



Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

**Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en estructuras del
cantón Latacunga (barrio San Silvestre) considerando la
Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE**

Autor: Jonathan Daniel Falcony Sinchiguano

Tutor: Ing. Luis Alberto Soria Núñez, MSc.

Quito, octubre de 2021



DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, JONATHAN DANIEL FALCONY SINCHIGUANO, con cédula de ciudadanía número 050293381-5, 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.

JONATHAN DANIEL FALCONY SINCHIGUANO

C.C. 050293381-5

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en estructuras del cantón Latacunga (Barrio San Silvestre) considerando la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE”

Realizado por:

JONATHAN DANIEL FALCONY SINCHIGUANO

Como requisito para la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Ha sido dirigido por el profesor

ING. LUIS ALBERTO SORIA NÚÑEZ, MSC.

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, MSc.

TUTOR

DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, MSc.

Después de revisar el trabajo presentado,

Lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal
examinador

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, MSc.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a las personas que creyeron en mí, a las personas que hoy no las tengo conmigo, pero un día me dijeron que siempre van a estar pendientes apoyándome a cumplir esta meta y mi sueño, sobre todo a mi madre que siempre estuvo presente en mi camino de esfuerzo y de muchas dificultades, que nunca dudo de mi entrega. En este momento se cumple la frase “que nunca hay que dejarse vencer y que jamás se debe dejar de soñar”.

Jonathan Daniel

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios por la oportunidad de luchar y cumplir un sueño en mi vida profesional. Agradezco también a mi Tutor Ing. Luis Alberto Soria Núñez, sus consejos y su ayuda; además de su don de educador y excelente persona permitieron el desarrollo exitoso del proyecto. Agradezco a mi hermano y mi madre; son parte fundamental en mi vida, son el motivo que me impulsa para forjar mi camino y mis objetivos. También, agradecer a mi novia que conforma parte de mi familia, sus palabras y cariño se convirtió en el soporte para perseverar en el cumplimiento de esta meta y seguir adelante a pesar de las circunstancias. A todos muchas gracias.

Jonathan Daniel

RESUMEN

En el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica que existe en una de las viviendas del barrio San Silvestre, del cantón Latacunga; considerando el tipo de zona sísmica en la ubicación de la infraestructura, a su vez determinando parámetros inherentes al análisis en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE. La metodología utilizada es de tipo cualitativa porque se trabajó con mediciones y valores estadísticos para interpretar las causas del problema y las posibles soluciones; además se realizaron encuestas a los pobladores donde se recopiló información de cómo se encuentran construidas sus viviendas, y sobre alguna competencia de la composición técnica.

Se dispuso la realización de una evaluación visual rápida de vulnerabilidad de edificaciones de la guía NEC 2015, en ésta se detalló el tipo de vivienda, los datos personales de los ocupantes y una referencia para ubicar la casa tipo. Cada uno de los resultados permitieron pronosticar la vulnerabilidad de la estructura, en este proceso de visualización se pudo evidenciar diferentes patologías que existen y que son muy comunes por el tiempo de construcción y el material de la estructura.

De manera técnica, mediante el programa computacional SAP2000 se realizó la descripción y modelamiento de una vivienda tipo, su sistema estructural, el tipo de infraestructura y el desplazamiento que se genera por un sismo. El resultado fue la clasificación de diferentes tipologías de daño que puede sufrir la vivienda al contraer el desplazamiento de una ocurrencia sísmica. Todo el proceso estuvo amparado bajo la Norma Técnica Ecuatoriana NEC 2015, y determinado mediante el método estático línea y no lineal; encontrando así el grado de deficiencia de la estructura al no poder ubicar el punto de desempeño, resultando ser una casa vulnerable por su desplazamiento de 3 cm en el eje X y 1 cm en el eje Y.

PALABRAS CLAVE

Estructura, sísmica, vulnerabilidad, Norma NEC15

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the seismic vulnerability of one of the houses in the San Silvestre neighborhood in the Latacunga canton, considering the type of seismic zone in the location of the infrastructure and determining the parameters inherent to the analysis based on the Ecuadorian Technical Standard NEC-SE-RE. The methodology used is qualitative because we worked with measurements and statistical values to interpret the causes of the problem and possible solutions; we also conducted surveys of the inhabitants where we collected information on how their houses are built, and on some competencies of the technical composition.

A quick visual assessment of the vulnerability of buildings from the NEC15 guide was carried out, detailing the type of dwelling, the personal data of the occupants and a reference to locate the typical house. Each of the results made it possible to predict the vulnerability of the structure, in this visualization process it was possible to show different pathologies that exist and that are very common due to the time of construction and the material of the structure.

The description and modeling of a typical house, its structural system, the type of infrastructure and the displacement generated by an earthquake were technically described and modeled using the SAP2000 computer program. The result was the classification of different typologies of damage that the house can suffer when it contracts the displacement of a seismic event. The whole process was covered under the Ecuadorian Technical Standard NEC2015, and determined by the static line and non-linear method; thus finding the degree of deficiency of the structure by not being able to locate the point of performance, resulting in a vulnerable house for its displacement of 3 cm in the X axis and 1 cm in the Y axis.

KEY WORDS

Structure, seismic, vulnerability, NEC15 Standard

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDOS	PÁGINAS
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
ÍNDICE GENERAL	9
ÍNDICE DE TABLAS.....	16
ÍNDICE DE FIGURAS	18
INTRODUCCIÓN.....	24
CAPÍTULO I.....	27
SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	27
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	27
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	27
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	28
1.2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.....	28
1.2.1. ANTECEDENTES	28
1.2.2. JUSTIFICACIÓN	31
1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	33
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	33
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	33
1.4. ALCANCES.....	33
1.5. LIMITACIONES.....	34
1.6. HIPÓTESIS.....	35
CAPÍTULO II.....	36
DESCRIPCIÓN DEL ÁREA, VULNERABILIDAD Y SISMICIDAD DE LA ZONA.....	36
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	36

2.1.1. CARACTERIZACIÓN DEL BARRIO SAN SILVESTRE.....	36
2.1.2. HISTORIA SÍSMICA DE LA ZONA.....	38
2.2. VULNERABILIDAD	39
2.2.1. TIPOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	39
2.2.1.1 Vulnerabilidad sísmica de Latacunga-San Silvestre.....	40
2.3. ESTRUCTURAS	41
2.3.1. CONFIGURACIÓN Y FORMA DE LAS ESTRUCTURAS	41
2.3.2. TIPO DE ESTRUCTURAS	41
2.3.3. CALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS	42
2.3.4. METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN VISUAL EN ESTRUCTURAS	42
2.4. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-2015.....	43
2.4.1. FACTOR DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA	43
2.4.2. CURVAS DE PELIGRO SÍSMICO.....	44
2.4.3. GEOLOGÍA LOCAL.....	45
2.4.4. CATEGORIZACIÓN DEL TIPO DE SUELO.....	46
2.4.4.1 Coeficientes del suelo de amplificación <i>F_a</i> <i>F_d</i> y <i>F_s</i>	46
2.4.5. ESPECTRO DE RESPUESTA DEL DISEÑO	48
2.4.5.1 Fórmulas para el análisis del espectro de respuesta.....	49
2.4.6. ESPECTRO DE DISEÑO EN DESPLAZAMIENTO	51
2.4.6.1 Diseño mediante desplazamiento	51
2.4.7. METODOLOGÍA DEL DISEÑO SISMO RESISTENTE	52
2.4.7.1 Categorización de la estructura y coeficiente de importancia (I).....	52
2.4.7.2 Regularidad y configuración estructural	53
2.4.7.3 Metodología basada en las fuerzas	55
2.4.7.4 Límites del DBF	55
2.4.7.5 Requisitos de <i>RDBF</i> fuerzas internas.....	56

2.4.7.6 Requisitos de DDBF fuerzas internas.....	56
2.4.8. MODELACIÓN ESTRUCTURAL	56
2.4.8.1 Inercia de las secciones de la estructura con elementos agrietados .	56
2.4.8.2 Estructuras de hormigón armado.....	57
2.4.8.3 Estructuras de mampostería	57
2.4.8.4 Carga sísmica reactiva (W).....	58
2.4.8.5 Cortante basal de diseño (V)	58
2.4.8.6 Determinación del periodo de vibración (T)	59
2.4.9. TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS	60
2.4.10. SISTEMAS DE ESTRUCTURAS DÚCTILES	61
2.4.10.1 Ductilidad limitada.....	62
2.4.10.2 Sistemas estructurales de ductilidad limitada	62
2.4.11. CARGAS TRATADAS EN LA NEC	63
2.4.11.1 Cargas y combinaciones de cargas	64
2.4.11.3 Momentos torsionales horizontales y torsión accidental	67
2.4.12. FILOSOFÍA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE	69
2.4.12.1 Límites permisibles de las derivas	69
2.4.13. ACERO DE REFUERZO Y MÓDULO DE ELASTICIDAD.....	70
2.5. MÉTODO ESTÁTICO LINEAL	71
2.6. MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL.....	72
2.6.1. INVESTIGACIÓN ESTÁTICA NO LINEAL	72
2.6.2. RÓTULAS PLÁSTICAS.....	73
2.6.3. PARÁMETROS DE MODELADO Y CRITERIO NUMÉRICO	74
2.6.4. CURVA DE CAPACIDAD DE ESTRUCTURAS	76
2.7. MÉTODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD ATC-40.....	77
2.8. MÉTODO DE COEFICIENTES DE DESPLAZAMIENTO FEMA 356.....	78

2.8.1. REPRESENTACIÓN DE LA CURVA DE CAPACIDAD.....	78
2.8.2. DESPLAZAMIENTO DE CÁLCULO DEL OBJETIVO	79
2.8.2.1 Coeficiente de modificación C_0	79
2.8.2.2 Coeficiente de modificación C_1	80
2.8.2.3 Coeficiente de modificación C_2	80
2.8.2.4 Coeficiente de modificación C_3	81
2.8.2.5 Periodo fundamental efectivo T_e	82
2.8.3. LECTURA DE LAS CURVAS DE DESPLAZAMIENTO.....	82
2.8.4. NIVELES DE DESEMPEÑO	84
2.9. MÉTODO DE LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE FEMA 440.....	86
2.9.1. PARÁMETROS BÁSICOS DE LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE.....	87
2.9.1.1 Amortiguamiento efectivo	87
2.9.1.2 Periodo efectivo	88
2.9.1.3 MADRS para uso con periodo secante.....	89
2.10. PROCEDIMIENTO ESTÁTICO NO LINEAL NSP ASCE 41-13.....	89
2.10.1. BASE DEL PROCEDIMIENTO.....	90
2.10.2. CONSIDERACIÓN DE MODELADO Y ANÁLISIS NSP	90
2.10.3. REQUISITOS GENERALES	90
2.11. TIPOLOGÍAS DE RESIDENCIA.....	91
2.11.1. TIPOLOGÍA 1	91
2.11.2. TIPOLOGÍA 2	91
2.11.3. TIPOLOGÍA 3	92
2.11.4. TIPOLOGÍA 4	92
CAPÍTULO III.....	93
METODOLOGÍA ANALÍTICA MEDIANTE ENCUESTAS, FORMULARIO Y ENSAYOS ESCLEROMÉTRICOS	93

3.1. METODOLOGÍA ANALÍTICA DEL PROCESO DE ENCUESTAS	93
3.1.1. METODOLOGÍA.....	93
3.2. ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA.....	94
3.3. FORMULARIO VISUAL RÁPIDO EN LAS VIVIENDAS	99
3.4. ENSAYO ESCLEROMÉTRICO.....	107
3.4.1. MEDICIÓN	108
3.4.2. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ENSAYO.....	109
3.4.3. EVALUACIÓN DEL ESCLERÓMETRO	109
3.4.4. RESULTADOS ESCLEROMÉTRICOS EN CADA PISO.....	118
CAPÍTULO IV	121
MODELAMIENTO Y COLOCACIÓN DE CARGAS DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL UTILIZANDO EL PROGRAMA SAP 2000.....	121
4.1. CARGAS PARA CALCULAR EN EL MODELO	121
4.1.1. Combinación de cargas.....	121
4.1.2. ANÁLISIS POR MEDIO DEL PROCESO ESTÁTICO LINEAL.....	122
4.2. BOSQUEJO DEL PLANO DE LA VIVIENDA	123
4.2.1. MODELAMIENTO ANALÍTICO NORMA NEC 2015.....	123
4.3. MÉTODO ESTÁTICO LINEAL MODELADO EN SAP2000.....	126
4.3.1. COLOCACIÓN DE LOS EJES	127
4.3.2. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES.....	127
4.3.3. DEFINICIÓN DE LAS SECCIONES.....	130
4.3.4. ACERO DE LA COLUMNA	131
4.3.5. DEFINICIÓN DE SECCIÓN DE LOSAS.....	133
4.3.6. PATRONES DE CARGA.....	134
4.3.7. ASIGNACIÓN DE CARGAS.....	135
4.3.8. ASIGNACIÓN DE RESTRICCIONES.....	136

4.3.9. BRAZO RÍGIDO	136
4.3.10. ASIGNACIÓN DE DIAFRAGMAS	137
4.3.11. DEFINICIÓN DE COEFICIENTE BASAL Y K	138
4.3.12. CARGA DEL ESPECTRO REDUCIDO	139
4.3.13. DEFINICIÓN DE MASA.....	139
4.4. MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL MODELADO EN SAP 2000	140
4.4.1. ACERO EN VIGAS Y COLUMNAS	140
4.4.2. AGREGAR LOSAS.....	143
4.4.3. ASIGNACIÓN DE LAS CARGAS	144
4.4.4. DIBUJO DE LAS COLUMNAS, VIGAS, LOSAS	145
4.4.5. COLOCACIÓN DE CARGAS	146
4.4.6. ASIGNACIÓN DE RESTRICCIONES A LA VIVIENDA	146
4.4.7. CARGA DE LA MASA	147
4.4.8. CASO DE CARGA GRAVITACIONAL NO LINEAL	147
4.4.9. PUSHOVER	148
4.4.10. ESPECTRO DE RESPUESTA	152
4.4.11. RÓTULAS PLÁSTICAS.....	153
CAPÍTULO V	156
RESULTADOS DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL Y NO LINEAL	156
5.1. RESULTADOS DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL	156
5.1.1. PERIODOS DE VIBRACIÓN	156
5.1.2. PERIODO DE VIBRACIÓN CALCULADO	157
5.1.3. PARTICIPACIÓN DE LA MASA	157
5.1.4. AJUSTE DEL CORTANTE BASAL.....	158
5.1.5. DERIVAS DE PISO	158
5.1.6. FUERZAS LATERALES	159

5.2. RESULTADOS DEL MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL.....	160
5.2.1. ANÁLISIS DE MODELADO PUSHOVER EN X-Y	160
5.2.2. ANÁLISIS DEL CORTANTE BASAL VS DESPLAZAMIENTO	161
5.2.3. ESPECTRO DE CAPACIDAD ATC-40.....	164
5.2.4. COEFICIENTE DEL MÉTODO FEMA 356.....	165
5.2.5. LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE FEMA 440.....	166
5.2.6. ASCE 41-13 ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO DEL COEFICIENTE FEMA 440	167
5.2.7. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL	168
CONCLUSIONES.....	169
RECOMENDACIONES	171
BIBLIOGRAFÍA.....	172
ANEXOS.....	177

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINAS
Tabla 1: Valores del factor Z.....	44
Tabla 2: Perfil del suelo del sector.....	46
Tabla 3: Tipología del suelo Ensayo SPT.....	46
Tabla 4: Factores y tipo de suelo (Fa)	47
Tabla 5: Factores y tipo de suelo (Fd)	47
Tabla 6: Factores y tipo de suelo (Fs).....	48
Tabla 7: Importancia y uso de las estructuras	52
Tabla 8: Tipo de estructura para determinar el periodo de vibración.....	60
Tabla 9: Sistema de estructuras dúctiles.....	61
Tabla 10: Valor de k	63
Tabla 11: Peso unitario de materiales construidos	64
Tabla 12: Peso de materiales secundarios construidos	65
Tabla 13: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas L0 y concentradas P0	66
Tabla 14: Determinación del valor Cf	67
Tabla 15: Determinación de amplificación de Cf	67
Tabla 16: Valores y comparación de $\Delta Máximo$	70
Tabla 17: Módulo de elasticidad propuesto	71
Tabla 18: Parámetros de modelamiento para vigas	74
Tabla 19: Parámetro de modelamiento para columnas	75
Tabla 20: Datos del coeficiente $C0$	79
Tabla 21: Coeficientes de modificación $C2$	81
Tabla 22: Limitación de los valores de punto desempeño	82
Tabla 23: Coeficientes de amortiguamiento eficaz	88

Tabla 24: Coeficientes efectivos del periodo	89
Tabla 25: Total de casas	96
Tabla 26: Total de viviendas con planos	97
Tabla 27: Total de planos estructurales.....	98
Tabla 28: Años de construcción de las viviendas en la zona	98
Tabla 29: Tipología de construcción en la zona	99
Tabla 30: Primera planta columnas	117
Tabla 31: Valores de las columnas.....	118
Tabla 32: Vigas.....	119
Tabla 33: Columnas del segundo piso	120
Tabla 34: Vigas del segundo piso.....	120
Tabla 35: Carga viva y carga muerta piso 1	122
Tabla 36: Carga viva y carga muerta piso 2	122
Tabla 37: Valores factores de amplificación y comportamiento.....	124
Tabla 38: Tabla modal de radios de masa	156
Tabla 39: Tabla modal del SAP 2000	157
Tabla 40: Ajuste del cortante basal	158
Tabla 41: Derivas elásticas e inelásticas.....	159
Tabla 42: Cargas laterales de piso	159
Tabla 43: Colocación de cargas analizadas	160
Tabla 44: Resultados analítica vs SAP 2000.....	160
Tabla 45: Curva de capacidad en X	162
Tabla 46: Curva de capacidad en Y	163

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINAS
Figura 1: Ubicación en el mapa del barrio de San Silvestre	37
Figura 2: Zona de investigación barrio San Silvestre	37
Figura 3: Fuente sísmica tipo de corticales	38
Figura 4: Mapa sísmico del cantón Latacunga	40
Figura 5: Mapa de Ecuador zonas sísmicas y factor de zona Z	43
Figura 6: Curva de Peligro sísmico.....	44
Figura 7: Curva de peligro sísmico de Latacunga	45
Figura 8: Diseño de aceleraciones	48
Figura 9: Diseño de desplazamiento	51
Figura 10: Configuraciones estructurales	53
Figura 11: Configuraciones no regulares.....	54
Figura 12: Curva típica esfuerzo de deformación de aceros de refuerzo	70
Figura 13: Análisis estático lineal	71
Figura 14: Análisis del método estático no lineal.....	72
Figura 15: Investigación del método estático no lineal	73
Figura 16: Formación de rótulas plásticas en vigas.....	73
Figura 17: Curva de capacidad de una estructura.....	76
Figura 18: Espectro de capacidad	77
Figura 19: Curva de capacidad para los coeficientes de desplazamiento	78
Figura 20: Deformación	83
Figura 21: Deformación del radio de curva.....	83
Figura 22: Respuesta trilineal vs deformación del radio de la curva.....	84
Figura 23: Niveles de desempeño	85

Figura 24: Espectro de respuesta aceleración vs desplazamiento.....	86
Figura 25: BLH Bilineal Histerético, STDG Degradación de la Rigidez, STRDG Fuerza Degradante.....	87
Figura 26: Casa demostrativa tipo 1	91
Figura 27: Casa demostrativa tipo 2.....	92
Figura 28: Casa demostrativa tipo 3.....	92
Figura 29: Casa demostrativa tipo 4.....	92
Figura 30: Formato de encuesta.....	95
Figura 31: Total de casas	96
Figura 32: Total de planos arquitectónicos.....	97
Figura 33: Total de planos estructurales	97
Figura 34: Años de construcción de las viviendas en la zona	98
Figura 35: Desarrollo de la construcción	99
Figura 36: Formulario de evaluación visual	100
Figura 37: Colocación de los datos en el formulario.....	103
Figura 38: Datos del profesional.....	104
Figura 39: Esquema estructural en planta.....	104
Figura 40: Colocación de fotografía.....	105
Figura 41: Tipología del sistema estructural.....	105
Figura 42: Estimación del material y demás sistemas.....	106
Figura 43: Vulnerabilidad y Observaciones de la estructura	107
Figura 44: Partes del esclerómetro.....	108
Figura 45: Curva de correlación martillo Schmidt.....	110
Figura 46: Esclerómetro utilizado en el estudio.....	110
Figura 47: Cuadrícula y uso del esclerómetro	111
Figura 48: Cuadrícula para la prueba esclerométrico.....	113

Figura 49: Posición del esclerómetro	113
Figura 50: Promedio de lecturas.....	114
Figura 51: Valor del $f'c$	114
Figura 52: Valor del $f'c$ de corrección.....	115
Figura 53: Tabla de edad.....	115
Figura 54: Valor de la corrección final	115
Figura 55: Curva que concreta edad vs fuerza, valoración 1.....	116
Figura 56: Curva que concreta edad vs fuerza, valoración 2.....	116
Figura 57: Curva que concreta edad vs fuerza, valoración 3.....	116
Figura 58: Tabulación de las Columnas primer piso.....	118
Figura 59: Tabulación de las vigas	119
Figura 60: Columnas segundo piso	119
Figura 61: Vigas segundo piso	120
Figura 62: Vivienda en planta.....	123
Figura 63: Espectro elástico de la estructura.....	126
Figura 64: Dimensiones con respecto al plano.....	127
Figura 65: Colocación de la resistencia del hormigón y acero.....	128
Figura 66: Propiedades de los $f'c$ y módulo de elasticidad	128
Figura 67: Colocación del acero	129
Figura 68: Propiedades del acero.....	129
Figura 69: Realización de los diagramas.....	130
Figura 70: Creación de secciones de vigas y columnas.....	130
Figura 71: Factores de agrietamiento.....	131
Figura 72: Propiedades del acero, estribos y recubrimiento.....	131
Figura 73: Factores de agrietamiento para la viga	132
Figura 74: Colocación y asignación de los elementos.....	132

Figura 75: Injertación de los elementos de losa	133
Figura 76: Determinación de las propiedades	134
Figura 77: Patrones de carga	134
Figura 78: Dibujar vigas y columnas.....	135
Figura 79: Dibujo de la losa 1 y losa 2.....	135
Figura 80: Colocación de las cargas	136
Figura 81: Asignación de restricción.....	136
Figura 82: Asignación del brazo rígido	137
Figura 83: Asignación de los diafragmas.....	137
Figura 84: Asignación para el eje Y	138
Figura 85: Colocación del coeficiente basal y factor K	138
Figura 86: Carga del Espectro Reducido.....	139
Figura 87: Insertar la masa de la estructura	140
Figura 88: Asignación de acero a vigas y columnas.....	140
Figura 89: Reforzamiento	141
Figura 90: Colocación de propiedades en las vigas	141
Figura 91: Asignación de dimensiones.....	142
Figura 92: Propiedades del hormigón en columnas	142
Figura 93: Datos para reforzar la columna	143
Figura 94: Sección del área de la losa	144
Figura 95: Colocación de dimensiones de la losa	144
Figura 96: Carga de Sismo en X e Y	145
Figura 97: Dibujo de la vivienda	145
Figura 98: Asignación de las cargas a las losas.....	146
Figura 99: Restricciones de la estructura	147
Figura 100: Colocación de la masa en la vivienda	147

Figura 101: Carga de Gravitacional en el programa SAP2000.....	148
Figura 102: Configuración de las propiedades de la carga	148
Figura 103: Propiedades de la carga PUSH en X	149
Figura 104: Asignación del control no lineal	149
Figura 105: Múltiples propiedades.....	150
Figura 106: Configuración de pasos para el resultado	150
Figura 107: Pushover configuración eje Y	151
Figura 108: Configuración del método no lineal	151
Figura 109: Configuración de respuesta.....	152
Figura 110: Carga del espectro	152
Figura 111: Datos proyectados del espectro	153
Figura 112: Asignación de rótulas plásticas	154
Figura 113: Carga de las rótulas para vigas	154
Figura 114: Configuración de las rótulas en columnas	155
Figura 115: Periodo de vibración.....	156
Figura 116: Pérdida de ductilidad en el paso 4 sentido x según el programa SAP2000	160
Figura 117: Pérdida de ductilidad en el paso 7 en el programa SAP2000	161
Figura 118: Desplazamiento en el sentido X modelo SAP 2000	161
Figura 119: Curva de capacidad en X	162
Figura 120: Desplazamiento en el sentido Y modelo SAP 2000	162
Figura 121: Curva de capacidad en Y	163
Figura 122: Curva de capacidad para viviendas de tipología 3	163
Figura 123: Espectro de capacidad en sentido X SAP 2000	164
Figura 124: Espectro de capacidad en sentido Y SAP 2000	164
Figura 125: Método de coeficientes en X SAP 2000	165

Figura 126: Método de coeficientes en Y SAP 2000	165
Figura 127: Linealización equivalente en el eje X SAP 2000	166
Figura 128: Linealización equivalente en el eje Y SAP 2000	166
Figura 129: ASCE 41-13 en el eje X SAP 2000.....	167
Figura 130: ASCE 41-13 en el eje Y SAP 2000.....	167
Figura 131: Estrategias de intervención estructural.....	168

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha observado en todo el mundo un aumento de las pérdidas causadas por las catástrofes naturales. Las pérdidas son múltiples, aunque sin duda incluyen pérdidas humanas. Por otra parte, el desarrollo de nuevas ciudades con una población superior a los 2 millones de habitantes; muchas de las cuales están situadas en zonas de alta peligrosidad sísmica, y precedencia de alta vulnerabilidad ante movimientos telúricos. De esta manera, la vulnerabilidad sísmica de una estructura puede describirse como su susceptibilidad a los daños causados por las sacudidas del suelo de una intensidad determinada. Es así, que el objetivo de una evaluación de la vulnerabilidad es obtener la probabilidad de que un tipo de estructura sufra un determinado nivel de daños debido a un hipotético movimiento telúrico.

La reciente actividad sísmica ha provocado grandes daños estructurales con efectos adversos en el sector económico que pueden verse en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo. Esto exige que esos países en desarrollo se adhieran a diversos métodos para combatir estos efectos. Por lo tanto, estas estructuras deben ser evaluadas en cuanto a su capacidad y resistencia frente a sismos y terremotos. En gran cantidad de estudios del estado del arte, se emplea la técnica de detección visual rápida FEMA-154 para evaluar el estado de vulnerabilidad sísmica, o la combinación de métodos y normas como la Norma Técnico Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-RE-2015. Los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica permiten a las autoridades competentes elaborar un plan de priorización de la seguridad estructural de todas las viviendas y edificios con técnicas sismo resistentes, y con ello salvaguardar la vida de los habitantes en las ciudades.

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica es una técnica aceptada para la evaluación de las estructuras con el fin de determinar si son capaces de cumplir objetivos específicos de rendimiento. La técnica identifica la divergencia de las estructuras con respecto a las normas requeridas para lograr su objetivo de rendimiento. Algunas viviendas existentes pueden no haber sido diseñadas de acuerdo con los códigos sísmicos vigentes, al haber sido construidas antes de la elaboración de los mismos, y por tanto pueden no ser lo suficientemente fuertes para resistir las fuerzas sísmicas. Además, una estructura puede haber sufrido desgaste a lo largo de los años, o su estado puede haber disminuido debido a un cambio de uso o al alto potencial de

licuefacción del terreno. Los resultados obtenidos de una evaluación de vulnerabilidad sísmica se utilizan para determinar si la estructura necesita reparaciones o renovaciones para mejorar su resistencia contra las fuerzas sísmicas o si, por el contrario, debe ser demolida. Se dice que una estructura es vulnerable a las fuerzas sísmicas si existe la probabilidad de que la estructura o sus cimientos, columnas o vigas resulten dañados por el movimiento telúrico.

Si una vivienda o una estructura no son resistentes a las fuerzas sísmicas, se dice que son vulnerables, lo que implica la deficiencia sísmica de la estructura, que se describe como la incapacidad de la vivienda para cumplir el objetivo de rendimiento requerido. Las deficiencias identificadas pueden mostrar diferentes resultados para una estructura en concreto evaluado para la ocupación inmediata o para la seguridad vital. El nivel de seguridad vital indica que, a pesar de los daños probables que pueda sufrir la estructura, esta no experimentará un colapso estructural total, mientras que el rendimiento de la ocupación inmediata indica que la vivienda no experimentará ningún daño significativo en las partes estructurales y no estructurales. En base a lo argumentado, el presente proyecto tiene como objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica en estructuras del barrio San Silvestre, del cantón Latacunga; considerando la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015. Y está constituido por el siguiente contenido:

El capítulo I trata sobre la situación problemática, donde se analiza el planteamiento del problema, antecedentes, justificación, objetivos tanto general como específicos, alcances, limitaciones e hipótesis.

El capítulo II refiere a la descripción del área de fluencia, vulnerabilidad y sismicidad de la zona. En este contenido se encuentra la descripción de la zona, método estático lineal, acero de refuerzo y módulo de elasticidad, método estático no lineal y tipologías de residencia.

El capítulo III inscribe la metodología analítica mediante encuestas, formularios y ensayos esclerométricos. Se menciona la metodología analítica del proceso de encuestas, la elaboración y análisis de encuestas, formulario de viviendas y el ensayo esclerométrico.

El capítulo IV aborda el modelamiento y colocación de cargas del método estático lineal utilizando el programa SAP 2000. Se puntualiza sobre las cargas para calcular

en el modelo, bosquejo del plano de la vivienda, proceso de modelamiento analítico Norma NEC-SE-RE-2015, método estático lineal modelado en SAP 2000 y método estático no lineal modelado en SAP 2000.

El capítulo V congrega los resultados del método estático lineal y no lineal. Entre los resultados del método estático lineal están los periodos de vibración, participación de masa, ajuste del corte basal, derivas de piso y fuerzas laterales. En los resultados del método estático no lineal se discurre el análisis de modelado pushover en (X, Y), el análisis del cortante basal vs desplazamiento, espectro de capacidad ATC-40, coeficiente del método FEMA-356, linealización equivalente FEMA-440 y el ASCE 41-13 actualización del método del coeficiente FEMA-440.

Finalmente, en la parte concluyente del trabajo se ubican las respectivas conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Ecuador es un país altamente sísmico debido a su localización en el cinturón de fuego del Pacífico, mismo que presenta placas tectónicas cuya estructura forman un rozamiento que despliega tensión entre las mismas; al momento de liberarse esta energía produce movimientos telúricos y terremotos, un ejemplo claro es el ocurrido el 16 de abril de 2016, cuyos resultados fueron devastadores principalmente para las zonas costeras del país. En este sentido, se puede afirmar que más del 70% del territorio se encuentra en riesgo intermedio y alto frente a la ocurrencia de estos fenómenos geofísicos.

Entre las situaciones de devastación se ubican la interrupción de los servicios vitales, pérdidas humanas, económicas; así como eventualmente la destrucción de la infraestructura en ciudades, entre otros factores de gran impacto psicosocial. La recuperación de una ciudad o barrio que haya sido destruido por un sismo, puede tardar años, incluso décadas. En base a la Norma Técnica NEC-SE-RE-2015, la ciudad de Latacunga y el barrio San Silvestre disponen de una vulnerabilidad sísmica media y alta, debido a que actualmente existen edificaciones cuya época de construcción data de la década de 1990, donde éstas han sido construidas sin un diseño sismoresistente y diseñadas únicamente para atender cargas de gravedad. Esto plantea la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras por los posibles daños que puede provocar un temblor o terremoto en este momento.

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de la ciudad de Latacunga, no ha tomado la iniciativa de evaluar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de este barrio, este estudio acoge esta problemática para su desarrollo. Es importante tomar en cuenta que como primer paso se debe desarrollar un estudio piloto para que sea posible la evaluación de la vulnerabilidad estructural por amenaza sísmica en toda la ciudad, y se pueda alertar a la población y a las respectivas autoridades para que tomen las adecuadas decisiones referentes al problema.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál es el análisis del nivel de vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas y en el marco de la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015, del barrio San Silvestre, del cantón Latacunga?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es el análisis del nivel de vulnerabilidad sísmica de vigas y columnas en las viviendas, aplicando la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015, del barrio San Silvestre, del cantón Latacunga?
- ¿Cuál es el análisis del nivel de vulnerabilidad sísmica de la calidad del sistema resistente en las viviendas, aplicando la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015, del barrio San Silvestre, del cantón Latacunga?
- ¿Cuál es el análisis del nivel de vulnerabilidad sísmica del estado de conservación en las viviendas, aplicando la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015, del barrio San Silvestre, del cantón Latacunga?

1.2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

1.2.1. ANTECEDENTES

En lo que respecta a la vulnerabilidad sísmica en sectores urbanos, se ha realizado un sin número de estudios a nivel mundial, que aventajan la recolección de información sobre el estado del arte que se ha logrado a partir de esta problemática. De esta manera, las investigaciones se originan a inicios del siglo XX, como un soporte técnico frente a sismos ocurridos en diversas ciudades del planeta. Por ejemplo: en Tokio, Japón en 1923; en San Francisco, EE. UU. en 1906; en Menisa, Italia en 1908. Debido a estos siniestros, los ingenieros estuvieron capacitados para evaluar las consecuencias estructurales de los movimientos telúricos, para proponer estrategias que minimicen los efectos en el futuro. Así fue como se fundaron las pioneras definiciones de diseño sismorresistente y se empezó a trabajar en el campo de la ingeniería sísmica en los países antes mencionados.

En la década de 1960 y 1970 se originan las primeras técnicas de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, denominadas Técnicas de Screening, las mismas conformaron el camino para métodos postulados en años posteriores, entre los que destacan:

Whitman (1972), Okada y Bresler (1976), Benedetti y Petrini (1984), ATC-14 (1987), ATC-21 (1988). Además, en la década de 1980 la UNESCO y UNDRO conceptualizan los términos de vulnerabilidad, riesgo y amenaza con el fundamento de reconocer y comprender los fenómenos asociados a movimientos telúricos y desastres naturales. A su vez, el Consejo de Tecnología Aplicada (ATC) desarrolló un método de evaluación visual rápida de edificios, que se describe en el reporte FEMA-154 cuya argumentación se basa en el ATC-21 actualizado el año 2000.

Por su parte, el Ecuador es uno de los países que se encuentra dentro del “cinturón de fuego del pacífico” el mismo que está caracterizado por el potencial de actividad sísmica y volcánica debido al fenómeno de subducción de la placa “Nazca” debajo de la placa “Sudamericana” localizada en la parte frontal de la costa ecuatoriana generando un alto riesgo para todo el país. Ventajosamente, el país dispone de la Norma Técnica Ecuatoriana de la Construcción cuya última actualización corresponde a la NEC-SE-RE-2015; sin embargo, existen estructuras que se construyeron antes de que exista la norma, incluso predominan viviendas autoconstruidas que no se basan en la aplicación de ninguna normativa.

El país enfrentó un terremoto de gran intensidad registrado el 16 de abril del 2016, con una intensidad de 7.8 Mw, este ha sido el último acontecimiento telúrico de enorme importancia a nivel nacional, que causó destrucciones devastadoras en el área estructural; cobrando vidas humanas y demostrando que es imprescindible investigar la vulnerabilidad sísmica de una determinada zona; además, es aconsejable establecer ensayos con esclerómetros, de la resistencia del hormigón o utilizar otros métodos técnicos para la verificación del estado actual de las estructuras y así evitar posibles colapsos provocados por futuros eventos sísmicos.

Por otra parte, los datos preliminares de los sismos históricos importantes de la ciudad de Latacunga especialmente del barrio San Silvestre, afirman que se registraron movimientos telúricos de mayor relevancia el 02 de febrero de 1757, el 24 de enero de 1958 y el 22 de junio de 1950 donde generaron gran destrucción en la zona urbana del centro histórico de Latacunga, a lo largo del tiempo la ciudad se ha venido levantando de los escombros, manteniendo cierta infraestructura colonial, calles empedradas en el centro histórico o materiales convencionales de la época.

En el marco de los antecedentes sobre el desarrollo de las normativas y metodologías del estudio de la vulnerabilidad sísmica en estructuras, se dispone de varios trabajos realizados en instituciones de educación superior a nivel mundial y nacional, los mismos que servirán de soporte para el presente estudio:

Macro:

En la investigación realizada por Garcés (2017) cuyo tema versa “estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali”, tuvo como objetivo principal establecer los niveles de vulnerabilidad sísmica en las viviendas de uno y dos pisos, trabajando las variables correspondientes según la Norma NSR10, para mitigar el riesgo sísmico en la intensidad moderada. La metodología utilizada fue la observación rápida ATC-21 que inspecciona desde el exterior las estructuras y sus condiciones no estructurales y estructurales, para determinar la vulnerabilidad mínima, significativa, alta y muy alta. Los resultados demuestran que las viviendas corren un gran riesgo frente a un sismo de magnitud 5,6 Mw sobre todo por la carencia de vigas, cinta de amarre en cubiertas, falencia en el confinamiento de los muros y falta de continuidad en los componentes estructurales (Garcés, 2017).

En el estudio efectuado por Padilla (2021) con el título “Identificación de las fallas y análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el A.H La Primavera III-etapa, Distrito de Castilla Provincia y Departamento de Piura”, que tuvo como propósito principal identificar las fallas y analizar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas. La metodología utilizada fue de tipo descriptivo y de campo, bajo el planteamiento de enfoque mixto con un trabajo en 25 viviendas, se aplicó el método FEMA-154, con el que se obtuvieron resultados como: el 20% de las viviendas presentan índice de vulnerabilidad baja, el 23% un índice de vulnerabilidad media, el 37% un índice de vulnerabilidad alta y finalmente el 20% un índice de vulnerabilidad muy alta frente a sismos de magnitud 5,6 Mw (Padilla, 2021).

Meso:

En el trabajo desarrollado por Chávez (2016) con el tema “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito-Ecuador y riesgo de pérdida”; el mismo que tuvo como propósito establecer los rangos de vulnerabilidad y los porcentajes de daño en las edificaciones de la ciudad de Quito, a partir de una

muestra elegida en el Centro Histórico de la ciudad, se utilizaron las metodologías probadas en Estados Unidos y Europa la Perpetuate y Hazus respectivamente junto con los modelos de Ecuador para hallar curvas de fragilidad, de capacidad y derivada máxima de piso. Los resultados aseguran que el mayor porcentaje de edificaciones del análisis corresponde a la tipología URMM 20,26% y URML 43,02% asociados al método, demostrando que estas edificaciones serán afectadas frente a un sismo de 6,2 Mw (Chávez, 2016).

En la investigación de Marcillo (2019) con el tema “Evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos Benedetti y Petrini; FEMA 154 del edificio Carrera de Ingeniería Agropecuaria-UNESUM”, el objeto principal del estudio fue realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de la carrera de Ingeniería Agropecuaria; para lo cual se utilizó la metodología de Benedetti y Petrini (método Italiano), estableciendo como resultado que el edificio dispone de un índice de vulnerabilidad sísmica bajo con una calificación de 18,75 y 21,75; es decir, las edificaciones se encuentran en un rango seguro ante un evento telúrico. Por su parte con el método FEMA-154 se ubicó en un rango de 4,10 lo que determina una baja vulnerabilidad sísmica (Marcillo, 2019).

Micro:

Dentro de la bibliografía consultada no se encontraron investigaciones que refieren a la vulnerabilidad sísmica en la ciudad de Latacunga, peor aún en el barrio San Silvestre. De esta manera, el estudio es relevante porque permitirá evaluar la conducta sísmica de una estructura ubicada en este sector, utilizando la Norma Técnica Ecuatoriana NEC SE-RE-2015; a su vez servirá como una referencia de estudio para estimar estrategias correctas de construcción, y así garantizar edificaciones futuras en la seguridad de la estructura y de las personas que la ocupen.

1.2.2. JUSTIFICACIÓN

En la ciudad de Latacunga, particularmente en la zona del barrio San Silvestre existen viviendas que son construidas de forma empírica, muchas tienen diferentes patologías que afectan a los elementos estructurales, esta es la causa para que la estructura tenga mayor fragilidad y vulnerabilidad sísmica, para ello se realizará un análisis de una casa tipo. Además, generalmente en el sector las edificaciones no consideran las normativas de construcción como la Norma NEC-SE-RE-2015; con la investigación

posiblemente se pueda estimar, que tan deficiente se encuentran las estructuras de la localidad; a su vez, determinar si son seguras, si podrían colapsar o el nivel de reforzamiento que requiere la estructura para llegar a ser sismo resistente.

Es importante evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras del barrio San Silvestre, debido a que implican consecuencias ligadas a pérdidas humanas, económicas y materiales, en el caso de la ocurrencia de un sismo, un terremoto o la erupción del volcán Cotopaxi. Para este propósito la investigación utilizará la metodología planteada por la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015 y el método internacional FEMA-154, junto con el respectivo modelado en la herramienta informática SAP 2000, que permitan valorar el método estático lineal y no lineal para caracterizar los periodos de vibración, participación de masa, pushover en (X, Y), corte basal vs desplazamiento, entre otros parámetros relevantes para estimar la vulnerabilidad de la estructura.

Los beneficiarios directos del estudio son los habitantes del barrio San Silvestre, mientras que los indirectos son los pobladores de la ciudad de Latacunga; así como los lectores del trabajo, que se interesen en la profundización del tema sobre la vulnerabilidad sísmica en las zonas rurales y urbanas de las ciudades del Ecuador. Así se puede aportar a cubrir esta necesidad social, incorporando criterios técnicos actuales, en el diagnóstico de estructuras dentro del marco de la normativa y estandarización nacional e internacional.

El cumplimiento de normativas es complejo en cuanto a la disposición de recursos para evaluaciones estructurales, y de los requerimientos básicos de la sociedad; haciendo de la investigación una necesidad oportuna. El proceso de diagnóstico es la oportunidad para que las autoridades pertinentes, tomen la iniciativa de garantizar la mitigación de las condiciones de inseguridad, cumpliendo con las premisas de la norma en cuanto a gestión de riesgo y sismo resistencia.

Por otra parte, la investigación es innovadora debido a que se adapta a las modificaciones que han tenido las normas de diseño sismo resistente en los últimos años con cambios significativos, logrando un mayor perfeccionamiento en el conocimiento del diseño sísmico, en lo que respecta a la sensibilidad y la respuesta no lineal de la estructura, la influencia de elementos no estructurales, etc.; implicando a corto y mediano plazo irradiar la filosofía de diseño sismo resistente para evitar

pérdidas humanas, continuidad de los servicios básicos y minimizar la afectación a la estructura de las viviendas.

También, el trabajo tiene un aporte práctico porque realizar el estudio de la vulnerabilidad sísmica en el barrio San Silvestre, implica no únicamente evaluar la vulnerabilidad estructural, sino también la vulnerabilidad no estructural y funcional de las viviendas, con el fin de intervenir, proponer y formular estrategias para mejorar el comportamiento operativo y estructural. En donde la norma NEC-SE-RE-2015 establece que un buen diseño sismo resistente, desde un inicio en toda estructura, evita lesiones y muerte de los habitantes, así como gastos innecesarios en repotenciación y renovación estructural, minimizan los perjuicios urbanos, y sobre todo aseguran la calidad de vida y seguridad de los ciudadanos.

1.3. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la vulnerabilidad sísmica en estructuras del barrio San Silvestre, cantón Latacunga; considerando la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar mediante una evaluación visual rápida, la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones; así como la información básica y aspectos de las viviendas con el uso de instrumentos de investigación.
- Determinar mediante el programa computacional SAP2000 el índice de vulnerabilidad sísmica en una vivienda tipo, a través del método estático lineal; en base a la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015.
- Definir el desplazamiento que ejerce el método estático no lineal en la vivienda tipo, para proponer estrategias que mejoren la calidad constructiva e infraestructura en el barrio San Silvestre, cantón Latacunga.

1.4. ALCANCES

El alcance general del proyecto de investigación es realizar la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas del barrio San Silvestre, mediante la Norma

Técnica Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-RE-2015, con la finalidad de establecer el grado de fragilidad de las estructuras ante fenómenos sísmicos. Para ello se realizará:

- Utilizar la metodología definida en la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015 en congruencia a la Norma Internacional FEMA-154 para una inspección visual y evaluación rápida de la estructura de una vivienda.
- Analizar una construcción tipo, que reúna las características necesarias para verificar el grado de vulnerabilidad sísmica de vigas y columnas, calidad del sistema resistente, estado de conservación y años de construcción para identificar su sensibilidad ante la ocurrencia de un sismo.
- Desarrollar un modelado en la herramienta informática SAP 2000, con todas las características estructurales de los diferentes elementos soportantes, establecidos a partir de la recopilación de información.

1.5. LIMITACIONES

Las limitaciones del proyecto de investigación se caracterizan principalmente por el acceso a la información in situ de las viviendas del barrio San Silvestre, debido a la crisis sanitaria provocada por el COVID-19 que induce desconfianza en los habitantes del sector, obligando que el estudio se realice a 20 viviendas para la inspección visual y evaluación rápida de la estructura; además se tuvieron limitaciones como:

- Limitada información acerca de estudios sismológicos o la sismicidad en la zona de la ciudad de Latacunga, no existen datos extendidos sobre registros telúricos históricos más relevantes que ha sufrido el cantón, y que influyen en la vulnerabilidad del barrio San Silvestre.
- La existencia del Aeropuerto Internacional Cotopaxi expide la norma de que las viviendas únicamente pueden ser construidas de dos a tres plantas; de esta manera la mayoría de las estructuras son de dos pisos, no existen casas de tres pisos en el sector.
- Los recursos para el desarrollo de ensayos mecánicos en las infraestructuras, pusieron en desventaja información más precisa que identifique algunos parámetros, que ayuden a determinar el grado de vulnerabilidad de las estructuras.

