ejes X y Y, se considera la fuerza de aceleración de la gravedad, que se toma

como  $9.8067 \text{ m/s}^2$ . Estos casos de carga, conocidos como U1 (en el sentido X) y U2 (en el sentido Y), utilizan el espectro de respuesta para determinar las fuerzas sísmicas correspondientes a cada período de vibración de la estructura.

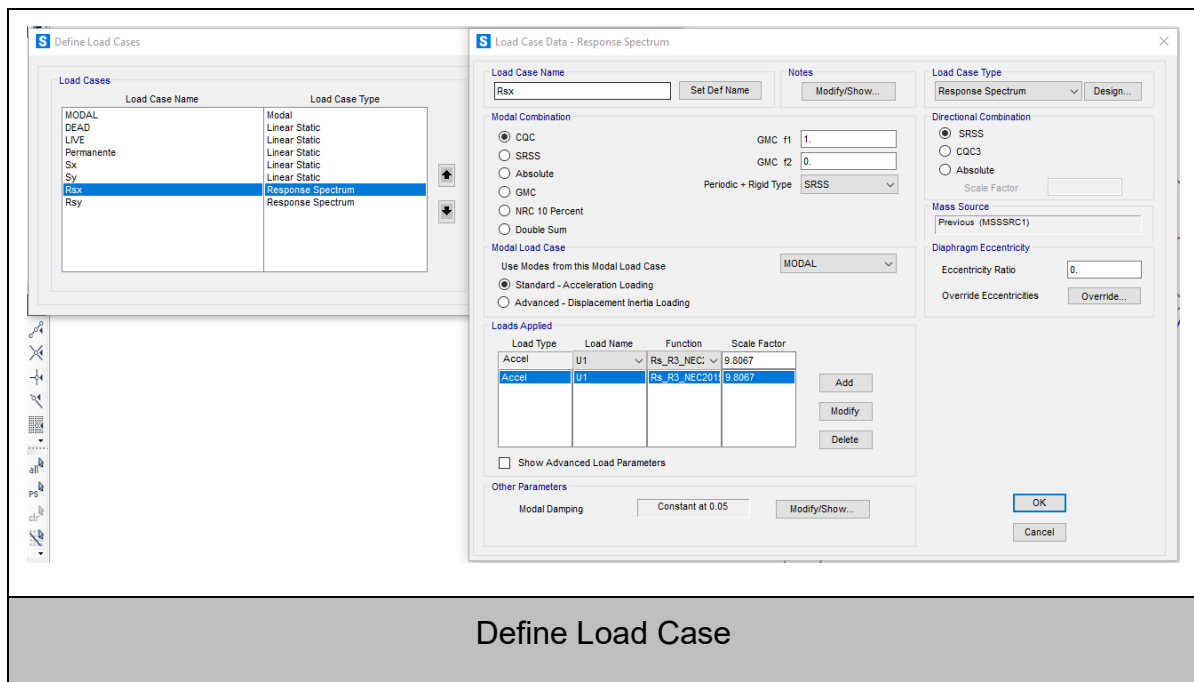


Figura 34. Definimos los casos de carga, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Definimos las combinaciones de carga

Las combinaciones de carga que utilizaremos para el diseño estructural se rigen por la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015. Una de las combinaciones más comunes es la  $1.2D + 1.6L$ , donde se considera la carga muerta (D) y la carga viva (L).

En esta combinación, la carga muerta (**D**) es la suma del peso propio de la estructura y la carga permanente calculada. El factor de carga 1.2 se aplica a la carga muerta para tener en cuenta posibles sobrecargas o incertidumbres en los cálculos. Por otro lado, la carga viva (**L**) representa las cargas variables o transitorias que actúan sobre la estructura, como el peso de los ocupantes, muebles, equipos y cualquier carga móvil.

La combinación  $1.2D + 1.6L$  es ampliamente utilizada ya que proporciona un enfoque conservador al considerar una carga muerta mayor y una carga viva significativa. Esto



permite diseñar la estructura para soportar tanto su propio peso como las cargas adicionales esperadas durante su vida útil.

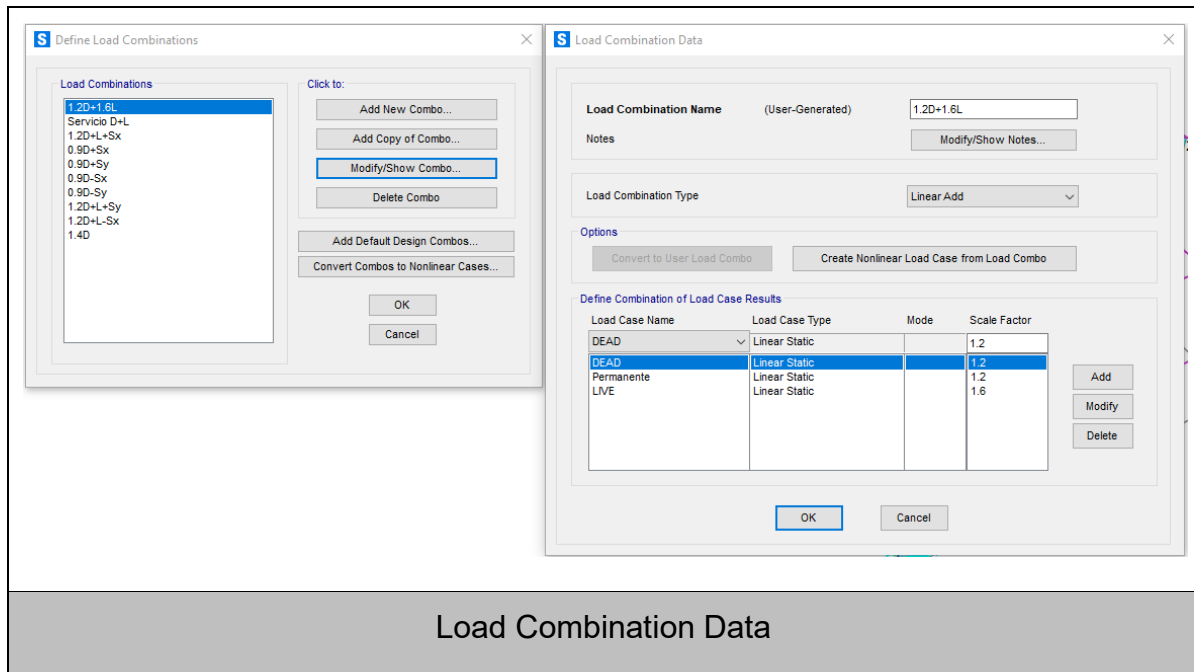


Figura 35. Combinaciones de Carga, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Aplicación de cargas a la estructura

Una vez que hemos asignado las secciones adecuadas a los elementos estructurales (vigas, columnas, losas), procedemos a aplicar las cargas vivas y muertas que hemos calculado previamente. En este caso, la carga viva es de  $200 \text{ kg/m}^2$  y la carga muerta es de  $376 \text{ kg/m}^2$ .

Es relevante resaltar que estas cargas se aplican siguiendo las pautas establecidas en la norma NEC 2015. En el contexto particular de la carga viva y muerta en la terraza accesible, se utilizan los valores definidos por esta normativa para asegurar un diseño estructural seguro y para cumplir con las demandas de carga requeridas.

Al aplicar estas cargas en el diseño estructural, podemos evaluar la capacidad de la estructura para resistir y soportar de manera segura las cargas esperadas durante su vida útil. Esto nos brinda la capacidad de dimensionar los elementos estructurales de manera adecuada y asegurar la integridad y estabilidad de la construcción.

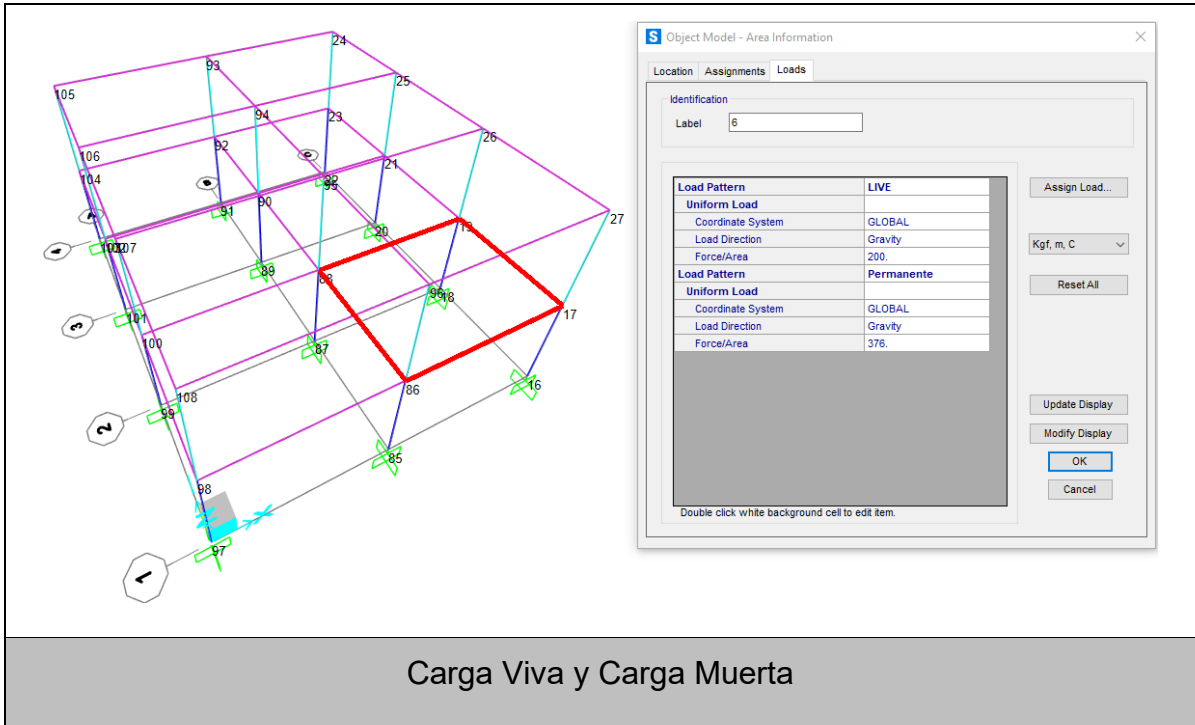
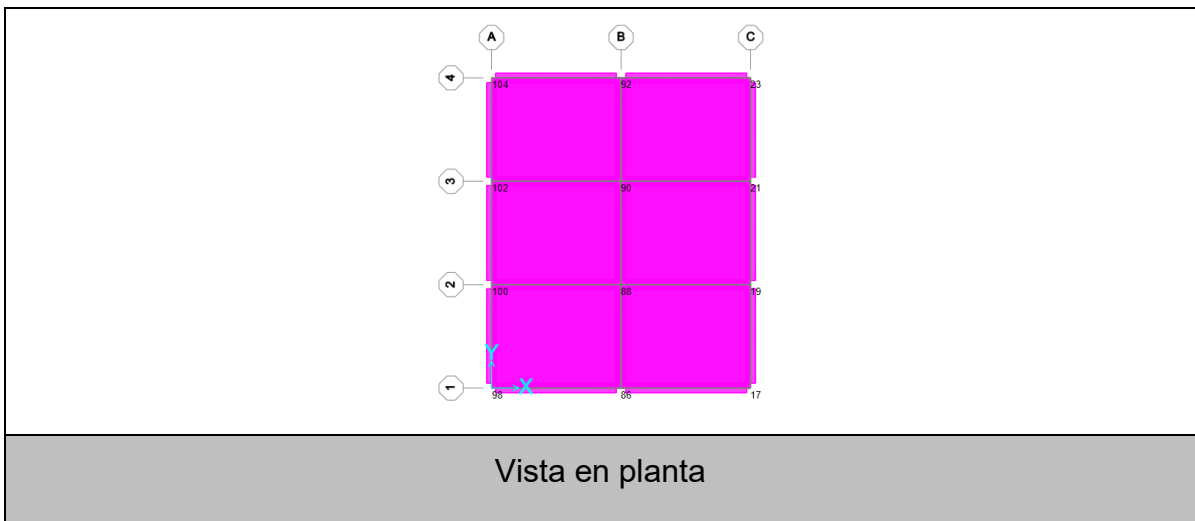


Figura 36. Aplicamos Carga Viva y Carga Muerta, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

**Vista en planta, vista en elevación y vista en 3D de la estructura.**

A continuación, presentamos las vistas en planta, elevación y vista 3D de la edificación modelada en el programa SAP2000.



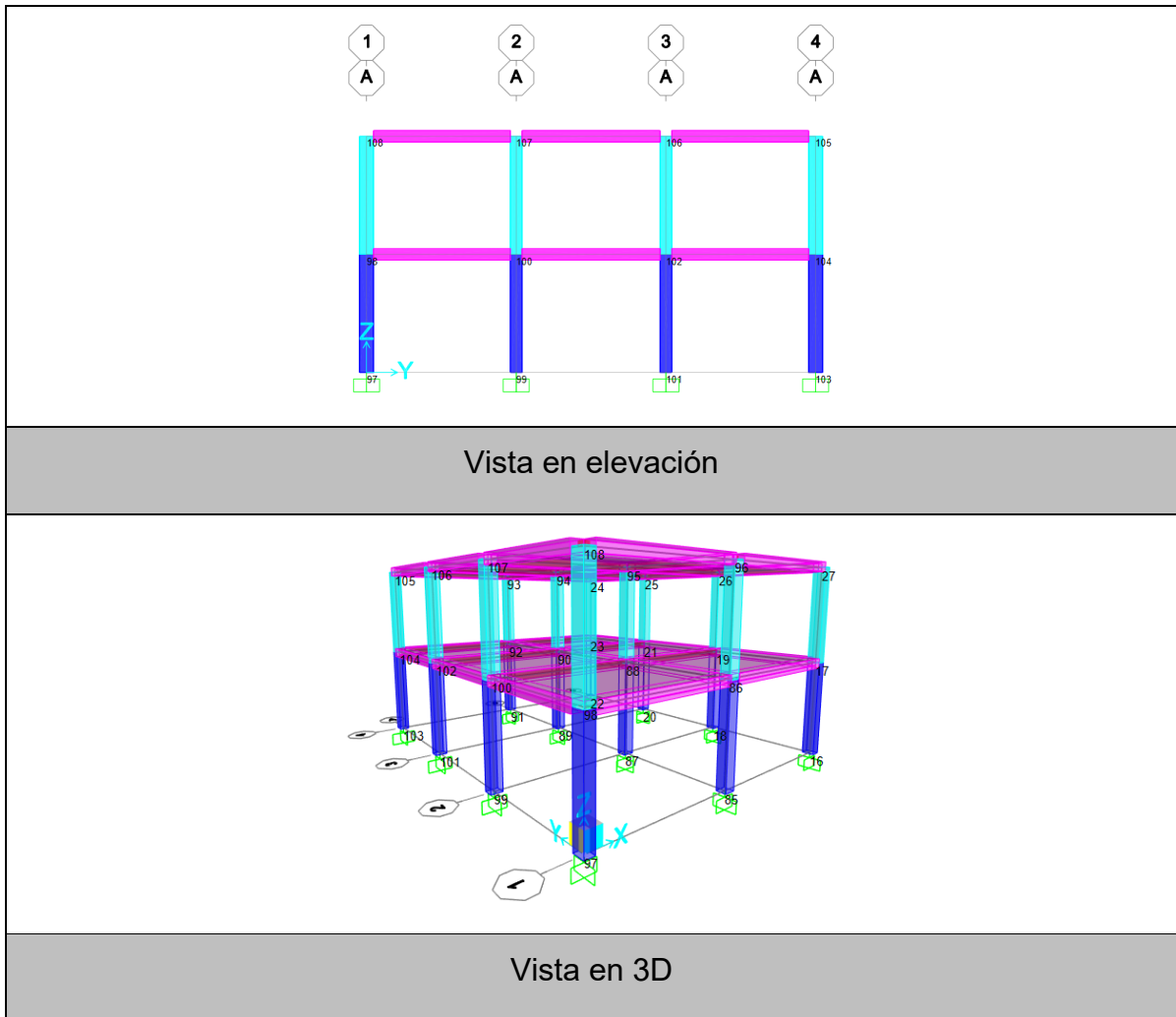


Figura 37. Juego de vistas de la Estructura, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL DE LA ESTRUCTURA

### Control de Derivas

Para realizar el análisis de la deriva máxima en el diseño de hormigón armado, utilizaremos la fórmula que establece los límites de la deriva inelástica. Según las normas y estándares del hormigón armado, se establece que la deriva máxima no debe exceder el 2% de la altura entre pisos.

Al establecer un límite de deriva inelástica del 2%, se asegura que la estructura no experimente deformaciones excesivas que puedan comprometer su integridad y seguridad. Esta restricción permite que la estructura sea capaz de soportar las cargas sísmicas y mantener su estabilidad sin sufrir daños significativos.

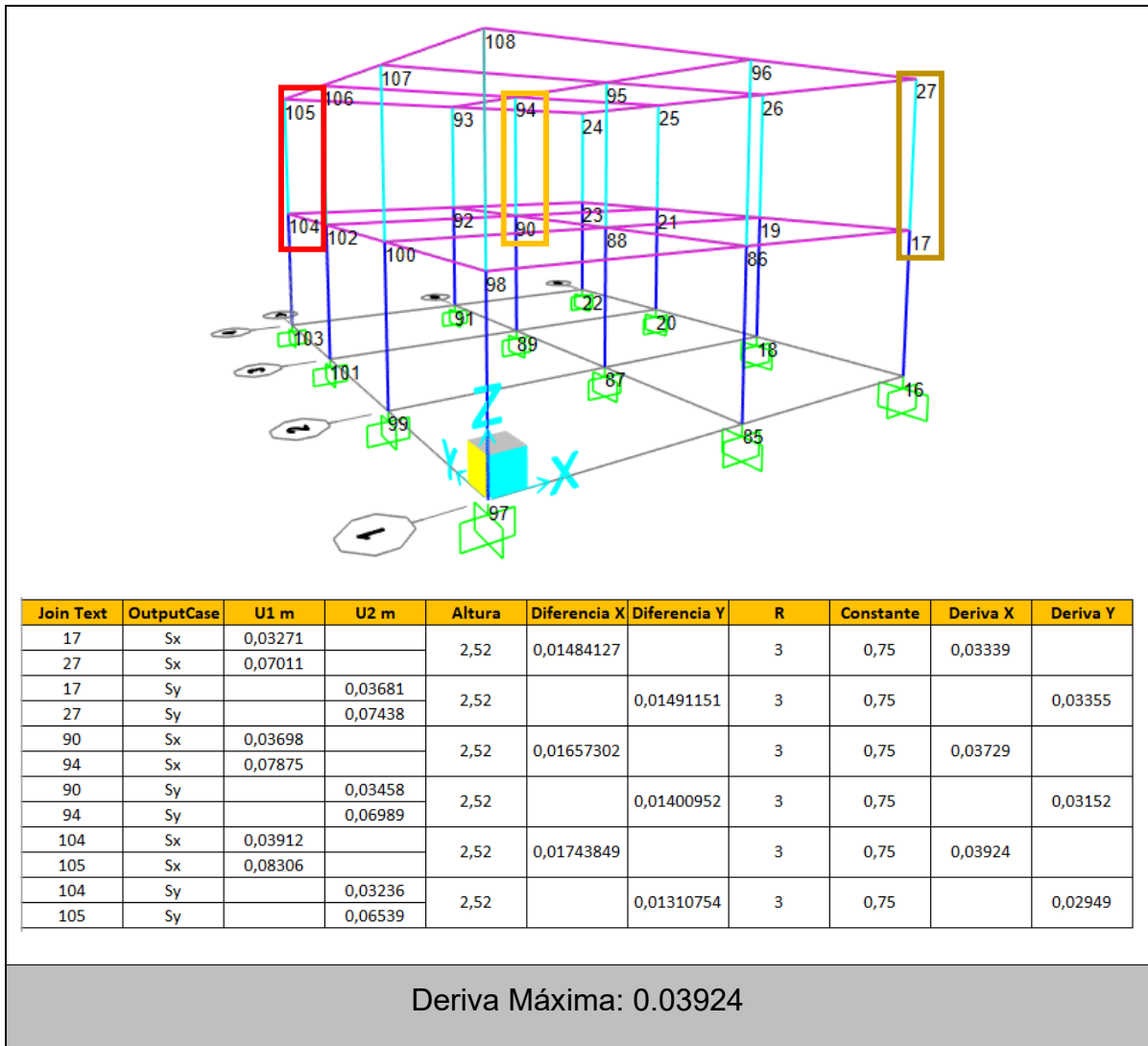


Tabla 41. Control de derivas

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

### Modos de vibración

En el diseño estructural y el análisis de vibraciones, los porcentajes de participación de los modos de vibración se refieren a la contribución relativa de cada modo de vibración en la respuesta total de la estructura.

Estos porcentajes pueden obtenerse mediante cálculos de análisis modal o métodos numéricos utilizando software especializado, como SAP2000 u otros programas de análisis estructural.

La tabla 42, a la que haces referencia, a los porcentajes de participación de los modos de vibración para esta estructura específica, considerando diferentes combinaciones de carga y condiciones del contorno.

S Modal Participating Mass Ratios

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

Filter:

	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless
▶	MODAL	Mode	1	0,747126	0,877	0	0
	MODAL	Mode	2	0,717719	0	0,892	0
	MODAL	Mode	3	0,616233	0	0	0
	MODAL	Mode	4	0,222085	0	0,108	0
	MODAL	Mode	5	0,216862	0,123	0	0
	MODAL	Mode	6	0,19075	0	0	0
	MODAL	Mode	7	0,063759	0	0	0,3
	MODAL	Mode	8	0,063241	0	2,644E-09	0
	MODAL	Mode	9	0,047628	0	0	0,151
	MODAL	Mode	10	0,047621	0	1,758E-07	0
	MODAL	Mode	11	0,047363	1,461E-07	0	0
	MODAL	Mode	12	0,047345	0	0	0,329

Record: << < 1 > >> of 12 Add Tables... Done

**Modos de vibración**

Tabla 42. Tabla de los modos de vibración, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

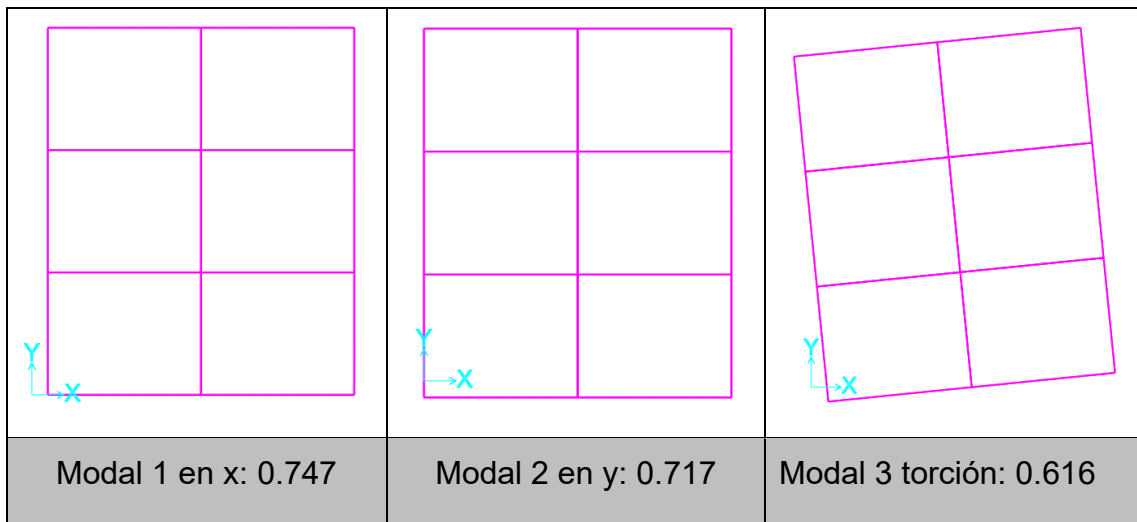


Figura 38. Tres casos de modo de vibración, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

Estos porcentajes pueden variar dependiendo de la geometría, rigidez y masa de la estructura, así como de las características del suelo y las condiciones sísmicas locales.

En este diseño estructural podemos observar los diferentes modos de vibración en sus tres direcciones (sentido X, sentido Y, y torsión), estos modos de vibración contribuyen significativamente a la respuesta total de la estructura, mediante los varios periodos de vibración.

## DISEÑO ESTÁTICO NO LINEAL DE LA ESTRUCTURA

El análisis estático no lineal, también conocido como análisis pushover, es una técnica utilizada en el diseño sísmico de estructuras para evaluar su capacidad de resistencia frente a movimientos sísmicos más allá del límite elástico. Este análisis permite obtener la curva de capacidad resistente, que muestra cómo la estructura responde y se deforma a medida que se incrementa la carga aplicada.

En comparación con el análisis estático lineal, el análisis estático no lineal considera aspectos más avanzados del comportamiento estructural, como la plasticidad de los materiales y la redistribución de las fuerzas internas a medida que la estructura se deforma.

Hay que considerar algunos parámetros para no reincidir mucho en el tema de la modelación estructural ya que existen algunos factores que comparten el análisis lineal y el análisis no lineal como son: definición de las cargas, definición de los materiales, secciones, entre otros y simplemente partiremos desde los temas que diferencia un análisis del otro, Por ejemplo, en el análisis no lineal, el espectro de respuesta no se reduce con un factor de reducción de 3 como en el análisis lineal, sino que se utiliza un factor de reducción igual a 1. Esto se debe a que en el análisis no lineal se considera el comportamiento real de la estructura más allá del límite elástico.

### **Espectro de respuesta**

El Espectro de Respuesta Elástico de Aceleraciones es una representación gráfica de las aceleraciones máximas que puede experimentar una estructura en función de su período de vibración. Este espectro se utiliza en el diseño dinámico de estructuras para determinar las cargas sísmicas que deben aplicarse.

El factor de amortiguamiento utilizado en el espectro de respuesta elástico es un parámetro importante que afecta la forma y las características del espectro. En este

caso, se ha definido un factor de amortiguamiento igual al 10% del amortiguamiento crítico.