- Se supuso un empotramiento perfecto en la base en todos los casos, ya que no se realizó un modelamiento detallado de la cimentación; además no existen estudio de suelos y construcciones de viviendas sin planos y sin diseños estructurales.

1.6. HIPÓTESIS

¿Las viviendas autoconstruidas y en el marco de la Norma Técnica Ecuatoriana NEC-SE-RE-2015, del barrio San Silvestre, del cantón Latacunga; son altamente vulnerables ante un movimiento sísmico?

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA, VULNERABILIDAD Y SISMICIDAD DE LA ZONA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

2.1.1. CARACTERIZACIÓN DEL BARRIO SAN SILVESTRE

Latacunga es un cantón ubicado en el alto oriente de la región Cotopaxi, tiene un espacio de 138.448,5 ha. Se limita al Norte con el cantón Mejía; al Sur con el cantón Salcedo; al Este con la provincia del Napo; al Oeste por los cantones Sigchos, Saquisilí y Pujilí (Alarcón & Malqui, 2018). Entre las principales características, se encuentran:

- **Área:** Latacunga como cabecera cantonal cuenta con 15 parroquias entre ellas: Toacaso, San Juan de Pastocalle, Mulaló, Tanicuchí, José Guango Bajo, Guaytacama, Aláquez, Poaló, Belisario Quevedo, 11 de noviembre (Isinche), La Matriz, Eloy Alfaro, Ignacio Flores, Juan Montalvo y San Buenaventura (Alarcón et al., 2013).
- **Hidrografía:** El principal marco hidrográfico es el río Cutuchi y río Pumacunchi, que corren de norte a sur en diferentes sectores, donde su límite toma el nombre de Río Patate.
- **Población:** Según el censo de 2010 realizado por el INEC, el número de habitantes en el cantón es de 183.446 hab, con una densidad de 371 hab por Km² y que ocupan 43.387 viviendas; siendo la Parroquia La Matriz, la de mayor foco población 98.355 hab.

Por su parte, la parroquia San Buenaventura tiene una superficie de 78 Kilómetros aproximadamente, limita al Norte con la parroquia Aláquez; al Sur con la parroquia la La Matriz; al Este la parroquia Juan Montalvo y al Oeste la parroquia Eloy Alfaro. De esta manera, el barrio San Silvestre, de la parroquia San Buenaventura, tiene una superficie de 8,3 Kilómetros aproximadamente; al Norte limita con el barrio Bellavista, al Sur con el barrio San Francisco “La Paz”, al Este con el Aeropuerto Internacional Cotopaxi y al Oeste con el barrio Colaisa. El barrio San Silvestre se caracteriza por un diseño estructural semi moderno, con viviendas en su mayoría de dos plantas

construidas de hormigón armado, bloques o ladrillos; existen limitadas casas en las que predomina como material el adobe, de 3 a 4 viviendas. En la figura 1 se ilustra la ubicación de la zona de estudio.

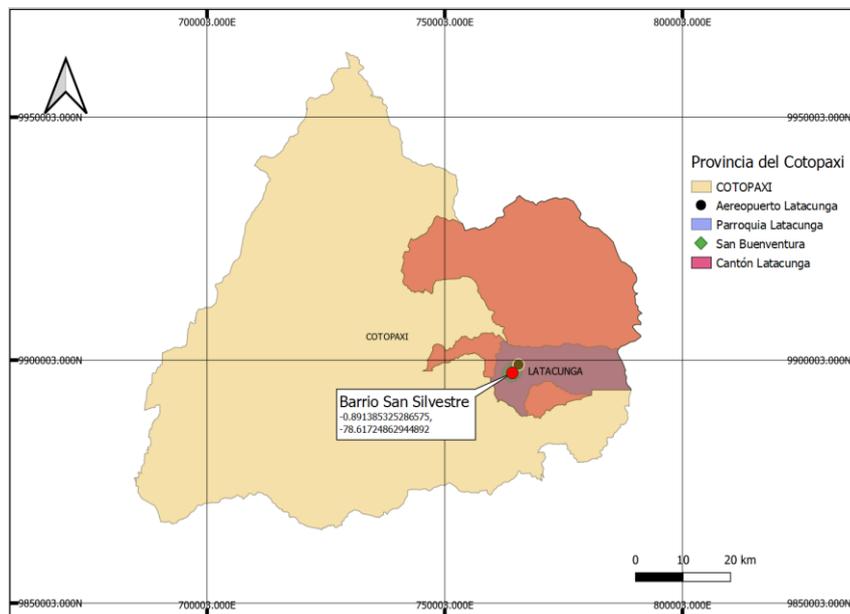


Figura 1: Ubicación en el mapa del barrio de San Silvestre
Fuente: Elaboración propia

En el barrio San Silvestre las edificaciones fueron construidas sin diseños estructurales de manera tradicional e informal, la mayor parte de las estructuras son viviendas y muchas de ellas se van acoplando a la necesidad de cada usuario, como para el uso comercial, industrial y almacenaje (bodegas); esto hace que exista una utilidad inadecuada de la construcción, pudiendo crear patologías que al pasar del tiempo vayan generando daños hasta el deterioro estructural (Alarcón & Malqui, 2018). En la figura 2 se presenta la zona de estudio desde una captura satelital.

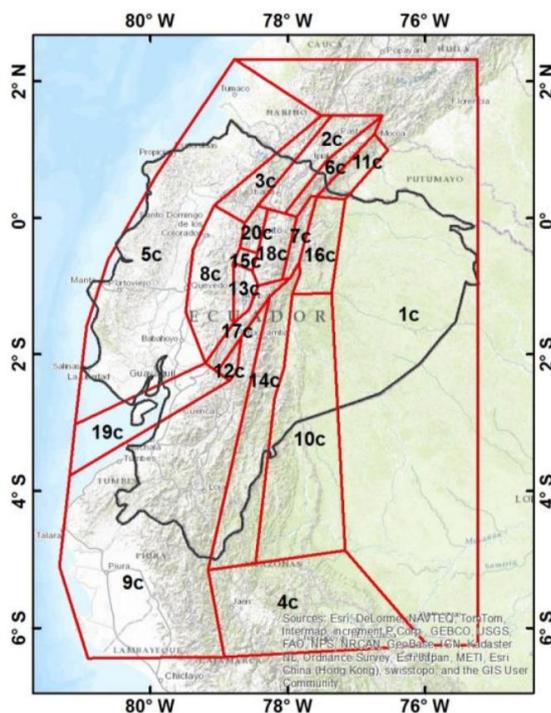


Figura 2: Zona de investigación barrio San Silvestre
Fuente: Elaboración propia obtenido de Google Earth

Por otra parte, la geografía del barrio San Silvestre llena de pendientes, está rodeada de dos ríos importantes el Cutuchi y el Aláquez, sus cauces que nacen del volcán Cotopaxi representan un gran peligro para la zona urbana cuando existen precipitadas lluvias, porque generan el desbordamiento e inundación de los sectores aledaños, más aún para esta localidad netamente dedicada a la producción agrícola.

La investigación se considera un aporte para la población, así como para la colectividad del barrio, por ser un estudio de las condiciones de infraestructuras, validando que tan vulnerables se encuentran a un evento sísmico leve o moderado; esto ayudará a tomar acciones para reforzar, mitigar y prevenir desastres que irradian en los aspectos económicos, sociales, de seguridad y estructurales.

A continuación, se muestra en la figura 3 de manera global las placas corticales que se expanden en todo el territorio ecuatoriano; según la zona de estudio, la placa de tipo cortical pertenece a la cordillera occidental de falla intermedia.



ID	Nombre	Tipo de falla
1c	Amazonas	Indeterminado
2c	El Ángel-San Gabriel	Inversa y normal
3c	Apuela-Huayrapungo	Normal
4c	Bagua	Inversa
5c	Canadé-San Lorenzo	Indeterminado
6c	Chingual	Normal
7c	Cofanés-Cosanga	Inversa
8c	Cordillera-Occidental	Indeterminado
9c	Cuenca Amotape	Indeterminado
10c	Cutucú	Inversa
11c	Sistema Frontal Este	Normal
12c	Guamote	Inversa y normal
13c	Latacunga	Inversa
14c	Macas	Inversa
15c	Machachi	Normal
16c	Napo	Inversa
17c	Pallatanga-Pisayambo	Normal
18c	Papallacta	Indeterminado
19c	Puná	Normal
20c	Quito	Inversa

Figura 3: Fuente sísmica tipo de corticales
Fuente: (Alcívar, Mielles, & Pierre, 2021)

2.1.2. HISTORIA SÍSMICA DE LA ZONA

Se debe considerar que el sismo del 24 de enero 1958, ocurrido en la ciudad de Latacunga afectó el sector de Loco, los daños estuvieron en estructuras de haciendas, iglesias y viviendas de campesinos; este siniestro ocurrió a las 8:45 A.M.,

se cubrieron las vías con deslizamientos de los cerros cercanos, se tuvo un lapso de tres días de temblores con réplicas consecutivas. Las pérdidas económicas eran cuantiosas, se necesitó mucha inversión en suces, destinado del sector público y privado para poder reconstruir la ciudad. El segundo temblor fue el 25 de enero 1958 a las 2:30 A.M.; donde se generaron estruendos internos de las placas tectónicas pero sin daños moderados (Jiménez, Cabrera, Sánchez, & al., 2018).

Esos dos registros sísmicos son los más relevantes ubicados en la literatura. En este sentido, para poder llegar a determinar la vulnerabilidad sísmica en el barrio San Silvestre, se debe investigar el tipo de suelo y que afectación puede causar ante un temblor. Además, generalmente las normativas establecen que se tiene que analizar en un radio de 300 Km para estimar el grado de vulnerabilidad.

2.2. VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad significa la fragilidad con la que se encuentra expuesta una estructura, a su vez la debilidad con la que está diseñada una vivienda, donde genera una causa o efecto en este caso la generación de un sismo y la vulnerabilidad (Alarcón & Malqui, 2018). Es así que, al utilizar correctamente las normas, códigos y principios de especificaciones técnicas en construcción, se puede garantizar una menor inestabilidad de las estructuras y la seguridad de sus habitantes. Se debe considerar el material, el tipo de diseño aplicado para que el suelo fluya uniformemente con la estructura, y así exista menos daño al aumento de la velocidad que puede tomar un sismo (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018)

En la actualidad existen diferentes estudios donde la solución es mitigar la vulnerabilidad sísmica; es decir, minimizar o buscar reducir las consecuencias de un colapso que pueda producirse por un movimiento telúrico. En los sectores urbanos de Ecuador, la mayoría de las estructuras tienen una alta debilidad sísmica, básicamente por tener un alto nivel de desarrollo autoconstructivo, que no cumple con los controles de calidad, ni mucho menos con las necesidades de los habitantes (Jiménez, Cabrera, Sánchez, & al., 2018).

2.2.1. TIPOS DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

Vulnerabilidad estructural: Es la fragilidad que tienen las edificaciones cuando no son construidas correctamente, siguiendo las normas que existe en un país y esto

puede generar una colisión por motivo de las ondas sísmicas que se vayan propagando (Alcívar, Mielles, & Pierre, 2021).

Vulnerabilidad no estructural: Es cuando los daños no son en elementos primarios, sino solo cuando son en paredes o acabados; este tipo de fragilidad se deben considerar dentro de construcciones que contengan equipos médicos o piezas de arte.

Vulnerabilidad funcional: La vulnerabilidad funcional se produce cuando la destrucción es de forma funcional, por ejemplo, cuando una estructura ya no puede generar la función para la que fue diseñada. Las estructuras que pueden sufrir un mínimo daño de funcionalidad son: hospitales, clínicas, estructuras de agua potable, etc. Estos tipos de edificios deben estar siempre en constante funcionalidad, aún cuando se produzca un sismo o algún desastre natural (Alarcón & Malqui, 2018).

2.2.1.1 Vulnerabilidad sísmica de Latacunga-San Silvestre

La figura 4 ilustra el mapa sísmico de la ciudad de Latacunga.

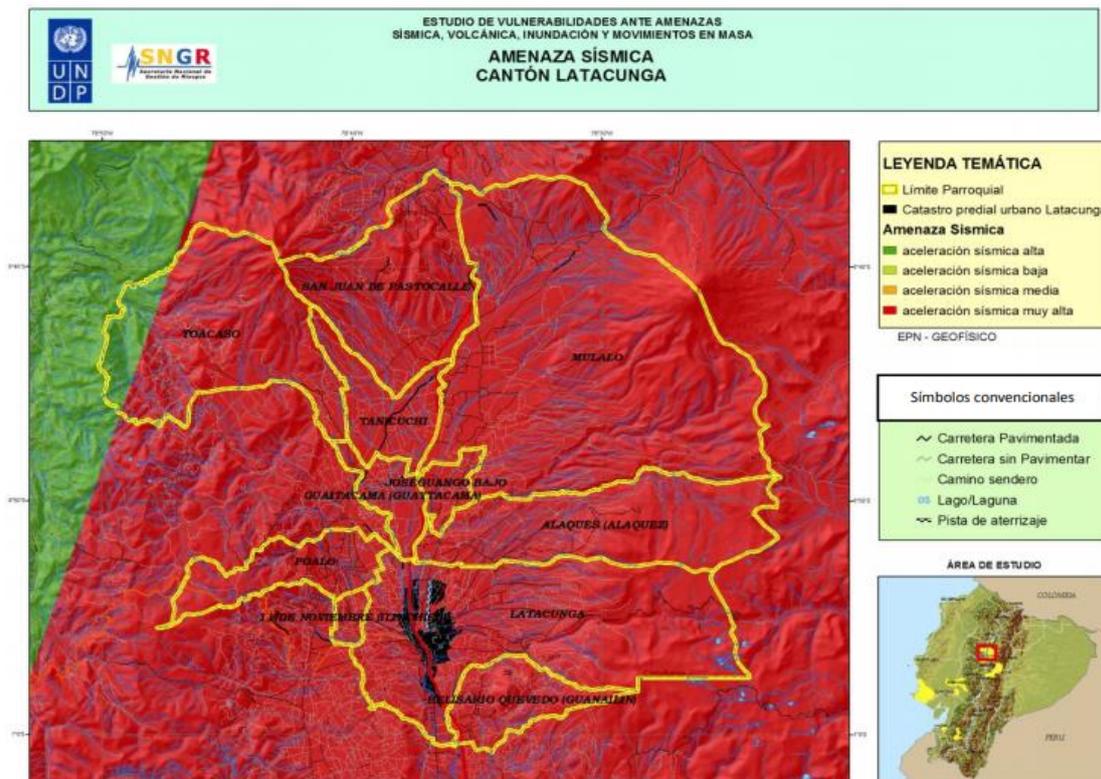


Figura 4: Mapa sísmico del cantón Latacunga
Fuente: (Alarcón & Malqui, 2018)

En la anterior figura se puede apreciar la aceleración sísmica muy alta que integra el territorio de la ciudad de Latacunga, de la misma manera la parroquia San

Buenaventura y el barrio San Silvestre son localidades con mucha prevalencia a la ocurrencia de un movimiento sísmico, el panorama aumenta por la presencia del volcán Cotopaxi que está a una distancia no tan considerable de la parroquia y del barrio San Silvestre.

2.3. ESTRUCTURAS

Es una agrupación estable de elementos resistentes de una construcción con la finalidad de soportar cargas y transmitir las, para transportar finalmente estos pesos o cargas al suelo. En otras palabras, las estructuras son un conjunto capaz de recibir cargas externas, resistirse internamente y transmitir las a sus apoyos; el suelo es por último quien recibe todos los efectos producidos por estas fuerzas. La estructura tendrá entonces forma y dimensiones, constituida por un material apto para resistir como acero, hormigón, madera, entre otros, y tendrá presente la existencia de vínculos entre los distintos elementos que la integran.

2.3.1. CONFIGURACIÓN Y FORMA DE LAS ESTRUCTURAS

Uno de los ángulos con el mejor efecto sobre la conducta de las estructuras, a pesar de los peligros sísmicos; es su disposición en la estatura. Si una estructura tiene una forma ordinaria, equilibrada, básica, uniforme y vertical, con plantas cuadradas o rectangulares que no están muy estiradas, su conducta será mejor, si su diseño es desigual, impredecible y confuso, por ejemplo, L, T, H.

De esta manera, como regla general el desequilibrio y la ausencia de rutina de la estructura pueden causar giros que; por lo tanto, producen focos de presión en el diseño, creando culpas o rupturas en el vecindario, que pueden hacer que el estudio de la debilidad sísmica de las viviendas de 1 y 2 pisos se encuentre con una fragilidad a la solidez del proceso (Hernández & Lockhart, 2017).

2.3.2. TIPO DE ESTRUCTURAS

En general, se pueden pensar en tres tipos; aquellas conformadas por bordes de hormigón armado, acero o madera subyacente, además de tableros y por la combinación de las construcciones anteriormente mencionadas; es decir, compuestas.

Las construcciones cuyos elementos portantes sean divisores en forma de cuadrícula, bloque; restringido con barras y secciones, pueden ofrecer una conducta aceptable en caso de un sismo, si la estructura no supera los dos pisos, dado que; al necesitar elementos limitadores, estos originan vulnerabilidad (Medina & Aleaga, 2017).

2.3.3. CALIDAD DE LAS ESTRUCTURAS

La calidad de las estructuras, está relacionado con la naturaleza de los materiales utilizados en el desarrollo de la vivienda, que aseguran una resistencia y capacidad suficiente de la estructura para retener y dispersar la energía sísmica. Los materiales delicados y no extremadamente seguros, con discontinuidades, se rompen fácilmente bajo la actividad de un terremoto.

2.3.4. METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN VISUAL EN ESTRUCTURAS

Las diversas estrategias para evaluar la debilidad de las estructuras varían en costo y exactitud, el tipo elegido se basa en el objetivo de la evaluación y la accesibilidad de la información e innovación; las técnicas se agrupan en dos clases, debilidad determinada y debilidad notada; clasificados así, en técnicas intuitivas o cuantitativas y estrategias emocionales o subjetivas. En la elección para el nivel de estudio de debilidad sísmica de viviendas de 1 y 2 pisos, se creará aplicando la debilidad notada y la estrategia abstracta o subjetiva, porque ambas técnicas evalúan dos aristas importantes frente a un movimiento telúrico, el riesgo y el peligro sísmicos (Arteaga, 2017).

Riesgo sísmico: Es la relación de vulnerabilidad que generan sismos en periodos determinados; habitualmente el riesgo sísmico en una zona se debe al tipo de suelo que lo conforma. Para el sector de la ciudad de Latacunga, es de tipo D según la norma NEC-SE-RE-2015; esto quiere decir que el riesgo sísmico es elevado; por ende, la composición del suelo es rígida. Además, el riesgo sísmico depende de aspectos importantes que son: el tipo de material, el sistema constructivo de la vivienda y la operatividad de los elementos; cada aspecto cumple una función para que la estructura no llegue a colapsar (Medina & Aleaga, 2017).

Peligro sísmico: Generalmente este tipo de problemas o desastres sísmicos son de origen natural, se producen mediante movimientos de las placas tectónicas y esto

genera unas ondas que se trasladan por la tierra en ciertos periodos prolongados, dependiendo la intensidad. Existe una mayor afectación cuando la estructura no se encuentra construida adecuadamente, pudiendo ocasionar grandes daños.

2.4. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-2015

2.4.1. FACTOR DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA

En la figura 5 se muestra el mapa del Ecuador dividido por sectores por alta y moderada amenaza sísmica, a excepción de la parte nororiente que no presenta mayor amenaza de movimientos telúricos (NEC-SE-DS, 2015).

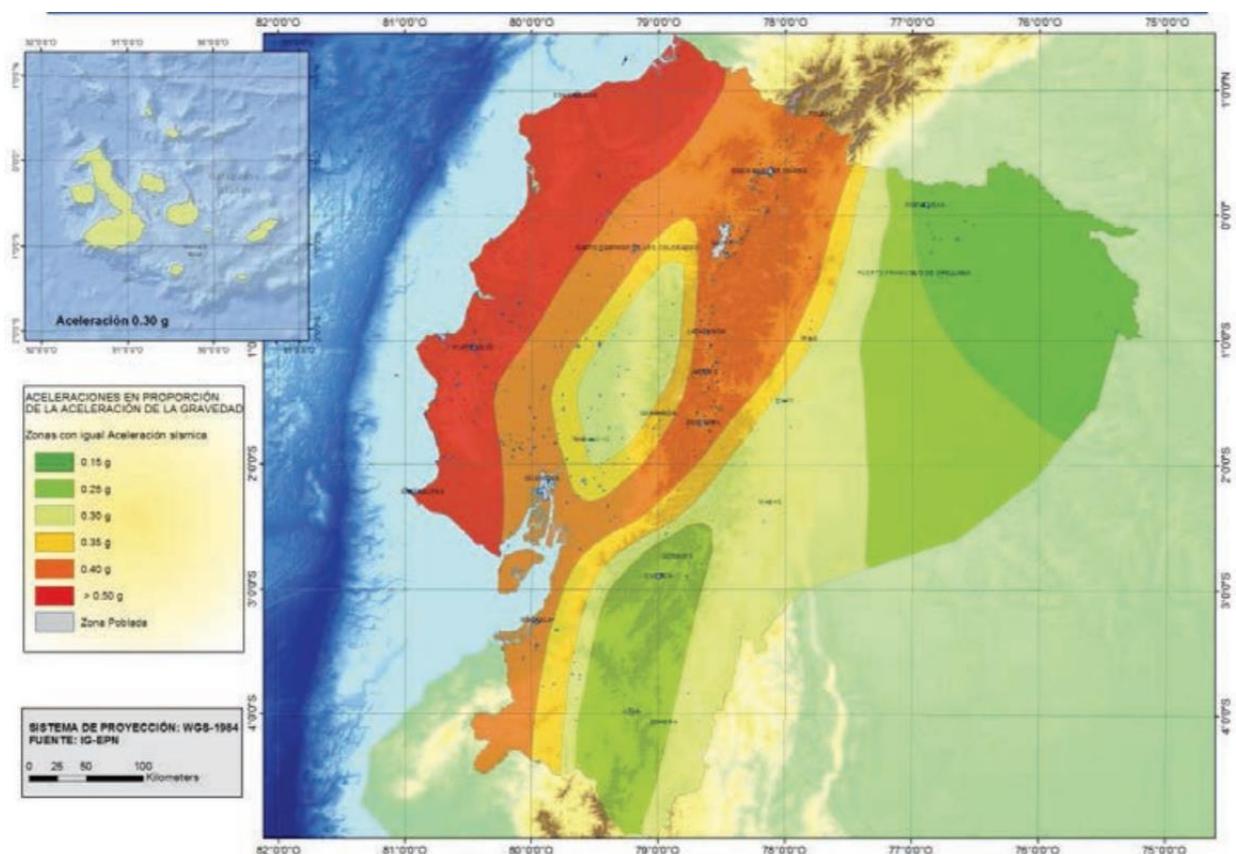


Figura 5: Mapa de Ecuador zonas sísmicas y factor de zona Z
Fuente: (Vargas, 2016)

En la figura anterior, el país se encuentra dividido por la zonificación sísmica (Z), esto depende del lugar o de la zona de estudio. Para analizar qué tan vulnerable es el barrio San Silvestre, y la vivienda sujeta de investigación, se tiene que seleccionar en la tabla 1 la zona sísmica donde pertenece la estructura, de acuerdo con su región y que tan vulnerable es su localización (NEC-SE-DS, 2015). La tabla 1 muestra los

valores del factor de zonificación sísmica para el barrio San Silvestre y la estructura involucrada en el análisis de vulnerabilidad.

Tabla 1: Valores del factor Z

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	≥0,50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

2.4.2. CURVAS DE PELIGRO SÍSMICO

Para poder determinar las curvas de peligro sísmico, es necesario en primer lugar establecer el tipo de estructuras, que ayuden a identificar el desempeño que actúa dentro de la norma. La figura 6 ilustra la curva de peligro sísmico.

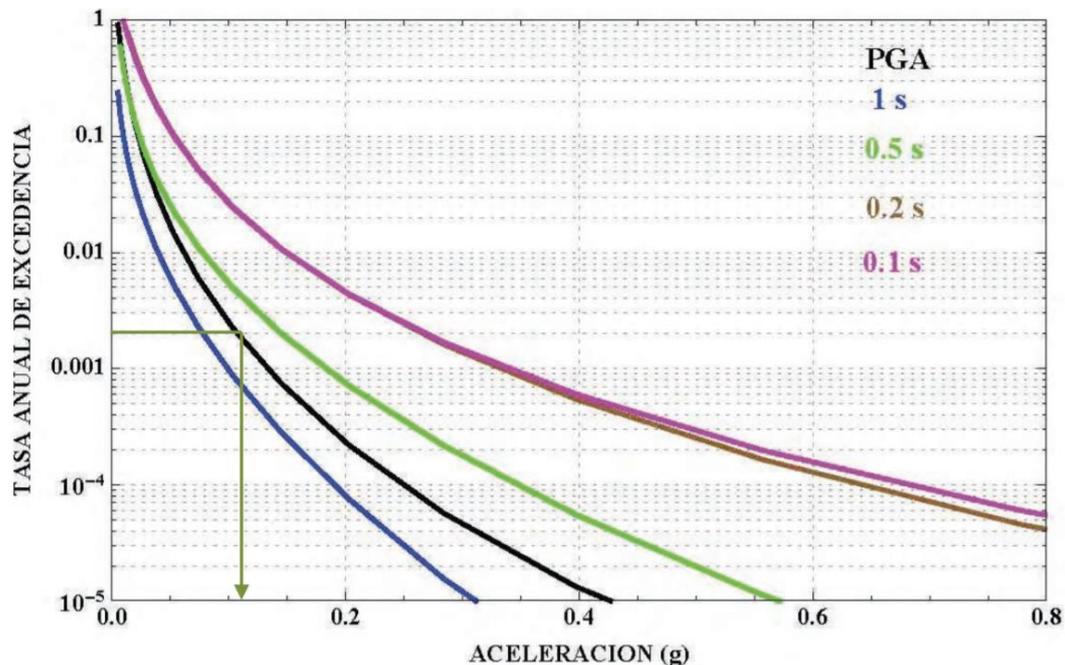


Figura 6: Curva de Peligro sísmico
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

La curva de peligro sísmico proporciona una respuesta de datos anuales con respecto a las diferentes vibraciones que se producen en el suelo, estas ondas sísmicas que se propagan en diferentes zonas en la que se encuentra el peligro sísmico; algunas pueden ser mayores u otras pueden ser leves, dependiendo de la intensidad y el tipo de suelo (Andrade & Villavicencio, 2018).

De esta manera, la curva de peligro sísmico proporciona las definiciones de grado de aceleración sísmica en la tierra, junto con el comportamiento probabilístico del movimiento sísmico de cada sector, en un promedio anual.

La curva de peligro sísmico como se muestra en la figura 7, proporciona los incrementos de velocidad anticipados más extremos en el suelo y los incrementos de aceleraciones más grandes para varios grados de periodos de excedencia anual, de ahí su relación con el análisis de vulnerabilidad sísmica en San Silvestre, de la ciudad de Latacunga. Esta cifra también incorpora las curvas de aumento de aceleraciones espectrales más extremas para periodos de 0.1, 0.2, 0.5 y 1.0 segundos.

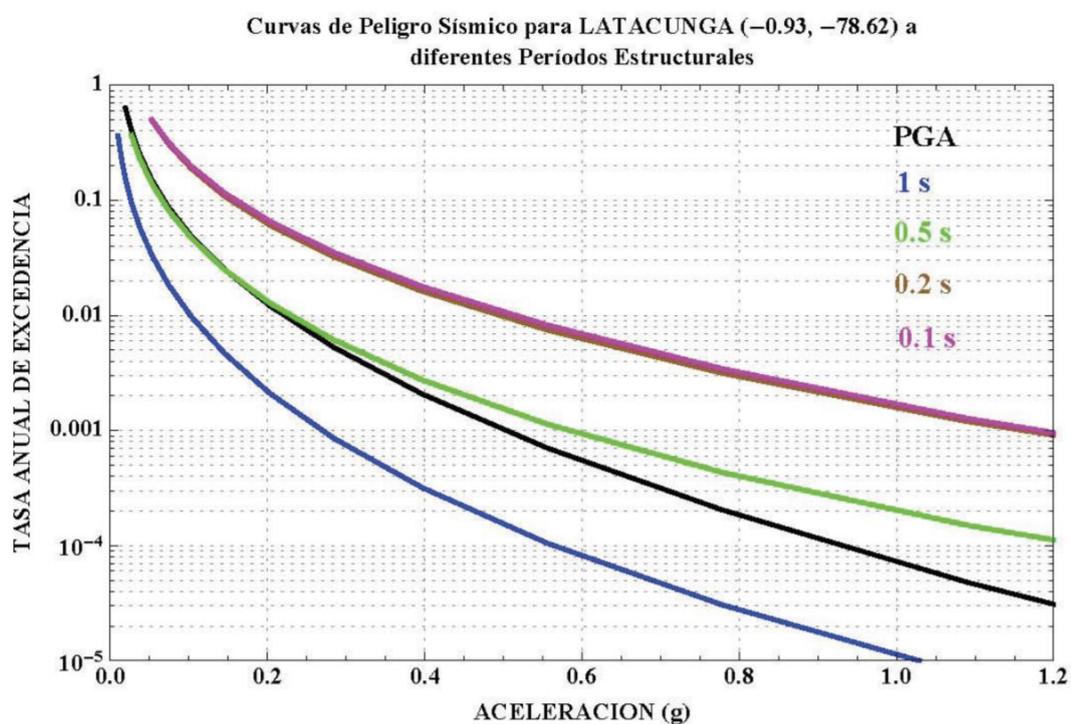


Figura 7: Curva de peligro sísmico de Latacunga
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

2.4.3. GEOLOGÍA LOCAL

En la geología local se encuentran 6 tipos de suelos que se presentan en toda la zona Ecuatorial. Los primeros 5 son: A, B, C, D y E los mismos que se los clasifican tomando en cuenta si corresponden a 30 m con un subíndice (i); desde la superficie con un valor de 1 hasta n, valor que va en la parte inferior hasta los 30 m (NEC-SE-DS, 2015). En el caso del tipo de suelo F, se aplica un criterio de definición diferente; tomando en consideración que no tiene que limitarse en los 30 m superiores cuando el tipo de

suelo es muy espeso. Para el sector de San Silvestre, se toma la clasificación tipo D, como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2: Perfil del suelo del sector

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante.	360 m/s $>N \geq 15,0$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	100 kPa $>S_u \geq 50$ kPa

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

2.4.4. CATEGORIZACIÓN DEL TIPO DE SUELO

Para la zonificación del tipo del suelo se considera un análisis realizado por el método de penetración estándar (SPT) dando como suelo Tipo D, mediante el número de golpes realizados como se muestra en la tabla 3 (Gallardo & Navarro, 2021).

Tabla 3: Tipología del suelo Ensayo SPT

Cota	Profundidad (cm)	N S.P.T (Parcial)	N S.P.T (Total)	N° Golpes SPT Promedio
-0,55	55	Limpieza	16	47
-0,70	15	7		
-0,85	15	8		
-1,00	15	8		
-1,20	20	Limpieza	34	
-1,35	15			
-1,50	15			
-1,70	20	14		
-1,85	15	10		
-2,00	15	24		
-2,20	20	43	71	
-2,35	15	36		
-2,50	15	35		
-2,70	20	22	67	
-2,85	15	33		
-3,00	15	34		

Fuente: (Gallardo & Navarro, 2021)

2.4.4.1 Coeficientes del suelo de amplificación F_a , F_d y F_s

Estos coeficientes se fueron seleccionando, dependiendo del tipo de suelo y la zona geográfica del Ecuador.

- **El coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto (F_a)**

Esta variable permite amplificar el espectro de respuesta elástico, dependiendo el tipo de roca y tomando en cuenta la reacción del lugar, como se muestra la tabla 4 (NEC-SE-DS, 2015).

Tabla 4: Factores y tipo de suelo (F_a)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,4	1,3	1,25	1,23	1,2	1,18
D	1,6	1,4	1,3	1,25	1,2	1,12
E	1,8	1,4	1,25	1,1	1	0,85
F	Clasificación de los perfiles de suelo y la sección					

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

- **Amplificación de las ordenadas del espectro elástico y respuesta de desplazamiento para diseño en roca (F_d)**

Estas variables ayudan a amplificar las coordenadas del espectro en el desplazamiento de las rocas considerando el tipo de lugar, como se muestra la tabla 5 (NEC-SE-DS, 2015).

Tabla 5: Factores y tipo de suelo (F_d)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,36	1,28	1,19	1,15	1,11	1,06
D	1,62	1,45	1,36	1,28	1,19	1,11
E	2,1	1,75	1,7	1,65	1,6	1,5
F	Clasificación de los perfiles de suelo					

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

- **Comportamiento no lineal de los suelos (F_s)**

Depende mucho de la frecuencia, intensidad y el periodo que se genera por los desplazamientos respectivamente, al sismo y la zona que lo conforman; donde se

analizan aceleraciones y espectro de frecuencia, así como el propio movimiento desplazado, como se muestra en la tabla 6 (GUIA-5-NEC, 2016).

Tabla 6: Factores y tipo de suelo (F_s)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
A	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
B	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
C	0,85	0,94	1,02	1,06	1,11	1,23
D	1,02	1,06	1,11	1,19	1,28	1,4
E	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
F	Clasificación de los perfiles de suelo					

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

2.4.5. ESPECTRO DE RESPUESTA DEL DISEÑO

El espectro elástico se representa con la letra S_a , que se determina como una pequeña parte del aumento de velocidad en la gravedad, según el nivel de temblor del diseño. Es necesario considerar los siguientes aspectos para la configuración de la gráfica (GUIA-5-NEC, 2016):

- La zona se encuentra marcada en el mapa sísmico del Ecuador (Z).
- Hay que considerar la calidad del tipo de suelo que se establece en la estructura.
- Se debe tomar en cuenta los valores de amplificación F_a , F_d y F_s .

La figura 8 muestra el diseño de aceleraciones con respecto al espectro del diseño.

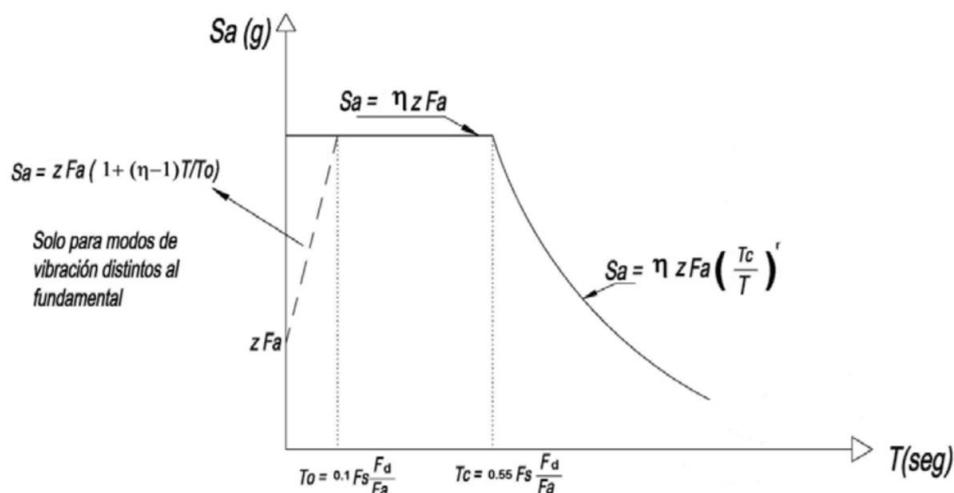


Figura 8: Diseño de aceleraciones
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Donde:

- η Aceleración espectral en el periodo de $T= 0.1$ s
- F_a Variable de aumento en la zona sísmica del suelo
- F_d Coeficiente de amplificación del suelo
- F_s Coeficiente de amplificación del suelo y considera el comportamiento no lineal de los suelos.
- S_a Espectro de respuesta elástica de aceleraciones.
- T Periodo.
- T_0 Periodo límite de vibración en el espectro

La aplicación del espectro de diseño promueve la influencia de la zona y tipo de suelo, depende mucho de estructuras localizadas sobre roca blanda, haciendo que se encuentren diferentes propiedades para cada disposición, o aplicación correspondiente. Se puede aplicar diferentes tipos de perfiles sísmicos, esto depende del suelo que se analizó en el registro sísmico, sus características, velocidades, aceleraciones y onda corta (GUIA-5-NEC, 2016).

2.4.5.1 Fórmulas para el análisis del espectro de respuesta

La ecuación (1) y (2) permiten calcular el espectro de respuesta.

$$S_a = \eta * Z * F_a \quad ; \quad \text{para} \quad 0 \leq T \leq T_c \quad (\text{Ec. 1})$$

$$S_a = \eta * Z * F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r \quad ; \quad \text{para} \quad T > T_c \quad (\text{Ec. 2})$$

Dónde:

- $r = 1$ para cualquier tipo de suelo con excepción del tipo E
- $r = 1.5$ para el tipo de suelo E

Se considerará diferentes tipos de variables, pero cada una de ellas se encuentran fundamentadas en las normas NEC-2015, donde la resolución de los espectros está en constante peligro uniforme, a partir del 10% de la estadística de excedencia para un periodo de 50 años; dando como resultados los valores de las aceleraciones generadas por las gráficas de la curva de peligro sísmico (NEC-SE-DS, 2015). Para

el proceso es necesario mencionar la aceleración espectral en las respectivas regiones del Ecuador:

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

Además, para analizar el último valor de periodo de vibración que se analizarán utilizando el desplazamiento obtenido en los datos anteriores, se define tanto la ecuación (3) y (4), de la siguiente manera:

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (\text{Ec.3})$$

$$T_L = 2.4 F_d \quad (\text{Ec.4})$$

Dónde:

- F_a Variable del suelo en la zona de periodo corto.
- F_d Variable donde se considera el espectro elástico de desplazamiento.
- F_s Se debe analizar el coeficiente no lineal de los suelos.
- T_c Periodo de vibración de aceleraciones que presenta en el diseño.
- T_L Periodo límite.

Existen diferentes formas para analizar y evaluar los modos de vibración, para ello existen condiciones que se debe tomar en cuenta mediante diferentes expresiones; como por ejemplo la siguiente condición con respecto al espectro, con las expresiones de la ecuación (5) y (6):

$$S_a = Z * F_a \left(1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_0} \right); \quad \text{para } T \leq T_0 \quad (\text{Ec. 5})$$

$$T_0 = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (\text{Ec. 6})$$

Dónde:

- η Aceleración espectral en el periodo de $T=0.1$ s.
- F_a Variable del suelo en la zona de periodo corto.
- F_d Variable donde se considera el espectro elástico de desplazamiento.

- F_s Se debe analizar el coeficiente no lineal de los suelos.
- S_a Espectro de respuesta elástica de aceleraciones.
- T Periodo.
- T_0 Periodo límite de vibración en el espectro.
- Z Aceleración máxima.

2.4.6. ESPECTRO DE DISEÑO EN DESPLAZAMIENTO

Para el siguiente análisis del espectro elástico de diseño se debe analizar los siguientes parámetros, con la evaluación del tipo de rango, donde se encuentra el espectro de diseño de desplazamiento S_d ; para determinar su funcionalidad de acuerdo con su rango, como se representa en las ecuaciones (7) y (8):

$$S_d = S_a g * \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 ; \text{para } 0 \leq T \leq T_L \quad (\text{Ec.7})$$

$$S_d = S_a g * \left(\frac{T_L}{2\pi}\right)^2 ; \text{para } T > T_L \quad (\text{Ec.8})$$

Dónde:

- g Gravedad
- S_d Espectro elástico de diseño

2.4.6.1 Diseño mediante desplazamiento

Es el proceso donde se verifica el espectro de diseño mediante desplazamiento con respecto a las fórmulas analizadas y sus límites, como muestra la figura 9.

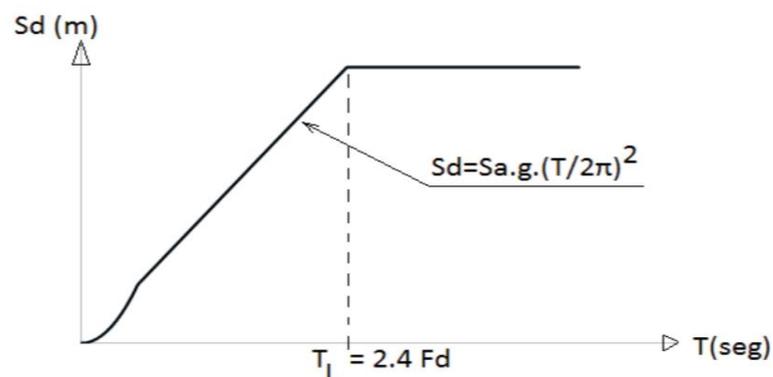


Figura 9: Diseño de desplazamiento
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Donde:

- F_d Variable donde se considera el espectro elástico de desplazamiento.
- S_a Espectro de respuesta elástica de aceleraciones.
- T Periodo.

2.4.7. METODOLOGÍA DEL DISEÑO SISMO RESISTENTE

2.4.7.1 Categorización de la estructura y coeficiente de importancia (I)

Las estructuras deben tener una importancia (I) adecuada para cada uso y caracterización, de acuerdo con el destino de ello; se debe dar un valor adecuado al diseño de la estructura a considerar, en su clasificación de uso y de diseño.

La importancia depende del tipo de construcción que sea la estructura, por ello se toma el coeficiente dependiendo de las condiciones a señalar en la tabla 7, para el caso de la vivienda tipo, su coeficiente debe ser (1). Toda estructura debe detallar y utilizar correctamente su funcionalidad de construcción, tabla 7.

Tabla 7: Importancia y uso de las estructuras

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coeficiente 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. Estructura de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. 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 depósitos de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos, etc.	1,5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente.	1,3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificaciones y otras que no se clasifican dentro de las categorías anteriores.	1

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

En la tabla anterior, se puede escoger el tipo de importancia o uso de la estructura que se va a generar, para ello se debe tomar en cuenta, que cada uno de estos

factores dependen de la jerarquía de la vivienda que se va a diseñar; o a su vez, que se aplique para que fue diseñado (NEC-SE-DS, 2015).

2.4.7.2 Regularidad y configuración estructural

La conformación de las estructuras es regular cuando existen edificaciones que son iguales, esto ayuda a que su desempeño sea equitativo y no tenga un déficit en un momento de sismicidad (NEC-SE-DS, 2015). Se debe considerar las siguientes especificaciones:

- Especialmente muchos de los diseños se deberá considerar una configuración que sea sencilla; a la vez que tenga regularidad para una buena funcionalidad de desempeño sísmico.
- Para las estructuras con configuraciones dificultosas se debe evitar la acumulación de daños referente a la ductilidad de la estructura, y se deberá demostrar el correcto desempeño sísmico siguiendo las especificaciones NEC-SE-RE. La figura 10 ilustra las configuraciones estructurales.

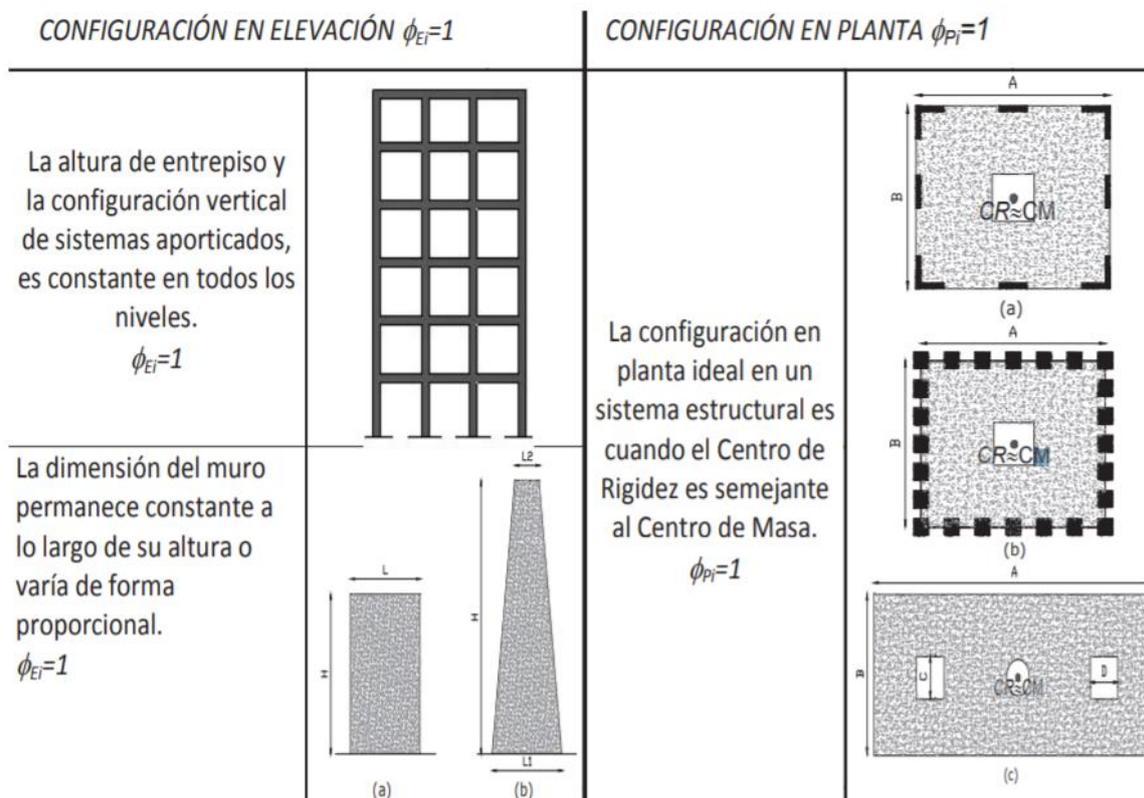


Figura 10: Configuraciones estructurales
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Las estructuras se deben realizar lo más regular posible, ya que existen diferentes afectaciones que pueden variar de una manera abrupta la deformación y el daño al sistema si no se respeta las normas técnicas; para ello se debe tomar en cuenta un diseño que tenga eficiencia en su ductilidad (GUIA-5-NEC, 2016).

Existen diferentes tipos de irregularidades como puede ser en elevación, y a su vez en planta. Cuando son por elevación son especialmente en los muros que soportan columnas, cuando existen este tipo de irregularidades debe existir elementos verticales al sistema que se encuentren dentro del mismo diseño, ya que va a tener mayor desplazamiento horizontal (GUIA-5-NEC, 2016).

Por otra parte, cuando se genera una irregularidad en planta se considera que la construcción dispone de discontinuidades en cada uno de los ejes verticales, provocando que exista mayor desplazamiento en elementos verticales. La figura 11 ilustra las configuraciones no regulares tanto en elevación como en planta.

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

Figura 11: Configuraciones no regulares
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

En los casos irregulares en elevación y planta la configuración estructural varía en su desempeño homogéneo, generando el comportamiento deficiente ante la presencia de un sismo (GUIA-5-NEC, 2016). Entonces, las descripciones de diferentes tipologías en los casos de construcciones irregulares se presentan muy frecuentemente en estructuras de grandes elevaciones, que puede existir con datos considerables dependiendo que tan irregular se encuentre la estructura.

En este mismo sentido, la configuración estructural de valor de diseño genera mayor fuerza cortante, evitando que exista una posible deficiencia en el caso de un sismo; generalmente se origina la fragilidad dentro de las estructuras irregulares que no son muy comunes, aplicadas por la misma vulnerabilidad que existen (GUIA-5-NEC, 2016).

2.4.7.3 Metodología basada en las fuerzas

Para el análisis del estático lineal y pseudo dinámico, es de manera obligada aplicar a todo tipo de estructuras, excepto en estructura regulares, el DBF debe ser considerado en un análisis de estructuras sísmicas provenientes de combinaciones de las fuerzas horizontales, donde se pueda visualizar el efecto que genera todas las cargas actuantes (GUIA-5-NEC, 2016).

De esta manera, para poder aplicar diferentes cargas se debe considerar solo las cargas que actúen de manera concurrente, ya que estas están sometidas de forma permanente, pudiendo generar daños a la estructura; respetando las propiedades de combinación de cargas según la norma NEC 2015.

En síntesis, las estructuras deben diseñarse para soportar fuerzas horizontales actuantes y también fuerzas sísmicas que sean determinadas u ocasionadas por los efectos de un sismo. Por esta razón, se asumirá diferente tipo de carga sísmica ocurrente en dirección de los ejes, para que este se traslade por cualquier dirección de acuerdo con la combinación de cargas.

2.4.7.4 Límites del DBF

En este proceso se utiliza factores de reducción R, se aplica para cada tipología estructural donde se consideran diferentes tipos de ductilidad, todas las estructuras son similares y tiene las mismas configuraciones, el régimen de reducción son las mismas R e idéntico tipo de suelo (GUIA-5-NEC, 2016).

Además, el sistema de rigidez cuando es individual proporciona una resistencia, cumpliendo el estado rígido, en el tiempo de periodo que pueda determinarse en el hormigón armado o en el ancho de los elementos de acero.

2.4.7.5 Requisitos de R_{DBF} fuerzas internas

La resistencia determina el análisis de las fuerzas dentro de cada elemento que actúan directamente; de acuerdo con lo especificado en las combinaciones de cargas o a su vez en el análisis de cargas, que se realizará para una vivienda respetando las Normas NEC-SE-HM, NEC-SE-AC, NEC-SE-MP, este proceso tiene que considerar lo siguiente:

- Momentos
- Deflexiones
- Fuerzas de cada piso
- Derivas
- Corte de base
- Corte de piso (NEC-SE-HM, 2015)

2.4.7.6 Requisitos de D_{DBF} fuerzas internas

Las deformaciones que generan las fuerzas sísmicas se deben determinar de acuerdo con el tipo de estructura y tipo de material que se aplica, considerando las normas técnicas NEC-SE-HM, NEC-SE-AC, NEC-SE-MP (GUIA-5-NEC, 2016).

2.4.8. MODELACIÓN ESTRUCTURAL

En el modelo matemático es necesario incluir en la estructura lo siguiente:

- La totalidad de los componentes que integran el sistema estructural
- Su repartición espacial de masas y rigideces.

2.4.8.1 Inercia de las secciones de la estructura con elementos agrietados

Con respecto a las estructuras de hormigón armado que poseen mampostería, se deben utilizar las inercias agrietadas para la determinación de la rigidez y de las derivas máximas de los elementos estructurales (GUIA-5-NEC, 2016).

2.4.8.2 Estructuras de hormigón armado

El valor de latencia interrumpida será:

- 0.5 I_g para vigas (tomando en consideración la contribución de las losas)
- 0.8 I_g para columnas
- 0.6 I_g para muros estructurales:
 - Para infraestructuras sin subsuelos se considerarán únicamente los dos primeros pisos de la estructura.
 - Para edificaciones que sí tengan subsuelos, se tomará en cuenta el primer piso de subsuelo y los dos primeros pisos.
 - No se aplicarán, cuando la longitud de la altura en planta del muro sea menor
 - La inercia agrietada del muro estructural para el resto de pisos, puede colocarse con el valor de la inercia agrietada (GUIA-5-NEC, 2016).

Donde:

I_g Valor no agrietado de la inercia de las secciones transversales.

- Con respecto a las vigas, el valor numérico de la inercia de la sección transversal para la rigidez, se debe considerar la contribución de la losa, cuando se encuentre unida en un solo cuerpo con la viga.
- Para las losas unidireccionales, se considera en dirección de la armadura principal.
- En el caso de los muros estructurales los valores de las inercias agrietadas se consideran en los elementos que forman una rótula plástica, por la contribución de cargas (GUIA-5-NEC, 2016).

2.4.8.3 Estructuras de mampostería

El valor de latencia interrumpida será:

- 0.5 I_g para muros con una relación de totalidad de la altura/longitud total > 3
- Para muros con una proporción de altura/longitud por debajo de 1.5, no es necesario usar los valores de la inercia agrietada

Para muros con la relación de altura/longitud de valores que fluctúan entre el rango de 1.5 y 3; el factor multiplicativo de I_g se puede obtener por interpolación entre el rango de 1 y 0.5.

2.4.8.4 Carga sísmica reactiva (W)

En este caso la carga sísmica W , se lo obtiene mediante su respectiva ecuación; tanto para el caso general, como para el caso especial de bodegas y almacenaje (NEC-SE-DS, 2015):

Caso general: Se puede analizar mediante la ecuación (9) para casos generales, cuando existen regularidades en toda clase de estructuras, con excepción de bodegas y almacenes según la norma NEC 2015.

$$W = D \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

- D Carga muerta total de la estructura

Caso especial bodegas y almacenaje: Este tipo de casos especiales, se analiza mediante la ecuación (10), cuando existen construcciones donde implique las estructuras de almacenes, galpones, bodegas; se requieren cargas variadas según la norma NEC 2015.

$$W = D + 0.25L_i \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

- D Carga muerta total de la estructura
- L_i Carga viva del piso i

2.4.8.5 Cortante basal de diseño (V)

Para determinar el diseño total cortante basal (V), se calcula mediante la carga que genera toda la estructura, aplicando una sola dirección con la ecuación (11), y los parámetros que se mencionan a continuación:

- Determinación del espectro de diseño $S_a(T)$, según las características geotectónicas de la estructura.
- Estimación aproximada del periodo de tiempo de vibración T_a .
- Determinación del cortante basal (V) prosiguiendo los pasos anteriores.
- Determinación de los distribuidores verticales y horizontales de V .
- Dirección y utilización de las fuerzas sísmicas, análisis de los índices que superan los resultados permitidos (NEC-SE-DS, 2015).

$$V = \frac{I S_a(T_a)}{R \phi_P \phi_E} W \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

- $S_a(T_a)$ Espectro de diseño de aceleración.
- $\phi_P \phi_E$ Coeficientes de configuración en planta y elevación
- I Coeficiente de importancia.
- R Factor de reducción de resistencia sísmica.
- V Cortante basal total de diseño.
- W Carga sísmica reactiva.
- T_a Periodo de vibración.

2.4.8.6 Determinación del periodo de vibración (T)

Al periodo de vibración se lo conoce con la variable (T) dependiendo del método de asignación inicial del ciclo estructural, este permite establecer las cargas sísmicas que se emplean sobre la estructura. Existen dos métodos para establecer el periodo de vibración:

Método 1: El periodo de vibración se determina mediante la ecuación (12):

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

- C_t Coeficiente que depende del tipo de edificio.
- T Periodo.
- h_n Altura máxima de la estructura del número de pisos.

La tabla 8 muestra el tipo de estructura según sus componentes, valores necesarios para la determinación del periodo de vibración (T).

Tabla 8: Tipo de estructura para determinar el periodo de vibración

TIPO DE ESTRUCTURA	Ct	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadores y para otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales	0.055	0.75

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Método 2: El periodo de vibración se determina mediante la ecuación (13):

$$T_a = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n w_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i \delta_i}} \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

- f_i Representa cualquier distribución de los laterales en el piso i.
- δ_i Deflexión elástica del piso i
- w_i Peso de asignación para el piso o nivel i.

2.4.9. TIPO DE SISTEMA ESTRUCTURAL DE EDIFICIOS

Para la reducción de resistencia sísmica (R), se consideran la agrupación de estructuras, técnicas constructivas y eficacia del material constructivo. Además, es relevante las notificaciones directas a diferentes tipos de estructuras que no verifican la ductilidad adecuada, para mantener desplazamientos inelásticos generados por el sismo de diseño.

En este sentido, el factor reducción R permite disminuir las cargas de diseño sísmico, teniendo efecto cuando se genera en la estructura, un comportamiento inelástico durante el movimiento de diseño; proyectando así, un mejor desempeño de ductilidad y una eficiente disipación de energía, que impida el derrumbe en sismos más fuertes (GUIA-5-NEC, 2016).

El factor de reducción R que se debe considerar dentro de este sistema de disminución con las cargas sísmicas, requiere que las combinaciones de cargas deban ser correspondientes, respetando la norma técnica NEC 2015; algunos de los factores que afectan este sistema son:

- Periodo de vibración
- Ductilidad de la estructura
- Diferentes tipos de suelo
- Diferentes sistemas estructurales (GUIA-5-NEC, 2016).

Para la combinación de cargas, se seleccionan diferentes tipos de sistemas estructurales tomando en consideración ejemplos de propiedades del elemento estructural. Además, se debe tomar en cuenta los tipos de ductilidad con respecto de la reducción sísmica, estimada en el sistema estructural, tabla 9.

Tabla 9: Sistema de estructuras dúctiles

SISTEMAS ESTRUCTURALES DE DUCTILIDAD LIMITADA	R
Pórticos resistentes a momento	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m. (NEC-SE-HM, 2015)	3
Hormigón armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM, con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera; limitados a 2 pisos.	2.5
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 1 piso	3
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

En la tabla anterior, se debe seleccionar el sistema de estructura dúctiles de acuerdo al diseño visual que denote la estructura, se seleccionará la más adecuada, que coincida con la vivienda o edificación sujeta al análisis (NEC-SE-DS, 2015).

2.4.10. SISTEMAS DE ESTRUCTURAS DÚCTILES

El factor de reducción R que corresponde a la tabla anterior, se selecciona con respecto a la cortante basal y al sistema estructural dúctil eficiente, cumpliendo con las características del sistema adecuado de visualización de la vivienda; este debe ser acorde con la filosofía descrita (Alarcón & Malqui, 2018).

- Las propiedades de cada estructura de hormigón armado deberán ser elaboradas de forma detallada y oficialmente respetando la norma NEC-SE-HM.
- Para las construcciones de acero laminado en caliente, deben ser construidos armados y diseñados, cumpliendo los requisitos establecidos en la NEC-SE-HM.

2.4.10.1 Ductilidad limitada

Existen casos particulares y estructuras que no deben utilizar el sistema de ductilidad limitada, como se detalla a continuación:

1. **Caso Particular:** Para estructuras como viviendas y edificios no tan altos, se analizan como estructuras de una ductilidad limitada; a la vez, que sí se podrá utilizar el análisis de cortante basal respetando las propiedades de diseño según la norma NEC 2015.
2. Las estructuras que no deben utilizar este sistema de ductilidad limitada son:
 - Que rebasen el límite de pisos permitidos
 - Si $I > 1$ factor de importancia

Además, en los casos especiales de materiales; el factor de reducción R implica que tan permisible puede ser en las rótulas plásticas.

2.4.10.2 Sistemas estructurales de ductilidad limitada

En los sistemas estructurales de ductilidad limitada se tiene que cumplir con:

- Se deben cumplir los diseños y especificaciones de la norma NEC-SE-HM.
- Se debe dar cumplimiento para las viviendas, siguiendo el sistema de control de norma técnica NEC 2015.

En este sentido, los valores de ductilidad limitada se determinan, a través del valor de k, como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10: Valor de k

VALORES DE T(s)	k
≤ 0.5	1
$0.5 < T \leq 2.5$	$0.75 + 0.50 T$
> 2.5	2

Fuente: Norma NEC 2015

2.4.11. CARGAS TRATADAS EN LA NEC

Los tipos de cargas que se deben tomar en consideración tanto para los cálculos y para el diseñador, son las cargas que implican y actúan en las construcciones:

- Cargas permanentes
- Cargas variables

Además, las cargas son complementadas por las cargas extras que existen en la construcción según la norma NEC-SE-RE Y NEC-SE-DS.

Por otro lado, en las construcciones afectan cargas que no deben considerarse o tomarse en cuenta como las siguientes cargas:

- Las cargas dinámicas de viento
- Las cargas o aceleración debido a vehículos en movimiento, cargas que no son constantes.
- Cargas no temporales

Finalmente, las construcciones deben resistir diferentes tipos de cargas y estas no solo son cargas individuales si no cargas de diferentes propiedades, que se combinan:

- Cargas accidentales
- Cargas variables cargas por viento, granizo sobrecargas
- Cargas sísmicas o accidentales

2.4.11.1 Cargas y combinaciones de cargas

Entre las cargas que menciona la NEC 2015 están las cargas permanentes y las cargas variables.

Cargas permanentes: Las cargas perpetuas (o cargas muertas) se establecen por las cargas de la relativa multitud de componentes primarios, por ejemplo, divisores, revestimientos, establecimientos limpios, eléctricos, mecánicos, máquinas y cualquier artilugio de todos los tiempos incorporados al diseño. De esta forma, la tabla 11 muestra el peso unitario de materiales construidos.

Tabla 11: Peso unitario de materiales construidos

Material	Peso Unitario (kN/m3)
Bloque hueco de hormigón	12,0
Bloque hueco de hormigón alivianado	8,5
Materiales granulares	
Arena seca	14,5
Arena húmeda	16,0
Arena saturada	18,0
Arena de pómez seca	7,0
Ripio seco	16,0
Ripio húmedo	20,0
Grava	16,0
Gravilla seca	15,5
Gravilla húmeda	20,0
Tierra seca	14,0
Tierra Húmeda	18,0
Tierra saturada	20,0
Morteros	
Cemento compuesto y arena 1:3 a 1:5	20,0
Cemento compuesto cal y arena	18,0
cal y arena	16,0
yeso	10,0
Materiales	
Acero	78,5
Aluminio	27,0
Bronce	85,0

Fuente: Norma NEC 2015

La tabla 12 muestra el peso de los materiales secundarios construidos.

Tabla 12: Peso de materiales secundarios construidos

Material	Peso Unitario (kN/m ²)
Cobre	89,0
Estaño	74,0
Fundición gris	72,0
Latón	85,0
Plomo	114,0
Zinc	72,0
Maestrías diversos	
Alquitrán	12,0
Asfalto	13,0
Cal	12,0
Hielo	9,0
Libros y documentos	8,5
Papel	11,0
Plástico en planchas	21,0
Vidrio plano	26,0
Elementos secundarios	
Contrapisos y recubrimientos	(kN/m²)
Baldosas de mármol reconstituido con mortero de cemento por cada cm de espesor	0,22
Baldosa de cerámica con mortero de cemento por cada cm de espesor	0,20
Contrapiso de hormigón ligero simple por cada cm de espesor	0,16
Contrapiso de hormigón simple por cada cm de espesor	0,22
Cielorrasos y cubiertas	(kN/m²)
De yeso sobre listones de madera	0,20
De mortero de cemento compuesto de cal y arena	0,55

Fuente: Norma NEC 2015

Cargas variables: En las cargas variables intervienen las cargas vivas y la sobrecarga de uso. De esta manera, las sobrecargas utilizadas en el cálculo dependen de la ocupación para la que se espera la estructura y están compuestas por las cargas de individuos, muebles, hardware y adornos versátiles o transitorios, existencias en movimiento y otros. Las sobrecargas básicas para considerar se introducen valores de carga uniforme (kN / m²) y carga concentrada (kN). La tabla 13 muestra las sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas y concentradas en residencias o viviendas unifamiliares y bifamiliares.

Tabla 13: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas L0 y concentradas P0

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Residencias		
Viviendas (Unifamiliares y bifamiliares)	2	-

Fuente: Norma NEC 2015

Combinación de cargas: La combinación de cargas requiere del uso de símbolos y notación para su expresión en los procesos combinatorios de cargas:

- D Carga permanente
- E Carga de sismo
- L Sobrecarga (carga viva)
- Lr Sobrecarga cubierta (carga viva)
- S Carga de granizo
- W Carga de viento

Cuando proceda, se deberían examinar todos los estados límite de oposición. Los impactos más ominosos; tanto la brisa como el temblor sísmico, no deben pensarse al mismo tiempo. Las construcciones, segmentos y establecimientos deben planificarse de manera que la fuerza del plan se eleva o supera los impactos de las cargas expandidas (GUIA-5-NEC, 2016).

Los impactos más ominosos, tanto la brisa como el temblor sísmico; no deben pensarse al mismo tiempo. Las construcciones, segmentos y establecimientos deben planificarse de manera que la fuerza se eleva o supera los impactos de las cargas expandidas; según la Norma NEC 2015, se establecen con:

- Combinación 1: 1.4D
- Combinación 2: 1.2D + 1.6L
- Combinación 3: 1.2D + 1.6
- Combinación 4: 1.2D + 1.0W + L
- Combinación 5: 1.2D + 1.0E + L + 0.2S
- Combinación 6: 0.9D + 1.0W
- Combinación 7: 0.9D + 1.0E

2.4.11.2 Factor de forma C_f

Se procede a determinar siguiendo el respectivo valor de forma C_f , tabla 14.

Tabla 14: Determinación del valor C_f

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0,8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1,5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0,7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2,0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0,8	-0,5
Superficies inclinadas entre 15° o menos	+0,3 a 0	-0,6
Superficies inclinadas 15°-60°	+0,3 a + 0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0,8	-0,6

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Se verifica las posibilidades que se puedan amplificar del factor de forma, tabla 15.

Tabla 15: Determinación de amplificación de C_f

Construcción	Coefficiente (C_f)
Elementos situados en patios interiores, cuyo ancho es inferior a la altura del edificio y sin conexión con el espacio exterior por su parte inferior, así como ventanas interiores (en el caso de que se dispongan dobles ventanas)	0,3
Elementos en fachadas protegidas en edificios alineados en calles rectas, a una distancia de la esquina, mayor que la altura de la edificación en bloque exentos en la parte central de una fachada, de longitud mayor que el doble de la altura o en patios abiertos a fachadas o patios de manzana	0,8
Elementos en fachadas expuestas en edificaciones aisladas o fachadas de longitud menor que el doble de la altura.	1,3
Elementos en fachadas muy expuestas, situadas al borde de la orilla de lagos o del mar, próximos a escarpaduras, laderas de fuerte inclinación, desfiladeros y otros.	1,5

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

2.4.11.3 Momentos torsionales horizontales y torsión accidental

Para determinar los momentos torsionales horizontales y la torsión accidental, es importante conocer el control de la deriva de piso, sus límites y verificación.

Control de la deriva de piso (derivadas inelásticas máximas de piso Δ_M): Para poder establecer las deformaciones, se necesitan calcular las derivas máximas de cada nivel. Además, el diseñador debe determinar el tipo de daño que existe en los elementos y saber manejar los perjuicios que generan las viviendas no estructurales, ante sismos que pueda ocasionar durante la vida útil de la vivienda.

Para poder llegar a verificar las derivas se usa el valor que se generó en la respuesta mayor, en los desplazamientos Δ_M de la estructura. Además, los coeficientes ascendentes que fueron determinados según la Ig.

En base a lo argumentado en los párrafos anteriores, los resultados en las derivas se obtienen en concurrencia con la generación de fuerzas laterales, utilizando el método reducido DBF tanto como estáticas o dinámica, en cada sentido de los ejes, se debe calcular las fuerzas laterales para cada nivel sometido a fuerzas adyacentes.

- Para el cálculo de deflexiones se genera un valor de traslaciones y torsiones.
- Como segundo valor se tomó P- Δ .

En este mismo sentido, los límites de la deriva se calculan con la ecuación (14):

$$\Delta_M = 0.75 * R * \Delta_E \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

Δ_M : Deriva máxima inelástica.

Δ_E : Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales reducidas.

R : Factor de reducción

Estos límites de la deriva pueden tener su verificación con la expresión:

$$\Delta_M < \Delta_{M\acute{a}ximo}$$

Donde:

$\Delta_{M\acute{a}ximo}$: Desplazamiento máximo.

2.4.12. FILOSOFÍA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE

Entre los requisitos mínimos de diseño sismo resistente se encuentran los siguientes parámetros:

- Para determinar el nivel de seguridad se debe analizar el diseño estructural para un sismo que tenga un valor de 10% en un tiempo de 50 años, con periodo de regreso de 475 años.
- Los efectos de un sismo se determinan dependiendo del desempeño y la peligrosidad sísmica, además de la zona sísmica donde se encuentren.
- En el proceso dinámico de un sismo, se debe realizar un modelamiento del espectro de respuesta, generando la diferencia proporcionada según la norma.
- Para determinar los diferentes ciclos, se puede utilizar acelerogramas en movimiento, en las diferentes tipologías tectónicas, geológicas y geotécnicas, según las normas establecidas.
- Para el diseño, se debe tomar en cuenta la capacidad para poder soportar fuerzas inferiores.
- Exponer las derivas de cada nivel de la estructura a fuerzas inferiores a las que se puede admitir.
- El objetivo es desplazar la energía inelástica que se establece, haciendo el diseño de capacidad o mediante controles sísmicos.
- Se deben evitar daños a elementos que no sean estructurales, ante pequeños sismos ocurridos de manera general en toda la vida de la estructura.
- Saber controlar los daños de sismos mayores que conforman los elementos estructurales, durante la vida útil que este pueda otorgar.
- Se debe evitar el colapso por motivos de sismos elevados a períodos duraderos, durante toda la vida útil de la estructura para salvaguardar las vidas de las personas.

2.4.12.1 Límites permisibles de las derivas

Las derivas mayores o máximas no deben sobrepasar los valores limitantes que las derivas inelásticas, generando expresiones de manera proporcional a la altura de cada piso como lo muestra la tabla 16. En su mayoría las estructuras están constituidas de

hormigón armado, estructuras metálicas y de madera; además de la mampostería como elemento más utilizado en la construcción.

Tabla 16: Valores y comparación de $\Delta_{M\acute{a}ximo}$

Estructuras de	ΔM máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera.	0,02
De mampostería	0,01

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

2.4.13. ACERO DE REFUERZO Y MÓDULO DE ELASTICIDAD

Acero de refuerzo: El acero de refuerzo comprendido entre la deformación de la última fluencia, donde actúa la zona de las deformaciones aumenta más rápidamente los esfuerzos donde llega su máxima deflexión, que comprende la deformación del acero. La figura 12 ilustra la curva típica de esfuerzo en la deformación de acero de refuerzo.

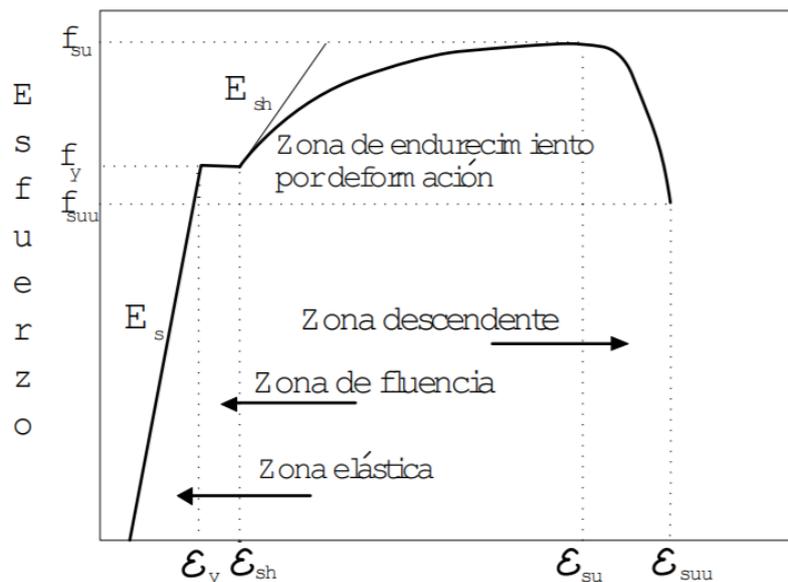


Figura 12: Curva típica esfuerzo de deformación de aceros de refuerzo
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Módulo de elasticidad del hormigón (E_c): Para colocar el módulo de elasticidad del hormigón (E_c), se tomaron referencias de tesis desarrolladas en la Escuela Politécnica Nacional; son datos que se analizaron con ensayos de laboratorio de la provincia de Pichincha de diferentes hormigoneras. Además, en la ciudad de Quito se realizaron ensayos de diferentes canteras, en este caso se tomaron proporciones y tipos de materiales con especificaciones iguales para que no exista ningún tipo de variación

(Cabrera, 2014). Los resultados obtenidos en dichos ensayos se aprecian en la tabla 17.

Tabla 17: Módulo de elasticidad propuesto

HORMIGONERA	Experimental	ACI 318	ACI 363	Factor	Factor	% Factor	
	Ec (Mpa)	Ec (Mpa)	Ec (Mpa)	f (Mpa)	f (Kg/cm2)	ACI 318	ACI 363
HORMIGONERA EQUINOCCIAL	19408	23593	23566	3869	12380	82,31	82,34
HORMIGONERA METRHORM	20218	24691	24341	3848	12314	81,87	82,91
HORMIGONERA QUITO	20818	25030	24581	3906	12501	83,12	84,49
PROMEDIO ARITMÉTICO	20148	24438	24163	3875	12400	82,43	83,25

Fuente: Elaboración propia adaptado de (Cabrera, 2014)

2.5. MÉTODO ESTÁTICO LINEAL

En el método de análisis lineal, los materiales actuantes se conforman para que las estructuras mantengan el equilibrio, así evitar las deformaciones por cargas sísmicas en la zona vulnerable (Andrade & Villavicencio, 2018). También, se puede llamar a este método de forma estático equivalente, en el cual se obtienen los desplazamientos de cada piso, las inflexiones individuales, los modos de vibración, la variación de los periodos, localización de las fuerzas y la altura de las estructuras. La figura 13 muestra los modos del análisis estático lineal.

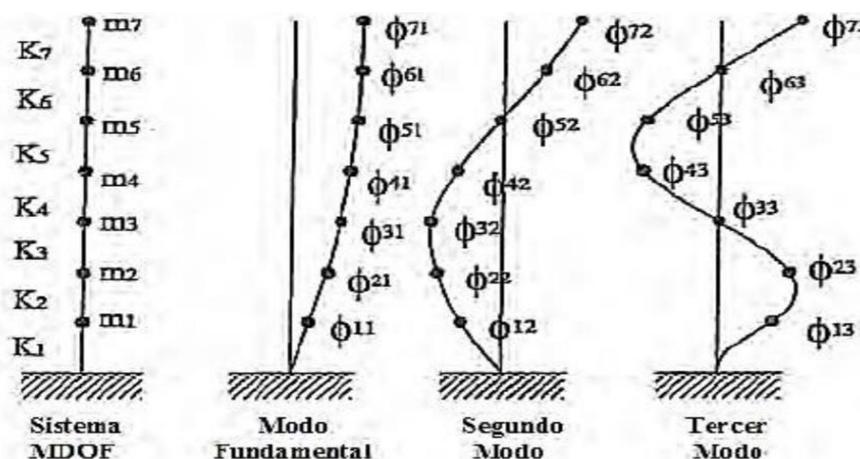


Figura 13: Análisis estático lineal
Fuente: (ATC-40, 1996)

El método estático lineal es funcional por medio de la investigación única y directa de la estructura, proceso que consiste en una evaluación rápida de la vivienda; además este examen depende de dos sistemas fundamentales que son:

- **Estrategia basada en el historial de tiempo:** En esta técnica, se utilizan registros de aumento de velocidad y reacciones subyacentes que se conocen durante bastante tiempo del sismo (Jiménez, Cabrera, Sánchez, & al., 2018).
- **Método dependiente del espectro de reacción:** Generalmente en esta técnica, los espectros adquiridos de los registros de aumento de velocidad se utilizan considerando la combinación de cada modo para construir un valor que aborde la reacción subyacente, ya que la ausencia de concurrencia de las mayores reacciones en cada modo de vibración compromete la necesidad de unirlos de forma adecuada.

2.6. MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL

El método estático no lineal es cada una de las principales estrategias de investigación que considera las cualidades inelásticas de los materiales, además decide el límite y la ejecución de una construcción que depende de las actividades de cargas sísmicas. Esta técnica requiere de varios preliminares y estudios que en la actualidad se están creando, con la ayuda de los avances mecánicos y la programación en los últimos años (Andrade & Villavicencio, 2018). La figura 14 ilustra el análisis del método estático no lineal, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en las estructuras.

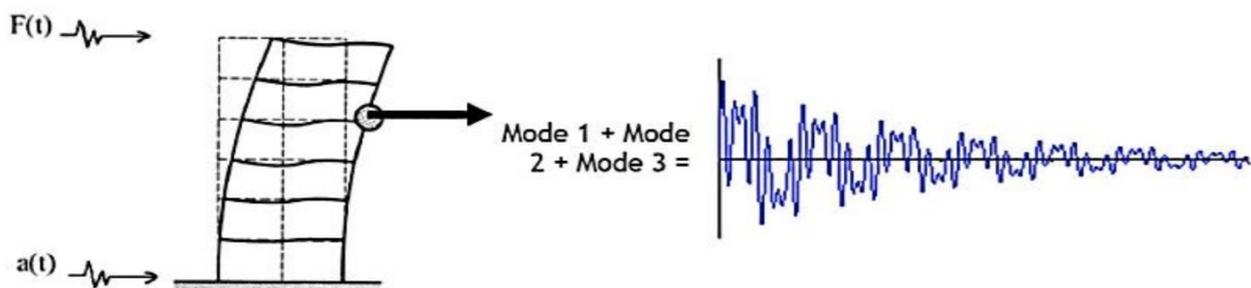


Figura 14: Análisis del método estático no lineal
Fuente: (Esmeraldas, 2016)

2.6.1. INVESTIGACIÓN ESTÁTICA NO LINEAL

En un análisis estático no lineal se investiga la debilidad presente en las construcciones, cuando se exponen a cargas inerciales provocadas por acciones

sísmicas. Esta estrategia utiliza un procedimiento crucial de investigación llamado Pushover; lo que hace es reproducir la actividad sísmica a través de un ejemplo de cargas horizontales que se dispersan mono atómicamente expandiéndose a cada uno de los pisos, hasta que la construcción llega a su desalojo más extremo.

La cualidad principal de un examen estático no lineal es que aborda una disposición idéntica de numerosos niveles de oportunidad, a un nivel solitario de oportunidad para demostrar el diseño (Hernández & Lockhart, 2017). En la figura 15 se ilustra el proceso de investigación del método estático no lineal.

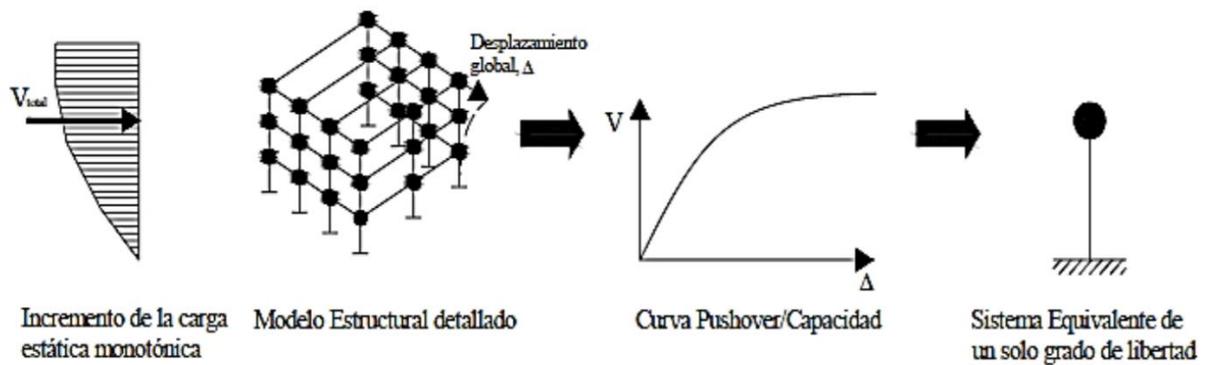


Figura 15: Investigación del método estático no lineal
Fuente: (Esmeraldas, 2016)

2.6.2. RÓTULAS PLÁSTICAS

Una rótula plástica o también llamada junta de plástico, es un dispositivo de amortiguación de energía que permite el giro de la desfiguración plástica. Asimismo; se utiliza para representar la deformidad de una pieza en una barra y sección donde ocurre la torsión plástica. Puede enmarcarse en segmentos, al igual que en radiaciones; sin embargo, se sugiere que se formen en radiaciones (Andrade & Villavicencio, 2018). La figura 16 ilustra la formación de rótulas plásticas en vigas.



Figura 16: Formación de rótulas plásticas en vigas
Fuente: (Andrade & Villavicencio, 2018)

2.6.3. PARÁMETROS DE MODELADO Y CRITERIO NUMÉRICO

En los parámetros de modelado y criterio numérico para procedimientos no lineales se encuentran los de vigas de hormigón armado y los de columnas de hormigón armado.

Parámetros de modelado y criterios de aceptación numérica para procedimientos no lineales (vigas de hormigón armado):

La tabla 18 muestra estos parámetros de modelado y criterios de aceptación numérica para procedimientos no lineales.

Tabla 18: Parámetros de modelamiento para vigas

Condiciones			Parámetros de modelado*			Criterios de aceptación*		
			Ángulo de rotación del plástico (radianes)		Radio de fuerza residual	Ángulo de rotación del plástico (radianes)		
						Nivel de rendimiento		
Condición i. Vigas controladas por flexión**			a	b	c	IO	LS	CP
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	Refuerzo transversal***	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f_c'}}^{****}$						
≤ 0.0	C	$\leq 3(0.25)$	0.025	0.05	0.2	0.010	0.025	0.05
≤ 0.0	C	$\geq 6(0.5)$	0.02	0.04	0.2	0.005	0.02	0.04
≥ 0.5	C	$\leq 3(0.25)$	0.02	0.03	0.2	0.005	0.02	0.03
≥ 0.5	C	$\geq 6(0.5)$	0.015	0.02	0.2	0.005	0.015	0.02
≤ 0.0	NC	$\leq 3(0.25)$	0.02	0.03	0.2	0.005	0.02	0.03
≤ 0.0	NC	$\geq 6(0.5)$	0.01	0.015	0.2	0.0015	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	$\leq 3(0.25)$	0.01	0.015	0.2	0.005	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	$\geq 6(0.5)$	0.005	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.01
Condición ii. Vigas controladas por el cizallamiento**								
Distancia entre estribos $\leq d/2$			0.0030	0.02	0.2	0.0015	0.01	0.02
Distancia entre estribos $> d/2$			0.0030	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.01
Condición iii. Vigas controladas por un desarrollo o empalme inadecuado a lo largo del tramo**								
Distancia entre estribos $\leq d/2$			0.0030	0.02	0.0	0.0015	0.01	0.02
Distancia entre estribos $> d/2$			0.0030	0.01	0.0	0.0015	0.005	0.01
Condición iv. Vigas controladas por un empotramiento inadecuado en la junta viga-columna**								
			0.015	0.03	0.2	0.01	0.02	0.03

NOTA: f_c' en $lb/in.^2$ unidades (MPa)
 *Los valores entre los que figuran en la tabla deben determinarse por interpolación lineal.
 **Cuando se den más de una de las condiciones i, ii, iii y iv para un determinado componente, utilice el valor numérico mínimo apropiado de la tabla
 ***"C" y "NC" son abreviaturas de refuerzo transversal conforme y no conforme, respectivamente. El refuerzo transversal es conforme si, dentro de la región de bisagra plástica de flexión, los aros están espaciados $a \leq d/3$, y si, para los componentes de demanda de ductilidad moderada y alta, la resistencia proporcionada por los aros (V_s) es al menos 3/4 del cortante de diseño. En caso contrario, la armadura transversal se considera no conforme.
 ****V es la fuerza cortante de diseño de NSP o NDP

Fuente: (ASCE-41/13, 2014)

Parámetros de modelado y criterios de aceptación numérica para procedimientos no lineales (columnas de hormigón armado):

La tabla 19 muestra los parámetros de modelo y criterios de aceptación numérica para procedimientos no lineales.

Tabla 19: Parámetro de modelamiento para columnas

Condiciones			Parámetros de modelado*			Criterios de aceptación*		
			Ángulo de rotación del plástico (radianes)	Radio de fuerza residual		Ángulo de rotación del plástico (radianes)		
			a	b	c	Nivel de rendimiento		
Condicción i.**						IO	LS	CP
$\frac{P^{***}}{A_g f_c'}$	$\rho = \frac{A_v}{b_w s}$							
≤ 0.1	≥ 0.006		0.035	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≤ 0.1	$=0.002$		0.027	0.034	0.2	0.005	0.027	0.034
≥ 0.6	$=0.002$		0.005	0.005	0.0	0.002	0.004	0.005
Condicción ii.**								
$\frac{P^{***}}{A_g f_c'}$	$\rho = \frac{A_v}{b_w s}$	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f_c'}}^{****}$						
≤ 0.1	≥ 0.006	$\leq 3(0.25)$	0.032	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≤ 0.1	≥ 0.006	$\geq 6(0.5)$	0.025	0.060	0.2	0.005	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006	$\leq 3(0.25)$	0.010	0.010	0.0	0.003	0.009	0.010
≥ 0.6	≥ 0.006	$\geq 6(0.5)$	0.008	0.008	0.0	0.003	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\leq 3(0.25)$	0.012	0.012	0.2	0.005	0.010	0.012
≤ 0.1	≤ 0.0005	$\geq 6(0.5)$	0.006	0.006	0.2	0.004	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\leq 3(0.25)$	0.004	0.004	0.0	0.002	0.003	0.004
≥ 0.6	≤ 0.0005	$\geq 6(0.5)$	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condicción iii.**								
$\frac{P^{***}}{A_g f_c'}$	$\rho = \frac{A_v}{b_w s}$							
≤ 0.1	≥ 0.006		0.0	0.060	0.0	0.0	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.0	0.008	0.0	0.0	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005		0.0	0.006	0.0	0.0	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Condicción iv. Columnas controladas por un desarrollo inadecuado o empalme a lo largo de la altura libre **								
$\frac{P^{***}}{A_g f_c'}$	$\rho = \frac{A_v}{b_w s}$							
≤ 0.1	≥ 0.006		0.0	0.060	0.4	0.0	0.045	0.060
≥ 0.6	≥ 0.006		0.0	0.008	0.4	0.0	0.007	0.008
≤ 0.1	≤ 0.0005		0.0	0.006	0.2	0.0	0.005	0.006
≥ 0.6	≤ 0.0005		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

NOTA: f_c' en lb/in.² unidades (MPa)

*Los valores entre los que figuran en la tabla deben determinarse por interpolación lineal.

**Para la definición de las condiciones i, ii y iii. Se considera que los pilares están controlados por un desarrollo inadecuado o por empalmes cuando la tensión de acero calculada en el empalme supera la tensión de acero especificada. Cuando se dé más de una de las condiciones i, ii, iii y iv para un componente dado, utilice el valor numérico mínimo apropiado de la tabla

*** Cuando $P > 0,7A_g f_c'$, los ángulos de rotación plástica deben tomarse como cero para todos los niveles de rendimiento, a menos que el pilar tenga un refuerzo transversal consistente en aros con ganchos de 135 grados espaciados a $\leq d/3$ y la resistencia proporcionada por los aros (Vs) sea al menos 3/4 del cortante de diseño. La carga axial P debe basarse en las cargas axiales máximas esperadas causadas por la gravedad y las cargas sísmicas

****V es la fuerza cortante de diseño de NSP o NDP

Fuente: (ASCE-41/13, 2014)

2.6.4. CURVA DE CAPACIDAD DE ESTRUCTURAS

El límite de un diseño se basa en la obstrucción, la flexibilidad y la mayor torsión de los componentes, tanto primarios y no subyacentes. Para decidir el límite principal más allá del alcance flexible, es importante realizar una especie de examen sísmico no directo; por ejemplo, la investigación estática no directa a la que se hace referencia en la escritura inglesa como examen Pushover. Lo que hace esta estrategia es utilizar una progresión de investigaciones flexibles consecutivas, que se superponen para tener una estimación de un contorno llamado curva límite (Esmeraldas, 2016).

De esta manera, la curva límite es la proporción del cortante basal que se produce en la cimentación de la construcción (V) y la reubicación en la parte superior (D) aludiendo al nivel superior de la estructura. El modelo numérico de la estructura se ajusta para considerar la disminución al contrario de los componentes que ceden.

En esta línea, se aplica una progresión de potencias pares, que se amplían a cada piso de la construcción hasta llegar a su límite máximo. Debe notarse que la curva límite también se produce por la reacción del método primario de vibración del diseño; en vista de la filosofía de que el método crucial de vibración se relaciona con la reacción trascendente, subrayando que en su mayor parte es para estructuras con periodos de vibración inferiores a 1 segundo. Para construcciones más adaptables, la investigación debe pensar en el impacto de modos de vibración más altos (Andrade & Villavicencio, 2018). La figura 17 muestra la curva de capacidad de una estructura.

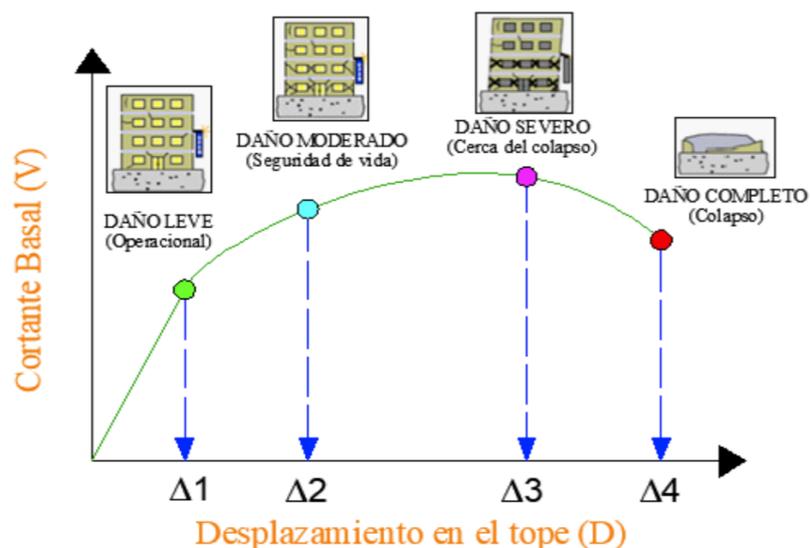


Figura 17: Curva de capacidad de una estructura
Fuente: (Andrade & Villavicencio, 2018)

2.7. MÉTODO DEL ESPECTRO DE CAPACIDAD ATC-40

La técnica contrasta el límite subyacente y el interés sísmico a través de un gráfico que permite visualizar la conducta de la estructura cuando depende de un temblor. El punto de presentación es cuando el rango de interés sísmico se captura con el rango límite, por lo que la maleabilidad del rango de interés es como la flexibilidad subyacente; es decir, el rango de interés útil se reduce por una conducta inelástica del diseño (ATC 40, 1996).

A su vez, la estrategia de rango límite se basa en que el diseño reaccionará al modo de vibración principal; en general, solo se utiliza este modo de vibración. Cabe destacar que el punto de exposición que se sitúa en esta técnica es un componente del modelo de flexibilidad que se utiliza, así como el estándar con el que se obtiene el modelo bilineal y obviamente, la interacción que se utiliza en el Método del Espectro de Capacidad (ATC-40, 1996). La figura 18 ilustra el análisis del espectro de capacidad.