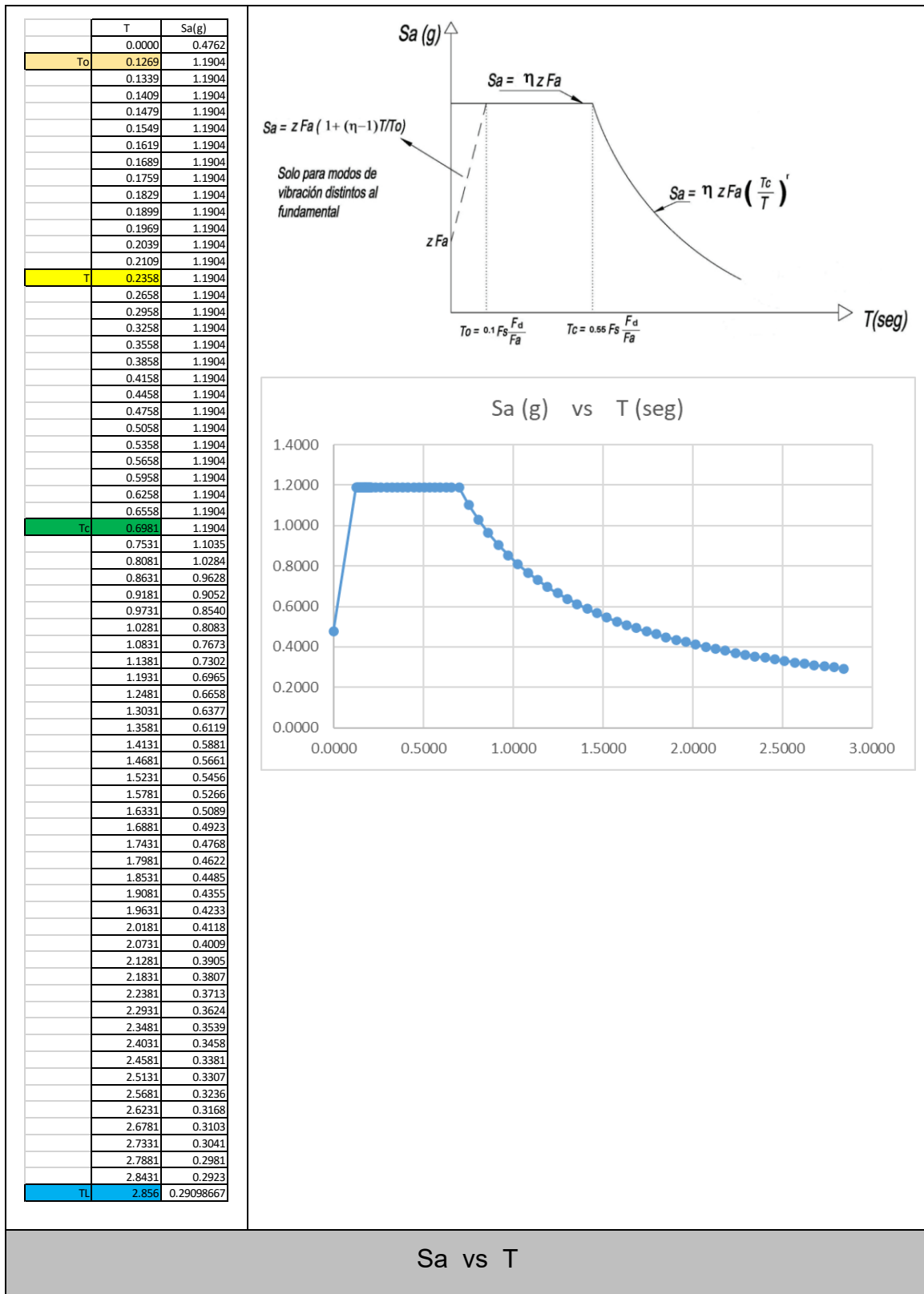


Tabla 43. Espectro de respuesta R: 1

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Cálculo del Corte Basal (V)

### Datos:

Tipo de estructura, sin muros estructurales y diagonales rigidizadores:

- $Z = 0.4$  Región Sierra, (Tabla 2)
- $I = 1.0$ , (Tabla 7)
- $S_a = 1.1904$  (Tabla 43)
- $R = 1$ , (por diseño)
- $\Phi_P = 1.00$ , (Tabla 8)
- $\Phi_E = 1.00$ , (Tabla 9)

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

$$V = \frac{1 * 1.1904}{1 * 1 * 1} * W$$

$$V = 1.1904 * W$$

The image displays the SAP2000 software interface for defining response spectrum functions. It includes a structural model diagram with nodes 103 and 91 highlighted. Two dialog boxes are shown: 'Define Response Spectrum Functions' and 'Response Spectrum Function Definition'. The 'Define Response Spectrum Functions' dialog shows 'Rs\_R1\_NEC2015' selected. The 'Response Spectrum Function Definition' dialog shows the function name 'Rs\_R1\_NEC2015' and a damping ratio of 0.05. A table in the dialog defines the function with a constant acceleration of 1.1904 for periods from 0 to 0.7. A graph below the table shows the resulting spectrum curve. The final result is  $V = 1.1904 * W$ .

Period	Acceleration
0.	1.1904
0.1	1.1904
0.2	1.1904
0.3	1.1904
0.4	1.1904
0.5	1.1904
0.6	1.1904
0.7	1.1856

Figura 39. Cálculo matemático del cortante basal y SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021



## Definimos las cargas permanentes

Definimos las cargas permanentes que actuarán en el diseño estructural, teniendo en cuenta las cargas sísmicas para el sismo en el eje x (Sx) y el sismo en el eje y (Sy). En este caso, asignamos el valor de 1.1904 correspondiente a la cortante basal única calculada previamente para este diseño.

En el caso de las cargas sísmicas, se considera la fuerza generada por los movimientos sísmicos en el eje x y en el eje y. Estas cargas se determinan utilizando la cortante basal única, que es un valor que representa la distribución de las fuerzas sísmicas en la estructura.

Al asignar el valor de 1.1904 a Sx y Sy, consideramos tanto la magnitud como la dirección de las fuerzas sísmicas en cada uno de los ejes. Estos valores se emplean en cálculos y análisis subsiguientes para asegurar que la estructura esté adecuadamente preparada para resistir los efectos del sismo.

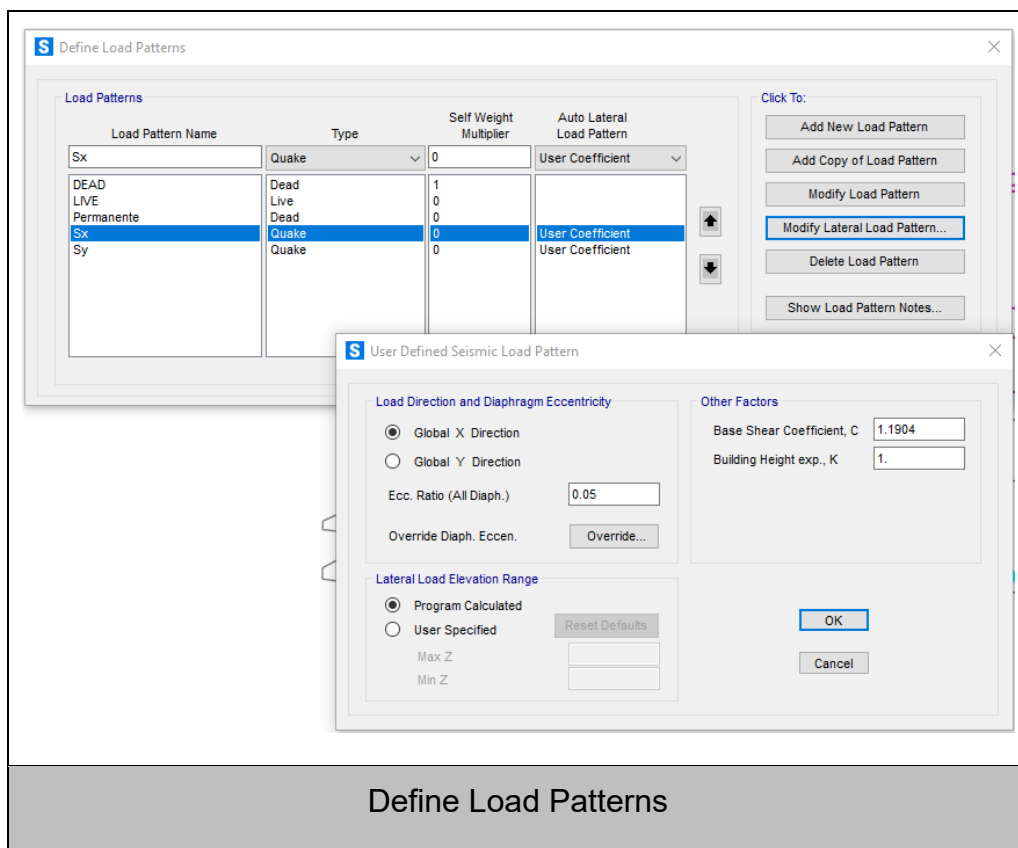


Figura 40. Definimos las Cargas Permanentes, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Definimos los casos de carga

Los casos de carga se definen de acuerdo con el tipo de carga que actúa sobre la estructura y su comportamiento. En el caso de las cargas axiales y las cargas sísmicas, se considera un análisis estático lineal, lo que implica que se aplica una carga constante en el tiempo.

Por otro lado, en los casos de carga donde se aplica el espectro de respuesta en los ejes X e Y, se considera la fuerza de aceleración de la gravedad, que es de  $9.8067 \text{ m/s}^2$ . En este caso, se utilizan los factores de carga U1 para el sentido X y U2 para el sentido Y.

Es importante tener en cuenta que se trabaja con un factor de reducción R igual a 1 para un único caso, lo cual implica que no se aplican factores de amplificación o reducción de carga en este análisis específico.

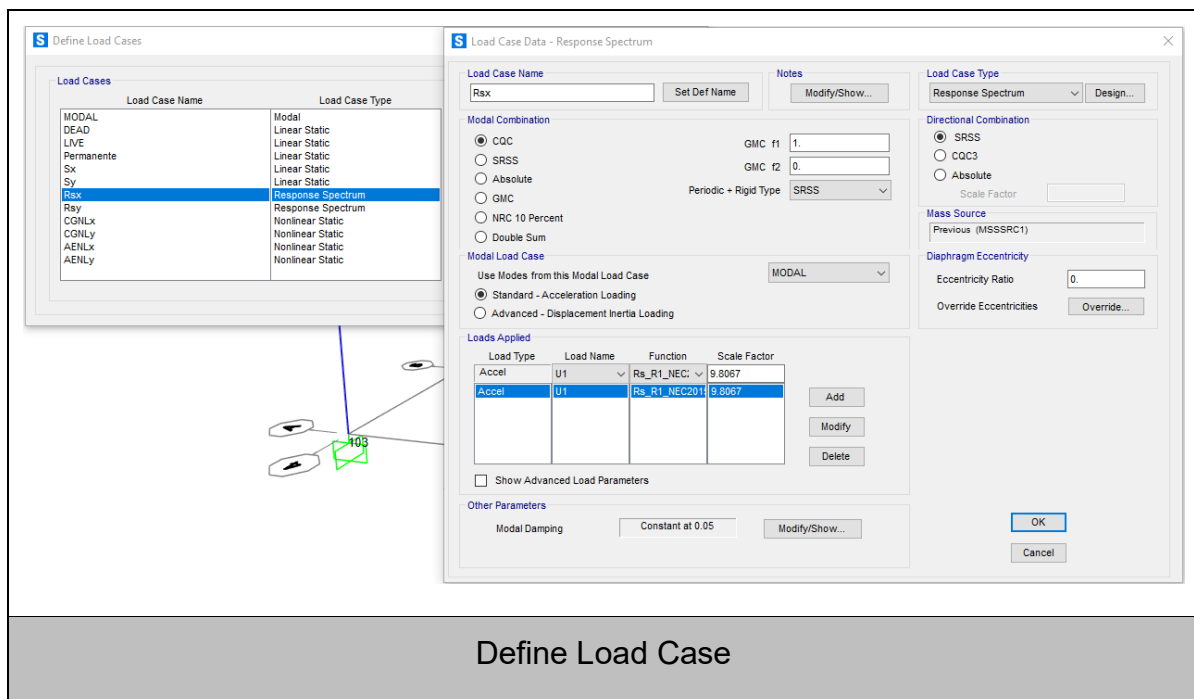


Figura 41. Definimos los casos de carga, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Carga gravitacional no lineal

En el caso de carga estático no lineal, se consideran los valores de carga muerta total y carga viva de manera diferente. Para la carga muerta total, se utiliza un factor de

carga de 1.1, lo que implica que se aplica un incremento del 10% sobre el valor de la carga muerta calculada.

En cuanto a la carga viva, se toma el 25% de la carga total. Esto significa que se considera solo una fracción de la carga viva aplicada en el análisis, correspondiente al 25% de su valor.

Estos valores se utilizan para definir las cargas estáticas no lineales que actúan sobre la estructura durante el análisis. Es esencial adaptar estos valores conforme a los criterios de diseño y las normativas pertinentes, con el propósito de asegurar la seguridad y una evaluación adecuada del comportamiento estructural ante las cargas anticipadas.

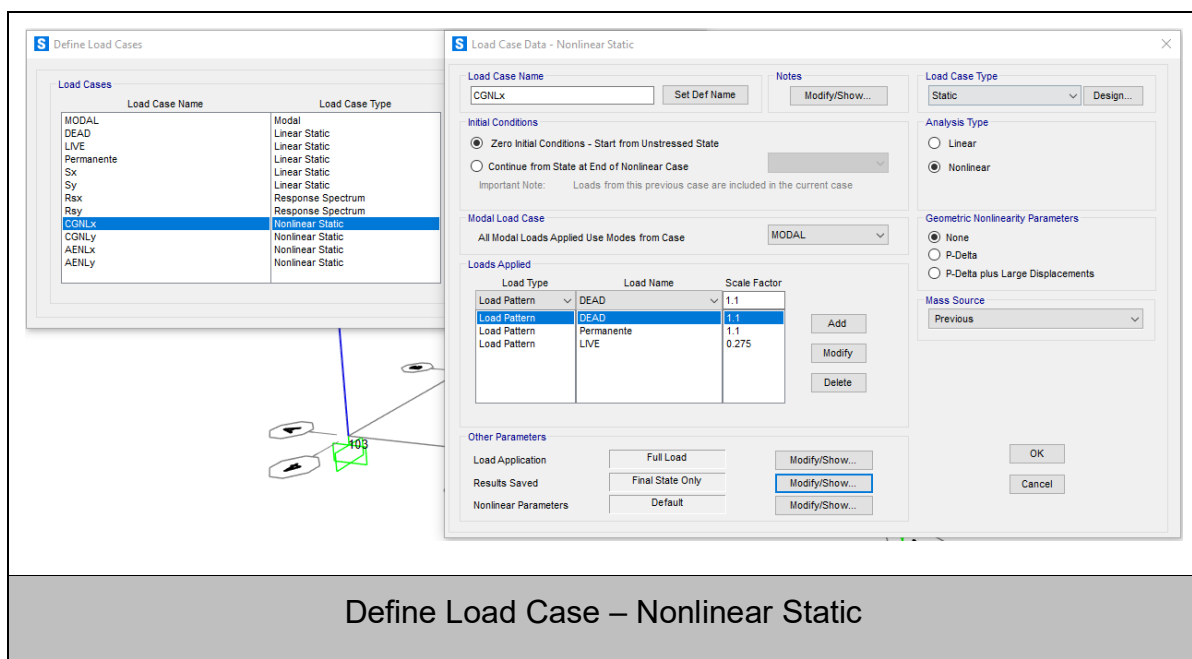


Figura 42. Caso de carga estático no lineal, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

### Aceleración espectral no lineal

En el caso de carga gravitacional no lineal, se utiliza un factor de escala del 100% para la aceleración. Esto significa que se considera la aceleración completa de la gravedad en el análisis, sin aplicar ningún factor de reducción.

En el sentido UX se considera la carga gravitacional no lineal, lo cual implica tener en cuenta las fuerzas y momentos generados por la carga muerta y la carga viva actuando en ese sentido.

De manera similar, en el caso de carga UY se considera la carga gravitacional no lineal en el sentido UY, teniendo en cuenta las fuerzas y momentos generados por la carga muerta y la carga viva actuando en ese sentido.

Es importante tener en cuenta estos factores de escala y considerar adecuadamente las cargas gravitacionales no lineales en el análisis para obtener resultados precisos y confiables del comportamiento estructural.

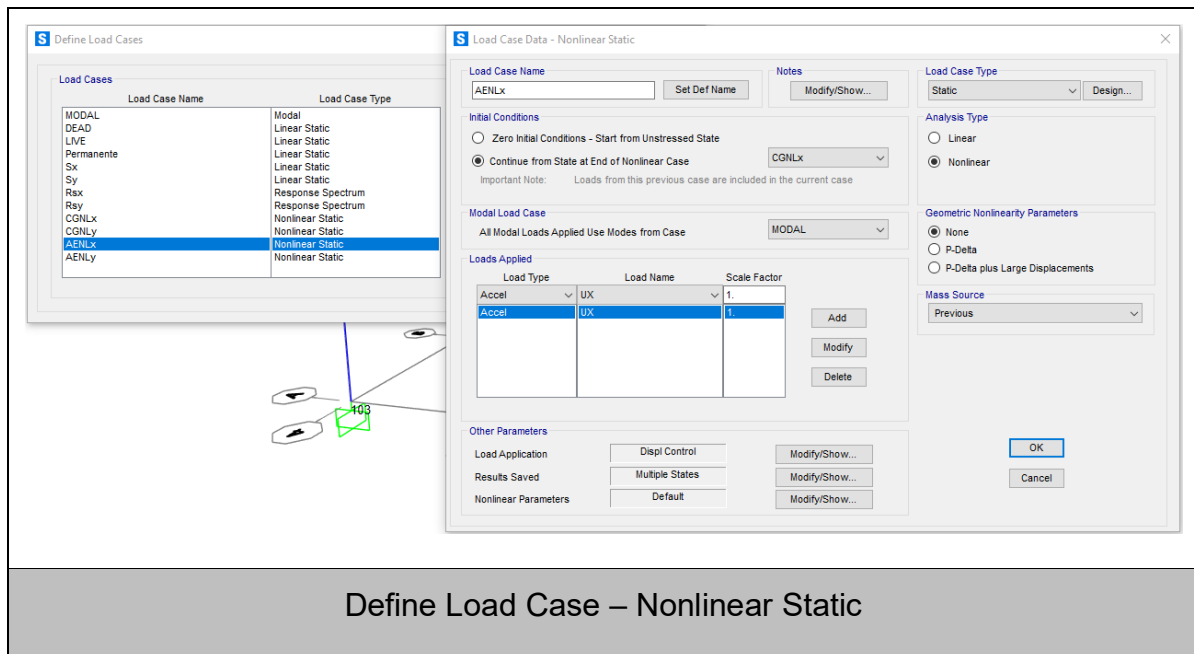


Figura 43. Aceleración Estático no lineal, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Definimos las combinaciones de carga

En el diseño estructural, se utilizan combinaciones de carga para tener en cuenta diferentes escenarios de carga que pueden actuar sobre la estructura. Estas combinaciones se definen de acuerdo con las normas y regulaciones aplicables, en este caso, la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015.

Una de las combinaciones más comunes es la combinación 1.2D + 1.6L. En esta combinación, la carga muerta (D) se calcula como la suma del peso propio de la estructura y la carga permanente aplicada. La carga viva (L) se considera con un factor de amplificación de 1.6.

Esta combinación tiene en cuenta tanto las cargas permanentes (como el peso de la estructura) como las cargas variables (como las cargas vivas). El objetivo es asegurar

que la estructura sea capaz de resistir y soportar todas las cargas esperadas durante su vida útil, garantizando la seguridad y la estabilidad estructural.

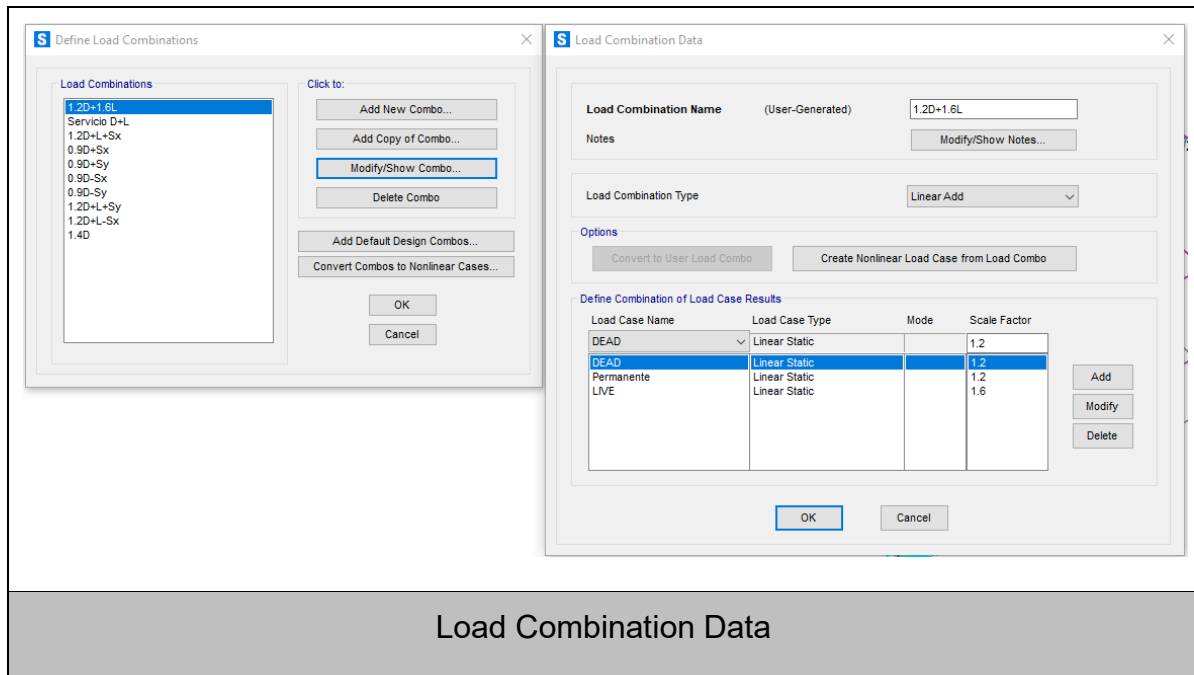


Figura 44. Combinaciones de Carga, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## Asignación de Hinges

Al aplicar hinges (rótulas plásticas) en elementos estructurales como vigas y columnas, se puede considerar una distribución de rigidez a lo largo de la sección. Según la norma ASCE 41-17, se sugiere utilizar un valor del 5% al inicio de la sección y un 95% al final de la sección para representar la rigidez plástica gradual en estos elementos.

La idea detrás de esta distribución es simular el comportamiento no lineal de los elementos estructurales durante eventos sísmicos. Al introducir rótulas plásticas, se permite que la estructura disipe energía a través de la formación y deformación plástica en las zonas de rótula, lo que ayuda a reducir las demandas sísmicas en la estructura.

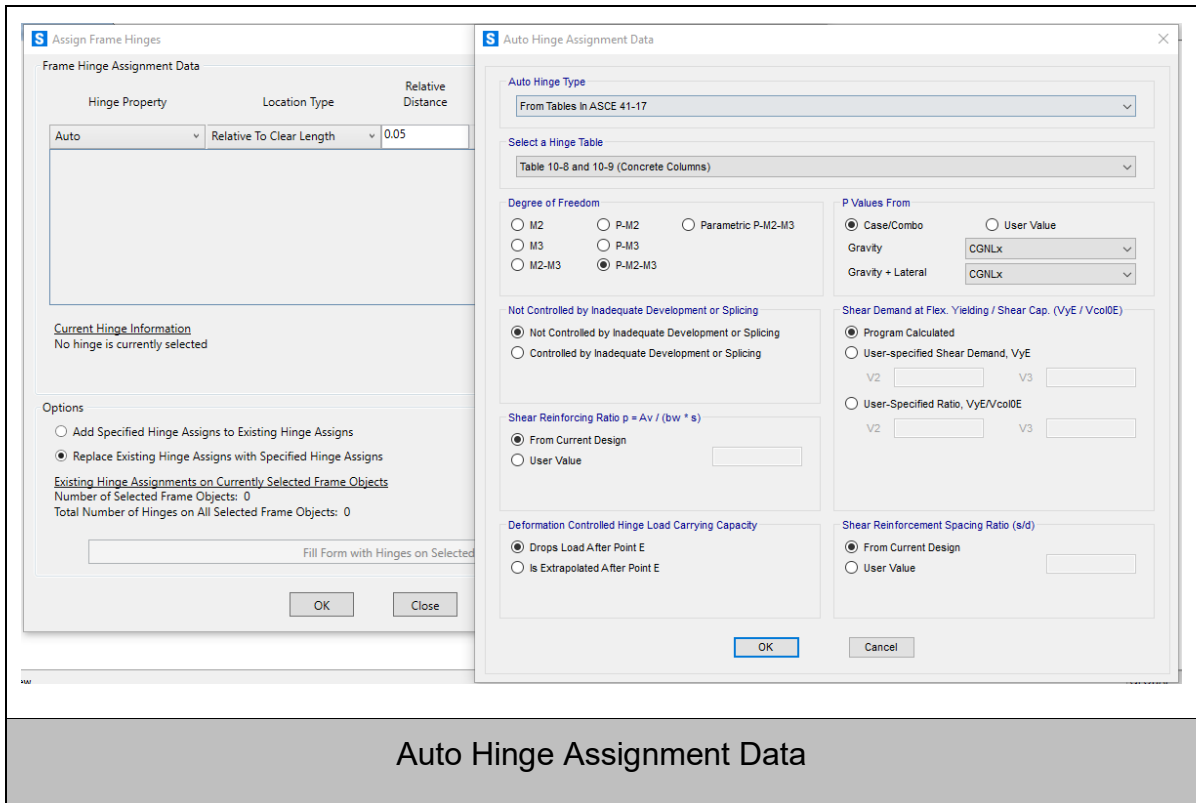


Figura 45. Aplicación de los Hinges, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

## ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL DE LA ESTRUCTURA

### Control de Derivas

La deriva inelástica hace referencia a la deformación que sufre la estructura durante un evento sísmico, cuando las fuerzas y momentos generados exceden el rango elástico de los materiales. Restringir la deriva inelástica es primordial para asegurar la seguridad y la aptitud de resistencia de la estructura frente a las cargas sísmicas.

Para este análisis, se utilizará la fórmula de deriva máxima con el objetivo de asegurar que la estructura de hormigón armado no exceda los límites establecidos para la deriva inelástica. En el caso específico del diseño de hormigón armado, se establece un límite de deriva inelástica del 2% de la altura entre pisos.