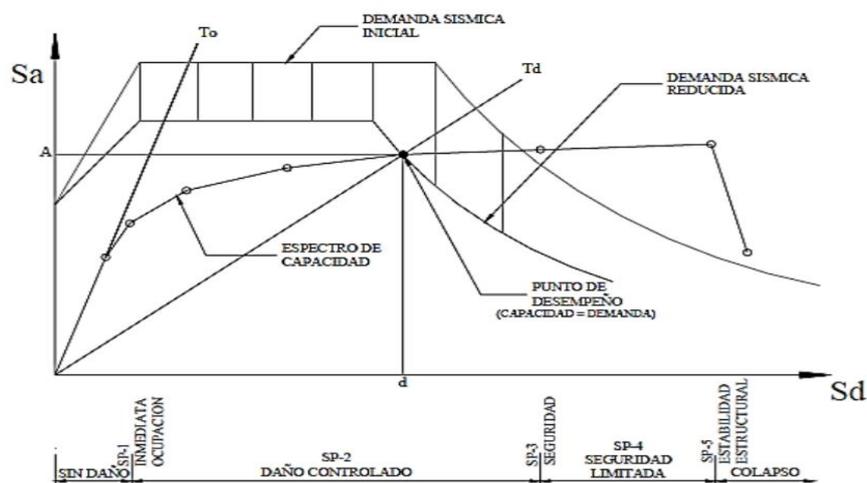


Figura 18: Espectro de capacidad
Fuente: (ATC-40, 1996)

Las siguientes propiedades se fundamentan a través del ATC-40 para hallar el punto de demanda sísmica donde:

1. Transformación de la curva al rango límite; es decir, para utilizar la estrategia se requiere cambiar la curva límite (V-d) a una curva llamada rango límite (Sa-Sd).
2. Desarrollo de la representación bilineal del espectro de capacidad; es decir, para evaluar la amortiguación convincente y disminuir el rango de interés, se requiere una representación bilineal de la curvatura del rango límite predeterminado.

3. Transformación del rango versátil del plan en rango de interés sísmico; es decir, para utilizar la técnica de rango límite, también es necesario cambiar la curva de rango flexible de aumento de velocidad (Sa-T), a una curva de rango de reacción de desplazamiento de aceleración (Sa-Sd).
4. Disminución del rango de interés; es decir, para adquirir el rango disminuido, la amortiguación comparable debe evaluarse en función del modelo bilineal del rango límite y en vista de este límite, deben evaluarse los factores de disminución. Los amortiguadores que disminuyen el rango de interés sísmico se introducen por debajo (ATC-40, 1996).

2.8. MÉTODO DE COEFICIENTES DE DESPLAZAMIENTO FEMA 356

La técnica del coeficiente de desplazamiento proporciona un sistema matemático directo para decidir el desarrollo objetivo de la curva. Esta estrategia no tiene que cambiar por encima de la curva límite con las demás (Sa, Sd), pero básicamente cambia por encima de la curva límite en un modelo bilineal o plástico ideal, y utiliza coeficientes de enmienda. El alcance de uso está restringido a estructuras normales; es decir, no tienen impactos de torsión o impacto significativo.

2.8.1. REPRESENTACIÓN DE LA CURVA DE CAPACIDAD

La figura 19 muestra la representación de la curva de capacidad para los coeficientes de desplazamiento.

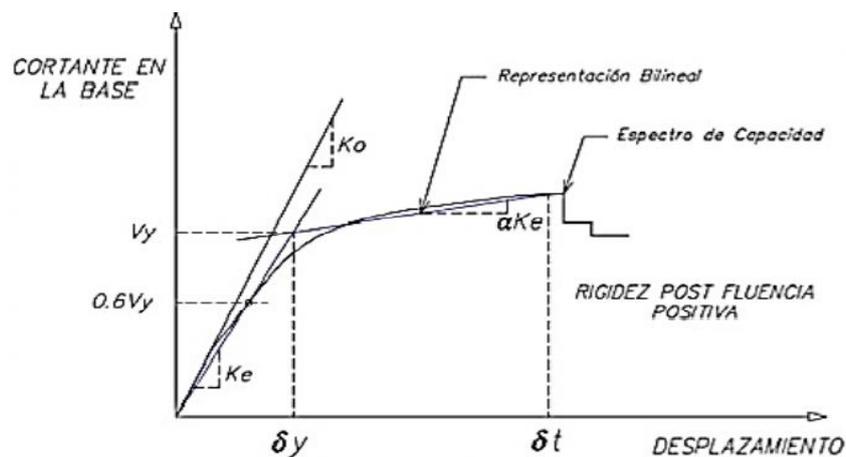


Figura 19: Curva de capacidad para los coeficientes de desplazamiento
Fuente: (FEMA-356, 2000)

Para cambiar el modelo bilineal de la curva límite, se continúa dibujando una parte de línea posterior a la fluencia con inclinación αke , desde el punto δt . Luego, en ese

punto se dibuja una sección con inclinación ke , desde el lugar de inicio y en la convergencia de las dos porciones, se caracteriza V ; luego en ese punto se observa que el fragmento con inclinación ke pasa el límite de oposición doblando en un punto en comparación con $0,6V$, en el caso de que no correspondan, la interacción se repite (FEMA-356, 2000).

2.8.2. DESPLAZAMIENTO DE CÁLCULO DEL OBJETIVO

Para la realización del análisis de desplazamiento donde se representa el punto de desempeño del análisis estructural δ_t se lo determina mediante la ecuación (15) (FEMA-356, 2000).

$$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 S_a \frac{T_e^2}{4\pi^2} g \quad (\text{Ec. 15})$$

2.8.2.1 Coeficiente de modificación C_0

Este coeficiente C_0 Se determina por medio del análisis del desplazamiento espectral e inelástico mayor probable para una función de iguales grados de libertad.

La variable para analizar el primer modo de vibración que se genera en cada intersección donde se forma el nudo, se determina mediante la ecuación (16).

$$C_0 = \frac{\{\phi_1\}^T [M] \{1\}}{\{\phi_1\}^T [M] \{\phi_1\}} = \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i \phi_i}{\sum_{i=1}^N m_i \sum_{i=1}^N m_i \phi_i^2} \right] \quad (\text{Ec. 16})$$

En la tabla 20 se puede analizar los valores medios que se van generando por la interpolación lineal del sistema.

Tabla 20: Datos del coeficiente C_0

Número de niveles	Valor de modificación (Co)
1	1
2	1,2
3	1,3
5	1,4
≥10	1,5

Fuente: (FEMA-356, 2000)

2.8.2.2 Coeficiente de modificación C_1

Este factor que modifica el valor mayor de desplazamiento inelásticos que se considera, debe analizar un valor que da como resultado en forma lineal y elástica; y no se debe considerar este valor menor a 1. Para los valores analizados se emplea el valor que se analizó del factor de reducción R, siendo así que el valor de resistencia elástica y la resistencia de fluencia tengan una relación común entre las dos, como se aprecia en la ecuación (17) (FEMA-356, 2000).

$$R = \frac{S_a * W}{V_y * C_0} \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

V_y : Cortante de cedencia.

W: La carga total de la estructura.

S_a : Aceleración del espectro de respuesta.

$$C_1 = 1.5 \quad \text{para} \quad T_e < 1.0 \text{ s} \quad (\text{Ec. 18})$$

$$C_1 = 1.0 \quad \text{para} \quad T_e \geq T_c \quad (\text{Ec. 19})$$

$$C_1 = \frac{[1.0 + (R-1) \frac{T_0}{T_e}]}{R} \quad \text{para} \quad T_e < T_0 \quad (\text{Ec. 20})$$

Donde:

T_e : Periodo efectivo de la estructura.

T_0 : Periodo característico del espectro de respuesta.

2.8.2.3 Coeficiente de modificación C_2

En este coeficiente de modificación, se da a conocer la función que cumple de forma histéresis en el resultado cuando existe en el desplazamiento mayor. Los valores de cada segmento de histéresis exponen apretamiento o descomposición del estado rígido, donde la capacidad ayuda a disminuir la energía, dando como resultados deslizamientos mayores (FEMA-356, 2000)

En la norma de la Agencia Federal de Manejo de Energías, se toma el criterio de que existen dos clases de estructuras que ayudan a establecer los diferentes sistemas actuantes; las estructuras del tipo 1 y las del tipo 2.

Tipo 1: Este tipo se aplica para estructuras de más de 30% del cortante basal en el piso; del cual se requiere el nivel del edificio, aún teniendo resistencias en diferentes tipos de combinaciones (FEMA-356, 2000).

- Muros de Albañilería.
- Muros de concreto armado.
- Pórticos resistentes a momentos.
- Pórticos concéntricamente arriostrados.

Tipo 2: Los valores del coeficiente de modificación C_2 se reducen a valores menores que afectan a la ocupación en ese instante; cuando existen valores mayores se debe tener cuidado del colapso. Por lo general, en el análisis se llega a determinar los valores de una disminución de propiedades en la rigidez y una descomposición en las propiedades físicas de la estructura afectando a todo el edificio. La tabla 21 muestra los coeficientes de modificación C_2 .

Tabla 21: Coeficientes de modificación C_2

Nivel de desempeño Estructural	T<0,1s		T>Ts	
	Tipo I	Tipo II	Tipo I	Tipo II
Ocupación inmediata	1,0	1,0	1,0	1,0
Seguridad de vida	1,3	1,0	1,1	1,0
Prevención de colapso	1,5	1,0	1,2	1,0

Fuente: (FEMA-356, 2000)

En el caso de existir un análisis no lineal se toma el valor de $C_2 = 1.0$

2.8.2.4 Coeficiente de modificación C_3

El coeficiente de modificación C_3 se representa por el análisis y evaluación de los desplazamientos que se originan en segundo plano, que se relacionan con el P- Δ (FEMA-356, 2000). Además, cuando existen edificios rígidos (post fluencia) se tiene una limitación elevada al 5% de rigidez elástica K_i , $C_3 = 1.0$.

Para las estructuras que se generan una rigidez (post fluencia) baja al 5% de rigidez elástica el valor de C_3 se calcula mediante la ecuación (21) (FEMA-356, 2000)

$$C_3 = 1 + \frac{|\alpha|(R-1)^{\frac{3}{2}}}{T_e} \quad (\text{Ec. 21})$$

Donde:

α : Rigidez de post fluencia y elástica

K_i : Valor obtenido del modelo binomial de la curva de capacidad.

2.8.2.5 Periodo fundamental efectivo T_e

Para el cálculo del periodo se debe considerar la curva bilinealizada que se determina mediante la ecuación (22).

$$T_e = T_0 \sqrt{\frac{K_0}{K_e}} \quad (\text{Ec. 22})$$

Donde:

T_0 : Periodo de vibración que se calcula mediante el proceso de dinámico elástico

K_0 : Rigidez lateral elástica de la estructura.

K_e : Rigidez lateral efectiva de la estructura.

Para determinar y analizar el proceso de punto de desempeño, se debe considerar los niveles de desempeño de la tabla 22.

Tabla 22: Limitación de los valores de punto desempeño

Niveles de desempeño	Intervalo para δt (cm)
Ocupación Inmediata (IO)	$0,77 < \delta t \leq 2,85$
Seguridad de vida (LS)	$5,63 < \delta t \leq 10,59$
Prevención del colapso (CP)	$10,59 < \delta t \leq 25,35$

Fuente: (FEMA-356, 2000)

2.8.3. LECTURA DE LAS CURVAS DE DESPLAZAMIENTO

En este procedimiento como se muestran en las ilustraciones siguientes, se asocian a un caso de tensión en la deformación, se debe considerar la forma de la curva donde se definirán la carga deformación que se realiza en cada respuesta dada, en el programa SAP 2000.

La curva de deformación demuestra cuando el desplazamiento $\frac{Q}{Q_y} = 1$, este valor es donde generalmente el concreto comienza a ensancharse y se endurece por

diferentes secciones bien confinadas; esto puede ser ocasionado con el endurecimiento y deformación sometidos a fuerzas longitudinales y por medio de confinamiento existe una mayor resistencia en el hormigón (ASCE 41-13, 2007).

Las respuestas que se pueden mostrar en la figura 20 se encuentra asociada con la cortante $\frac{Q}{Q_y} = 1$, que es un valor que se debe resistir a la cortante de diseño, donde influye en el endurecimiento de la estructura.

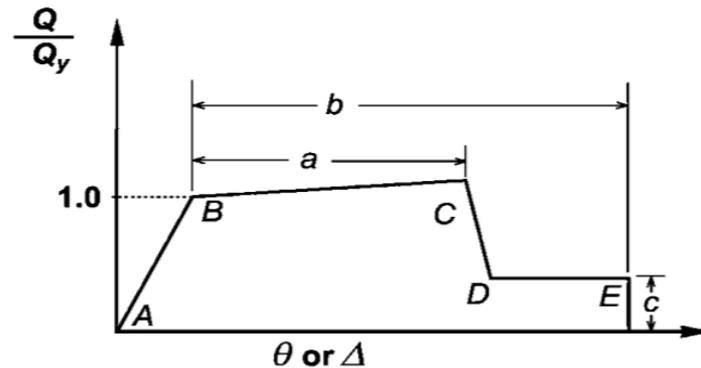


Figura 20: Deformación
Fuente: (ASCE-41/13, 2014)

Para el caso de la figura 21 se definen las respuestas como deformación de la curva, rotación o alargamiento como se explicarán en los coeficientes A-B; se irán determinando a tramos en la deformación plástica actuante para cada zona. En el parámetro C es la resistencia disminuida donde ocurre una drástica reducción en la zona C-D. Para determinar los parámetros B-C se pueden definir el modelo de aceptación donde pueden ser valores justificados experimentalmente.

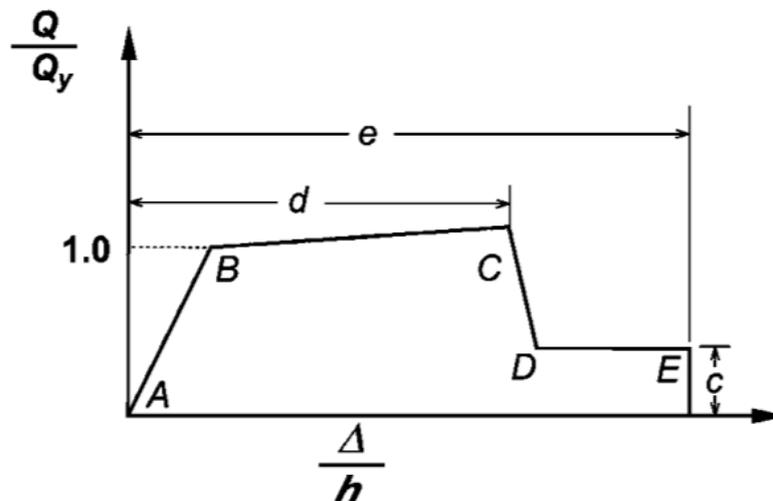


Figura 21: Deformación del radio de curva
Fuente: (ASCE-41/13, 2014)

En la figura 22 la curva de deformaciones se expresa mediante los ángulos de corte y la relación tangencial. Los parámetros d-e indican las deformaciones totales que se miden desde el origen, el coeficiente C, d-e se determinan mediante diferentes análisis que justifican pruebas, donde se analiza el tipo de modelo y los criterios de desplazamiento que experimenta la estructura (ASCE-41/13, 2014).

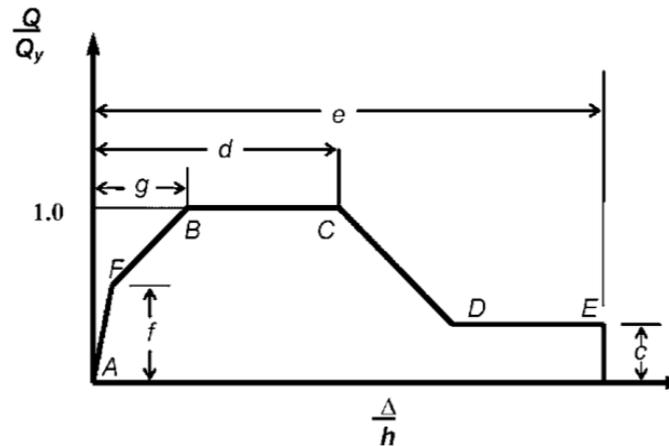


Figura 22: Respuesta trilineal vs deformación del radio de la curva
Fuente: (ASCE-41/13, 2014)

Los resultados de los desplazamientos se determinan mediante un análisis dinámico no lineal y son sensibles a la degradación de la resistencia, donde se incorpora también el modelo de la vivienda. En el tramo C-D se generan pérdidas repentinas de resistencia, eso hace que la curva varíe; esto puede ser por la sobre estimación de derivas para el sistema estructural y para los componentes estructurales. Para los modelos de concreto tiene una disminución de la parte C-E, donde se evidencia la pérdida de resistencia en determinados ciclos que pueda existir poca probabilidad de inestabilidad, pueda que exista una deficiente degradación de la resistencia que no se considere adecuadamente.

2.8.4. NIVELES DE DESEMPEÑO

Entre los niveles de desempeño se ubican la ocupación inmediata (IO), la seguridad de vida (LS) y la prevención de colapso (CP).

Ocupación Inmediata (IO): En este estado de daño después de un sismo en la que la afectación solo fue de modo estructural, que son muy comunes. Las fuerzas aplicadas de forma lateral a la vivienda mantienen todas las propiedades y capacidades ante la eventualidad de un sismo. La advertencia que ponga en peligro

los daños que pueden ser provocados a los elementos estructurales son insuficientes, esto hace que la vivienda sea segura para el ingreso, salida de ocupación limitada (ATC-40, 1996). La figura 23 ilustra la curva de los niveles de desempeño.

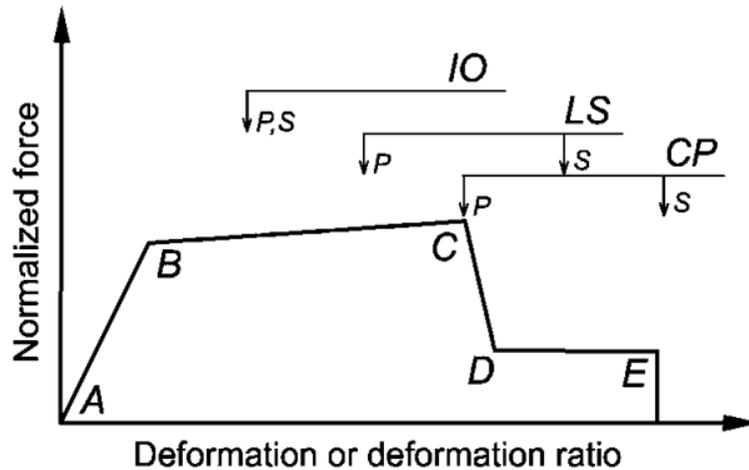


Figura 23: Niveles de desempeño
Fuente: (ATC-40, 1996)

Este tipo de daños son aceptables en varias zonas delimitadas según explica la FEMA 273. Esto explica un rango de daños limitados y caracterizados por zonas donde van variando, desentendiendo el daño de ocurrencia por el sismo ya que existen pequeños interrupciones y limpieza, por el motivo de daños. Esto quiere decir que a partir de un sismo, la estructura queda sensible y limitada en su funcionalidad donde es posible que no genere una duplicación de seguridad en toda la vivienda (ATC-40, 1996).

Seguridad de vida (LS): En este estado los problemas en transición de un sismo pueden causar daños irreversibles tanto para elementos no estructurales como estructurales, pero dentro de esta zona no debe existir ningún colapso o caídas de elementos de gran tamaño, donde se originan problemas a la vivienda ya se fuera o dentro de sitio. Generalmente cuando existe este tipo de sismo influye tanto en los daños secundarios como en tuberías rotas de todo tipo, pero no se generan daños elevados o mayores (ATC-40, 1996).

Prevención de colapso (CP): Generalmente para esta zona la edificación podría incluir daños extensos a elementos o sistemas no estructurales, donde a su vez no se debe tomar en cuenta el daño y el colapso de elementos de gran tamaño; donde podrían causar daños a las personas que habitan el lugar, como puede ser la caída de mamposterías, techos de gran tamaño y pesados. Si bien esto no podría causar

comportamiento. Los parámetros de la linealización que muestran a la ductilidad de la estructura se encuentran en relación del desplazamiento máximo y el desplazamiento de producción, mismos que permiten analizar la intersección de ambas gráficas (FEMA-440, 2005).

2.9.1. PARÁMETROS BÁSICOS DE LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE

Para los parámetros lineales equivalentes se tiene como ejemplo: periodo efectivo, T_{eff} , amortiguación efectiva, B_{eff} . Estos valores se determinan mediante una elaboración estadística que disminuye las propiedades de ocurrencia; es decir, que este valor trata de minimizar la diferencia de error que existe en la respuesta máxima de un valor real del sistema inelástico (FEMA-440, 2005).

Comúnmente las respuestas de error han sido la medida de referencia cuando se llega a determinar los desplazamientos de la vivienda; aunque esto, debe ser lógico ya que se tiene que considerar la construcción, si es de una manera conservadora o no conservadora para llegar a determinar si es buena desde un punto de vista más técnico (FEMA-440, 2005).

2.9.1.1 Amortiguamiento efectivo

Para el análisis del amortiguamiento se expresa mediante porcentajes para todos los valores histéricos y valores alfa. La figura 25 ilustra los porcentajes de Bilineal Histerético (BLH), degradación de la rigidez (STDG) y la fuerza degradante (STRDG).

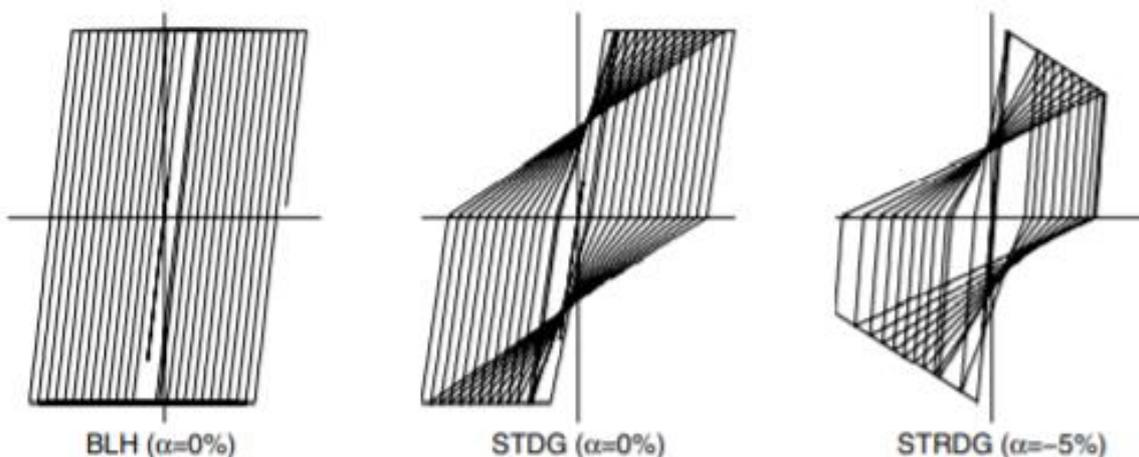


Figura 25: BLH Bilineal Histerético, STDG Degradación de la Rigidez, STRDG Fuerza Degradante
Fuente: (FEMA-440, 2005)

Las viviendas se encuentran conformadas por muchos tipos de combinaciones de elementos, cada uno de estos tiene propiedades diferentes ya sea de resistencia o de rigidez; es muy raro que los comportamientos histeréticos coincidan con los osciladores. Además, es difícil que este puede coincidir con sus mismos componentes, cuando existe el caso similar deben conformarse por concreto, por flexión con degradación de la rigidez y endurecimiento por deformación; entonces solo esta conformación podría incluirse dentro de histerético, siendo similar el comportamiento de oscilación que se basa en la tabla 23 (FEMA-440, 2005).

Tabla 23: Coeficientes de amortiguamiento eficaz

Modelo	α (%)	A	B	C	D	E	F
Histerético bilineal	0	3.2	-0.66	11	0.12	19	0.73
Histerético bilineal	2	3.3	-0.64	9.4	1.1	19	0.42
Histerético bilineal	5	4.2	-0.83	10	1.6	22	0.40
Histerético bilineal	10	5.1	-1.1	12	1.6	24	0.36
Histerético bilineal	20	4.6	-0.99	12	1.1	25	0.37
Degradación de la rigidez	0	5.1	-1.1	12	1.4	20	0.62
Degradación de la rigidez	2	5.3	-1.2	11	1.6	20	0.51
Degradación de la rigidez	5	5.6	-1.3	10	1.8	20	0.38
Degradación de la rigidez	10	5.3	-1.2	9.2	1.9	21	0.37
Degradación de la rigidez	20	4.6	-1.0	9.6	1.3	23	0.34
Degradación de la fuerza	-3*	5.3	-1.2	14	0.69	24	0.90
Degradación de la fuerza	-5*	5.6	-1.3	14	0.61	22	0.90

* Los valores negativos de la rigidez post-elástica deben limitarse a a_e

Fuente: (FEMA-440, 2005)

2.9.1.2 Periodo efectivo

Los valores que afectan a este caso son todos los tipos histeréticos y valores alfa. Para esto los valores del periodo efectivo deben ser tabulados como se muestra en la figura 29, que demuestran la función de características del espectro de capacidad, y que oscilan en tipo histeréticos básicos y rígidos (FEMA-440, 2005).

El uso de estos coeficientes se basa en las mismas condiciones y parámetros de las edificaciones donde se limita la amortiguación efectiva, se debe aplicar el valor del periodo efectivo que se optimiza en el espectro de capacidad del mismo tipo (FEMA-440, 2005).

Además, es importante tener en consideración que las expresiones se aplican solo cuando el periodo $T_o = 0,2s$ a $2,0s$. La tabla 24 muestra los coeficientes efectivos del periodo.

Tabla 24: Coeficientes efectivos del periodo

Modelo	$\alpha(\%)$	G	H	I	J	K	L
Histerético bilineal	0	0.11	-0.017	0.27	0.090	0.57	0.00
Histerético bilineal	2	0.10	-0.014	0.17	0.12	0.67	0.02
Histerético bilineal	5	0.11	-0.018	0.09	0.14	0.77	0.05
Histerético bilineal	10	0.13	-0.022	0.27	0.10	0.87	0.10
Histerético bilineal	20	0.10	-0.015	0.17	0.094	0.98	0.20
Degradación de la rigidez	0	0.17	-0.032	0.10	0.19	0.85	0.00
Degradación de la rigidez	2	0.18	-0.034	0.22	0.16	0.88	0.02
Degradación de la rigidez	5	0.18	-0.037	0.15	0.16	0.92	0.05
Degradación de la rigidez	10	0.17	-0.034	0.26	0.12	0.97	0.10
Degradación de la rigidez	20	0.13	-0.027	0.11	0.11	1.0	0.20
Degradación de la fuerza	-3*	0.18	-0.033	0.17	0.18	0.76	-0.03
Degradación de la fuerza	-5*	0.20	-0.038	0.25	0.17	0.17	-0.05

* Los valores negativos de la rigidez post-elástica deben limitarse a α_e

Fuente: (FEMA-440, 2005)

2.9.1.3 MADRS para uso con periodo secante

El periodo del espectro de la norma ATC-40 utiliza el método secante como el periodo final, para poder determinar el desplazamiento máximo que permite evaluar el punto de rendimiento. Su composición es la respuesta a la intersección de las curvas de capacidad de la vivienda y la curva de demanda en el amortiguamiento efectivo. De esta manera, el proceso proporciona una herramienta de resultado visual y facilita la comparación de la gráfica de capacidad y demanda (FEMA-440, 2005).

El periodo efectivo es el proceso mejorado del Teff, es más corto que el periodo secante (T_{seg}) que se define por el punto de curva de capacidad, este se evalúa por el desplazamiento máximo (d_{max}), la aceleración efectiva ($a_{efectiva}$), la aceleración máxima (a_{max}); deben coincidir las dos curvas tanto para la curva de capacidad y la de desplazamiento máximo (d_{max}) (FEMA-440, 2005).

2.10. PROCEDIMIENTO ESTÁTICO NO LINEAL NSP ASCE 41-13

Es el método más confiable para caracterizar el desempeño de la estructura en los procesos lineales. Esto no puede precisar el cambio dinámico de respuesta inmediata, donde disminuye la rigidez y no se puede dar veracidad en las consecuencias, cuando la estructura se degrada en diferentes grados de libertad. Cuando NSP no tiene una respuesta de un valor alto que verifique la adecuación de la evaluación, entonces el

efecto más adecuado permite que ambos procedimientos presentan una linealidad en relación de resistencia (ASCE-41/13, 2014).

2.10.1. BASE DEL PROCEDIMIENTO

Para el análisis de la vivienda existe un modelo matemático que incluyen las características no lineales de carga, donde la estructura es sometida a fuerzas laterales de formas crecientes, que demuestran las fuerzas de inercia de un sismo; la respuesta genera un exceso de desplazamiento objetivo (ASCE-41/13, 2014).

Este procedimiento tiene la función de representar el máximo desplazamiento que refleja el modelo matemático en respuesta inelástica del material, es así que las fuerzas son aproximadas a las respuestas de nivel sísmico seleccionado.

2.10.2. CONSIDERACIÓN DE MODELADO Y ANÁLISIS NSP

El control y la selección de patrones donde representa la fuerza sísmica determina el periodo fundamental y la aplicación del procedimiento de análisis que se debe dar al cumplimiento de los requisitos de cada sección; la relación de fuerza cortante de la base y el desplazamiento lateral de modo, da como respuesta la oscilación entre 0 y el 150 % de desplazamiento. Además, las cargas gravitacionales de los diferentes coeficientes deben incluir en el modelo analítico para la combinación de fuerzas sísmicas, que se aplican en dirección positivas como negativas (ASCE-41/13, 2014).

Por otra parte, el modelo analítico debe ser detallado para generar una respuesta de fuerza versus deformación; cada uno de estos componentes a lo largo de su longitud da como lección a una acción inelástica. Los componentes primarios secundarios dan curvas de columna vertebral completas, que incluyen la degradación de la resistencia y resistencia residual (ASCE-41/13, 2014).

2.10.3. REQUISITOS GENERALES

El requisito de uno de ellos al menos es de 150% del desplazamiento, y tiene como requisito investigar el comportamiento probable del edificio, Además del comportamiento del modelo en condiciones de carga extremas que superen los valores a diferente nivel de riesgo sísmico. El técnico debe reemplazar el

desplazamiento sísmico que representa un valor medio para el peligro sísmico, a su vez exista una dispersión considerable alrededor de la media (ASCE-41/13, 2014).

Para definir la fuerza y deformación de componentes primarios y secundarios erróneos, se debe permitir el uso de curvas elástico-plásticas. También, la degradación modela explícitamente μ_{max} , no puede estimar de manera confiable la inestabilidad dinámica. A su vez; el modelo en edificios altos puede ocasionar fallas en diferentes mecanismos, el nodo de control debe ser ubicado en el centro de masa, a modo de control; ya que el desplazamiento del nodo de control puede generar el colapso de la estructura (ASCE-41/13, 2014).

2.11. TIPOLOGÍAS DE RESIDENCIA

2.11.1. TIPOLOGÍA 1

Para las viviendas de tipo 1, se contemplan estructuras básicas que tienen cubiertas de zinc, eternit o losa de hormigón; en las que se consideran dimensiones entre ejes de un rango de 2.40 a 3.20 m. Las medidas que suponen este tipo de residencias están dentro de 6 y 8 unidades de bloque de hormigón de 40 cm de longitud (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018). La figura 26 ilustra la casa demostrativa tipo 1.



*Figura 26: Casa demostrativa tipo 1
Fuente: (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018)*

2.11.2. TIPOLOGÍA 2

En este tipo de tipología comprenden viviendas de dos a tres pisos con irregularidad en planta, estas construcciones tienen que ser de tipo L y de hormigón (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018). La figura 27 ilustra la residencia de ejemplo tipo 2.



Figura 27: Casa demostrativa tipo 2
Fuente: (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018)

2.11.3. TIPOLOGÍA 3

Son viviendas de pisos de hormigón que generalmente están constituidas de tres y dos plantas (Arteaga, 2017). La figura 28 ilustra la residencia de tipo 3.



Figura 28: Casa demostrativa tipo 3
Fuente: (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018)

2.11.4. TIPOLOGÍA 4

Son estructuras que conforman de cuatro a seis pisos de forma rectangular, que a su vez son de hormigón (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018). La figura 29 muestra la residencia de tipo 4.



Figura 29: Casa demostrativa tipo 4
Fuente: (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA ANALÍTICA MEDIANTE ENCUESTAS, FORMULARIO Y ENSAYOS ESCLEROMÉTRICOS

3.1. METODOLOGÍA ANALÍTICA DEL PROCESO DE ENCUESTAS

3.1.1. METODOLOGÍA

Para el proceso de investigación de la vulnerabilidad sísmica, se procede primero a la recopilación de información acerca de los acontecimientos históricos y recientes sobre los sismos de la zona. Una vez que se haya obtenido esta información, se puede analizar el sector para verificar el tipo de suelo donde se encuentran asentadas las construcciones.

De manera visual se podrá ir verificando la tipología de construcción que se encuentra establecida en la zona; a la vez, visualizar con qué tipo de técnica se construyó ya sea esta bajo la norma o sea autoconstruida; tomando las anotaciones correspondientes para llegar a un consenso en el proceso de la investigación (Vargas, 2016).

Como siguiente proceso, se debe realizar el llenado del formulario que ayudará a identificar y detallar de una manera rápida, la tipología de las viviendas de todo el sector donde se desarrollará la investigación respectiva.

Para ello, el siguiente proceso necesitará la realización de ensayos con el pachómetro y el esclerómetro, mismos que permitirán identificar que tan resistente se encuentra la estructura; esto a su vez, proporcionará datos para analizar cómo actuaría la construcción ante un sismo, y que tan vulnerable se encuentra (Arteaga, 2017)

De forma consecuente al proceso, se realizará el modelamiento de la estructura para analizar de manera más detallada, los aspectos que pueden causar la deficiencia de la construcción. En el mismo lineamiento, otros autores afirman que:

La técnica utilizada en los Estados Unidos por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA); conocida como FEMA-154, es una estrategia subjetiva, que permite decidir si la estructura se apoyará a través de un índice, si el resultado de la evaluación no es exactamente o equivalente a dos (≤ 2). Se debe utilizar una técnica

más punto por punto que incluya la investigación de la estructura, con un examen básicamente directo; en caso de que siga, no es importante respaldar; en caso de que no consienta, se debe hacer un examen no directo de la estructura; en caso de que esté de acuerdo, no se debe construir; y en caso de que no se lleve a cabo, se debe apoyar. Si el índice de la estrategia es más prominente o equivalente a dos (≥ 2), no necesita preocuparse por el soporte, el índice 2 implica que la estructura tiene una probabilidad de 1 a 100 de desplomarse (Medina & Aleaga, 2017).

La estrategia maneja una metodología que incorpora una representación de la estructura con datos de: área, número de pisos, año de desarrollo, territorio de desarrollo, nombre de la estructura, usó, fotografía de la estructura; un espacio para distribuir inconsistencias, tanto en disposición como en aumento.

Además, cuenta con algunos espacios donde se encuentra el aprovechamiento, la cantidad de individuos que se involucraron, los tipos de suelo, los tipos de componentes no primarios, entre otros parámetros, según el peligro sísmico del área. En este punto se presenta un espacio donde los factores esenciales de cambio de registro dependen de las cualidades secundarias: estatura normal (4 a 7 niveles), altura extraordinaria (≥ 8 niveles), anomalías en la elevación, inconsistencias en la disposición; cambió por año de la estructura, antes de la utilización de la directriz principal, cambiar por el tiempo de desarrollo después de la directriz actual (Hernández & Lockhart, 2017)

3.2. ELABORACIÓN Y ANÁLISIS DE LA ENCUESTA

Para la realización de la encuesta, se tomaron preguntas de forma que el usuario pueda identificar de manera visual la problemática; por ello se procedieron a tomar datos de las viviendas mediante una inspección rápida, al alcance permitido por los propietarios; ya que muchas de estas viviendas no cuentan con datos o especificaciones técnicas adecuadas, que ayuden a la veracidad de la información. Se realizaron las encuestas para un análisis y comprensión más visual, para poder llegar a una respuesta favorable al tipo de vulnerabilidad, que tan expuestas se encuentran estas viviendas (Alcívar, Mieles, Pierre, 2021).

Las viviendas que se pudieron observar son viviendas de aproximadamente 15 a 40 años, en su mayoría se encuentran constituidas por materiales como el hormigón; existen viviendas construidas con materiales de adobe, que se encontraban en proceso de destrucción, mismas que no se tomaron en cuenta para el análisis de vulnerabilidad sísmica. Además, aproximadamente 25 viviendas están conformadas de materiales actuales como el acero y hormigón. La figura 30, muestra el formato del instrumento de investigación.

Datos Personales	
Nombre del propietario: CONSUELO SINCHIGUANO	
N.-Piso : 2	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: 20 AÑOS	
Referencia básica visual de la edificación: PRIMERA PLANTA COLOR TOMATE CON BLANCO, SEGUNDA PLANTA EN ESTADO GRIS	
Realizado por: DANIEL FALCONY	
Marcar con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación:	VIVIENDA FAMILIAR
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique: Existencia de humedad, corrosión, fisuras, material poroso	

Figura 30: Formato de encuesta
Fuente: Elaboración propia

Se tomaron en cuenta diferentes aspectos, los años de construcción, los pisos de las edificaciones; de la indagación se determinó que existen 15 de un piso, 10 de dos pisos. Para detallar de mejor manera y entender que tan informal es la construcción

en la zona, se obtuvo datos visuales de su estructura artesanal, esto demostró que casi en su totalidad eran construidas de forma poco técnica (Celi et al., 2018).

Tabulación de resultados:

En el proceso de tabulación, se dice que la totalidad de casas en funcionalidad son de 25; se observaron en estas casas que su construcción era de hormigón, 5 de ellas fueron construidas con material adobe; pero se encontraban en total abandono y no se les consideró para este análisis. De esta manera, un total de 15 casas de un piso y 10 casas de dos pisos entre viviendas familiares y locales comerciales fueron sujetas al estudio, como se ilustra en la figura 31 y se muestra en la tabla 25.

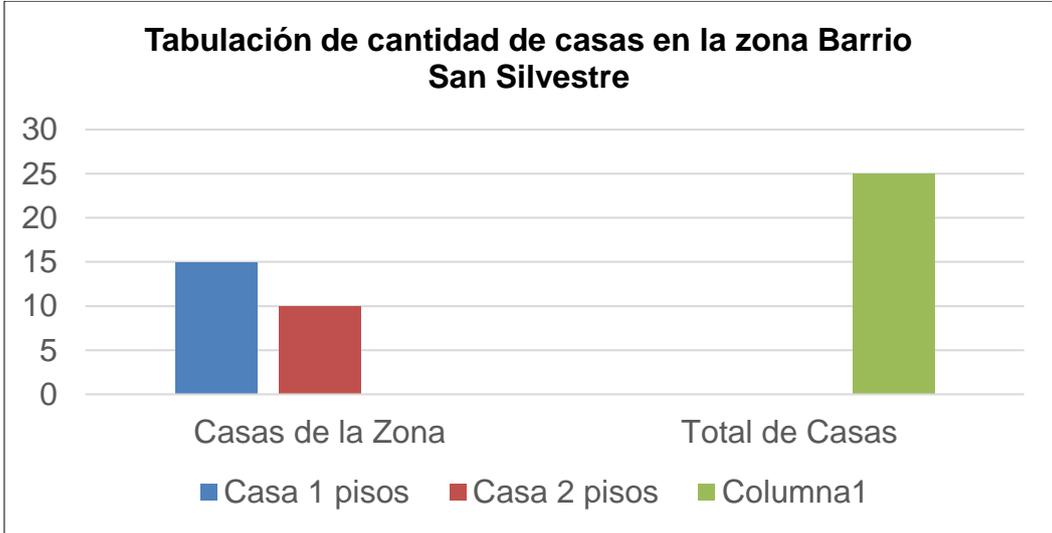


Figura 31: Total de casas
Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Total de casas

	Casa 1 pisos	Casa 2 pisos	Columna 1
Casas de la Zona	15	10	25
Total de Casas	15	10	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 se analizan la cantidad de viviendas que se encuentran construidas mediante planos, dando como resultado que en esta zona la construcción es informal; esto quiere decir que, estas estructuras no se encuentran elaboradas por medidas técnicas que puedan ayudar a sustentar la eficiencia, o qué tan vulnerable pueden estar en la ocurrencia de un sismo.

El método que predomina en la construcción de las viviendas es informal; esto implica la ausencia de garantías técnicas y desempeño estructural. Todas estas viviendas tienen una alta vulnerabilidad sísmica por su forma tan convencional de construcción; a su vez, las consecuencias que se van generando son: debilidad en los elementos, fisuras y un posible desplome de la estructura.

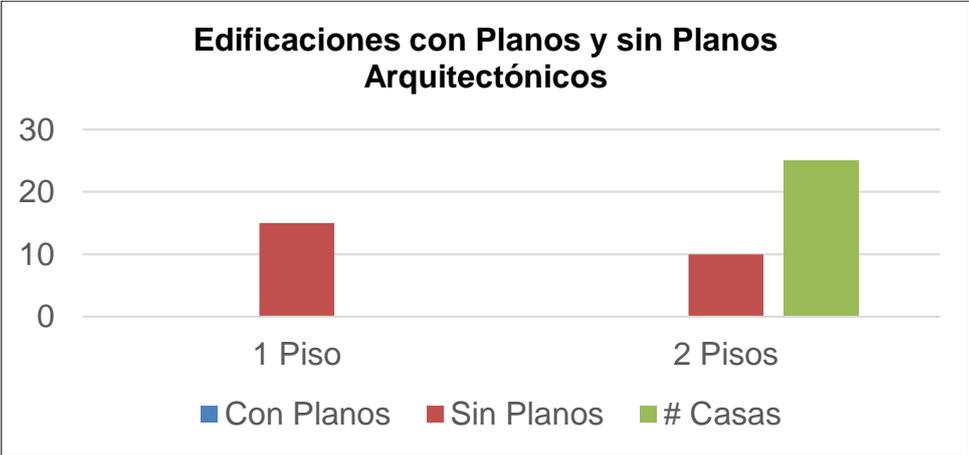


Figura 32: Total de planos arquitectónicos
Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Total de viviendas con planos

# De Pisos	Con Planos	Sin Planos	# Casas
1 piso		15	25
2 pisos		10	

Fuente: Elaboración propia

La figura 33 ilustra las viviendas que no poseen planos, al igual que la tabla 27 que muestra las estructuras con métodos sin tecnificación en la implementación.

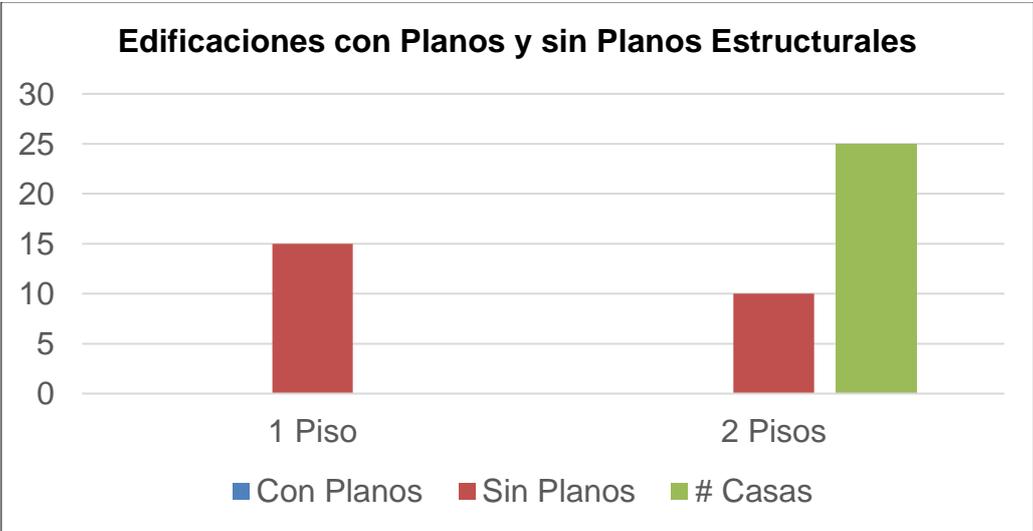


Figura 33: Total de planos estructurales
Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Total de planos estructurales

# De Pisos	Con Planos	Sin Planos	# Casas
1 piso	0	15	25
2 pisos	0	10	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 y la figura 34 se consideran los diferentes años que se encuentran construidas las viviendas; algunas de ellas sobrepasan los 20 años y sin ningún mantenimiento. Se pudo observar que existen diferentes tipos de patologías, algunas muy graves; demostrando a simple vista su vulnerabilidad ante algún evento sísmico que podría llegar a colapsar la estructura; todas las viviendas según la recopilación de información con el instrumento han sido construidas de manera artesanal, algunas fueron construidas recientemente y ya se aprecian algunas fallas estructurales.

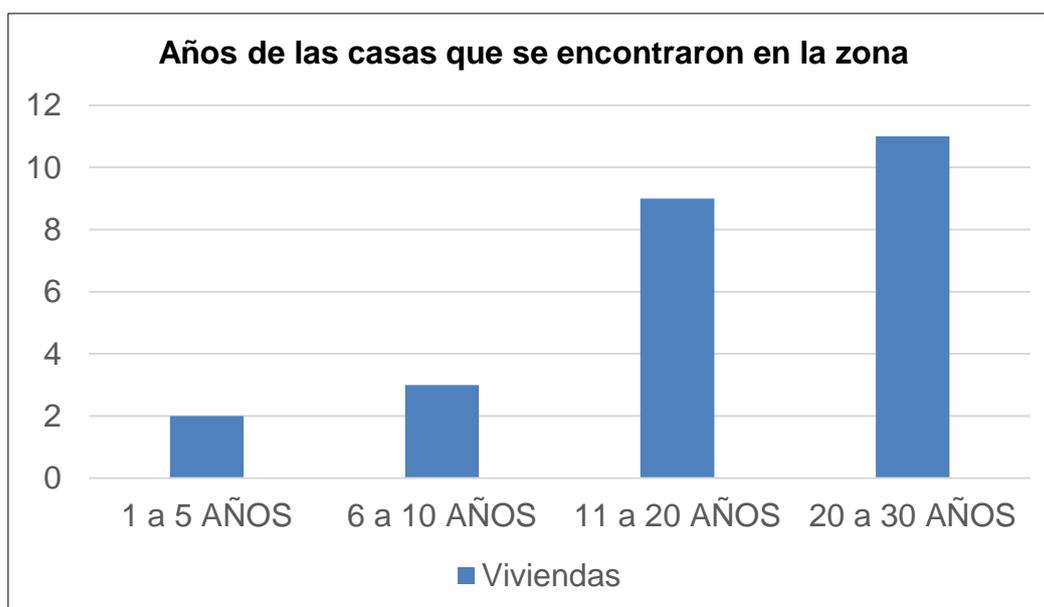


Figura 34: Años de construcción de las viviendas en la zona

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Años de construcción de las viviendas en la zona

	VIVIENDAS
1 a 5 AÑOS	2
6 a 10 AÑOS	3
11 a 20 AÑOS	9
20 a 30 AÑOS	11

Fuente: Elaboración propia

Las estructuras en esta zona son edificadas de manera poco tecnificada, todas las encuestas que se realizaron a los propietarios de cada vivienda, permitió prever que los propietarios de ellas utilizaron la disposición de un maestro constructor, por

motivos del costo del diseño de una vivienda y por el hecho de que los habitantes del barrio San Silvestre, incurren en el ahorro de recursos, evitando la contratación de un profesional de la obra civil, con estas acciones ponen en riesgo sus propias vidas.

La gran mayoría de los propietarios de las viviendas, supieron manifestar que confían en los maestros constructores por recomendaciones de otros propietarios; es muy común en esta zona que las estructuras no se encuentren con las garantías estructurales necesarias para soportar un movimiento telúrico moderado, peor aún un terremoto o la erupción del volcán Cotopaxi.

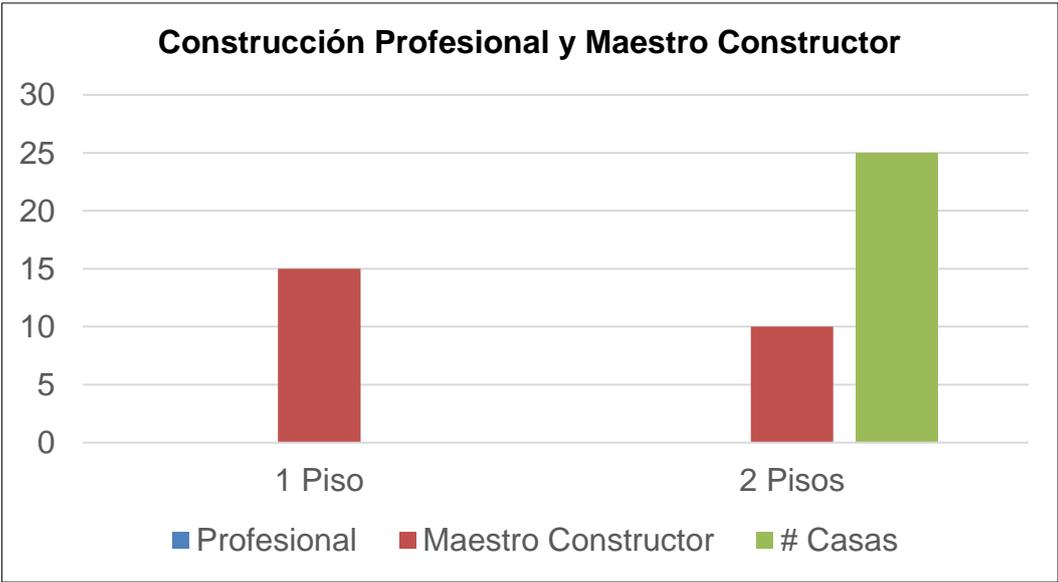


Figura 35: Desarrollo de la construcción
Fuente: Elaboración propia

Tabla 29: Tipología de construcción en la zona

# Pisos	Profesional	Maestro Constructor	# Casas
1 piso		15	25
2 pisos		10	

Fuente: Elaboración propia

3.3. FORMULARIO VISUAL RÁPIDO EN LAS VIVIENDAS

Esta parte explica la mejor manera de completar la evaluación visual rápida de la debilidad sísmica en las estructuras. El instrumento de valoración con la estrategia visual rápida será individualizado para cada vivienda. En este sentido; el instrumento de evaluación visual rápida se completa mientras se realiza la visita de campo. Es así que las interrogantes y casilleros del instrumento, han sido diseñados para

complementarlos de forma lógica y con la información técnica más relevante en referencia a la evaluación de vulnerabilidad sísmica en la estructura (GUIA-5-NEC, 2016). La figura 36 muestra el formato de evaluación visual rápida.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		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:						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador:												
		C.I:												
Registro SENESCYT:														
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
PUNTAJE FINAL S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA														
5 < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5		Media vulnerabilidad												
5 > 2,5		Baja vulnerabilidad										Firma responsable de evaluación		
OBSERVACIONES:														

Figura 36: Formulario de evaluación visual
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Entre los lineamientos que integran el formato de evaluación visual rápida en las viviendas, se encuentran:

Dirección: Es imperativo encontrar la estructura bajo examen con la precisión que realmente se podría esperar. En todo caso; se demuestra la avenida central y la vía auxiliar. De otra manera; si es concebible, se llevará el acompañamiento: número de la estructura, facilidades (alcance y longitud) y código postal de la zona (GUIA-5-NEC, 2016).

Nombre del edificio: Es básico en el país que las estructuras tengan un nombre que se en listará en este campo. En desarrollos pequeños como casas, que no tienen un nombre caracterizado, se pondrá el nombre del propietario de la estructura, en caso de que se conozca o este campo simplemente no se llenará.

- **Sitio de referencia:** Si es posible y hay un sitio que sea ilustrativo del área, o que la gran mayoría conozca (parques, lugares de culto, arenas, clínicas, farmacias, etc.), se debe registrar en el formato. Este sitio de referencia podría referencia la dirección de la estructura sin ningún problema (GUIA-5-NEC, 2016)
- **Tipo de suelo:** La utilización que se le da a una estructura no se identifica directamente con la probabilidad de sufrir un daño primario, en caso de un temblor sísmico; sin embargo, es fundamental decidir su utilización u ocupación mientras se enfoca en un peligro potencial del programa.

En base a lo argumentado y en complemento; a través de la literatura, se presenta nueve tipos de utilización simples de percibir la vulnerabilidad de una vivienda:

- **Negocios:** Este tipo de utilización alude a empresas de cualquier tipo, que no pertenezcan a diferentes clases, organizaciones monetarias, restaurantes, establecimientos minoristas, estructuras de parada (GUIA-5-NEC, 2016).
- **Beneficios de crisis:** Este tipo de utilización alude a estructuras que ofrecen tipos de asistencia en el caso de un movimiento telúrico; por ejemplo: Comisarías de policía, destacamentos de bomberos, clínicas, hogares de bienestar, focos de correspondencia, etc. (GUIA-5-NEC, 2016).
- **Gobierno:** Este tipo incorpora todas las estructuras estatales, que no se consideran administraciones de crisis.
- **Verificable:** Este tipo de estructuras se consideran heredadas.

- **Moderno:** Incorpora una amplia gama de industrias, como líneas de producción, plantas de recolección, cadenas minoristas, almacenes e industria pesada.
- **Oficina:** Este tipo de utilización incluye los lugares habituales de negocios y los espacios destinados para labores diarias.
- **Privado:** Son estructuras privadas, casas, hospedajes, posadas, edificios privados, hogares para ancianos y orfanatos.
- **Instructivo:** Son todas las organizaciones instructivas, públicas y privadas: escuelas, universidades, fundaciones, colegios.
- **Fecha de evaluación:** Se recuperará la fecha en la que se visitó la estructura (año-mes-día).
- **Año de desarrollo:** Este límite es vital, ya que la edad de la estructura está directamente relacionada con el plan y los ensayos de desarrollo, e influirá o apoyará los resultados finales. Por lo general, estos datos se pueden encontrar, al organizar el trabajo; sin embargo, en caso de que no sea así, deben adquirirse en la visita de campo (GUIA-5-NEC, 2016).

Se debe tener cuidado con la comprensión de este límite, ya que la estructura podría haber sido planificada algún tiempo antes de la fecha de desarrollo o podría haber sido reconstruida. De esta manera, se puede planificar con algún código antiguo que no presenta determinaciones seguras para temblores.

En caso de que, por razones desconocidas, no se pueda obtener el tiempo de desarrollo, se realizará una medición, en función del estilo, el tipo de desarrollo y la utilización de la estructura. Esta información se mostrará en la parte inferior del formato (GUIA-5-NEC, 2016), con los siguientes requerimientos:

“**Año de reconstrucción:** Es imperativo considerar el año en el que, una estructura pasó por ajustes, incrementos, etc., de su plan único. Esto podría impactar en los ensayos de desarrollo que presenta este rediseño. Se hará referencia a esto en la parte inferior del formato” (p.139).

Región construida: Es la estructura completa, y no simplemente un espacio, si la evaluación se completa en una estructura. En el caso de tener un proceso, sin duda se puede conseguir este límite. En caso de no generar una secuencia, debe realizar estimaciones de la estructura en la visita de campo. Esto también se utilizará para el dibujo de disposición que se realiza adicionalmente en la estructura. Las unidades en

las que se registrará la región fabricada serán los metros cuadrados (GUIA-5-NEC, 2016).

Número de pisos: La cantidad de pisos de una vivienda, puede ser un indicador decente de la altura de la estructura.

La gravedad y medida de daño de un diseño, incluso con temblor sísmico, se identifica con su altura, en el caso de que se establezca en un suelo tipo C, D, E o F que presenta la Norma de Construcción Ecuatoriana.

En ciertos eventos, la cantidad de pisos no es difícil de calcular, como en las estructuras en terrazas. Una forma de reclutarlos puede ser en el ascensor (echando un vistazo a la cantidad de pisos). En el caso de que no se pueda acceder a la entrada, la comprobación se practicará desde la parte más reducida hasta la parte más destacada, considerando el número más notorio que se haya contabilizado, como se muestra en la figura 37.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES		
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN	
	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:
	DATOS DEL PROFESIONAL	
	Nombre del evaluador:	
	C.I.:	
	Registro SENESCYT:	

Figura 37: Colocación de los datos en el formulario
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

En la figura 38 se colocarán el nombre de la persona que está realizando el instructivo de evaluación, el número de cédula y el código de registro de la SENESCYT; como profesional del tema, información muy relevante para considerar los lineamientos que garantice que la validación de la vulnerabilidad sísmica en la estructura, estará realizada de la mejor forma y con los datos fehacientes sobre el grado de sensibilidad

que tiene una vivienda frente a la ocurrencia de un evento sísmico, está información se registra y se tiene documentada para la toma de decisiones (GUIA-5-NEC, 2016).

PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA	Tipo de suelo:	Fecha de evaluación:
	Año de construcción:	Año de remodelación:
	Área de construcción :	Número de pisos:
	DATOS DEL PROFESIONAL	
	Nombre del evaluador:	
	C.I.:	
	Registro SENESCYT:	

Figura 38: Datos del profesional
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

En la figura 39 se colocan un esquema de la vivienda, como se encuentra conformada; debido a que existen muchas viviendas que no poseen planos, pero así mismo se puede dibujar las ubicaciones de los elementos estructurales, para tener una idea del sistema estructural, irregularidades que existan y dimensiones de sus elementos (GUIA-5-NEC, 2016)

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	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:
	DATOS DEL PROFESIONAL	
	Nombre del evaluador:	
	C.I.:	
	Registro SENESCYT:	
	FOTOGRAFIAS	

Figura 39: Esquema estructural en planta
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

En la figura 40 se debe colocar una fotografía del acceso a la vivienda para tener una amplia información visual para detallar el informe.

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	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:
	DATOS DEL PROFESIONAL	
	Nombre del evaluador:	
	C.I.:	
	Registro SENESCYT:	

Figura 40: Colocación de fotografía
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

La rápida evaluación visual de la debilidad ante una ocasión sísmica, produce que el profesional realmente quiera decidir la disposición principal de la estructura bajo examen. Sin duda, la tipología subyacente no se puede resolver en la etapa de organización, previa a la visita de campo. Los suelos, debido a las estructuras, son los mejores lugares para percibir un marco subyacente (GUIA-5-NEC, 2016).

En caso de que, por razones desconocidas, el tipo de diseño no pueda resolverse y la admisión a la estructura sea impensable; el evaluador debe eliminar esos marcos primarios que son inconcebibles para la construcción bajo investigación y calificar las posibles alternativas que quedan. El producto final (S), que se considera será el de menor valor (GUIA-5-NEC, 2016). La figura 41 muestra la tipología del sistema estructural.

TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL					
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mamostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mamostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mamostería 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 mamostería	S5

Figura 41: Tipología del sistema estructural
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

Para cada uno de estos 13 tipos de desarrollo o sistema estructural, se ha determinado una lista de peligros subyacentes (puntaje base) que refleja la probabilidad de daño y desgracia de una estructura. La figura 42 muestra la estimación del material y demás sistemas de construcción.

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
PUNTAJE FINAL, S													

Figura 42: Estimación del material y demás sistemas

Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

La última puntuación primaria (S), para una estructura, se dicta sumando y/o deduciendo las cualidades de los modificadores aclarados previamente. Cuando se ha adquirido la última puntuación (S), el evaluador debe comprobar con una (X) o ver el nivel de debilidad de la construcción. En la remota posibilidad de que (S) sea más prominente que 2.5, se considera que la construcción tiene una debilidad baja; si el resultado (S) está en algún lugar en el rango de 2 y 2.5, se considera una estructura de debilidad media y se asume la última puntuación (S) es inferior a 2, será un diseño de alta debilidad y requerirá una evaluación única, realizada por un ingeniero de diseño especializado.

Además, si por tipo de razones desconocidas, el tipo de diseño no se puede resolver y la admisión a la estructura es inconcebible, el evaluador debe deshacerse de esos marcos primarios que son incomprensibles para la construcción bajo examen y calificar el potencial dando alternativas. El producto final (S) que se considera será el que tenga el valor mínimo, y se estampará el nivel de debilidad de la construcción.

Esta último campo o espacio del formato visual rápido, es para registrar las percepciones que el evaluador desea hacer en cuanto al desarrollo, uso, condición; donde presenta la estructura o cualquier detalle significativo que se considere para hacer referencia.

El sistema de evaluación visual rápida, presentado en este apartado de la investigación, es una exploración fundamental de las numerosas etapas que puede tomar el reconocimiento de estructuras indefensas frente a un movimiento sísmico. La

figura 43 muestra el espacio del formato visual rápido, donde se completa información sobre la vulnerabilidad y las observaciones de la estructura.

PUNTAJE FINAL, S																				
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:																				

Figura 43: Vulnerabilidad y Observaciones de la estructura
Fuente: (GUIA-5-NEC, 2016)

En el Anexo 2: Evaluaciones visuales de las estructuras, se puede apreciar los resultados de la aplicación del formato a cada una de las viviendas sujetas al estudio.

3.4. ENSAYO ESCLEROMÉTRICO

Con ayuda del martillo esclerométrico se determinó diferentes tipos de propiedades del hormigón, el ensayo es no destructivo y de una forma rápida para el usuario que lo va a manipular; este proceso se debe realizar únicamente en la zona de prueba.

Inicialmente inventado para evaluar la resistencia a la compresión sencilla del hormigón, el martillo Schmidt se ha cambiado ventajosamente para dar lugar a algunos modelos, los cuales son apropiados para evaluar la resistencia a la compresión básica de la roca (SCR). Su utilización es incesante dada la manejabilidad del gadget, y se puede aplicar sobre roca de red y sobre discontinuidades (obstrucción de los labios) (Lozano, 2012).

La prueba consiste en estimar la oposición de rebote del exterior de la piedra ensayada. La estimación del rebote se relaciona con la resistencia básica a la compresión, a través de un gráfico de Miller (1965) que piensa en el grosor de la piedra y la dirección del mazo con respecto al plano ensayado (PROCEQ-S.A., 2017). La figura 44 ilustra las partes del martillo esclerométrico.

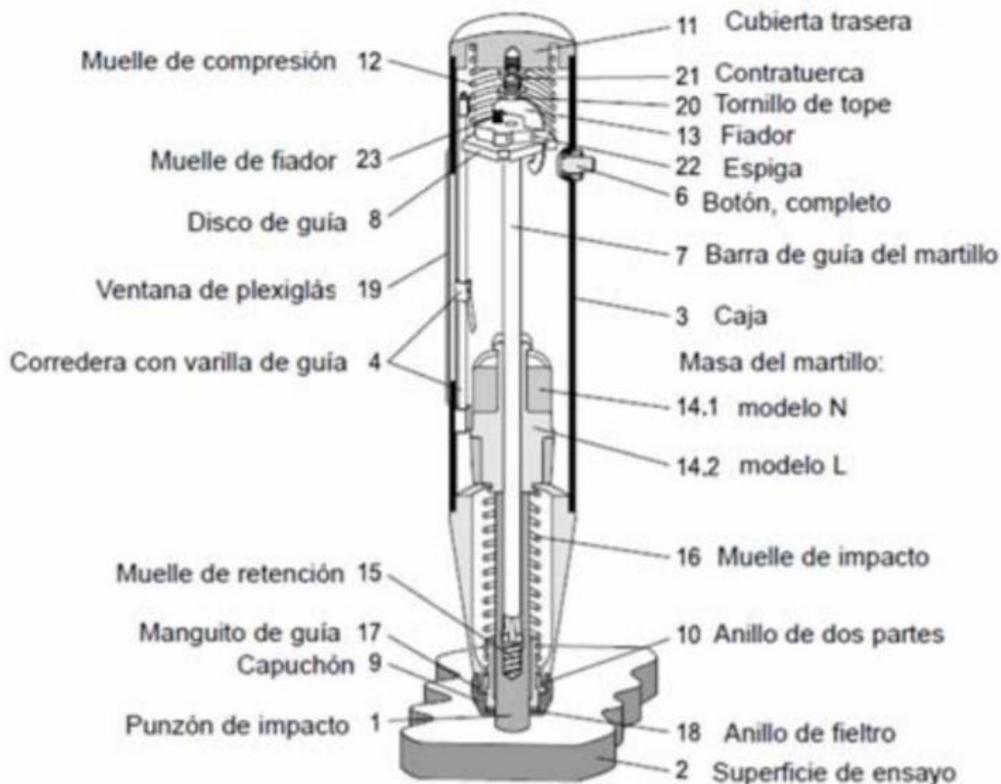


Figura 44: Partes del esclerómetro
Fuente: (PROCEQ-S.A., 2017)

3.4.1. MEDICIÓN

El dispositivo calcula el valor de rebote R; existe una conexión particular entre este valor y la dureza al material de hormigón. Las variables que lo acompañan deben tenerse en cuenta al decidir los valores de rebote:

- Dirección impacto, uniformemente en dirección ascendente hacia arriba o hacia abajo.
- La edad de lo sustancial.
- El tamaño y el estado de la prueba.
- Los modelos N y NR pueden utilizarse para la ejecución de pruebas en:
 - Componentes de hormigón con un espesor de 100 mm o más.
 - Hormigón con mayor tamaño de molécula ≤ 32 mm
- Los modelos L y LR pueden utilizarse para la ejecución de preliminares en:
 - Elementos de pequeñas medidas, por ejemplo: componentes de paredes no tan anchas, con un espesor de 50 a 100 mm.

- Si es necesario, se deben arreglar los elementos de prueba antes de la estimación para evitar que el material se doble.
- Elementos hechos de piedra falsificada, que son sensibles a los impactos.
- Lo ideal es realizar estimaciones sólo a temperaturas entre 10 °C y 50 °C.

3.4.2. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR EL ENSAYO

El esclerómetro sólo debe utilizarse en las superficies de los materiales que se van a probar. Debido a las pruebas in situ, el avance de la prueba se compone de una disposición de las regiones recogidas (Lozano, 2012), es así que:

- Se utiliza una piedra trituradora para alisar la superficie de prueba.
- Para la ejecución de la prueba, se realizan los avances acompañantes:
 - Coloque el mazo frente al exterior de la piedra ensayada.
 - Active el vástago de efecto o el punzón empujando el trineo hacia la superficie de prueba hasta que salte el pestillo.
 - Presione el pestillo para atornillar el eje del efecto después de cada efecto.
 - Luego, en ese punto verifique y observe la estima de rebote que muestra el puntero en la escala.

3.4.3. EVALUACIÓN DEL ESCLERÓMETRO

En primera instancia es necesario que tome el valor normal de 8 a 10 de rebote estimados. Trate de no incorporar cualidades que sean excesivamente altas o bajas (las cualidades más reducidas y elevadas) en su estimación del valor normal (Lozano, 2012). Además, decida la curva de transformación adecuada para la forma del cuerpo elegida.

Luego, utilizando la medición de valor 6, se da el rebote normal R_m y la curva de transformación elegida; examinando la resistencia a la compresión normal. Note la influencia del efecto. La resistencia a la compresión normal depende de la dispersión (de $\pm 4,5 \text{ N/mm}^2$ a $\pm 8 \text{ N/mm}^2$) (PROCEQ-S.A., 2017).

En esta línea, se considera la deficiencia de inflexibilidad del muelle del trineo a largo plazo. Es así que, utilizando el trineo Schmidt, o esclerómetro; la resistencia a la compresión directa de la piedra se puede evaluar de esta manera a partir de la

obstrucción de rebote de la superficie de la piedra ensayada. Como se mencionó anteriormente, esta superficie debe ser lisa y limpia, sin indicios de ajuste o grietas. Esta proporción de rebote se asocia con la obstrucción utilizando el diagrama de Miller, que considera el grosor de la piedra y la dirección del trineo como para el plano de piedra ensayado (PROCEQ-S.A., 2017). La figura 45 ilustra la curva de correlación del martillo Schmidt.

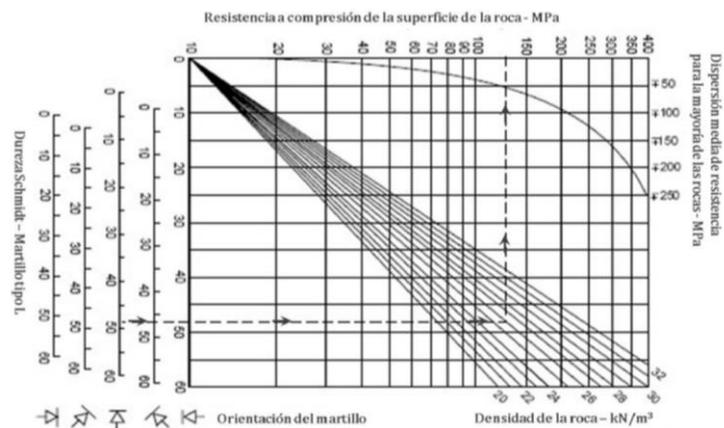


Figura 45: Curva de correlación martillo Schmidt
Fuente: (Lozano, 2012)

En la figura 46 se ilustra el equipo esclerómetro utilizado para el estudio de campo en las viviendas del barrio San Silvestre.



Figura 46: Esclerómetro utilizado en el estudio
Fuente: Elaboración propia

La figura 47 muestra la cuadrícula de práctica y el uso del esclerómetro en la vivienda de análisis, donde se evaluó la vulnerabilidad sísmica de la estructura.



*Figura 47: Cuadrícula y uso del esclerómetro
Fuente: Elaboración propia*

Para el uso eficiente del esclerómetro es necesario valorar las variables que influyen en la tasa de rebote al leer detenidamente, los resultados del equipo:

- El tipo de hormigón.
- Sustancia, tipo y tamaño más extremo del material.
- Superficie y estado de la zona a ensayar.
- Postura del artefacto.
- Carbonatación superficial del cemento.
- Varias capas de cemento.
- Condiciones de humedad a nivel superficial.
- Capacidad del ensayador.

En complemento, se deben tomar en cuenta que se realice bien el trabajo con el esclerómetro, sin evadir las siguientes acciones:

Posición del equipo: Es seguro que, dependiendo de la masa, la tasa de rebote deliberada se verá influenciada por la ubicación del dispositivo, independientemente de si es uniforme (0°), inclinado hacia arriba (90°) o inclinado hacia abajo (-90°). Dado que el segmento de gravedad actuará a favor o no sobre el rebote de dicha

masa. En el esclerómetro normalmente se envía un esquema de flexión que muestra los puntos y sus valores individuales de oposición para cada uno de estos cojinetes (PROCEQ-S.A., 2017).

Carbonatación superficial del cemento: Normalmente esta carbonatación ocurre en cementos que tienen una antigüedad, esto influye en la obstrucción de su superficie, pero no en la oposición mecánica del ejemplo a ensayar.

Varias capas de cemento: Si hay al menos dos capas de hormigón, se produce una intermitencia en la superficie de contacto que influye en la punta del esclerómetro, resultando más grande si las capas presentan cualidades totalmente diferentes, se debe quitar una capa de mortero para realizar la prueba (Lozano, 2012).

Condición de humedad: La presencia de agua en el exterior del ejemplo sustancial, fomenta un impacto amortiguador sobre el efecto aplicado por la masa. Mostrándonos que en superficies mojadas hay una disminución de impactos antes que en superficies secas.

Experiencia del operador: Se ha demostrado que la destreza del operador en este momento en que el factor de presión, se aplica sobre el resorte de manera suave y constante mantiene una distancia estratégica de las motivaciones, por lo que esta interacción también afecta el valor del registro del esclerómetro (Lozano, 2012).

En la misma línea del uso del esclerómetro, para colocar un guía en la columna se debe realizar una cuadrícula en una hoja de dimensiones 2.5 cm en cada cuadrícula, para mayor facilidad se puede pegar o adherir a la columna o elemento a ensayar, seleccionando los puntos donde se va a dar el rebote. La figura 48 muestra el diseño de la cuadrícula para aplicar la prueba con el esclerómetro.



Figura 48: Cuadrícula para la prueba esclerométrico
Fuente: Elaboración propia

Para poder obtener la corrección por edad, se debe tomar 10 lecturas con el martillo esclerómetro, depende de la posición si esta es a 90° , -90° o 0° ; esto quiere decir que depende, si se toma los datos de la columna o de las vigas (PROCEQ-S.A., 2017). La figura 49 ilustra el esquema de posicionamiento del esclerómetro.

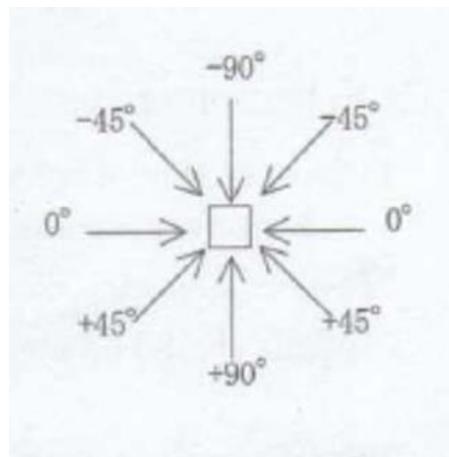


Figura 49: Posición del esclerómetro
Fuente: Elaboración propia

Cuando se obtienen los diez valores con el martillo esclerométrico, se determina el promedio de estos y la diferencia que se tiene con el valor original y se procede a calcular los valores de todos los elementos que se hayan obtenido (PROCEQ-S.A., 2017). La figura 50 muestra el promedio de lecturas, de los datos obtenidos.

Número de mediciones en área de prueba	Elemento		
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia
1	26	28,5	=+C7-5D\$7
2	27		-1,5
3	28		-0,5
4	29		0,5
5	30		1,5
6	31		2,5
7	28		-0,5
8	29		0,5
9	29		0,5
10	28		-0,5

Figura 50: Promedio de lecturas
Fuente: Elaboración propia

Para analizar y obtener el valor de la gráfica, se debe tomar en cuenta el promedio de los 10 rebotes obtenidos y así poder obtener el valor en PSI, dependiendo de las unidades que se determina en el martillo; se verifica en qué posición se encuentra si este es de tipo A, B o C, se puede lanzar una línea sobre el diagrama hasta la línea correspondiente y determinar el $f'c$ (PROCEQ-S.A., 2017). La figura 51 ilustra la curva para determinación del valor del $f'c$.

E. Malla	Inclinación	$f'c$ (PSI de la gráfica 2)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ (Japón)(kg/cm ²)
Esp. Libre mediciones 25 mm.	0 grado Gráfica tipo A	2700	189,8289	186,37

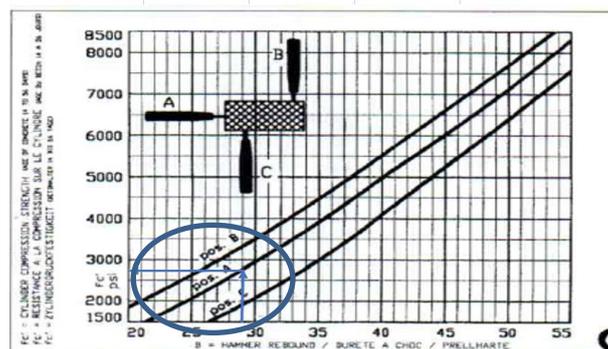


Figura 51: Valor del $f'c$
Fuente: Elaboración propia

Para determinar la fuerza en la norma Japón se procede mediante la expresión de la ecuación (23). La figura 52 muestra el valor resultado del $f'c$ de corrección.

$$f'c = 0.098 * (-184 + 13R) * \alpha_n \quad (\text{Ec. 23})$$

CÁLCULO			
f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm2)	f'c(Japón)(kg/cm2)	Grado de aceptación
2700	189,8289	186,37	ok

Figura 52: Valor del f'c de corrección
Fuente: Elaboración propia

Para determinar el ítem del factor de edad, se lo reconoce mediante la figura 53, donde se puede verificar el tiempo de la construcción y tomar una decisión de qué factor se debe considerar durante el rango de edad (PROCEQ-S.A., 2017).

Quotation from DIN 4240											
Ages (days)	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
α_n	1.55	1.12	1.00	0.87	0.78	0.74	0.72	0.70	0.67	0.65	0.63

$\alpha_n =$ correcting factor of ages

$F_c (N/mm^2) = F \times \alpha_n$

Figura 53: Tabla de edad
Fuente: DIM 4240

La corrección de edad se considera el valor del f'c en kg/cm2, multiplicando por la edad; esto genera los resultados de la fuerza corregida que se obtiene de cada elemento analizado, como se ilustra en la figura 54.

CÁLCULO						
f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm2)	f'c(Japón)(kg/cm2)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	α_n	Corrección por edad Fc (kg/cm2)
2700	189,8289	186,37	ok	3000	0,63	$=+M 7 * J7$

Figura 54: Valor de la corrección final
Fuente: Elaboración propia

Para poder determinar la corrección de edad por la fuerza, se pueden analizar las curvas de la figura 55, figura 56 y figura 57; cada una depende del tipo de esclerómetro y también por las características que tengan. Se debe considerar que cada una

consigue valores similares, pero no iguales; se puede ocupar cualquiera de las tres dependiendo el caso. La tabla 30 muestra los resultados en forma general.

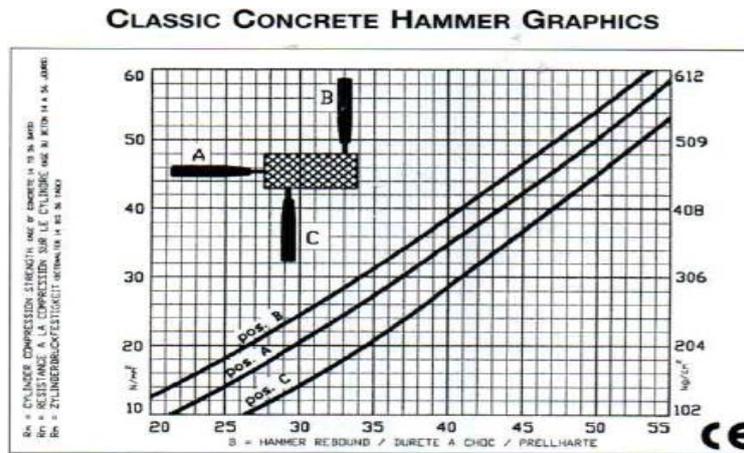


Figura 55: Curva de concreto edad vs fuerza, valoración 1
Fuente: (PROCEQ-S.A., 2017)

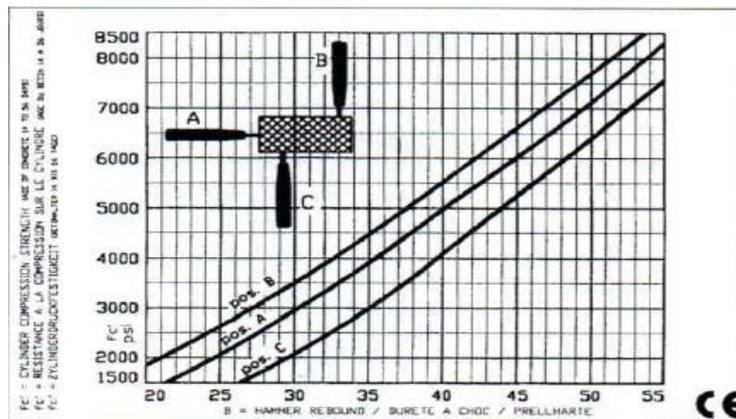


Figura 56: Curva que concreto edad vs fuerza, valoración 2
Fuente: (PROCEQ-S.A., 2017)

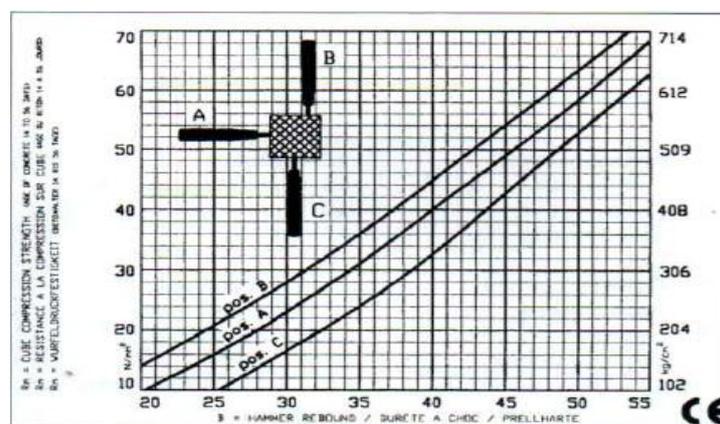


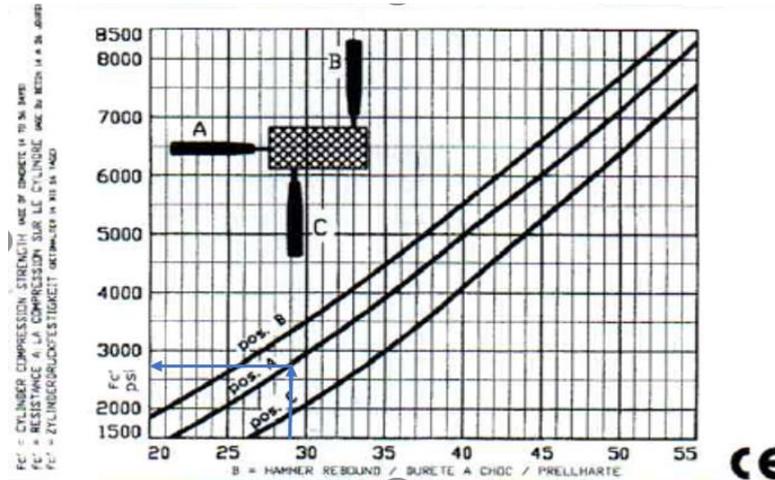
Figura 57: Curva que concreto edad vs fuerza, valoración 3
Fuente: (PROCEQ-S.A., 2017)

Tabla 30: Primera planta columnas

COLUMNA LATERAL IZQUIERDA

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad Fc (kg/cm ²)
1	26	28,5	-2,5	Esp. Libres mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	2700	189,8289	186,37	ok	3000	0,63	117,42
2	27											
3	28											
4	29											
5	30											
6	31											
7	28											
8	29											
9	29											
10	28											

Curvas de conversión:



Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ-S.A., 2017)

3.4.4. RESULTADOS ESCLEROMÉTRICOS EN CADA PISO

Primer piso columnas

Para el proceso de corrección en la comparación de los tres tipos de columnas se analiza la diferencia de cada uno analizando los valores obtenidos y verificando la gráfica que no tienen una diferencia tan grande de resistencia. La tabla 31 muestra los valores de las columnas y la figura 58 muestra los valores de corrección de las columnas del primer piso.

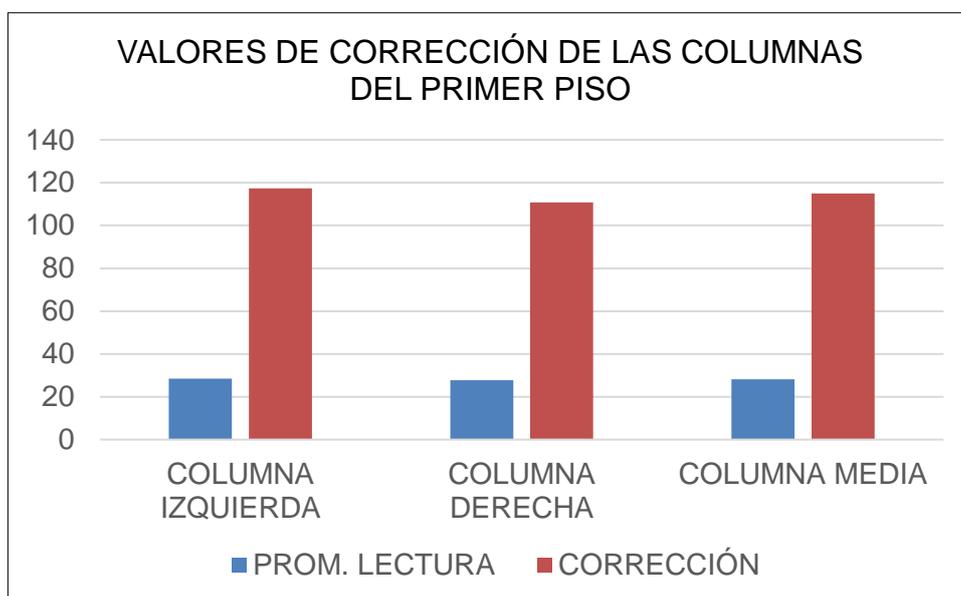


Figura 58: Tabulación de las Columnas primer piso
Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Valores de las columnas

PRIMER PISO COLUMNAS		
COLUMNAS	PROM. LECTURA	CORRECCIÓN
COLUMNA IZQUIERDA	28,5	117,42 kg/cm ²
COLUMNA DERECHA	27,7	110,87 kg/cm ²
COLUMNA MEDIA	28,2	114,96 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Primer piso vigas

En este proceso comparativo de las vigas, se tomaron referencia diferentes lugares, dando como resultado un valor de correlación similar porque los valores obtenidos en los diferentes elementos varían por mínimas cantidades. La tabla 32 muestra los

valores de las vigas y la figura 59 ilustra los valores de corrección de las vigas del primer piso.

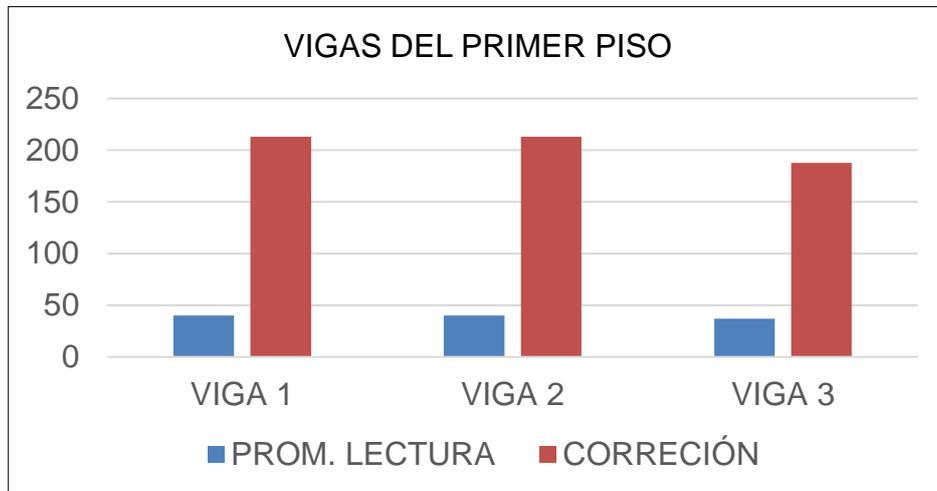


Figura 59: Tabulación de las vigas
Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Vigas

PRIMER PISO VIGAS		
VIGAS	PROM. LECTURA	CORRECCIÓN
VIGA 1	40,2	213,17 kg/cm ²
VIGA 2	40,2	213,17 kg/cm ²
VIGA 3	37,1	187,80 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia

Segundo piso columnas

La tabla 33 muestra los valores de las columnas del segundo piso, mientras que la figura 60 ilustra los datos promedio tanto para la columna derecha como izquierda.

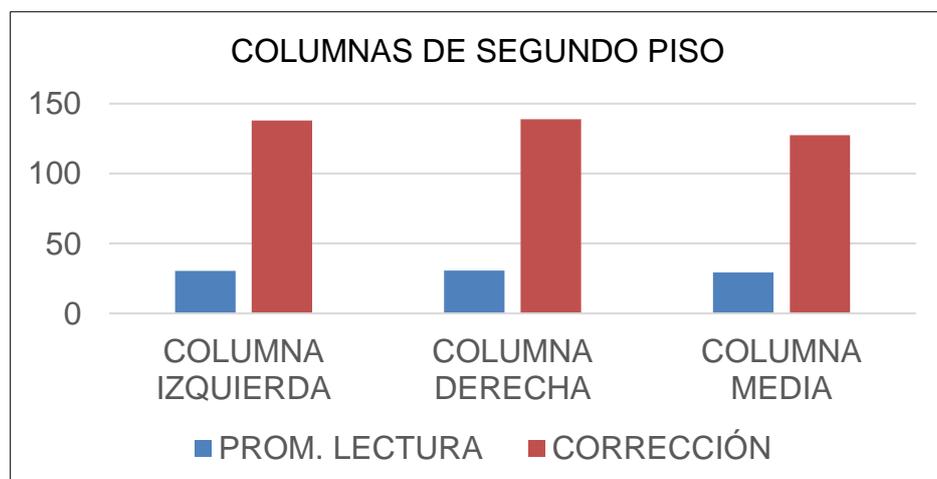


Figura 60: Columnas segundo piso
Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Columnas del segundo piso

SEGUNDO PISO COLUMNAS		
COLUMNAS	PROM. LECTURA	CORRECCIÓN
COLUMNA IZQUIERDA	30,5	138,03
COLUMNA DERECHA	30,6	138,88
COLUMNA MEDIA	29,25	127,48

Fuente: Elaboración propia

Segundo piso vigas

La tabla 34 muestra los valores de las vigas del segundo piso, mientras que la figura 61 ilustra los datos promedio de las vigas en el mismo piso.

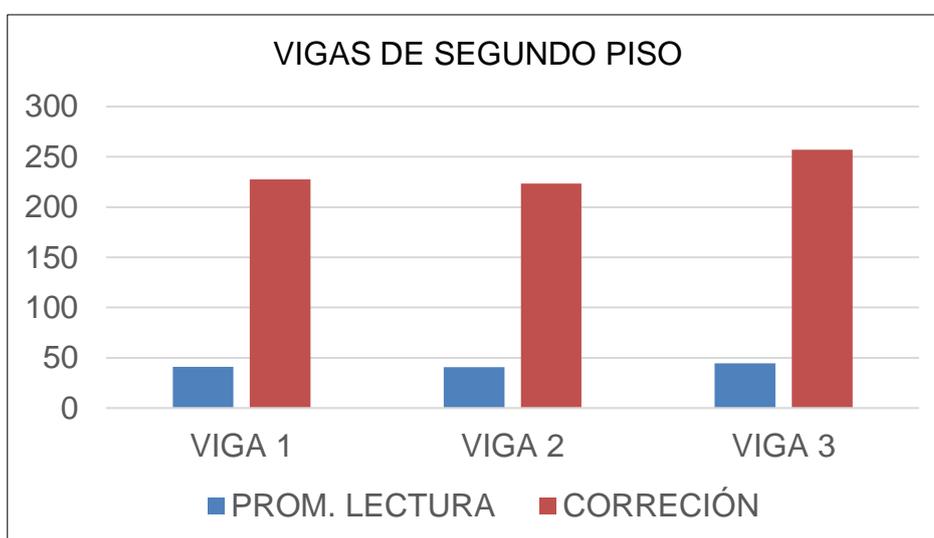


Figura 61: Vigas segundo piso

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Vigas del segundo piso

SEGUNDO PISO VIGAS		
VIGAS	PROM. LECTURA	CORRECCIÓN
VIGA 1	41,1	227,54
VIGA 2	40,6	223,32
VIGA 3	44,6	257,10

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

MODELAMIENTO Y COLOCACIÓN DE CARGAS DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL UTILIZANDO EL PROGRAMA SAP 2000

4.1. CARGAS PARA CALCULAR EN EL MODELO

En este capítulo se realizará el análisis de las cargas que se tomarán a consideración en la estructura, donde se verificó de forma visual las diferentes características de la vivienda, las cargas están estimadas en marco de la (NEC-SE-DS, 2015), estas son:

4.1.1. Combinación de cargas

Para la combinación de cargas, es necesario reconocer la simbología y definición de los diferentes parámetros:

- W Carga de viento
- Lr Sobrecarga (carga viva)
- D Carga muerta
- E Carga de sismo
- S Carga de granizo
- L Carga viva

En cada una de las estructuras se deberá tomar en cuenta todas las combinaciones de carga, según se vaya detallando o analizando con una simbología adecuada para que este no genere confusión al momento de modelar o diseñar en el programa SAP2000.