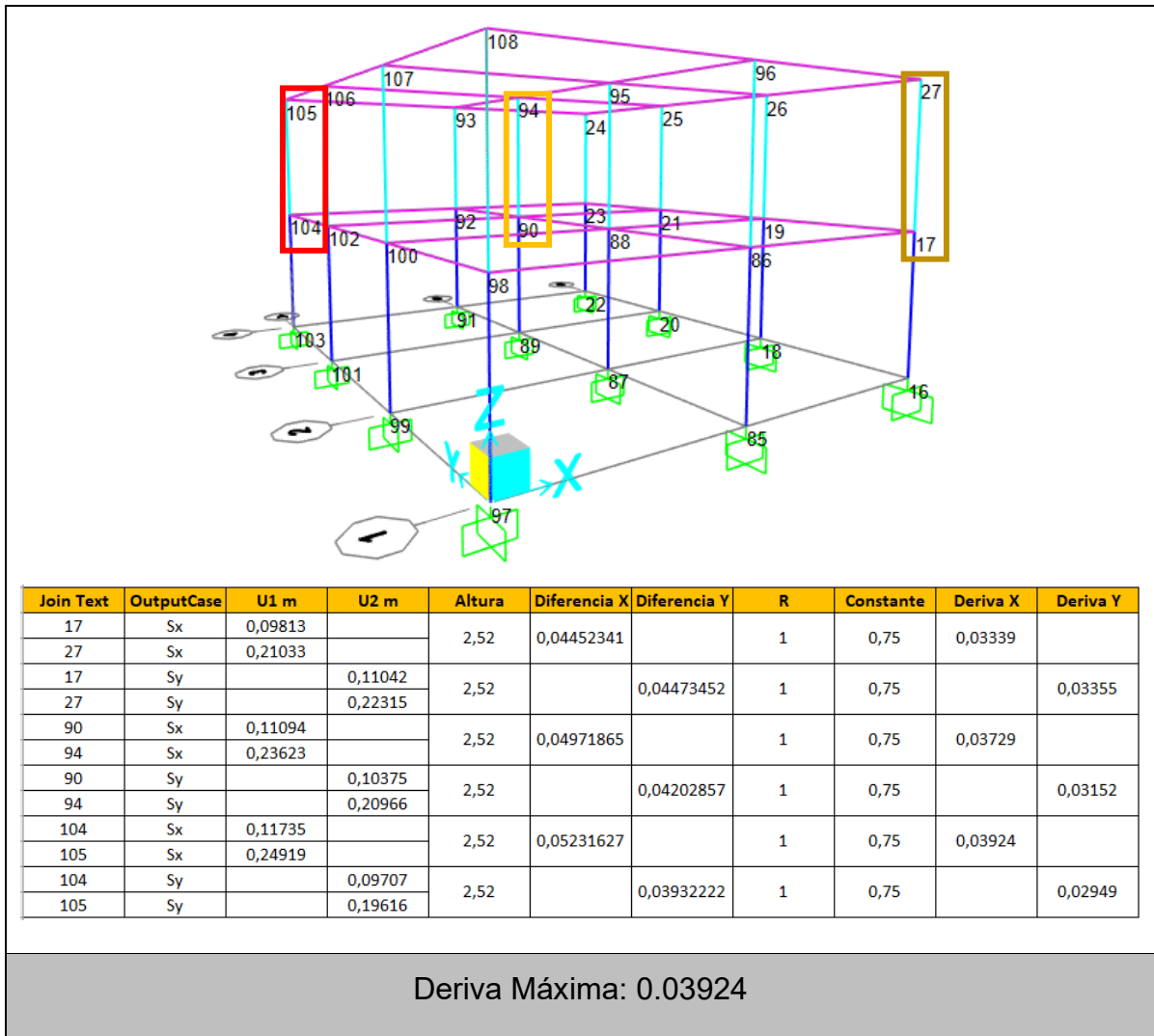


Tabla 44. Control de derivas

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

### Modos de vibración

En el diseño estructural y el análisis de vibraciones, los porcentajes de participación de los modos de vibración se refieren a la contribución relativa de cada modo de vibración en la respuesta total de la estructura.

Estos porcentajes pueden obtenerse mediante cálculos de análisis modal o métodos numéricos utilizando software especializado, como SAP2000 u otros programas de análisis estructural. La tabla 45, a la que haces referencia, a los porcentajes de participación de los modos de vibración para esta estructura específica, considerando diferentes combinaciones de carga y condiciones del contorno.

S Modal Participating Mass Ratios

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

Filter:

	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless
▶	MODAL	Mode	1	0,747126	0,877	0	0
	MODAL	Mode	2	0,717719	0	0,892	0
	MODAL	Mode	3	0,616233	0	0	0
	MODAL	Mode	4	0,222085	0	0,108	0
	MODAL	Mode	5	0,216862	0,123	0	0
	MODAL	Mode	6	0,19075	0	0	0
	MODAL	Mode	7	0,063759	0	0	0,3
	MODAL	Mode	8	0,063241	0	2,644E-09	0
	MODAL	Mode	9	0,047628	0	0	0,151
	MODAL	Mode	10	0,047621	0	1,758E-07	0
	MODAL	Mode	11	0,047363	1,461E-07	0	0
	MODAL	Mode	12	0,047345	0	0	0,329

Record: << < 1 > >> of 12 Add Tables... Done

**Modos de vibración**

Tabla 45. Tabla de los modos de vibración, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

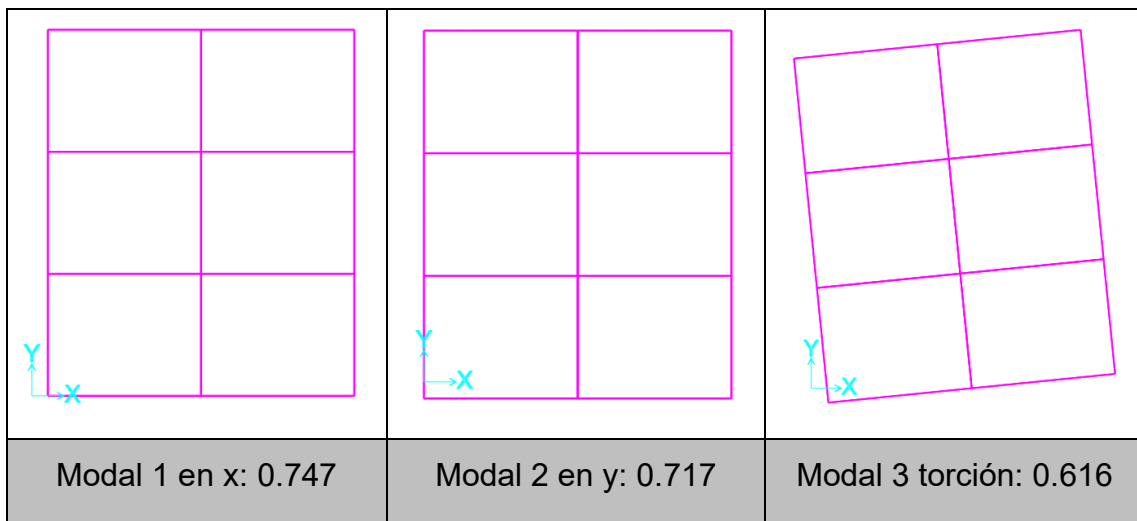


Figura 46. Tres casos de modo de vibración, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

En este diseño estructural podemos observar los diferentes modos de vibración en sus tres direcciones (sentido x, sentido y, torción), estos modos de vibración contribuyen significativamente a la respuesta total de la estructura, mediante los varios periodos de vibración.



## ANÁLISIS DE ROTULAS PLÁSTICAS

### Rotulas plásticas en el eje X

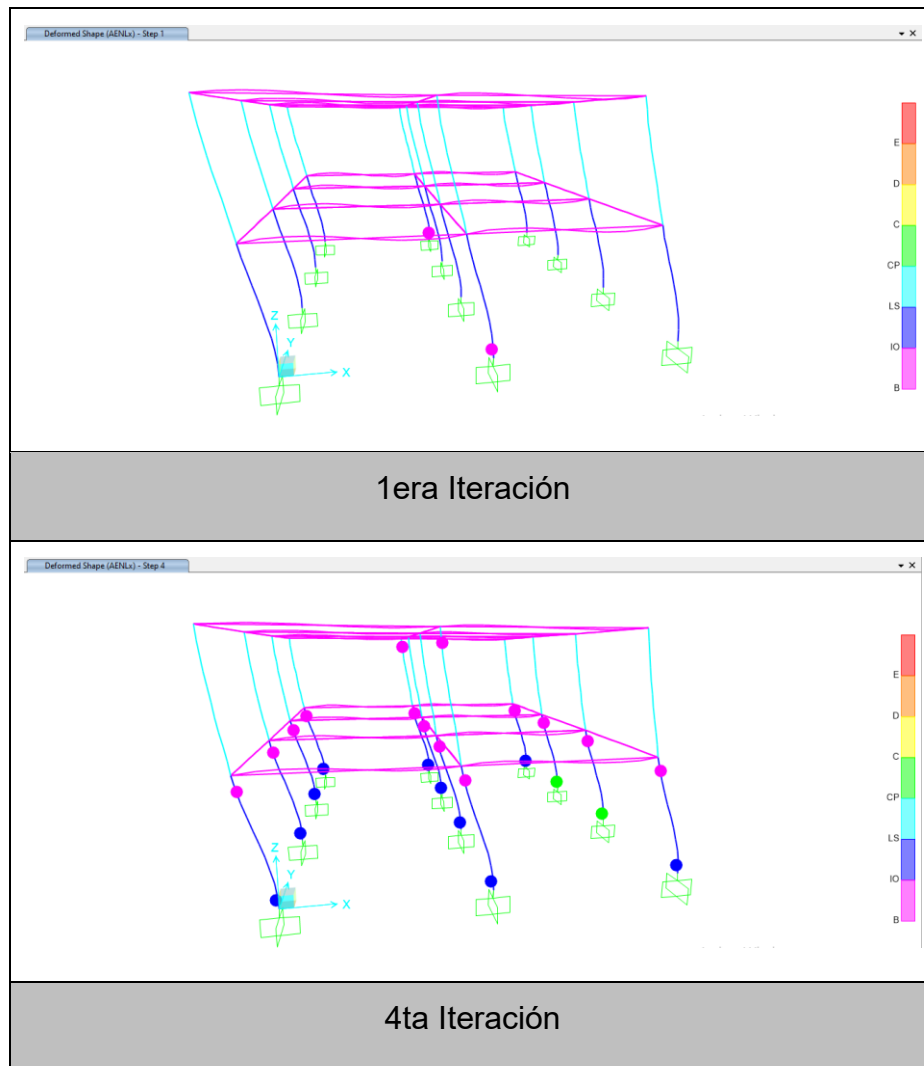


Figura 47. Análisis de interacción eje X, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

En la primera iteración en el eje X, se observa la formación de rótulas plásticas en la base de la columna, lo cual indica que la estructura ha alcanzado su capacidad de resistencia y ya no es necesario realizar un análisis adicional. En este punto, la estructura está en riesgo de colapso.

En la cuarta iteración, se observa la formación de rótulas plásticas tanto en la base como en la cabeza de la columna. Esto indica que la estructura ha experimentado una mayor capacidad de deformación y disipación de energía, lo cual puede ser beneficioso en términos de resistencia y capacidad de respuesta ante cargas

sísmicas. Sin embargo, es importante evaluar cuidadosamente las condiciones de las rótulas y realizar un análisis detallado para asegurarse de que la estructura aún cumple con los requisitos de seguridad y resistencia.

### Rotulas plásticas en el eje Y

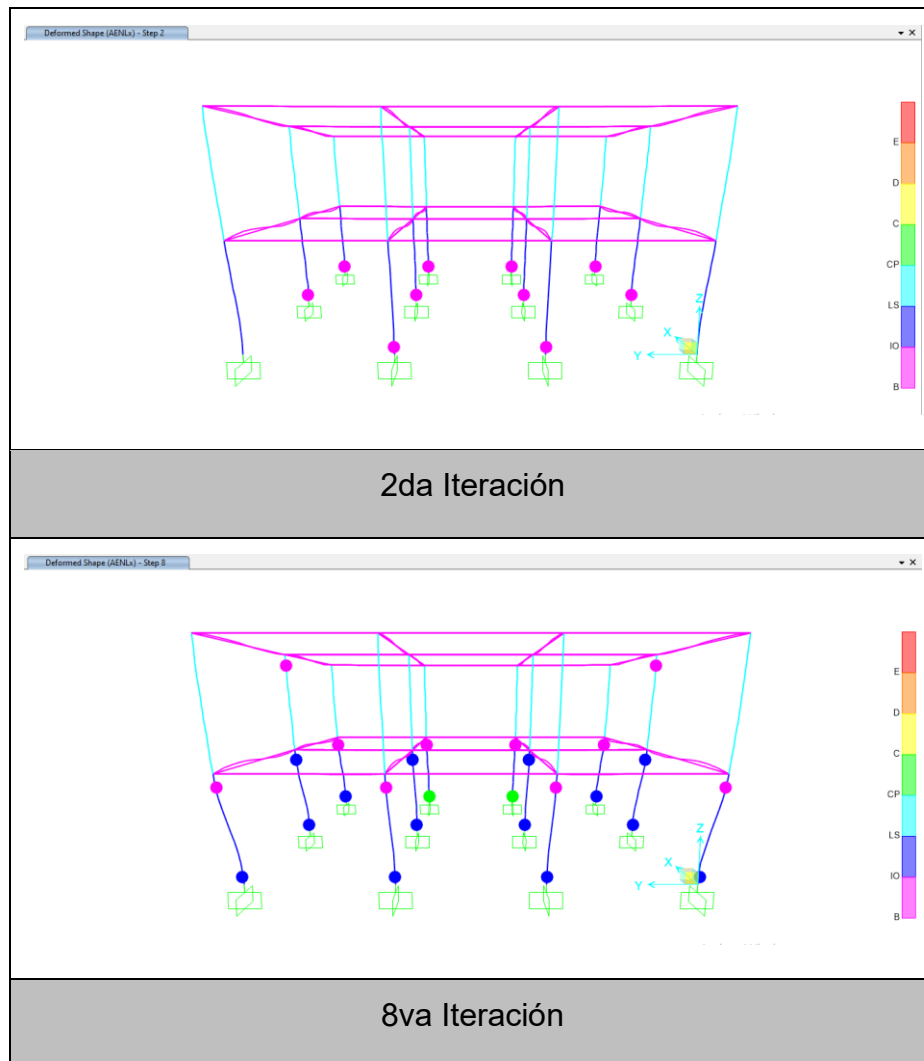


Figura 48. Análisis de interacción eje Y, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

En el análisis pushover para el eje Y, se deben seguir los mismos pasos que se realizaron para el eje X. Se aplicarán las cargas incrementales y se medirán las respuestas de la estructura en términos de desplazamientos y demanda de resistencia en cada nivel.

Se observará el comportamiento de la curva pushover para el eje Y, analizando el nivel de deformación alcanzado por la estructura y la formación de rótulas plásticas

en las columnas. Es importante tener en cuenta que se deben respetar los límites de deformación inelástica establecidos para el hormigón armado y evaluar la capacidad de resistencia de la estructura.

Al igual que en el eje X, si se observa la formación de rótulas plásticas en la base de las columnas en la primera iteración, se debe tener precaución ya que indica que la estructura ha alcanzado su capacidad de resistencia. En las iteraciones siguientes, se pueden observar rótulas plásticas en la base y cabeza de las columnas, lo cual indica una mayor capacidad de deformación y disipación de energía.