La respectiva combinación de cargas procedentes para el programa SAP 2000, son:

1.4D

1.2D + 1.6L

1.2 D + 1.0 E + L

4.1.2. ANÁLISIS POR MEDIO DEL PROCESO ESTÁTICO LINEAL

Análisis de las cargas:

Para determinar las cargas se consideran de forma general, las combinaciones que se adecuen para el uso de la vivienda tipo utilizada en la investigación. A continuación la tabla 35 muestra los resultados de carga viva y carga muerta en el primer piso.

Piso 1:

Tabla 35: Carga viva y carga muerta piso 1

DETERMINACIÓN DE CARGA MUERTA DE LA LOSA		
NERVIO	129,6	KG/M2
LOSETA EN COMPRESIÓN	120	KG/M2
ALIVIAMIENTO	80	KG/M2
PESO PROPIO	329,6	KG/M2
CARGA PERMANENTE		
ENLUCIDO Y MASILLADO	92	KG/M2
RECUBRIMIENTO PISO	70	KG/M2
PESO MAMPOSTERÍA	250	KG/M2
CARGA PERMANENTE	412	KG/M2
CARGA VIVA	204	KG/M2

Fuente: Elaboración propia

Peso de la losa + Carga permanente + Carga viva = 945.6 kg/m²

Área total = 111.32m²

Peso piso 1= Área * peso = 111.32 * 945.6 =105264.192 kg = 105.264 T

La tabla 36 muestra los resultados de carga viva y carga muerta en el segundo piso.

Piso 2:

Tabla 36: Carga viva y carga muerta piso 2

DETERMINACIÓN DE CARGA MUERTA DE LA LOSA		
NERVIO	129,6	KG/M2
LOSETA EN COMPRESIÓN	120	KG/M2
ALIVIAMIENTO	80	KG/M2
PESO PROPIO	329,6	KG/M2
CARGA PERMANENTE		
ENLUCIDO Y MASILLADO	30	KG/M2
RECUBRIMIENTO PISO	20	KG/M2
PESO MAMPOSTERÍA	30	KG/M2
CARGA PERMANENTE	80	KG/M2
CARGA VIVA	70	KG/M2

Fuente: Elaboración propia

Peso de la losa + Carga permanente + Carga viva = 479.6 kg/m²

Área total = 111.32m²

Peso piso 2 = Área * peso = 111.32 * 479.6 = 53408.256 kg = 53.408 T

Suma de peso piso 1 + Peso piso 2 = 105.264 T + 53.408 T = 158.672 T = W

SOBRECARGA PRIMER PISO	412	kg/m ²
LOSAS INACCESIBLES CV	70	kg/m ²
SOBRECARGA SEGUNDO PISO	80	kg/m ²

4.2. BOSQUEJO DEL PLANO DE LA VIVIENDA

La vivienda se encuentra ubicada en el barrio San Silvestre, del cantón de Latacunga en la Av. Miguel Iturralde; es una estructura de dos pisos, donde la primera planta se adecua un local comercial y la segunda para uso de vivienda, sus acabados se constituyen por un enlucido en la primera planta de ambos lados y el segundo piso se encuentra en proceso de construcción.

Para generar el bosquejo de la vivienda se utilizó el programa AutoCAD, al no contar con un plano arquitectónico de construcción se tomaron las mediciones correspondientes y se determinó la ubicación de cada viga y columna de manera manual. La figura 62 ilustra la estructura de la vivienda plana en planta.

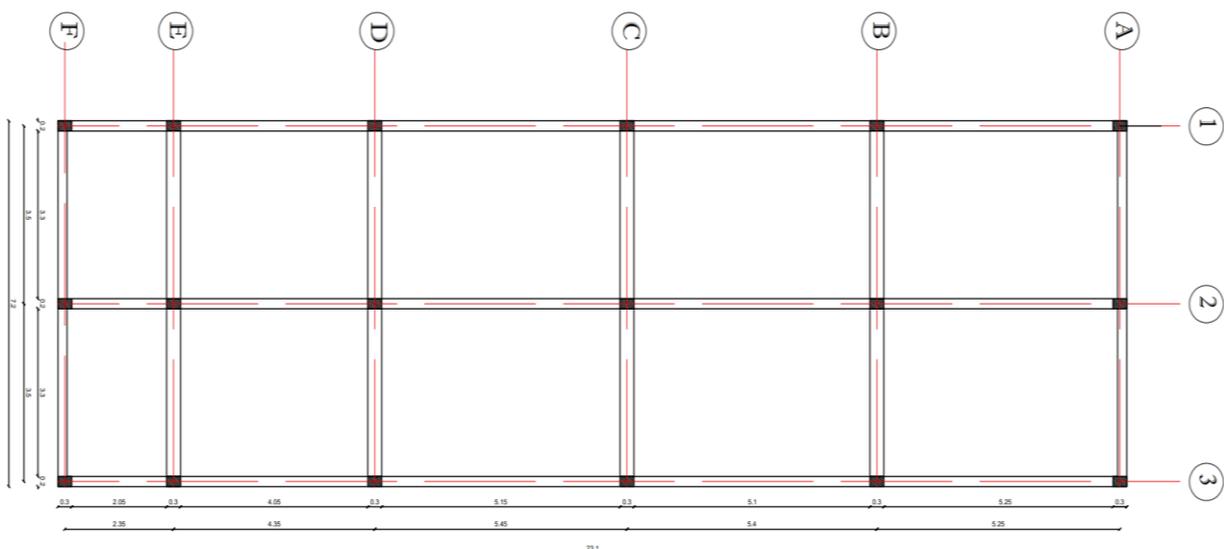


Figura 62: Vivienda en planta
Fuente: Elaboración propia

4.2.1. MODELAMIENTO ANALÍTICO NORMA NEC 2015

El modelamiento analítico según la Norma NEC-2015 se realizó con el método estático lineal. Para la realización y determinación de la zona sísmica, se verifica en la figura correspondiente a cada proceso las especificaciones y normas técnicas NEC 2015.

En el caso de la ubicación de la zona sísmica de la ciudad de Latacunga, se toma el valor según la zonificación que corresponde el valor de $z=0.40$; que denota una zona sísmica V y peligro sísmico alto (NEC-SE-DS, 2015).

Con los valores de la zona sísmica y el tipo de suelo que en esta investigación se considera Tipo D, se determinan los factores de amplificación de periodo corto (F_a) (NEC-SE-DS, 2015).

Para encontrar el valor de la amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta (F_d), se ubica el coeficiente con el factor sísmico y el tipo de perfil de subsuelo.

En el caso del comportamiento lineal del suelo (F_s); se consideran los valores correspondientes del factor Z y el tipo de subsuelo para determinar su coeficiente. En la tabla 37 se muestran los valores de los respectivos factores de amplificación de periodo corto, amplificación de las ordenadas del espectro elástico y el comportamiento lineal del suelo.

Tabla 37: Valores factores de amplificación y comportamiento

Factor	Valor
fa	1,20
fd	1,19
fs	1,28

Fuente: Elaboración propia

Los factores de respuesta elásticos, cuyos coeficientes dependen de la ubicación geográfica (r) y se utiliza para todos los tipos de suelo con excepción del tipo E, para este caso se considera el valor de $r=1$, como se describe en la norma NEC 2015.

En el mismo sentido, la determinación de la relación de amplificación espectral (η), que depende de la región en la que se encuentra ubicada geográficamente en el Ecuador. Para este caso se utiliza en la región Sierra con un valor de $\eta=2.48$.

Además, para determinar el valor del periodo límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones (T_c), se lo realiza mediante la expresión que se detalla a continuación en la ecuación (24):

$$T_c = 0.55 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (\text{Ec. 24})$$

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

$$T_c = 0.698$$

En el diseño dinámico para tener como resultados los diferentes modos de vibración, se debe considerar los factores menores (T_0), para evaluar y determinar el espectro de respuesta (S_a). En este cálculo, se utilizó la ecuación (25).

$$T_0 = 0.10 F_s \frac{F_d}{F_a} \quad (\text{Ec. 25})$$

$$T_0 = 0.10 * \frac{1.19}{1.20}$$

$$T_0 = 0.1269$$

De esta manera, para determinar el periodo (T_a) de este modelo mediante la ecuación (26) se utiliza el coeficiente que depende del tipo de edificio (C_t) y la altura máxima total (h_n^α), estos coeficientes se determinan basándose en la NEC 2015.

$$T_a = C_t h_n^\alpha \quad (\text{Ec. 26})$$

$$T_a = 0.055 * 4.60^{0.9}$$

$$T_a = 0.217$$

A su vez, para determinar el valor de espectro de respuesta elástico (S_a), se verifica las condiciones de las ecuaciones (24) y (25) según corresponda al caso para el análisis de esta metodología se utilizó $S_a=1.1904$ Por su parte, el factor de importancia, donde considera el tipo de afectación y el tipo de uso al que se destinó, para lo cual se encontrará aplicado en el diseño, para este caso el coeficiente de importancia (I)=1.

De la misma manera, para los valores $\varphi_p = 1$ y $\varphi_e = 1$, son coeficientes de configuración estructural; en este caso no existen irregularidades tanto en planta como en altura (NEC-SE-DS, 2015).

En el sistema estructural de respuesta (R) aplicado en la vivienda, considera un valor de R=3 para el método estático lineal y para él no lineal con un R=1. Consecuentemente se calcula el valor de la carga sísmica reactiva total W, donde se suman la carga muerta, más la carga viva; según la ocupación de cada uno, generando así un valor de W=D.

Para determinar el coeficiente basal (V) se analizará mediante la ecuación (27), obteniendo un valor de V=0.3968.

$$V = \frac{IS_a}{R\phi_P\phi_E} W \quad (\text{Ec. 27})$$

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

$$V = 0.3968 * W$$

La demostración del valor K, se considera el tipo de condición que encaja dentro del valor, para este caso k=1 (NEC-SE-DS, 2015). Finalmente, se debe determinar el valor del espectro que se calculó de forma analítica, como se muestra en la figura 63.

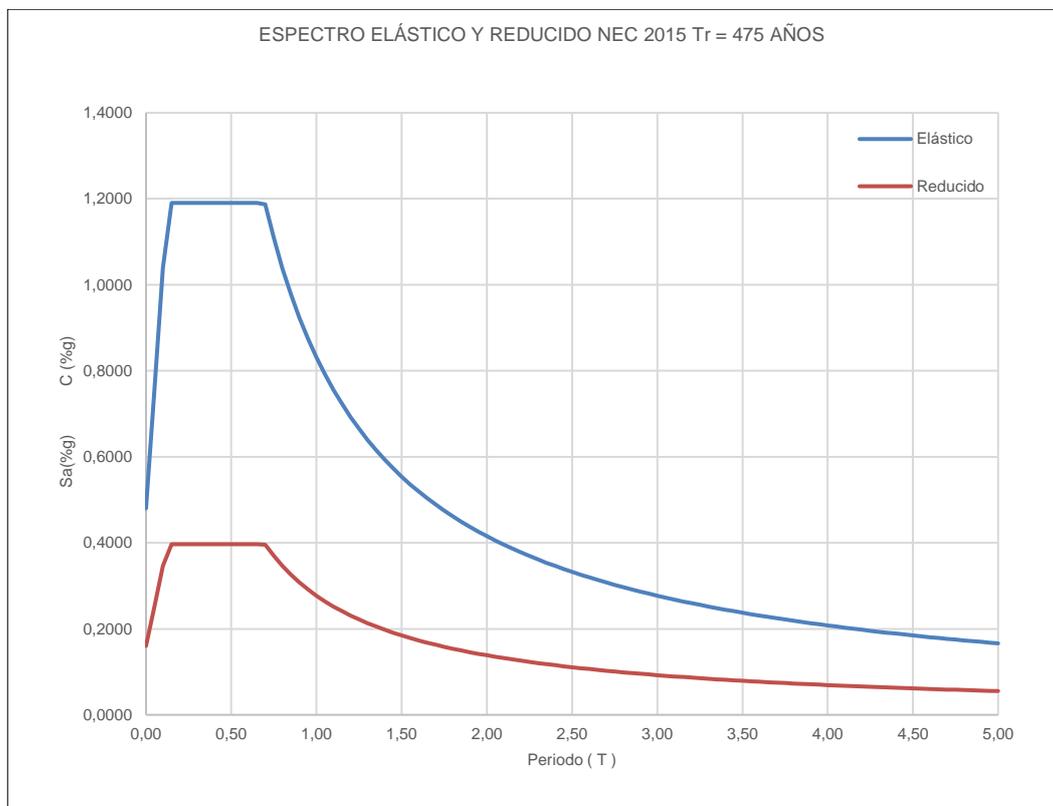


Figura 63: Espectro elástico de la estructura
Fuente: Elaboración propia

4.3. MÉTODO ESTÁTICO LINEAL MODELADO EN SAP2000

4.3.1. COLOCACIÓN DE LOS EJES

Para el modelamiento en el programa SAP 2000 de la vivienda, se consideran las distancias entre ejes y entre piso, el material tanto de columnas como de vigas y sus dimensiones correspondientes. En la figura 64, se verifica cada valor ingresado del diseño de la estructura con respecto al plano, colocando las dimensiones x, y, yz por pórticos de acuerdo con las especificaciones del plano.

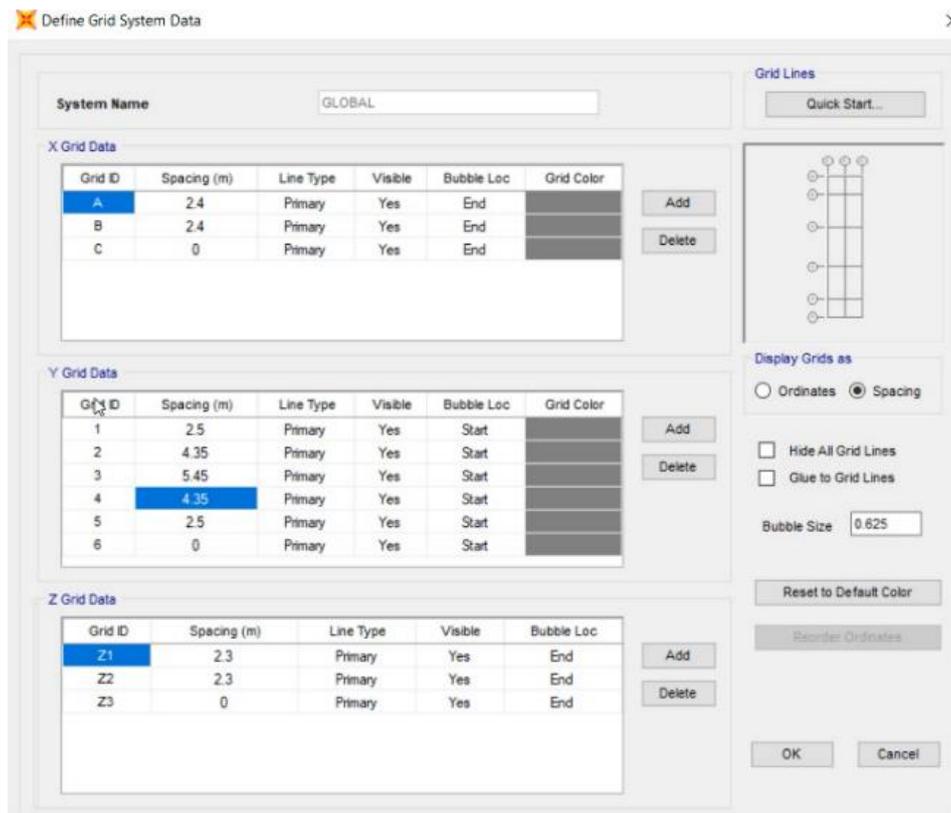


Figura 64: Dimensiones con respecto al plano
Fuente: Elaboración propia

4.3.2. DEFINICIÓN DE LOS MATERIALES

En la elaboración y colocación de las cargas, se selecciona en la barra de herramientas DEFINE, MATERIALS, ADD NEW MATERIALS para definir el tipo de material ya sea concreto o acero respectivamente; considerando la resistencia a compresión del hormigón ($f'c$) en unidades kg/cm^2 , que se determinó en el ensayo esclerómetro; al igual que la colocación para el acero con una resistencia $f_y=4200$ kg/cm^2 , como se ilustra en la figura 65.

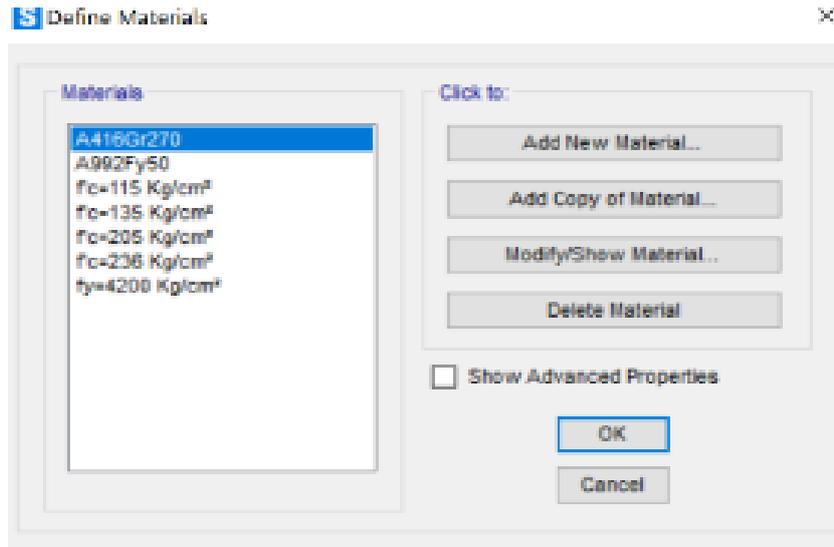


Figura 65: Colocación de la resistencia del hormigón y acero
Fuente: Elaboración propia

En la figura 66, se procede a colocar el valor del $f'c$ determinado por el ensayo esclerómetro y el módulo de elasticidad del hormigón a utilizarse en la estructura $Eh = 12400\sqrt{f'c}$, donde (Cabrera, 2014) determina este coeficiente de resistencia en base del tipo de carga y elemento.

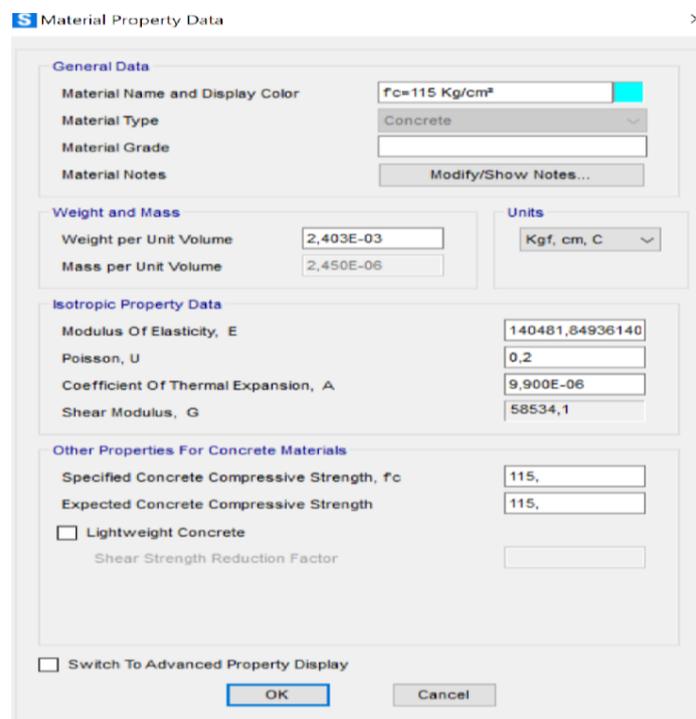
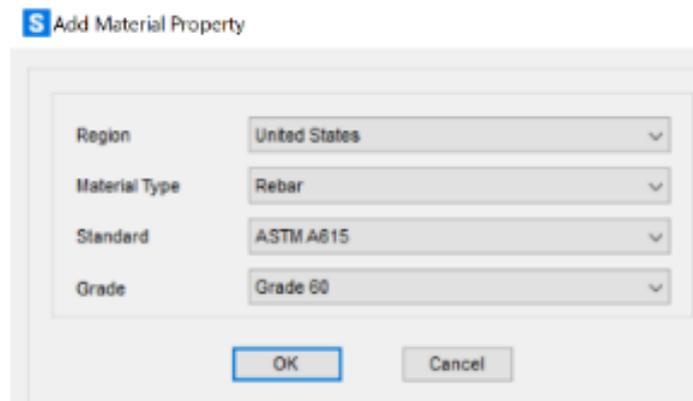


Figura 66: Propiedades de los $f'c$ y módulo de elasticidad
Fuente: Elaboración propia

En el mismo proceso de modelado, para adherir las propiedades a los elementos de la estructura se procede a colocar según el tipo de material que se va a analizar; para

esta investigación se considera la opción REBAR en el caso del acero ASTM A615 en el grado 60 para toda la estructura, como se muestra en la figura 67.



The dialog box titled "Add Material Property" has the following settings:

Field	Value
Region	United States
Material Type	Rebar
Standard	ASTM A615
Grade	Grade 60

Figura 67: Colocación del acero
Fuente: Elaboración propia

Al igual, es importante colocar las propiedades correctas de los valores y unidades correspondientes, como se muestra en la figura 68.



The dialog box titled "Material Property Data" contains the following property values:

Section	Property	Value
General Data	Material Name and Display Color	fy=4200 Kg/cm ²
	Material Type	Rebar
	Material Grade	
	Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	Weight per Unit Volume	7.049E-03
	Mass per Unit Volume	0.004E-06
	Units	KgF, cm, C
Uniaxial Property Data	Modulus Of Elasticity, E	2000001.9
	Poisson, U	0.3
	Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
	Shear Modulus, G	
Other Properties For Rebar Materials	Minimum Yield Stress, Fy	4218.4178
	Minimum Tensile Stress, Fu	6327.6266
	Expected Yield Stress, Fye	4640.2595
	Expected Tensile Stress, Fue	6960.3693

Figura 68: Propiedades del acero
Fuente: Elaboración propia

4.3.3. DEFINICIÓN DE LAS SECCIONES

Para determinar las dimensiones de cada elemento de la estructura, se asigna la sección correspondiente, para esta vivienda se consideran columnas y vigas rectangulares o cuadradas dependiendo su dimensionamiento; al igual, se designa el material; que para este caso, es el concreto que se observa en la figura 69.

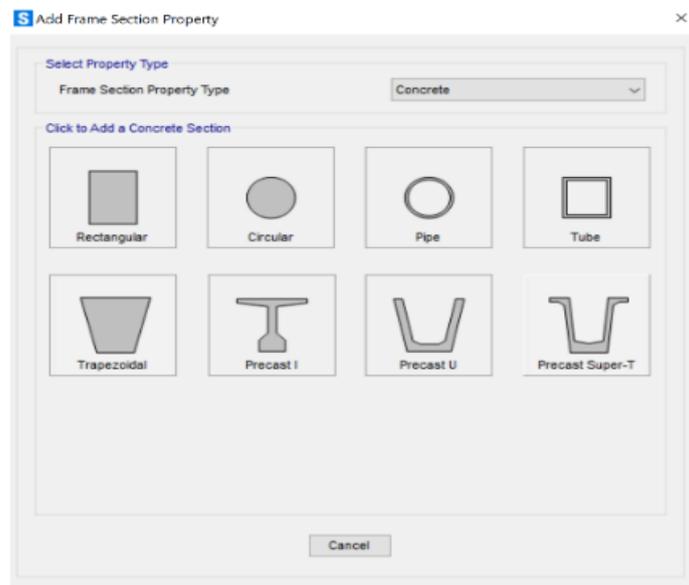


Figura 69: Realización de los diagramas
Fuente: Elaboración propia

Una vez establecidos el tipo de sección y el material, se procede a crear las diferentes secciones para asignar a cada elemento de la estructura según corresponda, con respecto a los ejes x e y, tanto para columnas como para vigas como se observa en la figura 70.

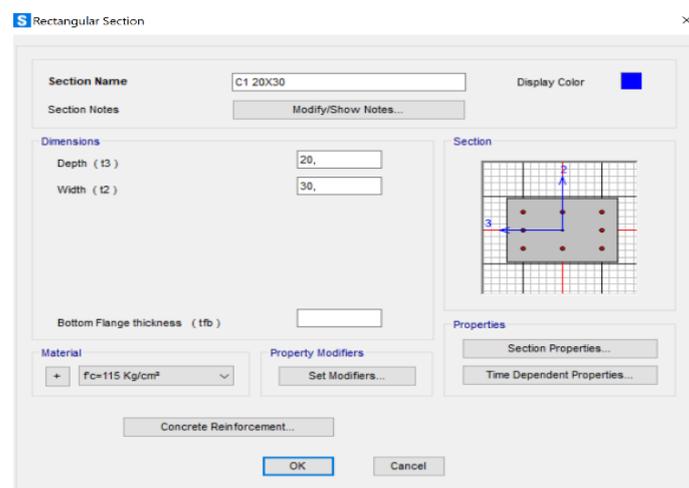


Figura 70: Creación de secciones de vigas y columnas
Fuente: Elaboración propia

A continuación; en la opción SET MODIFIERS se colocan los factores de rigidez donde la norma NEC 2015 establece un valor de inercia de 0.8 para columnas, en el análisis de toda la vivienda, como se observa en la figura 71.

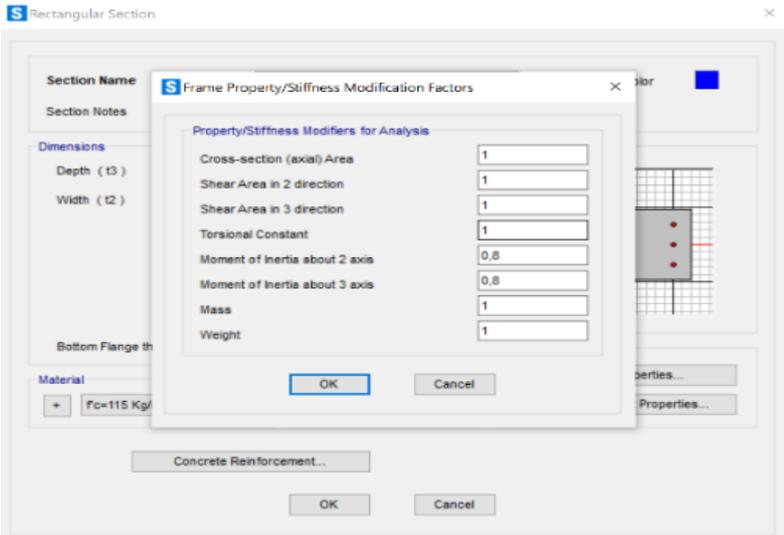


Figura 71: Factores de agrietamiento
Fuente: Elaboración propia

4.3.4. ACERO DE LA COLUMNA

En la figura 72 se muestra la configuración de propiedades del acero, estribos y recubrimientos.



Figura 72: Propiedades del acero, estribos y recubrimiento
Fuente: Elaboración propia

En la opción CONCRETE REINFORCEMENT, que refuerza el hormigón, se configura con la separación de acero y el tipo de estribos, el \emptyset del acero de cada elemento para la sección requerida, para el caso del recubrimiento, se considera 3cm y finalmente la separación de los estribos es de 10 cm. Se selecciona el tipo de varilla que se dispone en el software, correspondiente a catálogos que existen en el país, las descripciones que poseen la letra d al final del diámetro pertenecen a Ecuador.

En el caso de la viga se procederá a colocar el valor de 1 según la norma NEC 2015; además se asigna la carga correspondiente con los valores determinados como se muestra en la figura 73. Se debe analizar el valor de 1 cuando existen losas alivianadas para el caso de la vivienda tipo se considera la participación de los nervios.

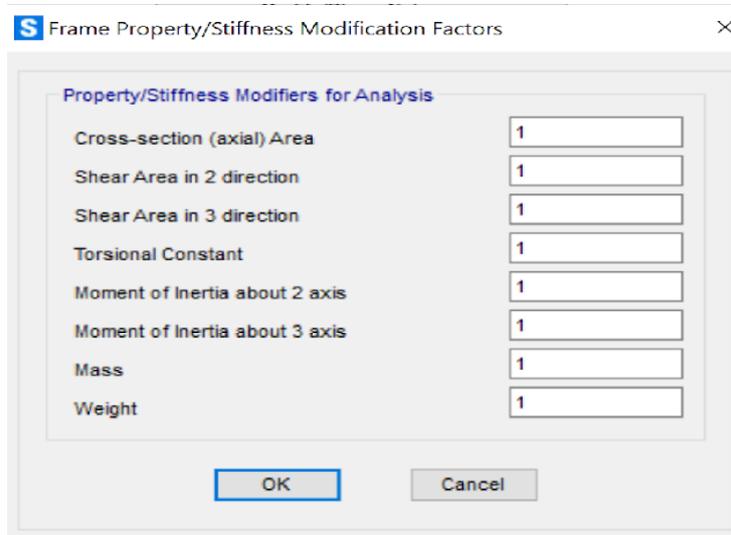


Figura 73: Factores de agrietamiento para la viga
Fuente: Elaboración propia

Para generar la estructura, se designa una sección de cada elemento con las propiedades del modelo de la vivienda, como se ilustra en la figura 74

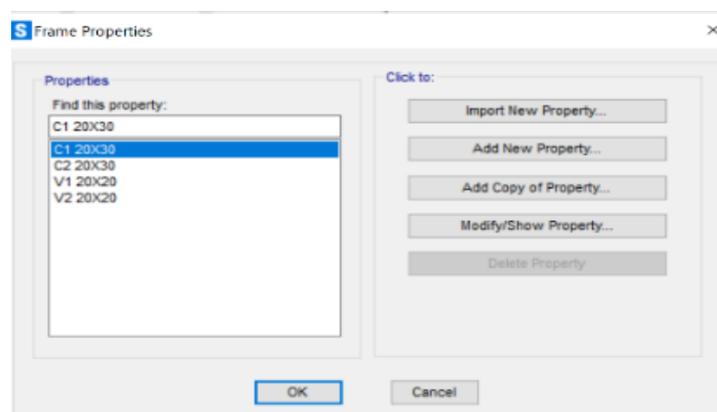


Figura 74: Colocación y asignación de los elementos
Fuente: Elaboración propia

4.3.5. DEFINICIÓN DE SECCIÓN DE LOSAS

La asignación del área de la losa, en la opción DEFINE se selecciona SECTION PROPERTIES y en AREA SECTIONS se elige SHELL; donde se interactúa para designar el nombre y dimensiones que corresponden para generar un nuevo elemento según la necesidad del modelo que se está adecuando, como muestra la figura 75.

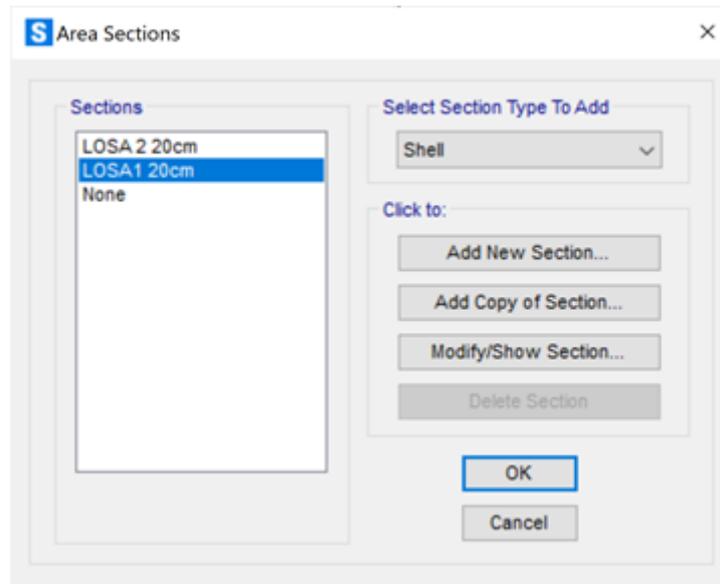


Figura 75: Injertación de los elementos de losa
Fuente: Elaboración propia

En el análisis de la figura 76, se puede seccionar en cada elemento las diferentes resistencias de hormigón encontradas por el ensayo esclerómetro, donde se categoriza con un color diferente. Para el caso de la losa se selecciona la opción membrana y se escoge la masa que actúa sobre ella, este proceso se realiza tanto para el primer y segundo piso de toda la estructura. Se colocan las fuerzas de cada losa, según corresponda y se escoge la opción de MEMBRANE.

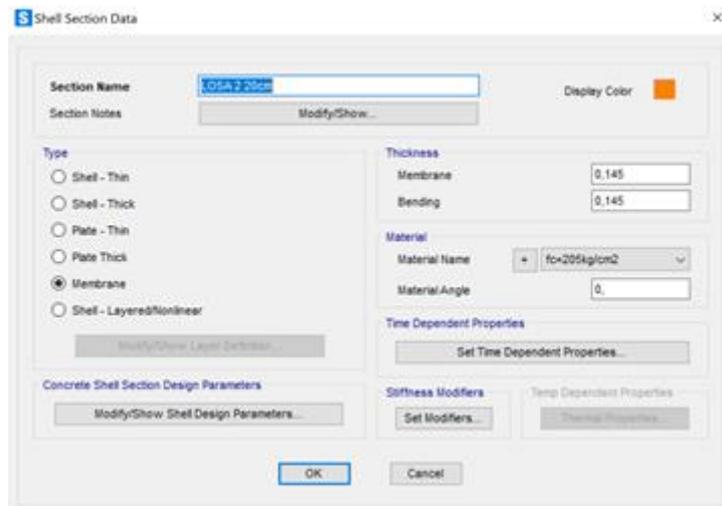


Figura 76: Determinación de las propiedades
Fuente: Elaboración propia

4.3.6. PATRONES DE CARGA

Para la colocación del patrón de cargas se selecciona la opción DEFINE, LOAD PATTERNS, donde se despliega una nueva pantalla para añadir los patrones de cada carga viva, muerta, sobrecarga y por sección, como se muestra en la figura 77.

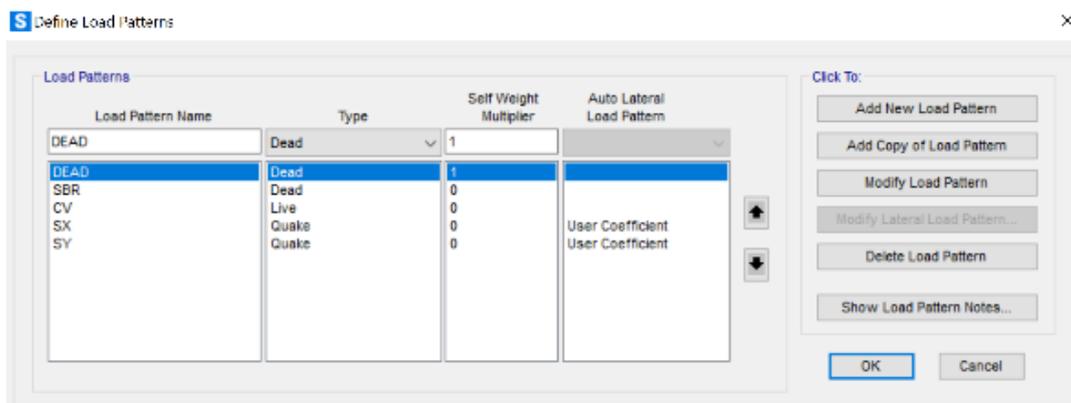


Figura 77: Patrones de carga
Fuente: Elaboración propia

Para dibujar las vigas y columnas, como se muestra en la figura 78 se procede a seleccionar la opción QUICK DRAW FRAME, que permite marcar todo el esquema y consecuentemente ir diseñando piso por piso; además se determina cuál se debe escoger, en qué piso se va a dibujar y los elementos a diseñar.

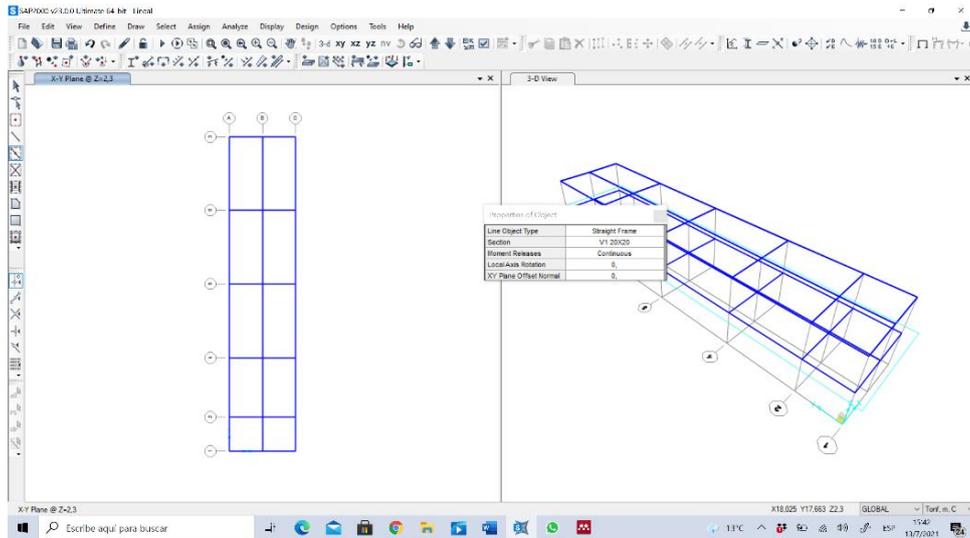


Figura 78: Dibujar vigas y columnas
Fuente: Elaboración propia

En la figura 79, se muestra la forma para dibujar la losa, se procede a seleccionar la opción de QUICK DRAW ÁREA y marcar la losa de la primera y segunda planta, para finalmente generar la estructura en el botón seleccionar el área dibujada.

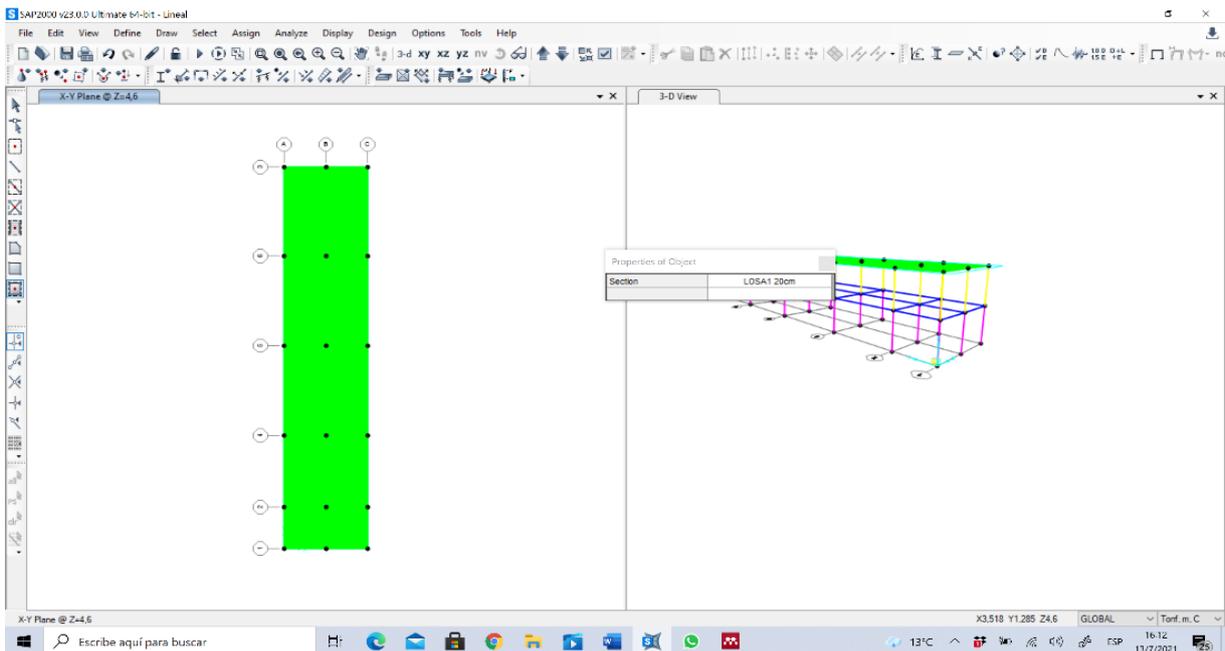


Figura 79: Dibujo de la losa 1 y losa 2
Fuente: Elaboración propia

4.3.7. ASIGNACIÓN DE CARGAS

Para la colocación de la carga en la opción ASSIGN, AREA LOADS, UNIFORM SHELL; en el primer piso se coloca la sobre carga consecuentemente para la carga

(SBR) = 412 kg/cm², carga viva de (CV) = 204 kg/cm²; para el segundo piso la sobrecarga (SBR) = 80 kg/cm², carga viva de (CV) = 70 kg/cm², como muestra la figura 80.

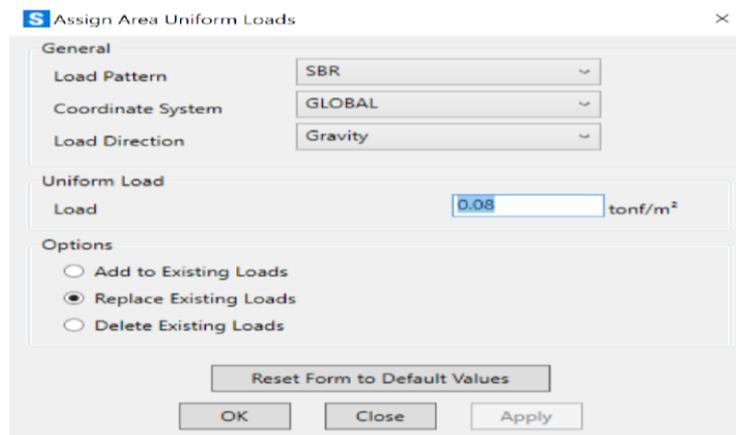


Figura 80: Colocación de las cargas
Fuente: Elaboración propia

4.3.8. ASIGNACIÓN DE RESTRICCIONES

En la colocación de las restricciones se selecciona la opción ASSIGN, JOINT, RESTRAINTS y se elige la representación gráfica para estructuras empotradas para generar en todas las columnas seleccionadas, como se ilustra en la figura 81.

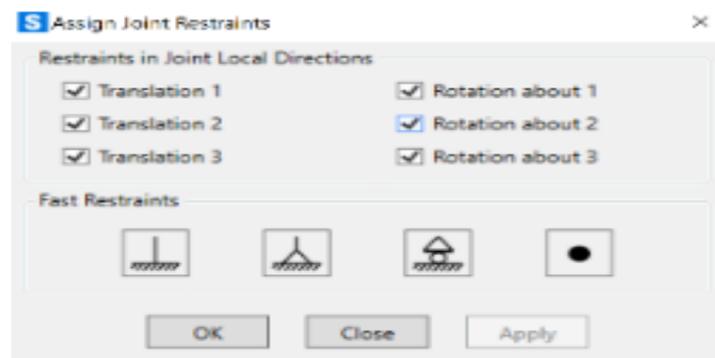


Figura 81: Asignación de restricción
Fuente: Elaboración propia

4.3.9. BRAZO RÍGIDO

Para la colocación del brazo o el desplazamiento de longitud final, se selecciona la opción de ASSIGN, FRAME Y END LENGTH OFFSETS; donde se genera una nueva ventana y se coloca el porcentaje del brazo, en este caso el valor es de 0.5.

Cuando se asumen nudos infinitamente rígidos el valor es de 1, pero de manera nominal se utilizará un valor del 0.5. Esto quiere decir que el nudo tiene una rigidez

del 50%. La conexión columna y viga en el programa, debe no considerarse en la totalidad del elemento tanto para viga o columna, ya que el nudo se sumaría dos veces y solo se debe tomar el valor una sola vez para cualquier elemento, figura 82.

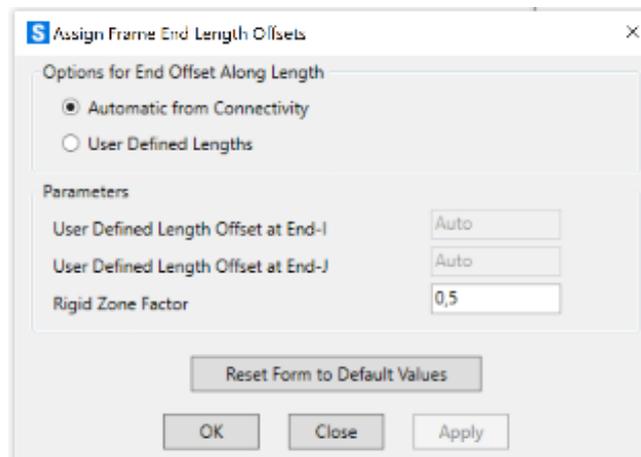


Figura 82: Asignación del brazo rígido
Fuente: Elaboración propia

4.3.10. ASIGNACIÓN DE DIAFRAGMAS

Para colocar las limitaciones de la losa, se escoge el piso más alto de la vivienda para este caso el piso 2; se selecciona la opción ASSIGN, JOINT Y CONSTRAINTS, se desplegará una pantalla donde se generará el tipo de limitación en este caso DIAPHRAGM, posteriormente se añadirá dos elementos D1 y D2, figura 83. Además, la colocación de diafragma rígido significa la unificación de todo el elemento de la losa, esta no va a asumir un grado, si no va a asumir tres grados de libertad, figura 84.

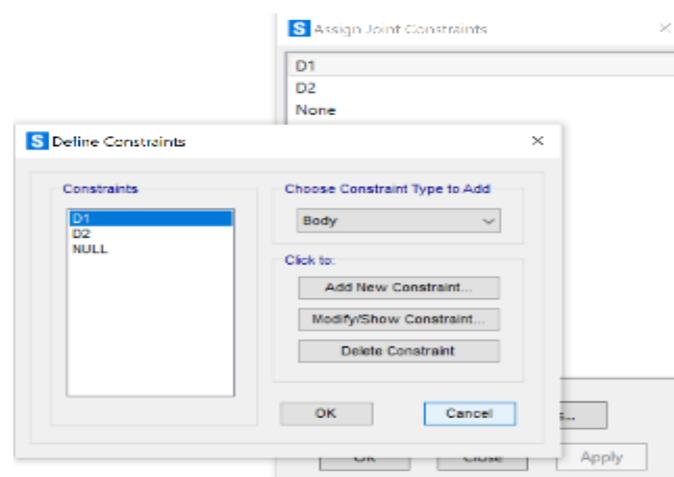


Figura 83: Asignación de los diafragmas
Fuente: Elaboración propia

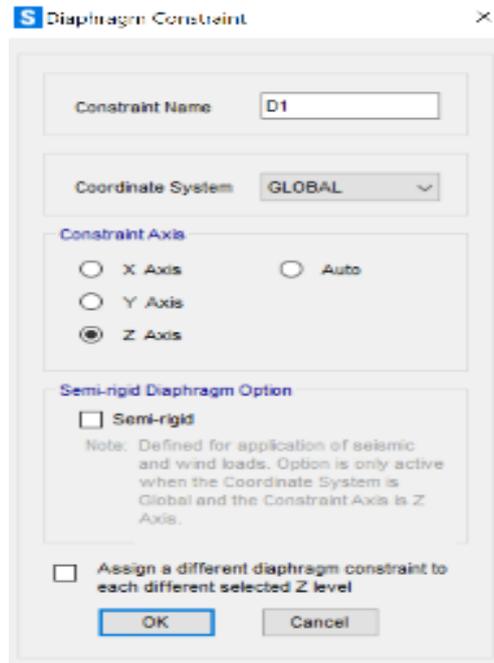


Figura 84: Asignación para el eje Y
Fuente: Elaboración propia

4.3.11. DEFINICIÓN DE COEFICIENTE BASAL Y K

Para la colocación del cortante basal, se realiza el respectivo análisis mediante la fórmula, se realizó una hoja de cálculo en Excel, el valor que se generó en dicho resultado se aplicó en función del modelo desarrollado en SAP 2000, como se ilustra en la figura 85. Posteriormente, se seleccionan los diferentes botones como DEFINE, LOAD PATTERNS; a su vez se modifica los valores de S_x y S_y con del coeficiente basal hallado. Después, se determina que la excentricidad (ECC. RATIO (ALL DIAPH)) es del 10%, el valor se considera por el centro de masas y el centro de rigideces; pero se puede determinar dentro de un rango de 5% a 10%, en base a la norma se dice que la excentricidad es de 10% para el método estático.

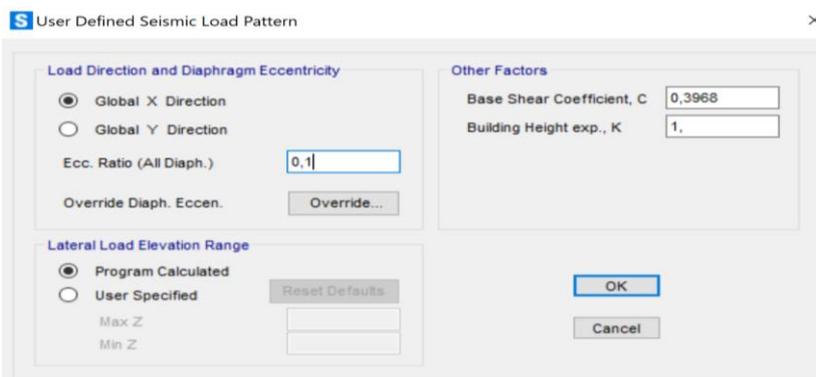


Figura 85: Colocación del coeficiente basal y factor K
Fuente: Elaboración propia

4.3.12. CARGA DEL ESPECTRO REDUCIDO

En el caso del espectro reducido, se cargan los valores que se analizaron de forma analítica, donde se encuentran las funciones DEFINE, FUNCTIONS, RESPONSE SPECTRUM, se selecciona la opción de FROME FILE y se coloca en la opción añadir, modificar y seleccionar el espectro analítico, para generar la curva en el programa, como se ilustra en la figura 86.

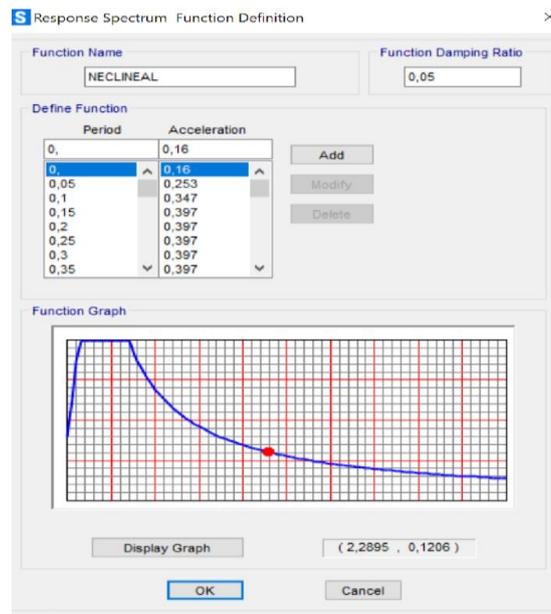


Figura 86: Carga del Espectro Reducido
Fuente: Elaboración propia

4.3.13. DEFINICIÓN DE MASA

Para determinar el valor de la masa, se coloca la carga y se eligen las opciones DEFINE, MASS SOURCE; se añade la fuerza correspondiente y la carga muerta; además de la carga del elemento, la figura 87 ilustra la configuración en SAP 2000 para la definición de la masa.

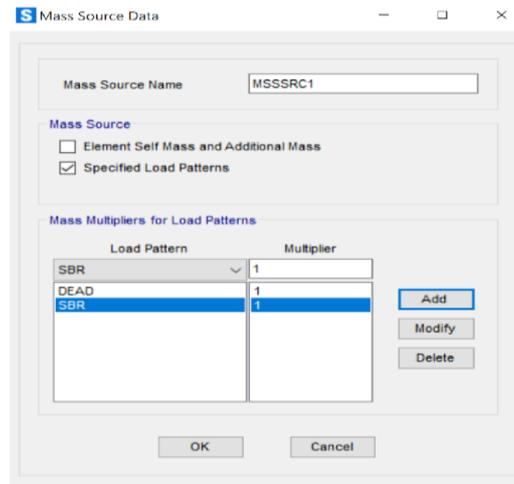


Figura 87: Insertar la masa de la estructura
Fuente: Elaboración propia

4.4. MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL MODELADO EN SAP 2000

4.4.1. ACERO EN VIGAS Y COLUMNAS

Para la asignación del acero en las vigas, se procedió a especificar en la tabla de los datos de reforzamiento el acero que se requiere como ilustra la figura 88. Se selecciona DEFINE, SECTION PROPERTIES, se añade una nueva sección ya sea esta para una viga o columna.

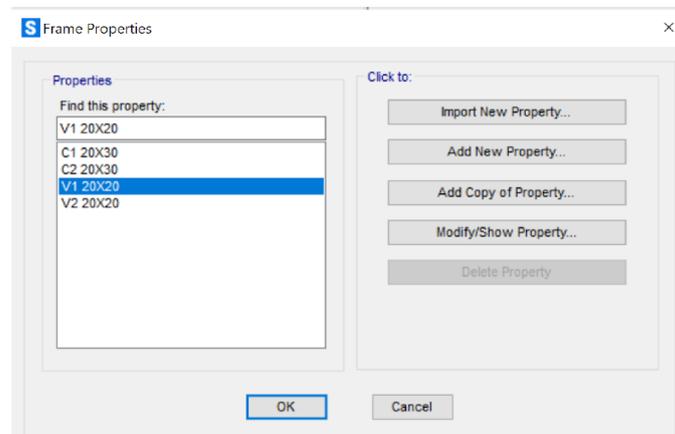


Figura 88: Asignación de acero a vigas y columnas
Fuente: Elaboración propia

En la figura 89 se muestra la configuración de REINFORCEMENT DATA, donde se procede a colocar el acero en las vigas.

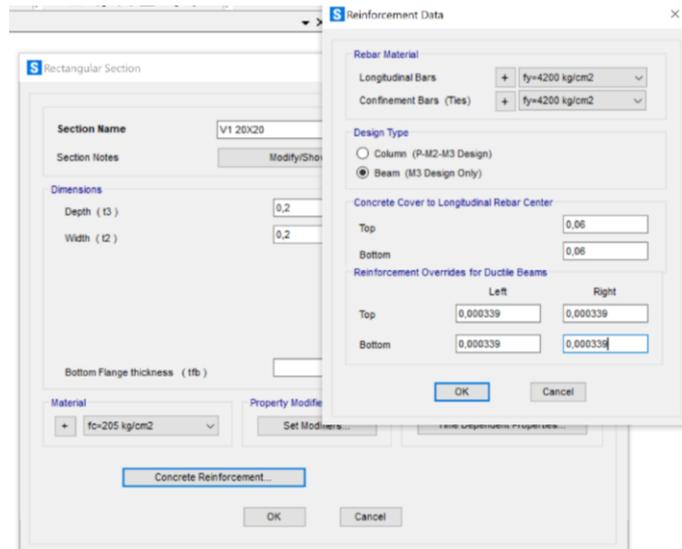


Figura 89: Reforzamiento
Fuente: Elaboración propia

En el caso de las propiedades se coloca el valor de 1 en las vigas según la NEC 2015. El valor de las vigas es de 1 porque se consideran losas alivianadas, además del nervio en la sección, la figura 90 ilustra este proceso.

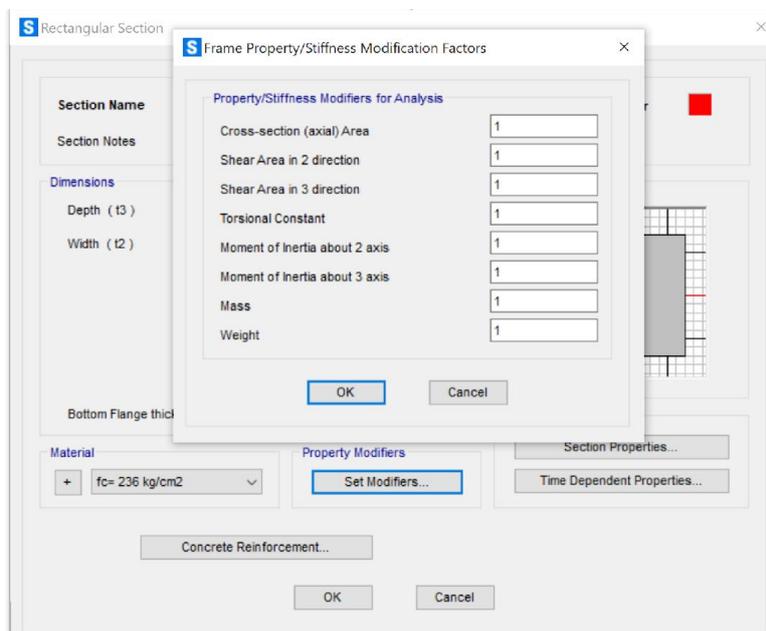


Figura 90: Colocación de propiedades en las vigas
Fuente: Elaboración propia

En la figura 91 se observa la colocación de las dimensiones de la columna respectivamente, se colocó la fuerza que se determinó para cada piso.

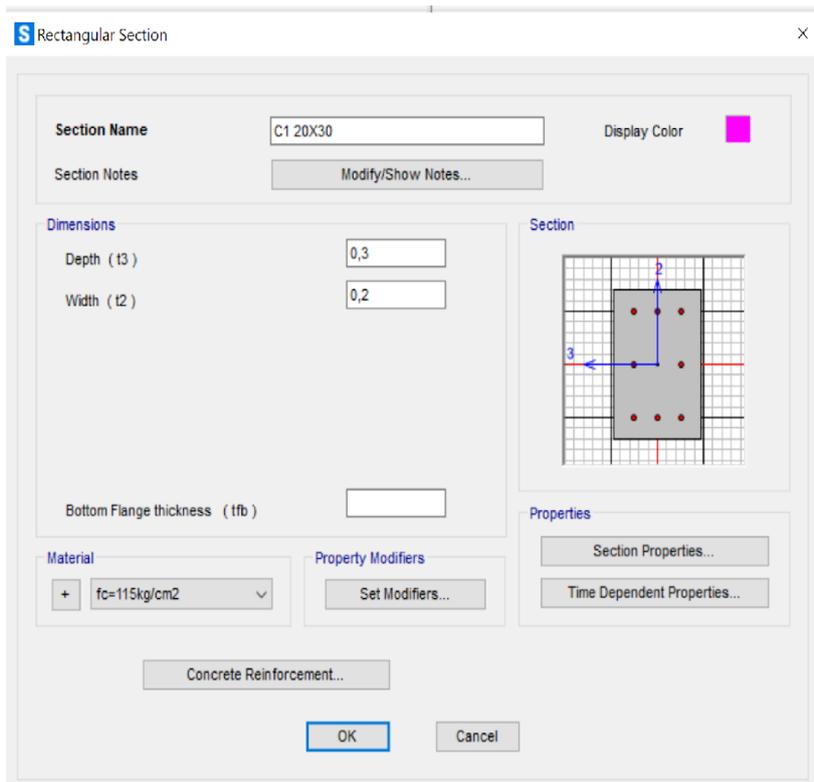


Figura 91: Asignación de dimensiones
Fuente: Elaboración propia

En el caso de las columnas las propiedades se colocan al 80% según la norma NEC 2015, como se ilustra en la figura 92.

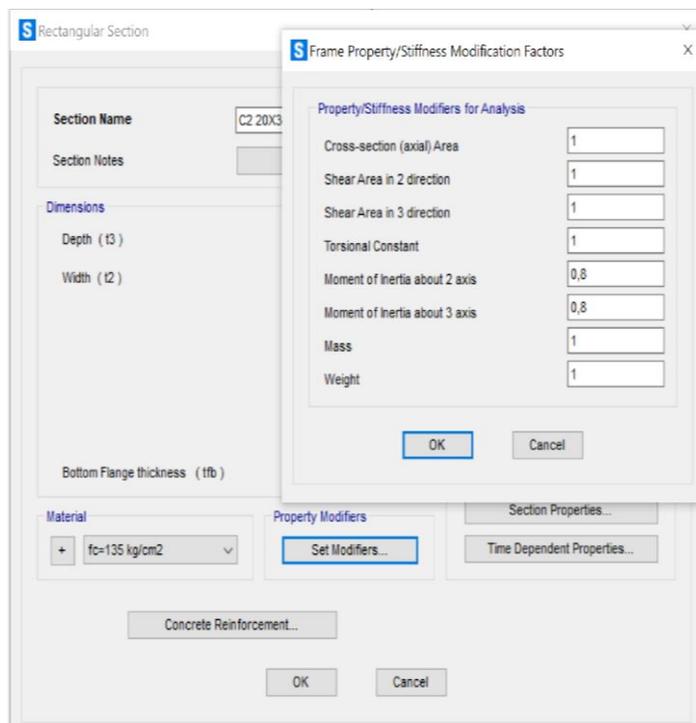


Figura 92: Propiedades del hormigón en columnas
Fuente: Elaboración propia

En este paso se colocará las propiedades de la columna, considerando el estribo de 8d con varillas de 12d y una separación de 10cm, con un recubrimiento de 3 cm. Se estimó este tipo de acero porque usualmente utilizan las construcciones informales en el transcurso de los años. La figura 93 ilustra la configuración de los datos para reforzar la columna.

The image shows a software dialog box titled "Reinforcement Data". It is divided into several sections:

- Rebar Material:** Longitudinal Bars and Confinement Bars (Ties) are both set to $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.
- Design Type:** "Column (P-M2-M3 Design)" is selected.
- Reinforcement Configuration:** "Rectangular" is selected.
- Confinement Bars:** "Ties" is selected.
- Longitudinal Bars - Rectangular Configuration:** Clear Cover for Confinement Bars is 0,03; Number of Longit Bars Along 3-dir Face is 3; Number of Longit Bars Along 2-dir Face is 3; Longitudinal Bar Size is 12d.
- Confinement Bars:** Confinement Bar Size is 8d; Longitudinal Spacing of Confinement Bars is 0,1; Number of Confinement Bars in 3-dir is 3; Number of Confinement Bars in 2-dir is 3.
- Check/Design:** "Reinforcement to be Designed" is selected.

Buttons for "OK" and "Cancel" are located at the bottom right.

Figura 93: Datos para reforzar la columna
Fuente: Elaboración propia

4.4.2. AGREGAR LOSAS

Para agregar las losas se debe seleccionar en el botón DEFINE, SECTION PROPERTIES, AREA SECTIONS; se generará una pantalla donde se deberá añadir un nuevo elemento, en este caso es la sección de la losa; una vez seleccionada, se especifican las propiedades de la losa correspondiente, como se muestra en la figura 94; respetando las cargas de la losa, si es del primer o segundo piso y seleccionando el ítem de MEMBRANE. En la figura 95 se ilustra las dimensiones de la losa.

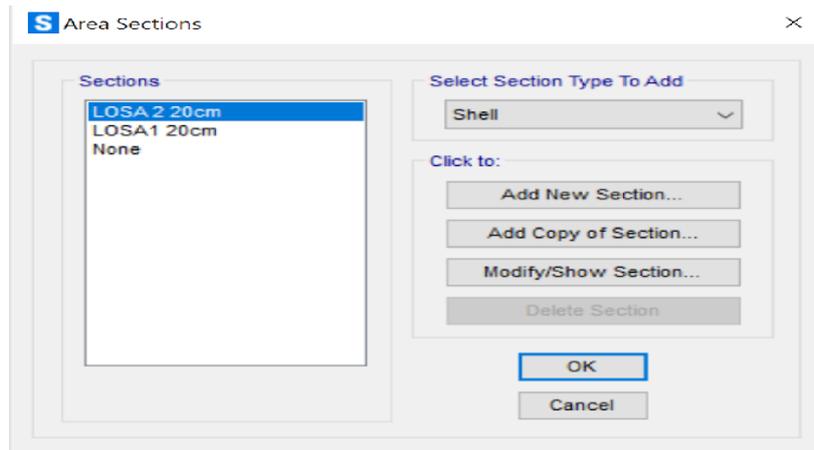


Figura 94: Sección del área de la losa
Fuente: Elaboración propia

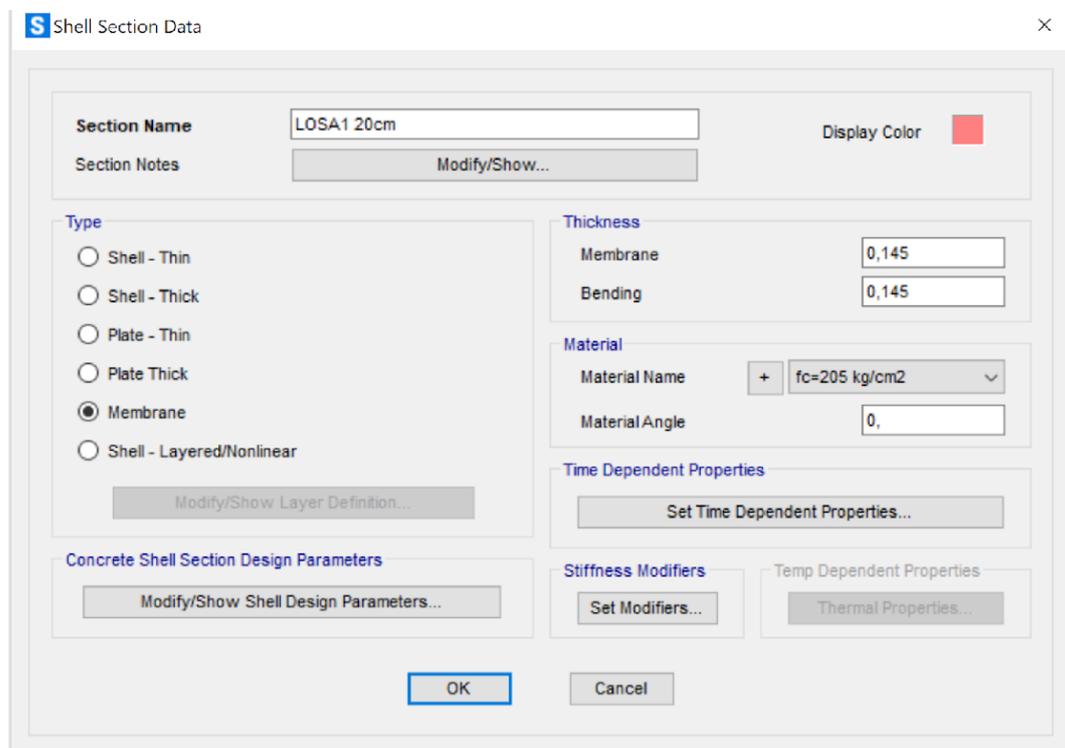


Figura 95: Colocación de dimensiones de la losa
Fuente: Elaboración propia

4.4.3. ASIGNACIÓN DE LAS CARGAS

En este proceso, las cargas que se consideraron en la vivienda como: CV, SBR, DEAD y las cargas de sismo SX, SY se toman con valores designados a 1; a los coeficientes que van actuar en la interacción de las fuerzas y el valor de 0 para los que no actúen, para la configuración en el programa se selecciona DEFINE, LOAD PATTERNS; una vez concluido el proceso, se considera una nueva carga que se utilizará para el caso de las cargas sísmicas en X e Y; se debe tomar en cuenta el cortante basal calculado.

De la misma manera, se determina que la excentricidad (ECC. RATIO (ALL DIAPH)) del 10%, este valor se considera por el centro de masas y el centro de rigideces; pero se puede determinar dentro de un rango de 5% a 10%, en base a la norma NEC 2015, se dice que la excentricidad es de 10% para el método estático. La figura 96 muestra la carga de sismo en X e Y.

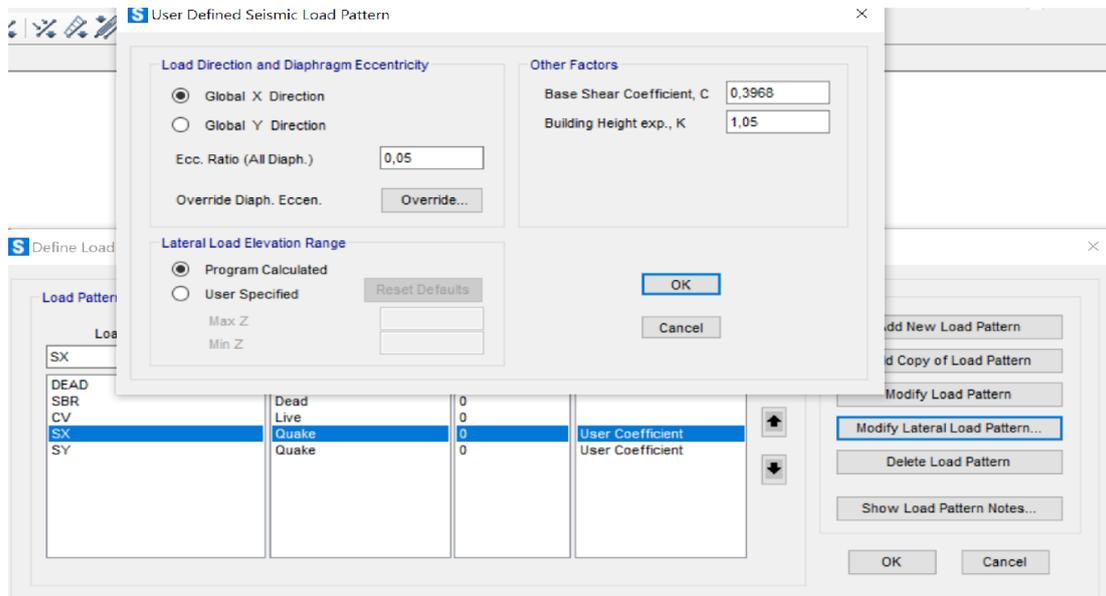


Figura 96: Carga de Sismo en X e Y
Fuente: Elaboración propia

4.4.4. DIBUJO DE LAS COLUMNAS, VIGAS, LOSAS

La figura 97 ilustra la gráfica de la vivienda en referencia a las columnas, vigas y losas.

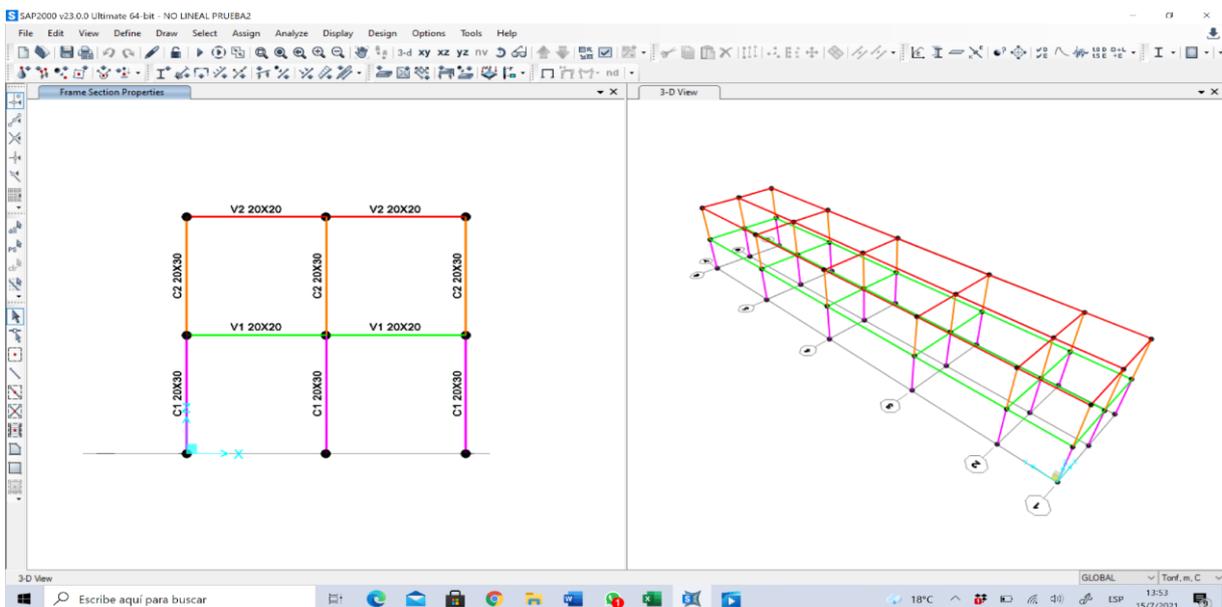


Figura 97: Dibujo de la vivienda
Fuente: Elaboración propia

La figura anterior muestra cómo debe elaborar el dibujo de la estructura seleccionando las propiedades QUICK DRAW FRAME, se toma de referencia la losa del primer piso y se elige el área donde se van a dibujar las vigas y las columnas. Para el caso de las losas de igual forma se toma la zona donde se modificará o se ubicará la estructura con la opción QUICK DRAW AREA.

4.4.5. COLOCACIÓN DE CARGAS

Para colocar las cargas se selecciona ASSIGN, AREA LOADS, UNIFORM SHELL y el área que se necesita cargar en este caso: CV, SBR, respectivamente para los dos pisos ubicando las cargas correspondientes, como se ilustra en la figura 98.

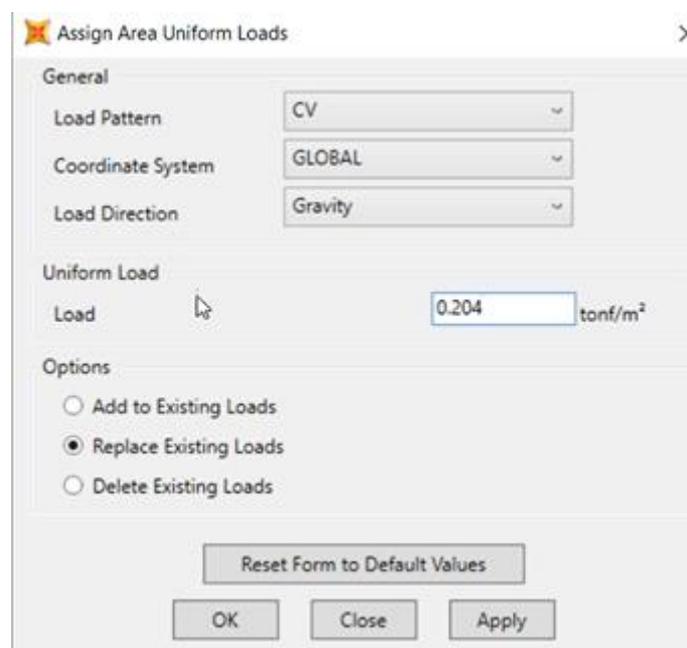


Figura 98: Asignación de las cargas a las losas
Fuente: Elaboración propia

4.4.6. ASIGNACIÓN DE RESTRICCIONES A LA VIVIENDA

Para la restricción se elige el esquema de estructuras empotradas, en su colocación se utilizó la opción ASSIGN, JOINT, RESTRAINTS; como se ilustra en la figura 99.

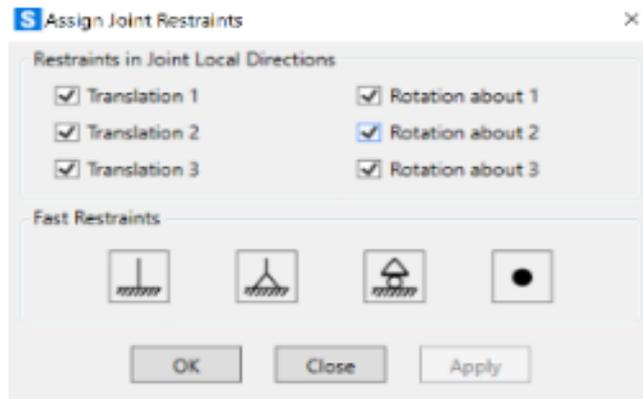


Figura 99: Restricciones de la estructura
Fuente: Elaboración propia

4.4.7. CARGA DE LA MASA

Para colocar la masa se determina la función: DEFINE, MASS SOURCE, donde se genera una nueva ventana, se añade una nueva masa; se le da un nombre a la carga que corresponde a las dos masas SBR, DEAD como se muestra en la figura 100.

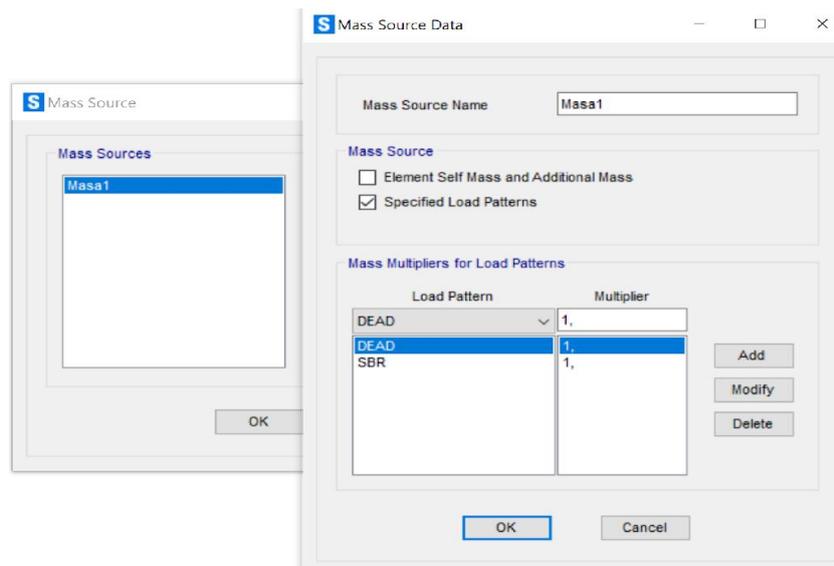


Figura 100: Colocación de la masa en la vivienda
Fuente: Elaboración propia

4.4.8. CASO DE CARGA GRAVITACIONAL NO LINEAL

Se aumenta las cargas gravitacionales para el caso no lineal con la opción DEFINE, LOAD CASES; aparece otra pantalla donde se añadirán cada carga, en la opción ADD NEW LOAD CASE, se aumenta otro caso y se renombra como C. GRAVITACIONAL; se tomó la opción no lineal, se cambió a la masa determinada en el programa, se aumentó la carga muerta y sobrecarga, como muestra en la figura 101 y figura 102.

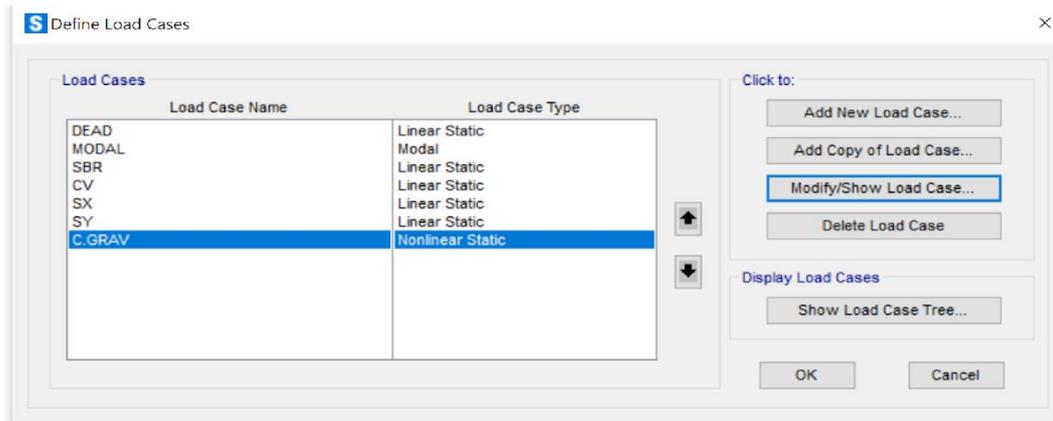


Figura 101: Carga de Gravitacional en el programa SAP2000

Fuente: Elaboración propia

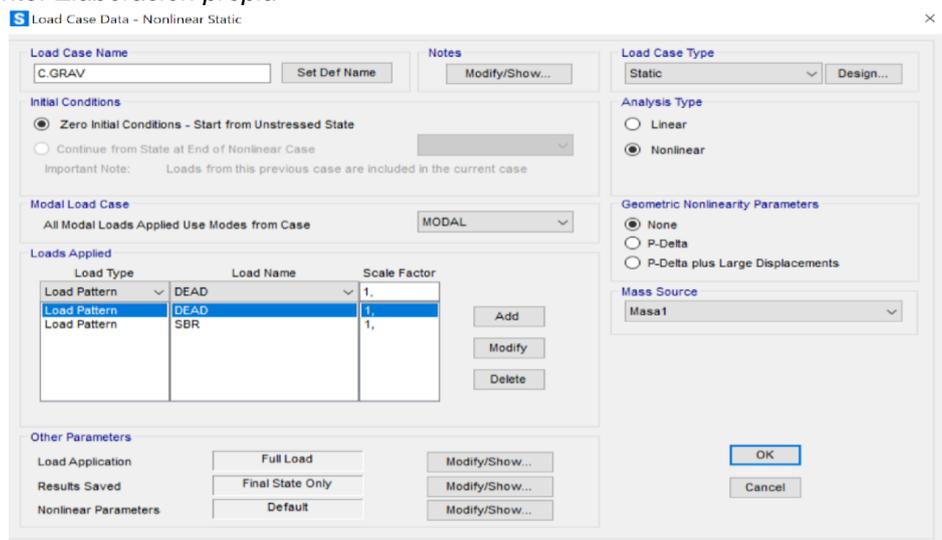


Figura 102: Configuración de las propiedades de la carga

Fuente: Elaboración propia

4.4.9. PUSHOVER

Pushover X:

Para definir el pushover, se procederá tomar la opción: DEFINE, LOAD CASES, ADD NEW LOAD CASE donde se desplegará pantalla, para generar la configuración de las propiedades, posteriormente al editar el nombre, se debe modificar y distinguir el pushover tanto para X, como para Y. La figura 103 muestra las propiedades de la carga PUSH en X.

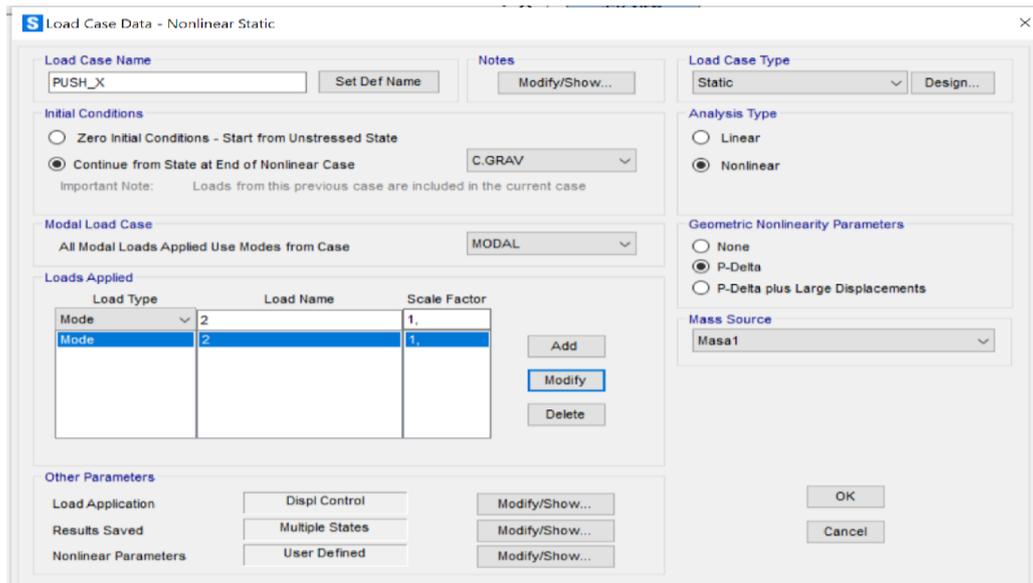


Figura 103: Propiedades de la carga PUSH en X
Fuente: Elaboración propia

Se toma la opción no lineal, se carga la masa y se coloca la carga sísmica SX=1. Este proceso permite generar la curva de capacidad del máximo desplazamiento que tiene la estructura en la ocurrencia de un sismo. En la figura 104 y figura 105 se muestran la configuración de los resultados que facilita el programa para la carga PUSH. Además, para determinar el valor de 0.184 se debe considerar el 4% de la altura total de la estructura considerando la FEMA-154, desde un punto cualquiera en el modelo de la estructura.

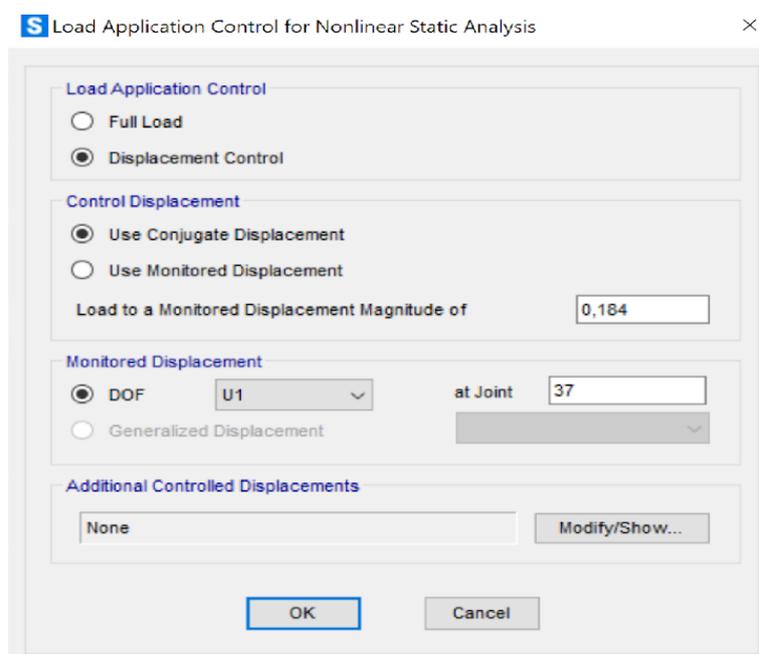


Figura 104: Asignación del control no lineal
Fuente: Elaboración propia

S Results Saved for Nonlinear Static Load Cases

Results Saved

Final State Only Multiple States

For Each Stage

Minimum Number of Saved States

Maximum Number of Saved States

Save positive Displacement Increments Only

OK Cancel

Figura 105: Múltiples propiedades
Fuente: Elaboración propia

La figura 106 muestra la configuración de cuántos pasos se genera para el resultado.

Nonlinear Parameters

Solution Control

Solution Scheme

Maximum Total Steps (Static Only)

Maximum Null Steps (Static Only)

Event Lumping Tolerance (Relative)

Maximum Events per Step

Maximum Constant-Stiff Iterations per Step

Maximum Newton-Raphson Iter. per Step

Iteration Convergence Tolerance (Relative)

Use Line Search

Max Line Searches per Iteration

Line-search Acceptance Tol. (Relative)

Line-search Step Factor

Stop when Exceed Max Events per Step

Minimum Event Step Size

Maximum Null Events per Step

Use Correction for Large Unbalance (Static Only)

Target Force Iteration

Maximum Iterations per Stage

Convergence Tolerance (Relative)

Acceleration Factor

Continue Analysis If No Convergence

Reset To Defaults

OK Cancel

Figura 106: Configuración de pasos para el resultado
Fuente: Elaboración propia

Pushover Y:

En este proceso se aplica la configuración tanto para X como para Y, donde cambia el sentido, y las demás propiedades son iguales para los dos ejes; la configuración en el eje Y ubica el inicio de la posición de la curva, como se ilustra en la figura 107.

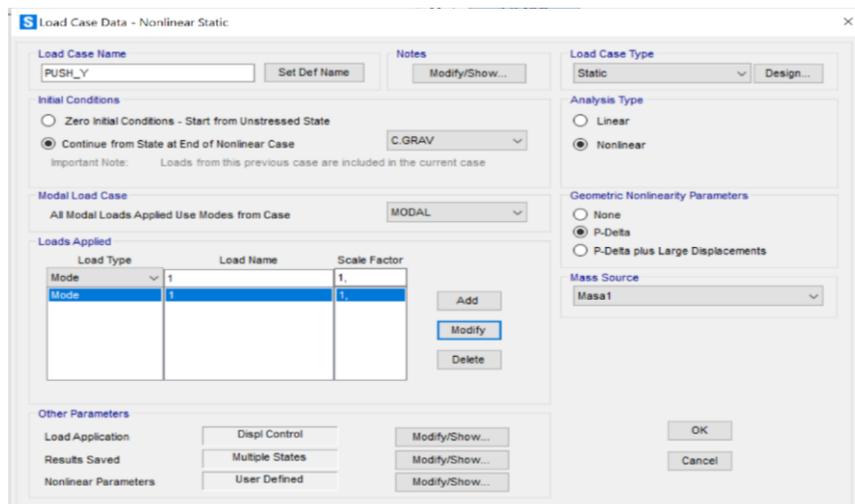


Figura 107: Pushover configuración eje Y
Fuente: Elaboración propia

Para la magnitud del desplazamiento se toma el 4% de la altura máxima de la estructura, colocando un punto de referencia en el modelo; en este punto se tomó el punto 37 y resultó en un desplazamiento de 0.184; como se ilustra en la figura 108 y en la figura 109.

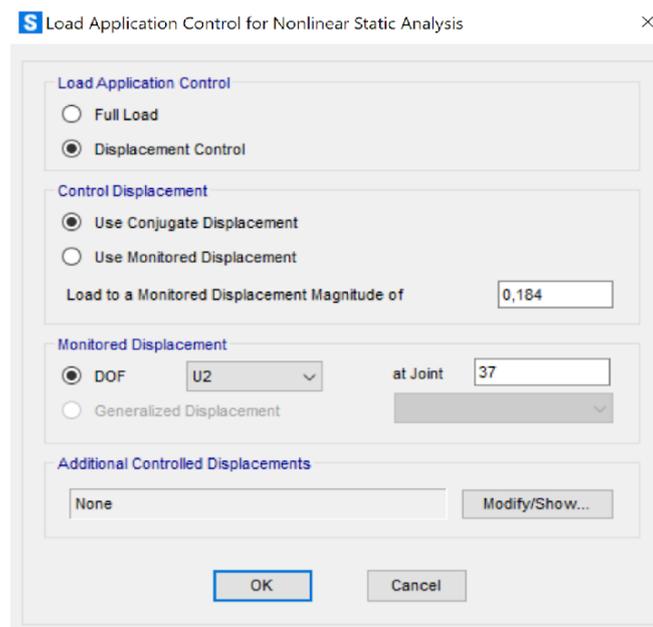


Figura 108: Configuración del método no lineal
Fuente: Elaboración propia

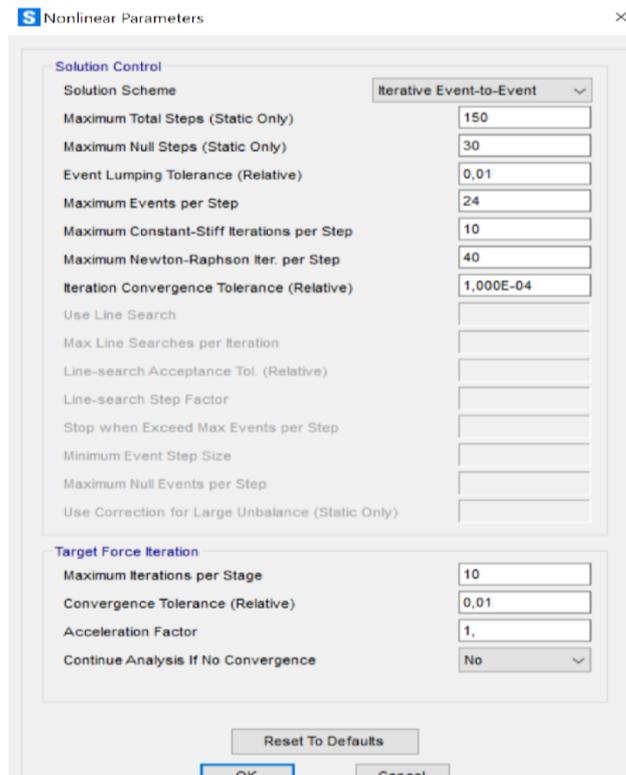


Figura 109: Configuración de respuesta
Fuente: Elaboración propia

4.4.10. ESPECTRO DE RESPUESTA

En la carga del espectro de respuesta se utiliza el dinámico, generando así resultados para el método no lineal; se procede a colocar la opción DEFINE, FUNCTIONS, RESPONSE SPECTRUM, mediante una pantalla donde se puede tomar la opción de FROM FILE, como se muestra en la figura 110, donde se puede cargar el espectro y considerar el desplazamiento con la aceleración; así se determina la comparación de la capacidad estructural de la vivienda, para este proceso se utilizan parámetros dinámicos en un solo grado de libertad (ATC 40, 1996).