Es importante interpretar y evaluar correctamente la curva pushover en el eje Y para asegurar la seguridad y resistencia de la estructura frente a cargas sísmicas en ambas direcciones.

## ANÁLISIS PUSHOVER

El análisis pushover, también conocido como análisis estático no lineal, es una técnica de análisis estructural utilizada para evaluar el comportamiento de una estructura frente a cargas sísmicas.

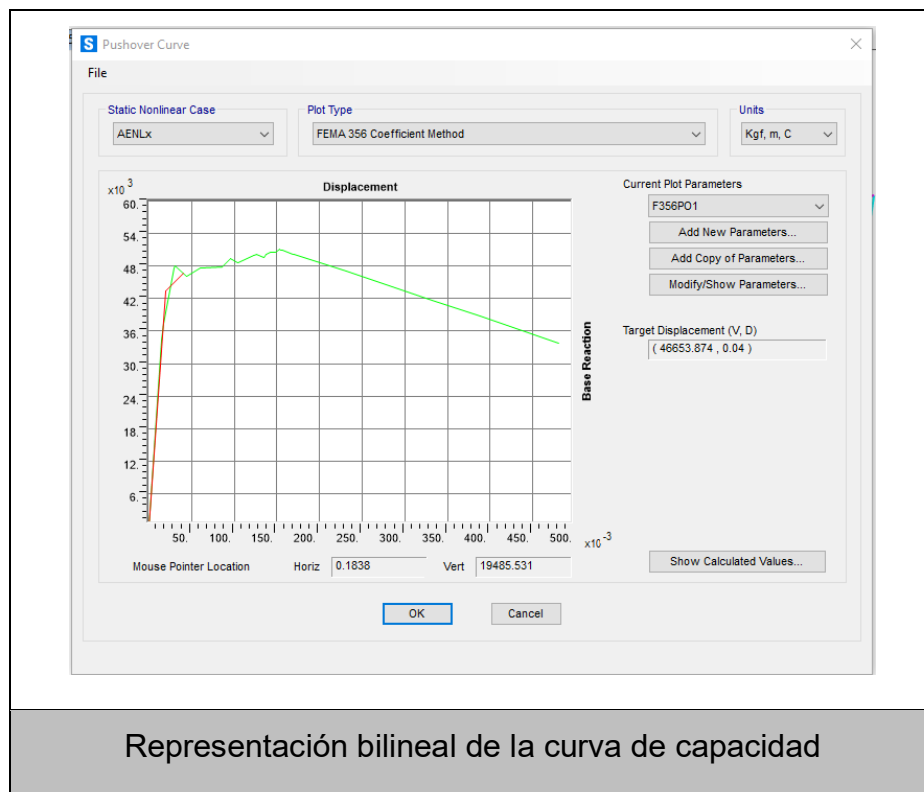


Figura 49. Curva de Capacidad, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

1. En esta grafica observamos el desplazamiento vs la carga sísmica esto nos permite visualizar gráficamente como al incrementar la carga lateral aplicada incrementa el desplazamiento de la estructura.
2. También nos indica la rigidez de la estructura. A medida que alcanza mayor desplazamiento, la pendiente de la curva disminuye, lo que indica una mayor ductilidad de la estructura.
3. Colapso de la estructura.

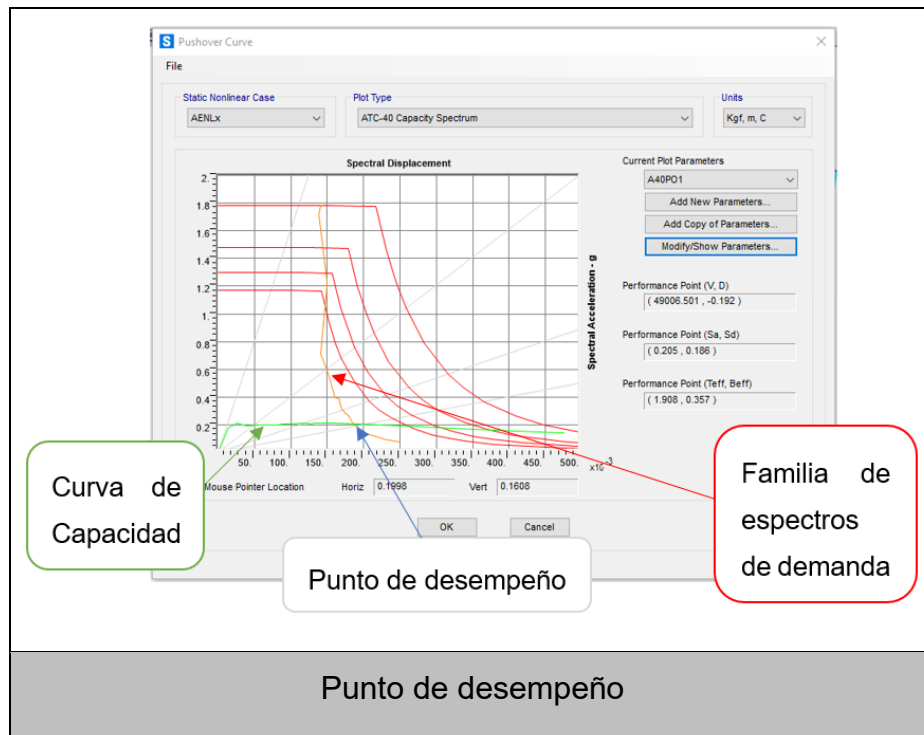


Figura 50. Análisis Punto de desempeño, SAP2000

Fuente: Quilumba Francisco, 2021

En la siguiente gráfica se puede observar el punto de desempeño de la edificación, el cual representa el rendimiento máximo u óptimo del sistema frente a un determinado movimiento sísmico. Este punto es crucial para tomar decisiones sobre la aceptabilidad de la edificación y la necesidad de realizar ajustes, considerando los rangos y límites de trabajo establecidos.

El análisis del punto de desempeño posibilita la evaluación del comportamiento de la edificación y la verificación de su conformidad con los estándares de resistencia y seguridad establecidos. En función del nivel de desempeño previsto, es posible

deducir si la edificación necesita mejoras o ajustes para asegurar su capacidad de resistencia ante eventos sísmicos.

Es importante destacar que el punto de desempeño no solo se basa en la resistencia estructural, sino también en otros criterios de desempeño, como la capacidad de deformación, la capacidad de disipación de energía y la capacidad de resistencia frente a diferentes niveles de excitación sísmica.

## VI CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio de diseño estructural, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. A través de la gráfica presentada en la tabla 34, se puede observar que existe un 60% de viviendas con un índice de vulnerabilidad sísmica significativo, lo cual indica que la mayoría de las viviendas evaluadas presentan un riesgo elevado ante eventos sísmicos. Es preocupante que no se registre ningún porcentaje de baja vulnerabilidad en las viviendas evaluadas.
2. Se realizaron ensayos no destructivos en la estructura, teniendo en cuenta que, al ser de hormigón, es sensible a agentes químicos y ciertos ensayos destructivos. Estos ensayos permitieron evaluar la integridad de la estructura y verificar su calidad y resistencia.
3. La carga viva considerada para el diseño de la estructura, basada en la NEC 2015, fue de 200 Kg/m<sup>2</sup> para viviendas unifamiliares. Esta carga fue tomada en cuenta para calcular las cargas totales y realizar el análisis de resistencia y estabilidad de la estructura.
4. En el análisis de espectro de respuesta, se utilizaron diferentes factores de reducción. Para el análisis lineal se empleó un factor de reducción de 3, mientras que en el análisis no lineal se utilizó un factor de reducción de 1. Estos factores son importantes para tener en cuenta la capacidad de resistencia de la estructura frente a movimientos sísmicos.
5. Las derivas calculadas en la tabla 41 y tabla 44 en el análisis superan el límite máximo establecido por la NEC 2015, que es el 2% de la altura entre pisos. Por consiguiente, se está contemplando incrementar las dimensiones de las secciones de la estructura para crear una configuración más sólida y así evitar deformaciones excesivas y mejorar la resistencia ante cargas sísmicas.
6. La gráfica del análisis pushover proporcionó información crucial sobre la competencia sísmica de la estructura. Se observó que se generaron rotulas plásticas en el pie de la columna, y a medida que se incrementaba la intensidad del sismo, se formaron rotulas en la cabeza de la columna. Estos resultados indican la posible ocurrencia de un colapso estructural y señalan la necesidad de tomar medidas de refuerzo para mejorar la ductilidad y resistencia de los elementos estructurales.

## VII RECOMENDACIONES

1. Realizar un análisis más exhaustivo en las viviendas con mayor índice de vulnerabilidad en cada uno de sus elementos estructurales, para así determinar sus deficiencias y puntos críticos. Esto ayuda a salvaguardar la seguridad y el bienestar de los individuos que se encuentran dentro de la estructura en situaciones de terremotos.
2. Verificar el cumplimiento con los estándares y regulaciones locales en cuanto a la seguridad estructural y sísmica. Esto incluye seguir las pautas y requisitos establecidos por los códigos de construcción, las normativas sísmicas vigentes y otras regulaciones pertinentes.
3. Revisar y ajustar los factores de reducción utilizados en el análisis. Se sugiere verificar si los factores de reducción empleados son consistentes con las normativas sísmicas actuales y ajustarlos si es necesario para asegurar una evaluación precisa de la capacidad de resistencia de la estructura frente a movimientos sísmicos.
4. Dado que las derivas obtenidas se encuentran en el límite máximo establecido por la NEC 2015, se recomienda aumentar las secciones de la estructura para mejorar su capacidad de deformación y resistencia frente a cargas sísmicas. Esto implica considerar el refuerzo de elementos estructurales críticos y asegurar que cumplan con los requisitos de ductilidad necesarios para resistir movimientos sísmicos.
5. Continuar realizando ensayos no destructivos en la estructura es importante para evaluar su integridad, calidad y resistencia. Estos ensayos permiten identificar posibles deficiencias o deterioro en la estructura y tomar las medidas necesarias para su reparación o refuerzo, en caso de ser necesario.
6. Los resultados del análisis pushover indican la generación de rótulas plásticas en el pie y la cabeza de las columnas, lo que sugiere la posibilidad de colapso estructural. Se recomienda tomar medidas de refuerzo, como el uso de elementos estructurales adicionales, sistemas de disipación de energía o la modificación de las conexiones, para mejorar la ductilidad y resistencia de la estructura y evitar el colapso en caso de movimientos sísmicos intensos.

## VIII BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar Falconí, R. (2015). *ANÁLISIS SÍSMICO POR DESEMPEÑO*. Quito.
- Aguiar Falconi, R. (2017). *MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE QUITO*. Quito - Ecuador: 2da Edición.
- Aguiar, R., Sangurima, K., Frau, C., Quishpe, M., Quishpe, D., Cuaical, S., & Chunga, K. (2013). *MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL CENTRO NORTE DE QUITO*. Quito.
- Albuja, A., Guerra, M., Vera, X., Sánchez, T., Andrade, J., Pontón, M., . . . Yépez, F. (2016). *GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015*. Quito: Activa.
- Alvarez Sanchez, J., & Pulgar Santacruz, X. (2019). *ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS MÓDULOS ESCOLARES PÚBLICOS EN EL DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO MEDIANTE EL MÉTODO ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (FEMA P-154) Y SU VALIDACIÓN MEDIANTE CÁLCULO DE DISTORSIONES LATERALES*. Lima.
- Arias Duarte, M. (2014). *ANALISIS ESTÁTICO LINEAL Y NO LINEAL*.
- Avilés Ponce, L. (2013). *CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DEL SUR DE LA CIUDAD DE QUITO*. Quito.
- Barbat, A. H., & Pujades, L. (2004). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y DEL RIESGO SÍSMICO EN LAS ZONAS URBANAS, APLICACIÓN A BARCELONA*. Barcelona.
- Caicedo, C., Barbat, A. H., Canas, J. A., & Aguiar Falconí, R. (1994). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS*. España.
- Celi, C., Pantoja, J. C., Sosa, D., & Ayala, C. (2018). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE QUITO ECUADOR, FASE I: CURVAS DE CAPACIDAD DE LA TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES, PROYECTO GEM - SARA*. Quito: Revista PUCE.
- Chávez Ordóñez, B. A. (2016). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES DE LA CIUDAD DE QUITO - ECUADOR Y RIESGO DE PÉRDIDA*. Quito.




- Estrada Arana, K. P., & Vivanco Pesántez , N. A. (2019). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA, ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y DISEÑO DEL REFORZAMIENTO DE UNA VIVIENDA DE TRES PISOS UBICADA EN EL NORTE DE QUITO - ECUADOR*. QUITO.
- Fernández Echemendía, I., Gómez García , A. R., Carchipilla Ramon, N., Bonucci Martín, Y., & Pavón Suintaxi, M. Á. (2018). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE 97 EDIFICACIONES DE LA "COMUNA SANTA CLARA DE SAN MILLÁN"*, QUITO. Quito.
- Gualoto Guacollante, J., & Querembas Chanatasi, O. (2019). *ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL BARRIO SOLANDA SECTOR 1 EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO MEDIANTE ENSAYO CON ACELEROMETRO Y FORMATO DE EVALUACIÓN ESTRUCTURAL*. Sangolqui.
- Guendelman , T., Guendelman, M., & Lindenberg, J. (1997). *PERFIL BIO-SÍSMICO DE EDIFICIOS*.
- Laucata Luna, J. E. (2013). *ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS INFORMALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO*. Lima.
- Lozano, A. (2009). *MARTILLO SCHMIDT (ESCLERÓMETRO)*.  
 (2015). *NEC-SE-DS*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.  
 (2015). *NEC-SE-HM*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.  
 (2015). *NEC-SE-RE*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- Ortega, N., & Ripania, M. (2007). *EXPERIENCIA EN EL EMPLERO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, EN EL ANÁLISIS DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN AFECTADAS POR DIFERENTES SITUACIONES PATOLÓGICAS*. Buenos Aires.
- Osejo M, O. (2020). *ESTUDIO DE LA RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y EL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO PARA HORMIGONES FABRICADOS CON CEMENTO POR DESEMPEÑO Y COMPUESTOS EN EL ECUADOR*.

- Parra Cárdenas, H. A. (2016). *DESARROLLOS METODOLÓGICOS Y APLICACIONES HACIA EL CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA EN EL ECUADOR CONTINENTAL Y ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE QUITO*. Madrid.
- Rodríguez , Y., Aguilar-Meléndez, A., & Palazzo, G. (2021). *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UN CONJUNTO DE EDIFICIOS EDUCACIONALES EN ECUADOR*.
- Rodríguez M., D. (2013). *ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL*.
- Sánchez O, D., Chiliquinga C, J., Flores M, E., & Orosco T, M. (2020). *MÓDULO ESTÁTICO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN FABRICADO CON AGREGADOS DE LA MINA DE SAN ROQUE, IMBABURA, ECUADOR. Revista Politécnica*.
- Vargas Saltos, M. E. (2016). *PROPUESTA DE VIVIENDAS UNIFAMILIAR MODULADA, CONSIDERANDO LA VULNERABILIDAD SÍSMICA EN UNA ZONA URBANA - RESIDENCIAL EN ANCONCITO, ECUADOR*. Guayaquil.
- Vargas Saltos, M. E., Arroyo Orozco, J., & Vizconde Campos, A. (2018). *VULNERABILIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES EXISTENTES DE UNA ZONA URBANA - RESIDENCIAL EN ANCONCITO, ECUADOR*. Guayaquil.

## ANEXOS

Encuesta realizada:

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	SR. JOSE LUIS PEREZ
N° Piso:	2
N° Casa:	171 925
Año de construcción:	2006
Referencia básica visual de la edificación:	TALLER DE ALUMINIO Y VIDRIO
Realizado por:	Francisco Quilumba
Marcar con una X según su respuesta.	
1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo: Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Dimensión:	1.20 x 1.20 m
Profundidad:	0.80 m
5. Uso de la edificación:	LOCAL COMERCIAL
6. Ha realizado algún reforzamiento estructural: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?	
Especifique: HUNEDAD POR LOJA.	

Anexo 1: Encuesta 1

Fuente: Francisco Quilumba, 2021

## Datos Personales

Nombre del propietario: Sr. JORGE CABEZAS

N° Piso: 2

N° Casa: N71 925

Año de construcción: 1980

Referencia básica visual de la edificación: INTERNA TECHO CON ZINC

Realizado por: Francisco Quilumba

Marcar con una X según su respuesta.

1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:

SI NO 

2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:

SI NO 

3. La construcción estuvo a cargo:

Profesional Contratista 

4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:

SI NO 

Dimensión: \_\_\_\_\_

Profundidad: \_\_\_\_\_

5. Uso de la edificación: VIVIENDA


6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:

SI NO 

Especifique: \_\_\_\_\_


7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?

Especifique: HUMEDAD

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sra. CLAUDINA GUSCHALA</u>	
N° Piso: <u>2</u>	
N° Casa: <u>N71 925</u>	
Año de construcción: <u>2002</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>INTERNA COLOR BLANCO</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p> <p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. La construcción estuvo a cargo:  Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: _____  Profundidad: _____</p> <p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p> <p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p> <p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?  Especifique: <u>NINGUNA</u></p>	


Anexo 3: Encuesta 3

Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	 <b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK</b>
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. JUAN QUILUMBA</u>	
N° Piso: <u>3</u>	
N° Casa: <u>N71 921</u>	
Año de construcción: <u>2011</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>INTERNA COLOR VERDE LIMON</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p>	
<p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>3. La construcción estuvo a cargo:</p> <p>Profesional <input checked="" type="checkbox"/> Contratista <input type="checkbox"/></p>	
<p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u>1.00 x 1.00 m</u></p> <p>Profundidad: <u>1.00 m</u></p>	
<p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p>	
<p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p>	
<p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?</p> <p>Especifique: <u>NINGUNA</u></p>	

Anexo 4: Encuesta 4


Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. JUAN QUILUMBA</u>	
N° Piso: <u>3</u>	
N° Casa: <u>H71 921</u>	
Año de construcción: <u>2008</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA COLOR VERDE LIMON</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p>	
<p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>3. La construcción estuvo a cargo:</p> <p>Profesional <input checked="" type="checkbox"/> Contratista <input type="checkbox"/></p>	
<p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u>1.00 x 1.00 m</u></p> <p>Profundidad: <u>1.00 m</u></p>	
<p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p>	
<p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p>	
<p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?</p> <p>Especifique: <u>NINGUNA</u></p>	

Anexo 5: Encuesta 5

Fuente: Francisco Quilumba, 2021



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	 <b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK</b>
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. JUAN QUILUMBA</u>	
N° Piso: <u>2</u>	
N° Casa: <u>N71-921</u>	
Año de construcción: <u>2003</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA COLOR VERDE LINDA</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
Marcar con una X según su respuesta.	
<p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. La construcción estuvo a cargo:</p> <p>Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u>1.00 x 1.00m</u></p> <p>Profundidad: <u>1.00 m</u></p> <p>5. Uso de la edificación: <u>LOCAL COMERCIAL Y VIVIENDA</u></p> <p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p> <p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?</p> <p>Especifique: <u>NINGUNA</u></p>	

Anexo 6: Encuesta 6

Fuente: Francisco Quilumba, 2021



## ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

## Datos Personales

Nombre del propietario: Sr. MARIANO TISALEÑA

N° Piso: 1

N° Casa: 171 553

Año de construcción: 1990

Referencia básica visual de la edificación: CASA DE ZINC

Realizado por: Francisco Quilumba

Marcar con una X según su respuesta.

1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:

SI NO 

2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:

SI NO 

3. La construcción estuvo a cargo:

Profesional Contratista 

4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:

SI NO 

Dimensión: \_\_\_\_\_

Profundidad: \_\_\_\_\_

5. Uso de la edificación: VIVIENDA

6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:

SI NO 


Especifique: \_\_\_\_\_

7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?

Especifique: HUMEDAD


Anexo 7: Encuesta 7

Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	 <b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK</b>
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sra. PAETA GUACHALA</u>	
N° Piso: <u>3</u>	
N° Casa: <u>N71 583</u>	
Año de construcción: <u>2001</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA CON GRADAS EXTERNAS</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p> <p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. La construcción estuvo a cargo:  Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: _____  Profundidad: _____</p> <p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p> <p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p> <p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?  Especifique: <u>NINGUNA</u></p>	


Anexo 8: Encuesta 8

Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. CESAR GUACHALA</u>	
N° Piso: <u>3</u>	
N° Casa: <u>N71-883</u>	
Año de construcción: <u>2001</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA COLOR BEIGE</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
Marcar con una X según su respuesta.	
<p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>3. La construcción estuvo a cargo:</p> <p>Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u>1.00 x 1.00 m</u></p> <p>Profundidad: <u>1.50 m</u></p>	
<p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p>	
<p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p>	
<p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?</p> <p>Especifique: <u>NINGUNA.</u></p>	


Anexo 9: Encuesta 9

Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	 <b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK</b>
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. JAIME GUACHALA</u>	
N° Piso: <u>2</u>	
N° Casa: <u>H71-883</u>	
Año de construcción: <u>2000</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA con cubierta METÁLICA.</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p> <p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. La construcción estuvo a cargo:  Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:  SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u>1.00 x 1.00 m</u></p> <p>Profundidad: <u>0.30 m</u></p> <p>5. Uso de la edificación: <u>LOCAL COMERCIAL y VIVIENDA.</u></p> <p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p> <p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?  Especifique: <u>NINGUNA</u></p>	

Anexo 10: Encuesta 10


Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	 <b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL</b> <b>SEK</b>
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sra. NANCY GUACHALA</u>	
N° Piso: <u>2</u>	
N° Casa: <u>171-883</u>	
Año de construcción: <u>2002</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA TIPO L</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p> <p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. La construcción estuvo a cargo:  Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: _____  Profundidad: _____</p> <p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p> <p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p> <p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?  Especifique: <u>HUMEDAD</u></p>	

Anexo 11: Encuesta 11


Fuente: Francisco Quilumba, 2021



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	 <b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK</b>
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sra. POJA GUACHALA</u>	
N° Piso: <u>1</u>	
N° Casa: <u>N 71 553</u>	
Año de construcción: <u>1995</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA INTERIOR DE ETERNIT</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p> <p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>3. La construcción estuvo a cargo:  Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: _____  Profundidad: _____</p> <p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p> <p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:  SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p> <p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?  Especifique: <u>NINGUNA.</u></p>	


Anexo 12: Encuesta 12

Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	 <b>UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK</b>
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. MARIANO TISALENA</u>	
N° Piso: <u>3</u>	
N° Casa: <u>M71-577</u>	
Año de construcción: <u>2002</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA ENLUCIDA SIN COLOR</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p>	
<p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>3. La construcción estuvo a cargo:</p> <p>Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u>1.00 x 1.00 m</u></p> <p>Profundidad: <u>1.50 m</u></p>	
<p>5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u></p>	
<p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p>	
<p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?</p> <p>Especifique: <u>NINGUNA</u></p>	

Anexo 13: Encuesta 13


Fuente: Francisco Quilumba, 2021

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>Sr. MARIANO TISALETA</u>	
N° Piso: <u>2</u>	
N° Casa: <u>N71 - 877</u>	
Año de construcción: <u>1985</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>CASA COLOR VERDE</u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
Marcar con una X según su respuesta.	
<p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>3. La construcción estuvo a cargo:</p> <p>Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u>1.00 x 1.00 m</u></p> <p>Profundidad: <u>1.50 m</u></p>	
<p>5. Uso de la edificación: <u>LOCAL COMERCIAL y VIVIENDA</u></p>	
<p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p>	
<p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?</p> <p>Especifique: <u>NINGUNA.</u></p>	

Anexo 14: Encuesta 14

Fuente: Francisco Quilumba, 2021



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u> Sr. PARIANO TISALETA </u>	
N° Piso: <u> 1 </u>	
N° Casa: <u> N 71- 877 </u>	
Año de construcción: <u> 1990 </u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u> CASA COLOR VERDE </u>	
Realizado por: Francisco Quilumba	
<p>Marcar con una X según su respuesta.</p>	
<p>1. Su vivienda cuenta con planos Arquitectónicos:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>2. Su vivienda cuenta con planos Estructurales:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>3. La construcción estuvo a cargo:</p> <p>Profesional <input type="checkbox"/> Contratista <input checked="" type="checkbox"/></p>	
<p>4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa:</p> <p>SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p> <p>Dimensión: <u> 1.00 x 1.00 m </u></p> <p>Profundidad: <u> 0.80 m </u></p>	
<p>5. Uso de la edificación: <u> LOCAL COMERCIAL </u></p>	
<p>6. Ha realizado algún reforzamiento estructural:</p> <p>SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Especifique: _____</p>	
<p>7. ¿Qué tipo de patologías (daños estructurales) ha encontrado en su construcción?</p> <p>Especifique: <u> NINGUNA </u></p>	

Anexo 15: Encuesta 15

Fuente: Francisco Quilumba, 2021

Formulario fema - 154:


Encuesta realizada utilizando el formulario de Inspección Visual Rápida de la norma Ecuatoriana de la Construcción - NEC 2015



EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección: <b>AV. PARISAL SUCRE N71925 y LA ESPERANZA</b>														
Nombre de la edificación: <b>Sr. JOSE LUIS PEREZ</b>														
Sitio de referencia: <b>TALLEZ DE ALUMINIO y VIDRIO</b>														
Tipo de suelo: <b>D</b>										Fecha de evaluación: <b>7-06-2021</b>				
Año de construcción: <b>2006</b>					Año de remodelación: <b>—</b>									
Área de construcción: <b>108 m<sup>2</sup></b>										Número de pisos: <b>2</b>				
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: <b>FRANCISCO QUILUMBA</b>														
C.I.: <b>172249685-6</b>														
Registro SENESCYT:														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN														
FOTOGRAFÍAS														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado			C1	Pórtico Acero Laminado			S1					
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales			C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales			S2					
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico Acero Doblado en frío			S3					
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX					Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4					
		H. Armado prefabricado			PC	Pórtico Acero con paredes mamposte			S5					
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura ( 4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura ( mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código ( construido de 1977) o auto construcci		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición ( entre 1977 y 200		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
<b>3,3</b>														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2,0 > 5 > 2,5	Media vulnerabilidad													
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad													
<b>OBSERVACIONES:</b>														


Anexo 16: Formulario 1

Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES															
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>															
Dirección: Av. PAUCAL SUPE N7192S y LA ESPERANZA															
Nombre de la edificación: Sr. JORGE CABEZAS															
Sitio de referencia: INTERNA TECHO CON ZIN															
Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 7-06-2021								
Año de construcción: 1980							Año de remodelación: —								
Área de construcción: 108 m <sup>2</sup>							Número de pisos: 2								
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>															
Nombre del evaluador: FRANCISCO QUILUMBA															
C.I.: 172249695-6															
Registro SENESCYT:															
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN							FOTOGRAFÍAS								
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL															
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1		
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2		
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3		
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4		
					H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S															
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5		
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2		
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN															
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4		
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8		
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN															
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1		
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5		
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN															
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2		
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1		
TIPO DE SUELO															
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4		
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4		
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8		
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>															
-0,1															
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA															
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación			
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad													
S > 2,5		Baja vulnerabilidad													
<b>OBSERVACIONES:</b>															

Anexo 17: Formulario 2


Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Dirección: <b>AU MARISCAL SUCRE N°1925 y LA ESPERANZA</b>													
Nombre de la edificación: <b>Sra. CLAUDINA GUACHOYA</b>													
Sitio de referencia: <b>INTERNA COLOR BLANCO</b>													
Tipo de suelo: <b>D</b>							Fecha de evaluación: <b>9-06-2021</b>						
Año de construcción: <b>2002</b>							Año de remodelación: <b>—</b>						
Área de construcción: <b>162 m<sup>2</sup></b>							Número de pisos: <b>2</b>						
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>													
Nombre del evaluador: <b>FRANCISCO QUILUMBA</b>													
C.I.: <b>172249685-6</b>													
Registro SENESCYT:													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN													
FOTOGRAFÍAS													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4
		H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería					S5
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>													
					2,8								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												
													
Firma responsable de evaluación													
OBSERVACIONES:													

Anexo 18: Formulario 3


Autor: Quilumba Francisco, 2021



EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección:														
Av. PARISICAL SUCCO H71921 y LA ESPERANZA														
Nombre de la edificación: Sr. JOAN QUILUMBA														
Sitio de referencia: INTERNA COLOR VERDE UNION														
Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 7-06-2011							
Año de construcción: 2011							Año de remodelación: —							
Área de construcción: 257m <sup>2</sup>							Número de pisos: 3							
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: FRANCISCO QUILUMBA														
C.I.: 192249655-6														
Registro SENESCYT:														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN														
FOTOGRAFÍAS														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1	
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2	
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3	
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4	
		H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería					S5	
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	0,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura ( 4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura ( mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código ( construido de 1977) o auto construcción		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición ( entre 1977 y 2001)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
							3,3							
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación		
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>														


Anexo 19: Formulario 4

Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Dirección:													
Av. MARISCAL SUAREZ N71921 y LA ESPERANZA													
Nombre de la edificación: Sr. JUAN QUILUMBA													
Sitio de referencia: CASA COLOR VERDE LIRION													
Tipo de suelo: D Fecha de evaluación: 7-06-2021													
Año de construcción: 2008 Año de remodelación: —													
Área de construcción : 231 m <sup>2</sup> Número de pisos: 3													
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>													
Nombre del evaluador: FRANCISCO QUILUMBA													
C.I.: 172249685-C													
Registro SENESCYT:													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN													
FOTOGRAFÍAS													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado				C1	Pórtico Acero Laminado				S1		
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales				C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales				S2		
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo				C3	Pórtico Acero Doblado en frío				S3		
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX						Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado				S4		
		H. Armado prefabricado				PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5		
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>													
					3,3								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación	
2,0 > S > 2,5		Medía vulnerabilidad											
S > 2,5		Baja vulnerabilidad											
OBSERVACIONES:													

Anexo 20: Formulario 5


Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección: <u>AV. PARISCAL SUCE N71921 y LA ESPERANZA</u>														
Nombre de la edificación: <u>SR. JUAN QUILUMBA</u>														
Sitio de referencia: <u>CASA COLOR VERDE LIMON</u>														
Tipo de suelo: <u>D</u>							Fecha de evaluación: <u>9-06-2021</u>							
Año de construcción: <u>2003</u>							Año de remodelación: <u>—</u>							
Área de construcción: <u>190 m<sup>2</sup></u>							Número de pisos: <u>2</u>							
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA</u>														
C.I.: <u>172249655-C</u>														
Registro SENECYT:  														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN							FOTOGRAFÍAS							
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1	
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2	
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3	
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado						PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4
PC Pórtico Acero con paredes mampostería														S5
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura ( 4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4	
Gran altura ( mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1	
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código ( construido de 1977) o auto construcci	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2	
Construido en etapa de transición ( entre 1977 y 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1	
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8	
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
<b>2,8</b>														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación		
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>														

Anexo 21: Formulario 6

Autor: Quilumba Francisco, 2021



EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Dirección: <u>AU. MARSHAL SUFRE H71883 y LA ESPERANZA</u>													
Nombre de la edificación: <u>SR. MARIANO TISALEMA</u>													
Sitio de referencia: <u>CASA DE ZINC</u>													
Tipo de suelo: <u>D</u>							Fecha de evaluación: <u>9-06-2021</u>						
Año de construcción: <u>1990</u>							Año de remodelación: <u>—</u>						
Área de construcción: <u>96m<sup>2</sup></u>							Número de pisos: <u>1</u>						
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>													
Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA</u>													
C.I.: <u>172249685-C</u>													
Registro SENESCYT:													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN													
FOTOGRAFÍAS													
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4
		H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería					S5
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>		<b>0,7</b>											
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
5 < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación	
2,0 > 5 > 2,5		Media vulnerabilidad											
5 > 2,5		Baja vulnerabilidad											
<b>OBSERVACIONES:</b>													

Anexo 22: Formulario 7


Autor: Quilumba Francisco, 2021



EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección:														
Av. PARISIAL SURTE N°1853 y LA ESPERANZA														
Nombre de la edificación: Sra. MARIA GUACHALA														
Sitio de referencia: CASA CON GRADAS EXTERNAS														
Tipo de suelo: D														
Fecha de evaluación: 7/06/2021														
Año de construcción: 2001														
Año de remodelación: —														
Área de construcción: 258 m <sup>2</sup>														
Número de pisos: 3														
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: FRANCISCO QUILUMBA														
C.I.: 172249685-6														
Registro SENESCYT:														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN														
FOTOGRAFÍAS														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado			C1	Pórtico Acero Laminado			S1					
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales			C2	Pórtico Acero Laminado con diagonal			S2					
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico Acero Doblado en frío			S3					
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX					Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4					
		H. Armado prefabricado			PC	Pórtico Acero con paredes mamposte			S5					
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura ( 4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura ( mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código ( construido de 1977) o auto construcci		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición ( entre 1977 y 200		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
2,8														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:														

Anexo 23: Formulario 8

Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Dirección: <u>AU. MARISCAL SUCRE 171-883 y LA ESPERANZA.</u>													
Nombre de la edificación: <u>SR. CESAR GUACHALA</u>													
Sitio de referencia: <u>CASA COLOR BEIGE</u>													
Tipo de suelo: <u>D</u>							Fecha de evaluación: <u>9-6-2021</u>						
Año de construcción: <u>2001</u>							Año de remodelación: <u>—</u>						
Área de construcción: <u>216 m<sup>2</sup></u>							Número de pisos: <u>3</u>						
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>													
Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA.</u>													
C.I.: <u>172249655-6</u>													
Registro SENESCYT:													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN													
FOTOGRAFÍAS													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4
		H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería					S5
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1	
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>													
<u>1,8</u>													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación	
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad											
S > 2,5		Baja vulnerabilidad											
<b>OBSERVACIONES:</b>													

Anexo 24: Formulario 9


Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección: <u>Av. MARISCAL SUPE N71-SS3 y LA ESPERANZA</u>														
Nombre de la edificación: <u>Sr. JAIME GUACHAL</u>														
Sitio de referencia: <u>CASA CON CUBIERTA METALICA</u>														
Tipo de suelo: <u>D</u>							Fecha de evaluación: <u>9-06-2021</u>							
Año de construcción: <u>2000</u>							Año de remodelación: <u>—</u>							
Área de construcción: <u>219.03m²</u>							Número de pisos: <u>2</u>							
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA</u>														
C.I.: <u>172249683-6</u>														
Registro SENESCYT:														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN														
FOTOGRAFÍAS														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1	
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagona					S2	
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3	
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4	
		H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mamposte					S5	
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura ( 4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura ( mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcci		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición ( entre 1977 y 200		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										✓		
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
Firma responsable de evaluación: <u>Francisco Quilumba</u>														
<b>OBSERVACIONES:</b>														

Anexo 25: Formulario 10


Autor: Quilumba Francisco, 2021



EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección: Av. PARQUE SUCCO N71-583 y LA ESPERANZA														
Nombre de la edificación: Sra. Nancy Guachala														
Sitio de referencia: Casa tipo L														
Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 7-06-2021							
Año de construcción: 2002							Año de remodelación: —							
Área de construcción: 122 m <sup>2</sup>							Número de pisos: 2							
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: FRANCISCO QUILUMBA														
C.I.: 122249685-6														
Registro SENESCYT:														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN														
FOTOGRAFÍAS														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1	
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2	
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3	
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4	
		H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería					S5	
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
						1,4								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación		
2,0 > S > 2,5		Medía vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>														


Anexo 26: Formulario 11

Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>													
Dirección: <u>Av. PARISICAL SUCCE 171533 y LA ESPERANZA</u>													
Nombre de la edificación: <u>Sra. ROSA GUACHALA</u>													
Sitio de referencia: <u>CASA INTERIOR DE ETERNIT</u>													
Tipo de suelo: <u>D</u> Fecha de evaluación: <u>9-06-2021</u>													
Año de construcción: <u>1995</u> Año de remodelación: <u>—</u>													
Área de construcción: <u>35 m<sup>2</sup></u> Número de pisos: <u>1</u>													
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>													
Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA</u>													
C.I.: <u>122249635-6</u>													
Registro SENESCYT:													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN													
FOTOGRAFÍAS													
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado			C1	Pórtico Acero Laminado			S1				
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales			C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales			S2				
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo			C3	Pórtico Acero Doblado en frío			S3				
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	<u>MX</u>					Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4				
		H. Armado prefabricado			PC	Pórtico Acero con paredes mampostería			S5				
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	<u>MX</u>	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	<u>1,8</u>	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	<u>0</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	<u>0</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	<u>-0,6</u>	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>													
<u>1,2</u>													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												 Firma responsable de evaluación
2,0 > 5 > 2,5	Media vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:													

Anexo 27: Formulario 12


Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección: <u>AV. MARISCAL SUAREZ N71-877 y LA ESPERANZA</u>														
Nombre de la edificación: <u>Sr. MARIANO TISALEMA</u>														
Sitio de referencia: <u>CASA ENLUCCIDA SIN COLOR</u>														
Tipo de suelo: <u>D</u>							Fecha de evaluación: <u>7-06-2021</u>							
Año de construcción: <u>2002</u>							Año de remodelación: <u>—</u>							
Área de construcción: <u>300 m<sup>2</sup></u>							Número de pisos: <u>3</u>							
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA</u>														
C.I.: <u>172249685-6</u>														
Registro SENESCYT: <u></u>														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN							FOTOGRAFÍAS							
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1	
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2	
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3	
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
						1,3								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										✓		
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad										 Firma responsable de evaluación		
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>														

Anexo 28: Formulario 13


Autor: Quilumba Francisco, 2021



EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Dirección: <u>AV. MARISCAL SUCRE 111-877 y LA ESPERANZA.</u>														
Nombre de la edificación: <u>SR. MARIANO TISALENA</u>														
Sitio de referencia: <u>CASA COLOR VERDE</u>														
Tipo de suelo: <u>D</u>							Fecha de evaluación: <u>7-06-2021</u>							
Año de construcción: <u>1985</u>							Año de remodelación: <u>—</u>							
Área de construcción: <u>270 m<sup>2</sup></u>							Número de pisos: <u>2</u>							
<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>														
Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA</u>														
C.I.: <u>172249685-6</u>														
Registro SENESCYT: <u></u>														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN <span style="float: right;">FOTOGRAFÍAS</span>														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado					C1	Pórtico Acero Laminado					S1	
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales					C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales					S2	
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo					C3	Pórtico Acero Doblado en frío					S3	
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX							Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado					S4	
		H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero con paredes mampostería					S5	
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN														
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL, S</b>														
						0,4								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación		
2,0 > S > 2,5		Medía vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>														

Anexo 29: Formulario 14

Autor: Quilumba Francisco, 2021

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		<b>DATOS DE LA EDIFICACIÓN</b>												
		Dirección: <u>AV. MARISCAL SUCRE 171-377 y LA ESPERANZA.</u>												
		Nombre de la edificación: <u>SR. MARIANO TISALETA</u>												
		Sitio de referencia: <u>CASA COLOR VERDE</u>												
		Tipo de suelo: <u>D</u>						Fecha de evaluación: <u>9-06-2021</u>						
		Año de construcción: <u>1990</u>						Año de remodelación: <u>—</u>						
		Área de construcción: <u>64m<sup>2</sup></u>						Número de pisos: <u>1</u>						
		<b>DATOS DEL PROFESIONAL</b>												
		Nombre del evaluador: <u>FRANCISCO QUILUMBA.</u>												
		C.I.: <u>172249685-C</u>												
Registro SENESCYT:  														
<b>TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado				C1	Pórtico Acero Laminado				S1			
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H. Armado con muros estructurales				C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales				S2			
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo				C3	Pórtico Acero Doblado en frío				S3			
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX						Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado				S4			
		H. Armado prefabricado				PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5			
<b>PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S</b>														
Tipología del sistema estructural		W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico		4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
<b>ALTURA DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Baja altura (menor a 4 pisos)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)		N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)		N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
<b>IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN</b>														
Irregularidad vertical		-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1	-1	-1
Irregularidad en planta		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
<b>CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>														
Pre - Código (construido de 1977) o auto construcción		0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)		1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
<b>TIPO DE SUELO</b>														
Tipo de suelo C		0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D		0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E		0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
<b>PUNTAJE FINAL S</b>						1,9								
<b>GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA</b>														
S < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										 Firma responsable de evaluación		
2,0 > S > 2,5		Media vulnerabilidad												
S > 2,5		Baja vulnerabilidad												
<b>OBSERVACIONES:</b>														

Anexo 30: Formulario 15

Autor: Quilumba Francisco, 2021



Fotografías:



*Anexo 31: Fotografía 1*

*Autor: Quilumba Francisco, 2021*



*Anexo 32: Fotografía 2*

*Autor: Quilumba Francisco, 2021*



*Anexo 33: Fotografía 3*

*Autor: Quilumba Francisco, 2021*



*Anexo 34: Fotografía 4*

*Autor: Quilumba Francisco, 2021*



*Anexo 35: Fotografía 5*

*Autor: Quilumba Francisco, 2021*



*Anexo 36: Fotografía 6*

*Autor: Quilumba Francisco, 2021*