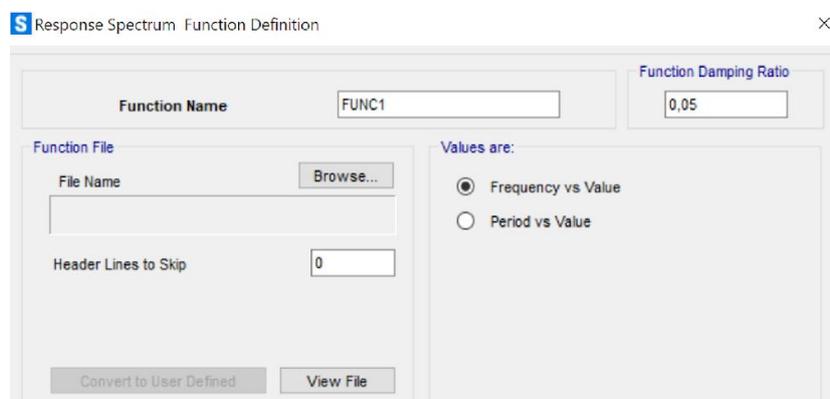


Figura 110: Carga del espectro
Fuente: Elaboración propia

Se debe configurar y colocar un nombre; también, subir el espectro en formato.txt. La figura 111 muestra los datos proyectados del espectro.

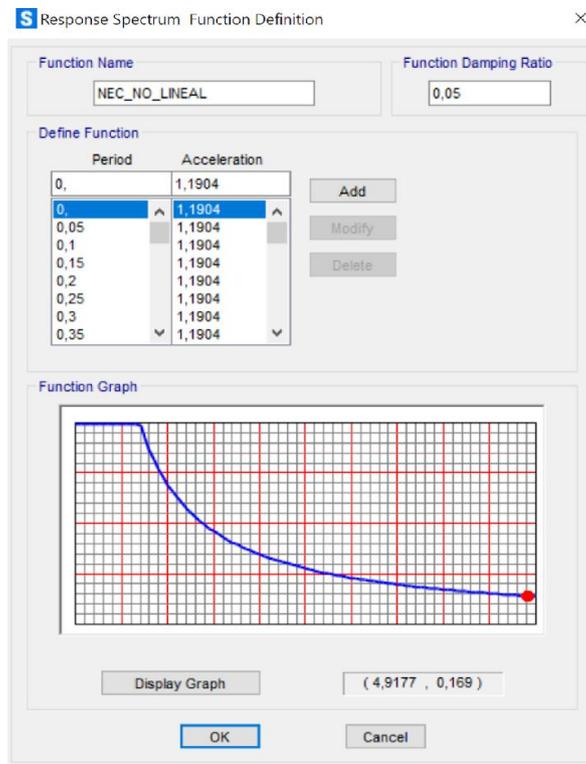


Figura 111: Datos proyectados del espectro
Fuente: Elaboración propia

4.4.11. RÓTULAS PLÁSTICAS

Rótulas plásticas para las vigas:

Para colocar el valor de las rótulas plásticas ya sea en columnas o en vigas, se seleccionan los elementos que se van a analizar considerando todas las propiedades; donde se selecciona la pestaña ASSIGN, FRAME, HINGES. Las rótulas plásticas ayudan a que la estructura trabaje de manera uniforme y esta absorbe el desplazamiento sísmico e impida el colapso de la vivienda; según la figura 112.

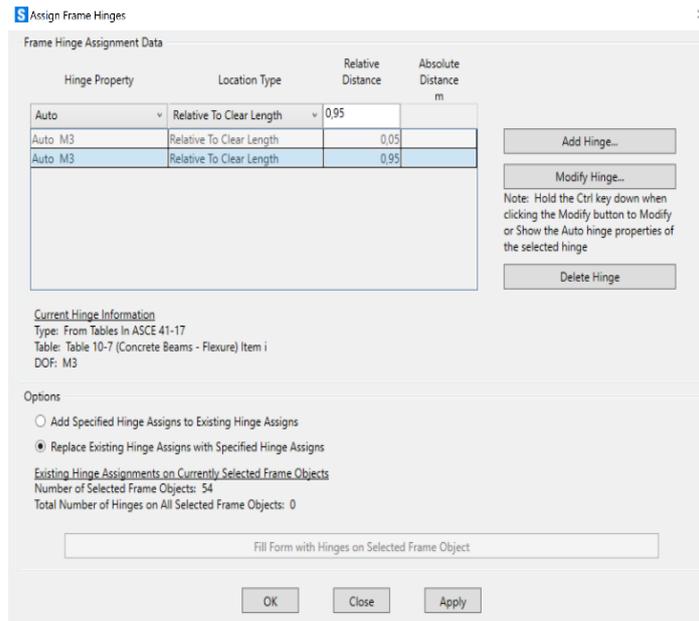


Figura 112: Asignación de rótulas plásticas
Fuente: Elaboración propia

Para colocar una nueva rótula se selecciona el botón ADD HINGS y se colocan los valores de 0.05 y 0.95 en este caso para las vigas, dando clic en la flecha se selecciona la opción de vigas, se procederá a colocar las cargas; según la figura 113.

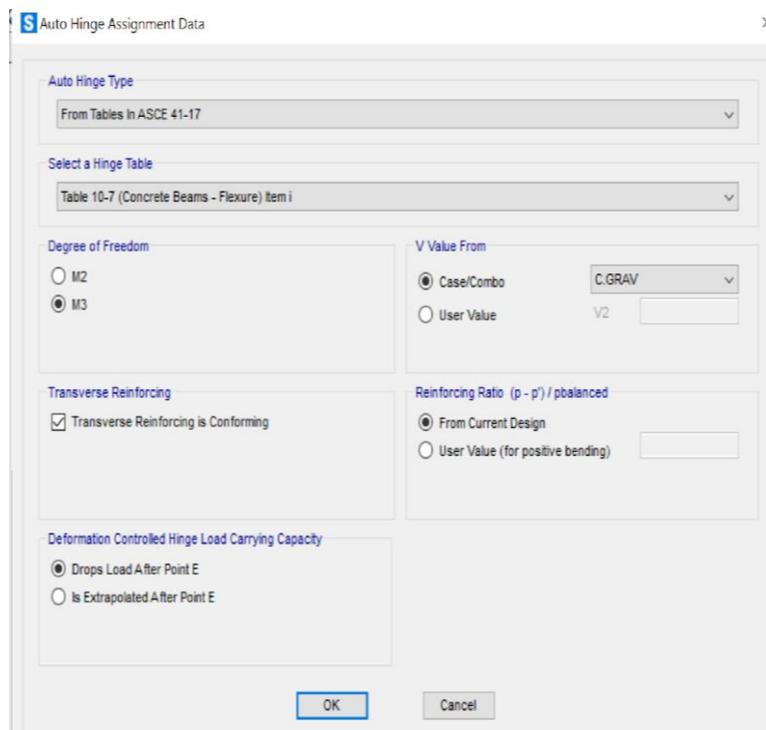


Figura 113: Carga de las rótulas para vigas
Fuente: Elaboración propia

Rótulas plásticas para las columnas:

En el caso de las rótulas plásticas para las columnas, de igual manera se consideran el 0.05 y 0.95 en ambos lados; para este caso se toma la opción columnas y se selecciona momento-carga, se consideran las cargas de gravedad que se ocuparon con anterioridad. La figura 114 muestra la configuración de las rótulas en columnas.

The image shows a software dialog box titled "Auto Hinge Assignment Data". It contains the following settings:

- Auto Hinge Type:** From Tables In ASCE 41-17
- Select a Hinge Table:** Table 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)
- Degree of Freedom:** M2, P-M2, Parametric P-M2-M3, M3, P-M3, M2-M3, P-M2-M3
- P Values From:** Case/Combo, User Value
 - Gravity: C.GRAV
 - Gravity + Lateral: C.GRAV
- Not Controlled by Inadequate Development or Splicing:** Not Controlled by Inadequate Development or Splicing, Controlled by Inadequate Development or Splicing
- Shear Reinforcing Ratio $p = A_v / (b_w * s)$:** From Current Design, User Value
- Deformation Controlled Hinge Load Carrying Capacity:** Drops Load After Point E, Is Extrapolated After Point E
- Shear Demand at Flex. Yielding / Shear Cap. (V_{yE} / V_{colDE}):** Program Calculated, User-specified Shear Demand, V_{yE}
 - V_2 : [] V_3 : []
- Shear Reinforcement Spacing Ratio (s/d):** From Current Design, User Value

Figura 114: Configuración de las rótulas en columnas
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

RESULTADOS DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL Y NO LINEAL

5.1. RESULTADOS DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL

5.1.1. PERIODOS DE VIBRACIÓN

Para el caso de los periodos de vibración; el valor analizado en todo el proceso del modelo estático lineal se llegó a calcular en el programa SAP 2000. El periodo y los modos de toda la estructura se detallan en la tabla 38, y se ilustra en la figura 115.

Tabla 38: Tabla modal de radios de masa

RADIOS DE MASA DE PARTICIPACIÓN MODAL			
Caso de Salida	Tipo y Paso	Número de Paso	Periodo
Texto	Texto	Sin unidad	Segundos
MODAL	Modo	1	0,592329
MODAL	Modo	2	0,442258
MODAL	Modo	3	0,366269
MODAL	Modo	4	0,201357
MODAL	Modo	5	0,144878
MODAL	Modo	6	0,120239
MODAL	Modo	7	0,047691
MODAL	Modo	8	0,047565
MODAL	Modo	9	0,045426
MODAL	Modo	10	0,038314
MODAL	Modo	11	0,035573
MODAL	Modo	12	0,035492

Fuente: Elaboración propia

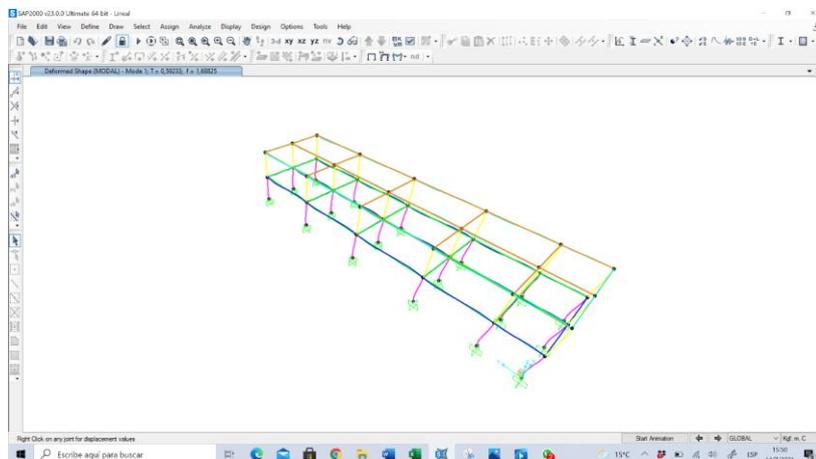


Figura 115: Periodo de vibración

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. PERIODO DE VIBRACIÓN CALCULADO

La ecuación (28) permite calcular el periodo de vibración

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (\text{Ec. 28})$$

$$T_a = 0.217$$

Periodo de vibración de la estructura programa SAP2000

$$T_a = 0.592$$

El periodo de vibración máximo que debe tener una estructura es el 30% adicional, según la NEC 2015, como se determina a continuación:

$$T_a = 0.217 * 1.3$$

$$T_a = 0.282$$

El periodo de la estructura sobrepasó el límite del periodo máximo, lo que indica que la estructura de la vivienda es flexible.

5.1.3. PARTICIPACIÓN DE LA MASA

Se relaciona con la norma NEC 2015, donde establece que las participaciones de las masas en los ejes X e Y al menos deben ser del 90%; por lo tanto, se podrá considerar 5 modos de vibración, ya que en el modo 5 tanto en X como en Y tiene una participación modal más del 90%, como muestra la tabla 39.

Tabla 39: Tabla modal del SAP 2000

TABLA: Radios de Masa Participación Modal															
Caso de Salida	Tipo de Paso	Número de Paso	Periodo	UX	UY	UZ	Suma UX	Suma UY	Suma UZ	RX	RY	RZ	Suma RX	Suma RY	Suma RZ
Texto	Texto	Sin unidad	Seg	Sin unidad											
MODAL	Modo	1	0,592329	0	0,91	1,692E-07	0	0,91	1,692E-07	0,0029	0	0	0,0029	0	0
MODAL	Modo	2	0,442258	0,79	0	0	0,79	0,91	1,692E-07	1,983E-20	0,03699	0,11	0,0029	0,03699	0,11
MODAL	Modo	3	0,366269	0,11	0	1,143E-20	0,9	0,91	1,692E-07	3,689E-20	0,005195	0,79	0,0029	0,04219	0,9
MODAL	Modo	4	0,201357	0	0,08837	7,441E-07	0,9	1	9,133E-07	0,02123	0	0	0,02413	0,04219	0,9
MODAL	Modo	5	0,144878	0,09078	0	4,045E-20	0,99	1	9,133E-07	4,955E-19	0,23	0,01307	0,02413	0,27	0,91
MODAL	Modo	6	0,120239	0,01318	0	0	1	1	9,133E-07	2,487E-20	0,03331	0,08942	0,02413	0,3	1
MODAL	Modo	7	0,047691	0	1,749E-11	0,18	1	1	0,18	0,01524	8,834E-17	0	0,03938	0,3	1
MODAL	Modo	8	0,047565	0	4,046E-11	0,04859	1	1	0,23	0,07347	8,519E-17	0	0,11	0,3	1
MODAL	Modo	9	0,045426	0	3,579E-09	0,1	1	1	0,33	0,04333	2,262E-17	0	0,16	0,3	1
MODAL	Modo	10	0,038314	0	8,085E-08	0,07394	1	1	0,41	0,12	1,714E-17	0	0,27	0,3	1
MODAL	Modo	11	0,035573	6,137E-07	0	3,637E-16	1	1	0,41	1,161E-15	0,24	5,276E-08	0,27	0,55	1
MODAL	Modo	12	0,035492	0	1,954E-11	0,17	1	1	0,58	0,01434	2,344E-17	0	0,29	0,55	1

Fuente: Elaboración propia

5.1.4. AJUSTE DEL CORTANTE BASAL

La fórmula para calcular la relación del cortante basal dinámico y estático, se define en la ecuación (29). Por su parte, la tabla 40 muestra el ajuste del cortante basal.

$$Relación = \frac{V_{Dinámico}}{V_{Estático}} * 100 \quad (Ec. 29)$$

Tabla 40: Ajuste del cortante basal

REACCIONES DE BASE						
Caso de Salida	Tipo de Caso	Tipo de Paso	Global FX	Global FY	Relación X	Relación Y
Texto	Texto	Texto	Kgf	Kgf	%	%
SX	Línea Estática		-63338,86	8,525E-09	82,49	91,73
SY	Línea Estática		1,34E-08	-63338,86		
ESPECTRO X	Línea de Respuesta Espectral	Máximo	52248,54	0,000004192		
ESPECTRO Y	Línea de Respuesta Espectral	Máximo	0,000003136	58098,77		

Fuente: Elaboración propia

En el caso de esta estructura regular la NEC 2015, menciona que el valor del cortante dinámico no debe ser menor al 80% del cortante basal, obtenido por el método estático; en este análisis la relación si cumple con la condición de que establece la NEC 2015, por lo que la estructura no requiere un ajuste de la cortante basal, como se observa en la tabla anterior.

5.1.5. DERIVAS DE PISO

Se tomaron dos puntos de la estructura, se consideró el número 25 para el primer piso y 7 para el segundo piso; se determinaron mediante estos puntos el análisis de las derivas de piso de la estructura. Para encontrar dicho valor elástico primero se debe tomar en cuenta las derivas en S_x de ambos puntos de los dos pisos, para lo cual se resta el punto superior menos el punto inferior y esto se divide para la altura de contrapiso, obteniendo así el valor del desplazamiento elástico Δ_E , según la expresión de la ecuación 30.

$$\Delta_E = (S_{x_{superior}} - S_{x_{inferior}}) / h \quad (Ec. 30)$$

Para obtener el valor de la deriva inelástica Δ_M se determina mediante la expresión de la ecuación (31). Por su parte, la tabla 41 muestra las derivadas elásticas e inelásticas.

$$\text{Deriva Inelástica } (\Delta_M) = 0.75 * R * \Delta_E \quad (\text{Ec. 31})$$

Tabla 41: Derivas elásticas e inelásticas

TABLA: Desplazamiento Articulares										
Piso	Articulación	Caso de Salida	Tipo de Caso	Tipo de Paso	U1	U2	H	ΔE_x	ΔM_x	Condición
Texto	Texto	Texto	Texto	Texto	cm	cm	cm			
2	5	SX	Línea Estática	2,796217	0,198001	2,803218491	240	0,000401863	0,09041906	No Cumple
1	23	SX	Línea Estática	1,426886	0,101554	1,430495324	240	0,000423142	0,09520688	No Cumple
0	77	SX	Línea Estática	0	0	0	0	0	0	No Cumple
TABLA: Desplazamiento Articulares										
Piso	Articulación	Caso de Salida	Tipo de Caso	Tipo de Paso	U1	U2	H	ΔE_y	ΔM_y	Condición
Texto	Texto	Texto	Texto	Texto	cm	cm	cm			
2	5	SY	Línea Estática	-0,017106	4,8961	4,896129882	240	0,009455818	2,12755898	No Cumple
1	23	SY	Línea Estática	-0,008769	2,626719	2,626733637	240	0,010944723	2,46256278	No Cumple
0	77	SY	Línea Estática	0	0	0	0	0	0	No Cumple

Fuente: Elaboración propia

Las derivas sobrepasan la condición de 0.02; las cantidades que se muestran en la tabla anterior indican que tienen un desplazamiento mayor al establecido por la NEC 2015 para una estructura segura; por ende, la vivienda es inestable tanto en X como en Y.

5.1.6. FUERZAS LATERALES

Para la comprobación de resultados de las cargas laterales, se determinaron utilizando el programa SAP 2000, además realizando cálculos de forma analítica como se muestra en la tabla 42, tabla 43 y tabla 44; donde indican valores que se asemejan por las dos formas analizadas.

Tabla 42: Cargas laterales de piso

CARGAS SÍSMICAS AUTOMÁTICAS DE DIAFRAGMAS HORIZONTALES					
Ruta de Carga	Tipo de Carga Automática	Diafragmas	Diafragmas en Z	FX	FY
Texto	Texto	Texto	M	Kgf	Kgf
SX	Coefficiente de Usuario	D2	4,6	34571,48	0
SX	Coefficiente de Usuario	D1	2,3	28767,39	0
SY	Coefficiente de Usuario	D2	4,6	0	34571,48
SY	Coefficiente de Usuario	D1	2,3	0	28767,39

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: Colocación de cargas analizadas

CÁLCULO MANUAL DE LA CARGA LATERAL POR PISO					
hi(m)	Área(m2)	D+L	Wi (kg/m2)	Wi*hi^k	fi=(wi*(hi^k) *V)/(Σ(wi*(hi^k))
4,6	111,32	53,38	5942,2616	27334,40336	31,15
2,3	111,32	105,26	11717,5432	26950,34936	30,72
		158,64		54284,75272	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Resultados analítica vs SAP 2000

COMPROBACIÓN DE CARGAS LATERALES			
Piso	Valores de SAP2000	Analíticamente	Comprobación
2P	34,57	31,15	CUMPLE
PB	28,77	30,72	CUMPLE
Σ=	63,34	61,87	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

5.2. RESULTADOS DEL MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL

5.2.1. ANÁLISIS DE MODELADO PUSHOVER EN X-Y

Pushover en X:

En la figura 116, se puede observar que la viga señalada perdió ductilidad con un desplazamiento de 0.03m hasta el paso 4; esto se debe a que alcanzó a llegar a la zona C-D que significa pérdida de ductilidad.

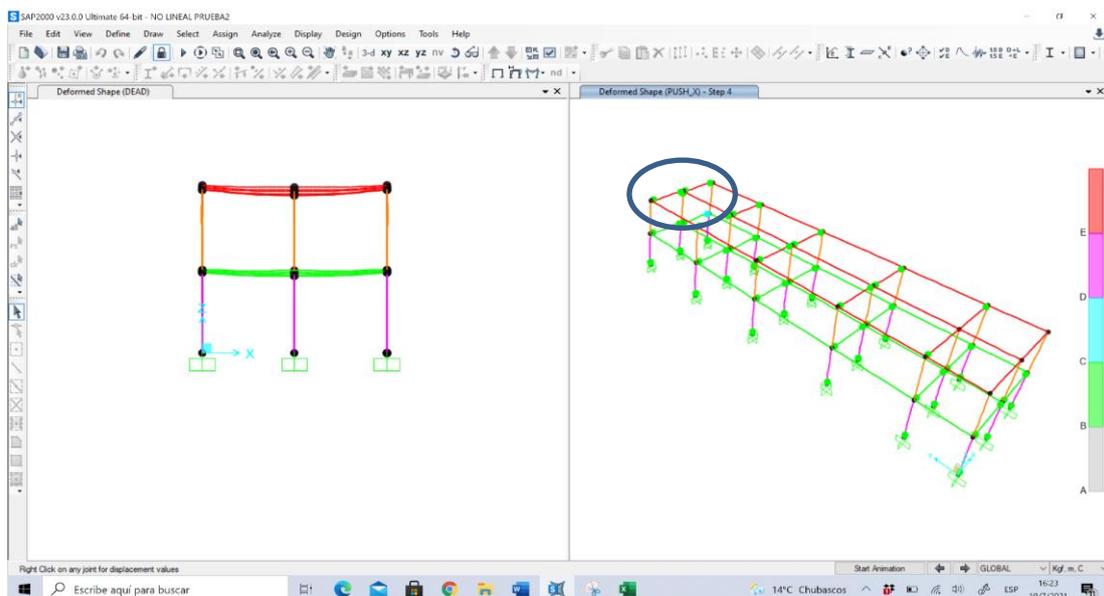


Figura 116: Pérdida de ductilidad en el paso 4 sentido x según el programa SAP2000

Fuente: Elaboración propia

Pushover en Y:

En la figura 117, no se puede apreciar con facilidad la zona donde se pierde ductilidad, se genera el análisis hasta el paso 7 y esto hace que la estructura llegue a colapsar y no avance más en el análisis no lineal.

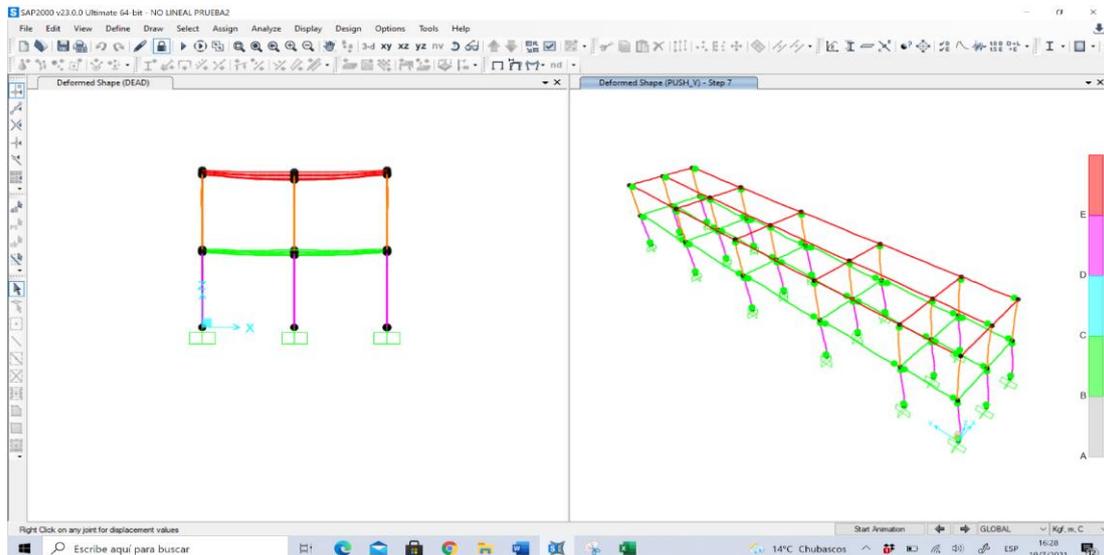


Figura 117: Pérdida de ductilidad en el paso 7 en el programa SAP2000
Fuente: Elaboración propia

5.2.2. ANÁLISIS DEL CORTANTE BASAL VS DESPLAZAMIENTO

Análisis en el eje X:

En la tabla 45, se observa un desplazamiento de 0.03m máximo con una fuerza de 6200.4 kg, la curva de la figura 118 ayuda a determinar el desplazamiento que puede tener la vivienda en caso de un sismo.

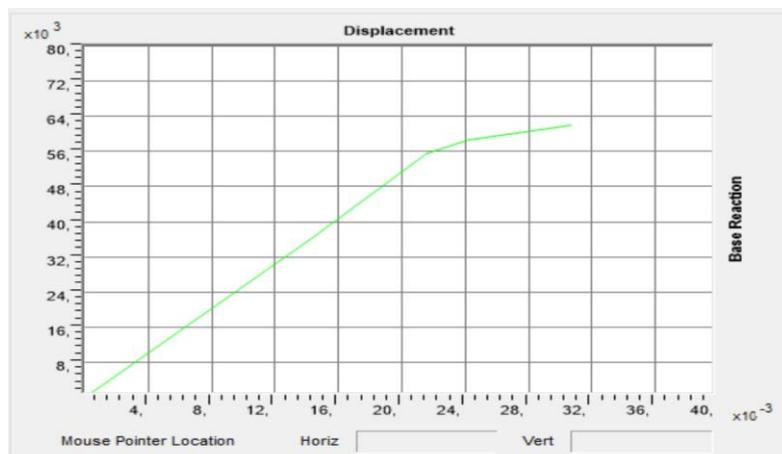


Figura 118: Desplazamiento en el sentido X modelo SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Curva de capacidad en X

CURVA DE CAPACIDAD DE EMPUJE			
Caso de Cargas	Paso	Desplazamiento	Fuerza de Base
Texto	Sin Unidad	m	Kgf
PUSH_X	0	1,974E-07	0
PUSH_X	1	0,014078	35681,27
PUSH_X	2	0,021561	55675,84
PUSH_X	3	0,024246	58773,67
PUSH_X	4	0,030679	62004,54

Fuente: Elaboración propia

La figura 119 muestra la curva de capacidad en X.

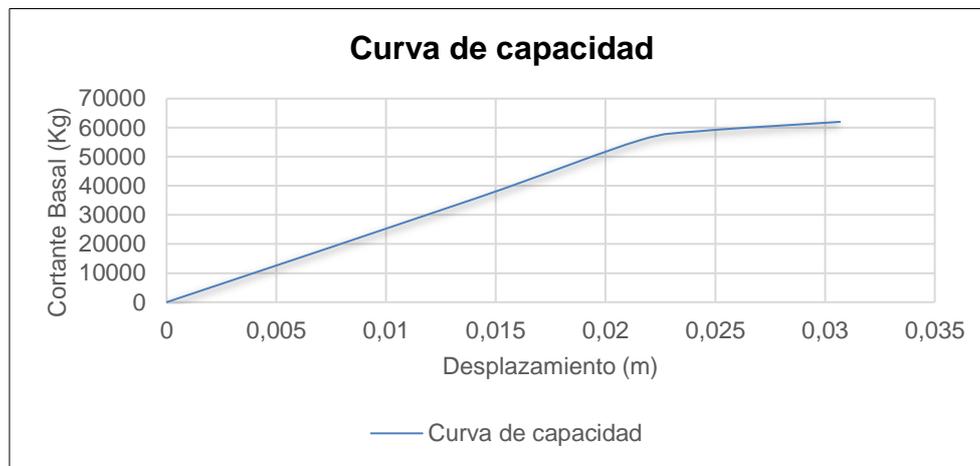


Figura 119: Curva de capacidad en X

Fuente: Elaboración propia

Análisis en el eje Y:

En la curva de la figura 120 y en la tabla 46, se puede apreciar un desplazamiento de 0.098m con una fuerza de 55165.98 kg, esta curva permite estimar el desplazamiento que puede tener la vivienda en caso de un sismo.

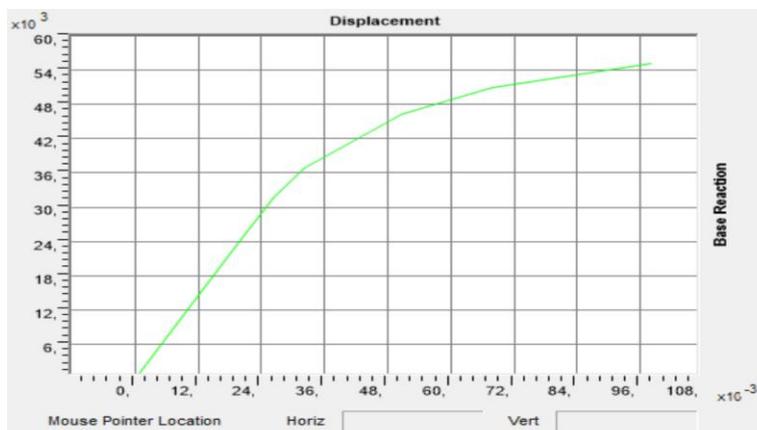


Figura 120: Desplazamiento en el sentido Y modelo SAP 2000

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Curva de capacidad en Y

CURVA DE CAPACIDAD DE EMPUJE			
Caso de Cargas	Paso	Desplazamiento	Fuerza de Base
Text	Sin Unidad	M	Kgf
PUSH Y	0	-0,000036	0
PUSH Y	1	0,018363	22150,37
PUSH Y	2	0,026315	31722,34
PUSH Y	3	0,032004	36828,77
PUSH Y	4	0,050515	46323,33
PUSH Y	5	0,067787	50974,64
PUSH Y	6	0,092288	54397,16
PUSH Y	7	0,098108	55165,98

Fuente: Elaboración propia

La figura 121 muestra la curva de capacidad en Y.

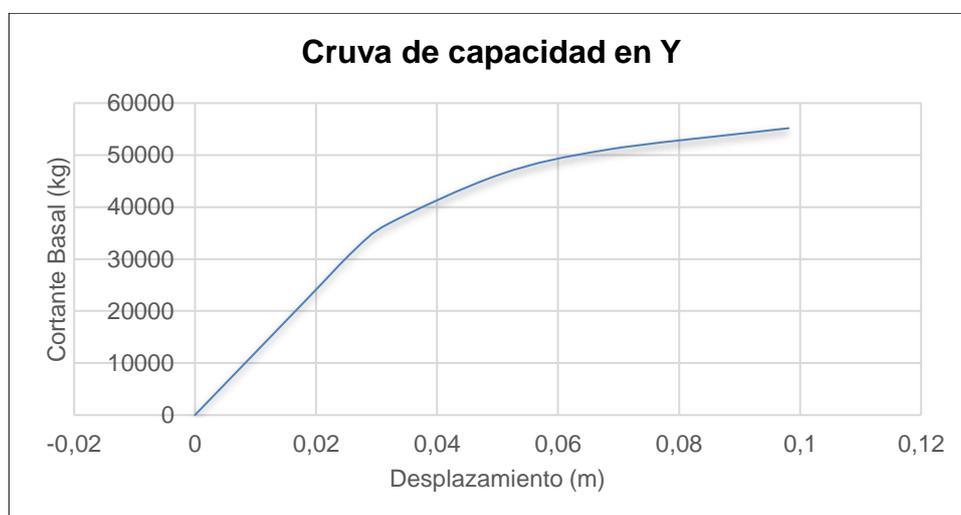


Figura 121: Curva de capacidad en Y

Fuente: Elaboración propia

Curva de capacidad tipología 3:

La figura 122 ilustra la curva de capacidad para viviendas de tipología 3

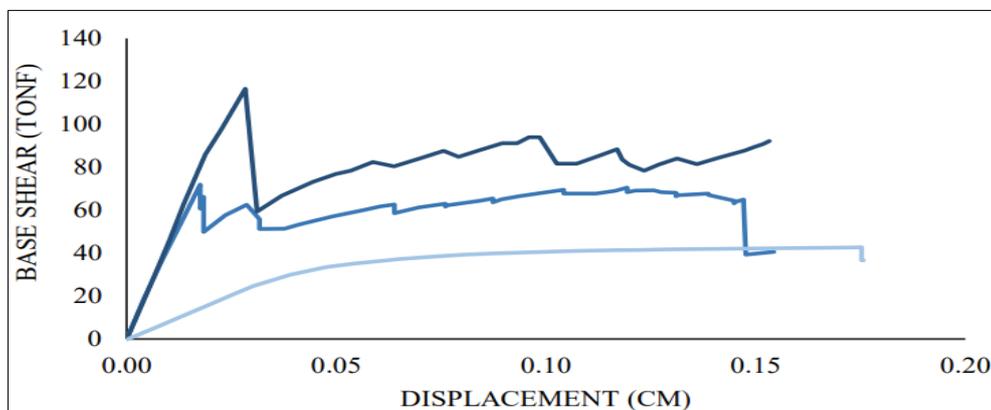


Figura 122: Curva de capacidad para viviendas de tipología 3

Fuente: (Celi, Pantoja, Sosa, & al., 2018)

5.2.3. ESPECTRO DE CAPACIDAD ATC-40

Análisis en el eje X:

En la figura 123 y figura 124, se visualiza que no existen los puntos de desempeño respectivamente, lo que significa que la vivienda no puede soportar las cargas sísmicas porque colapsaría, antes de determinar sus puntos de desempeño en los dos ejes.

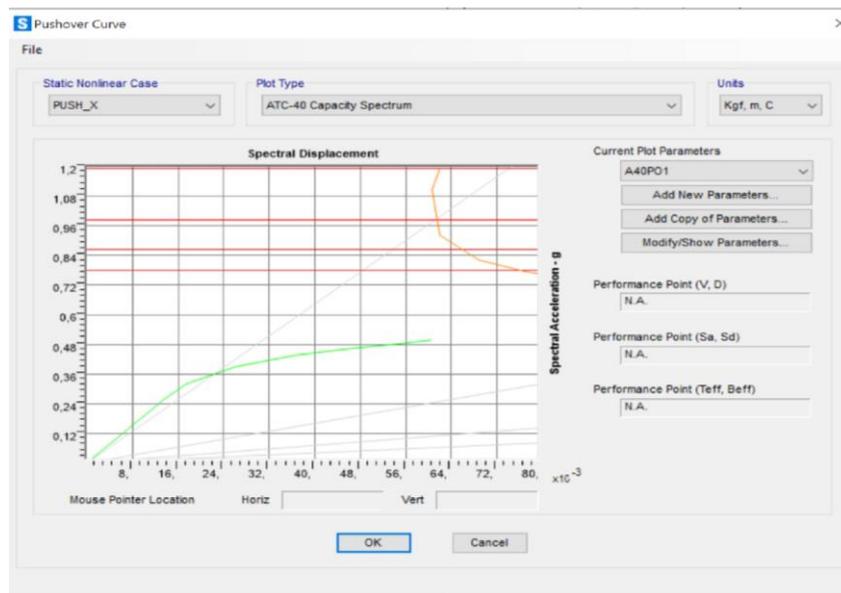


Figura 123: Espectro de capacidad en sentido X SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

Análisis en el eje Y:

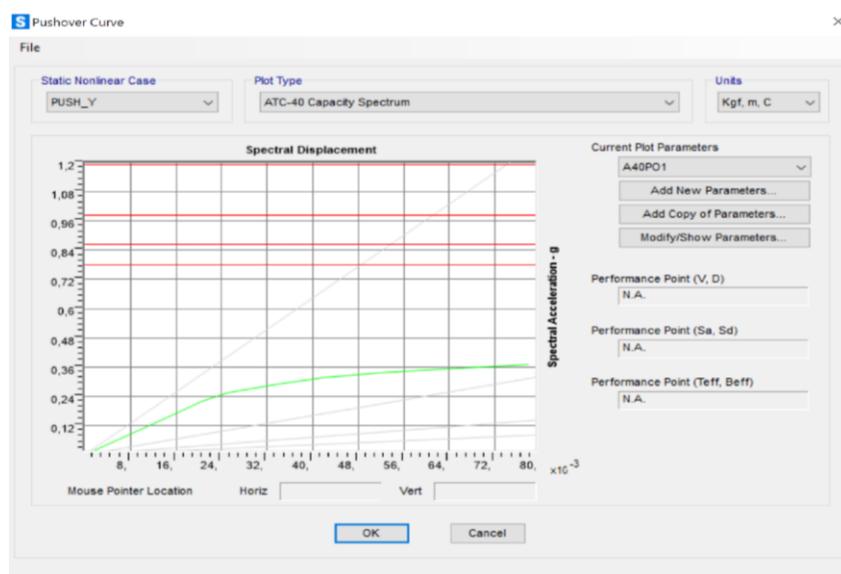


Figura 124: Espectro de capacidad en sentido Y SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

5.2.4. COEFICIENTE DEL MÉTODO FEMA 356

La figura 125 y figura 126 muestran las curvas de color rojo, que pertenecen a la demanda sísmica y la curva verde representa la capacidad que existe en la estructura; como se observa, la demanda sísmica sobrepasa a la capacidad de la estructura, esto significa que la capacidad de la estructura no es suficiente para ambos ejes.

Análisis en el eje X:

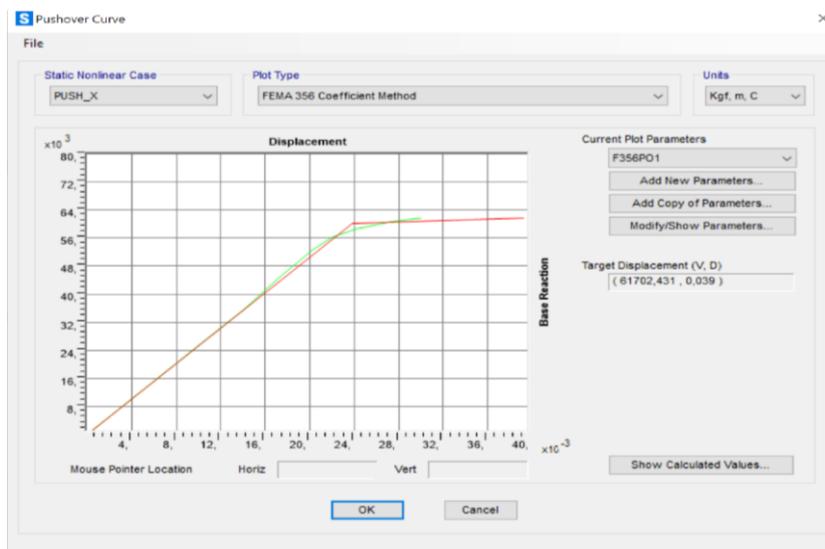


Figura 125: Método de coeficientes en X SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

Análisis en el eje Y:

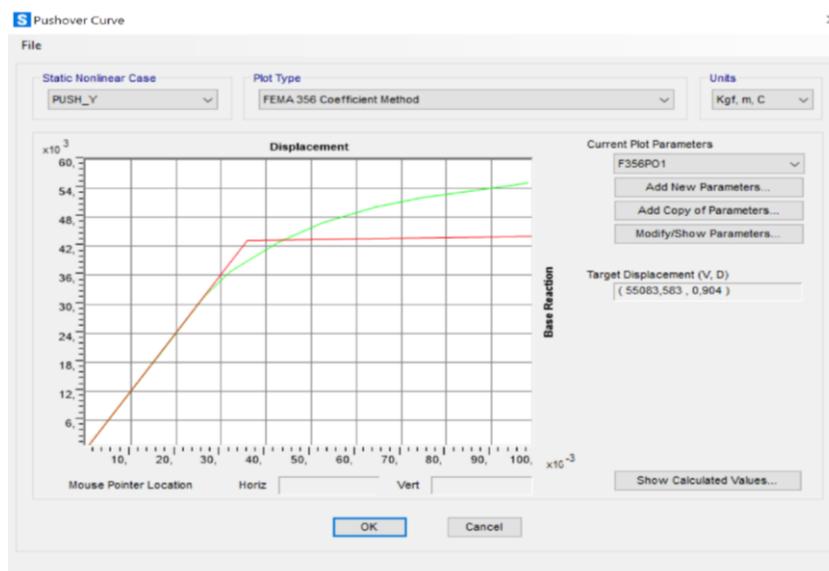


Figura 126: Método de coeficientes en Y SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

5.2.5. LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE FEMA 440

En la figura 127 y figura 128 se puede determinar que las líneas no se intersecan y por ende no encuentran un punto de desempeño, tanto para el análisis en el tramo X como para la sección en Y; esto quiere decir que la estructura colapsó durante la transición de las cargas aplicadas.

Análisis en el eje X:

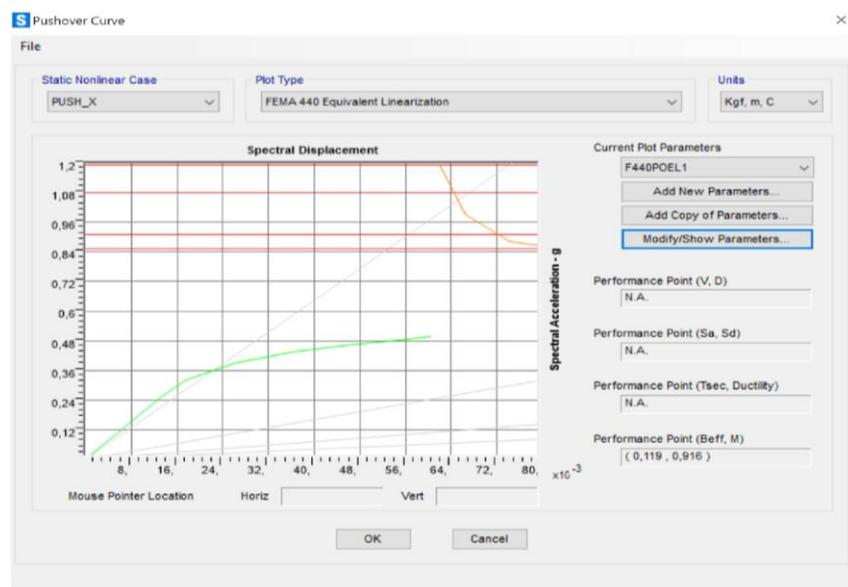


Figura 127: Linealización equivalente en el eje X SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

Análisis en el eje Y:

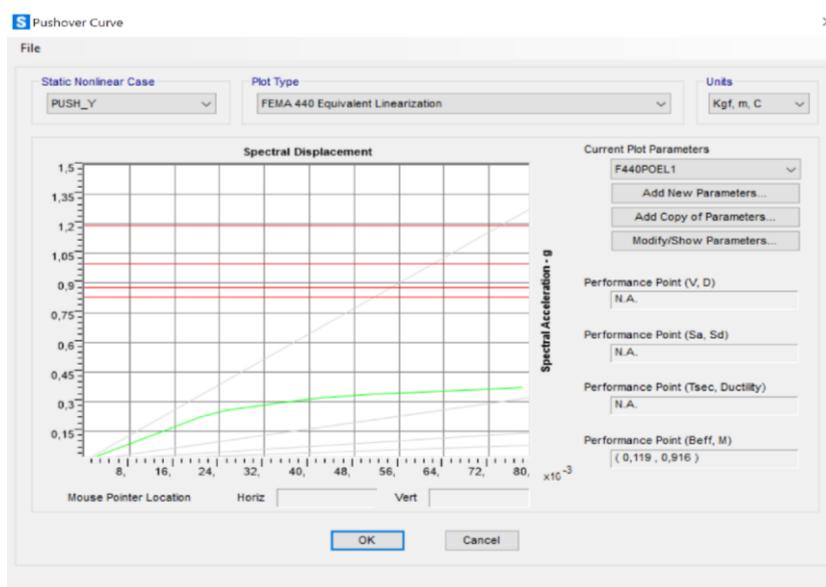


Figura 128: Linealización equivalente en el eje Y SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

5.2.6. ASCE 41-13 ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO DEL COEFICIENTE FEMA 440

En este proceso de análisis según la aplicación SAP 2000; como se muestra en la figura 129 y figura 130, la visualización del método no interseca la línea de demanda sísmica y capacidad, donde no llegan a cruzar el punto de desempeño.

Análisis en el eje X:

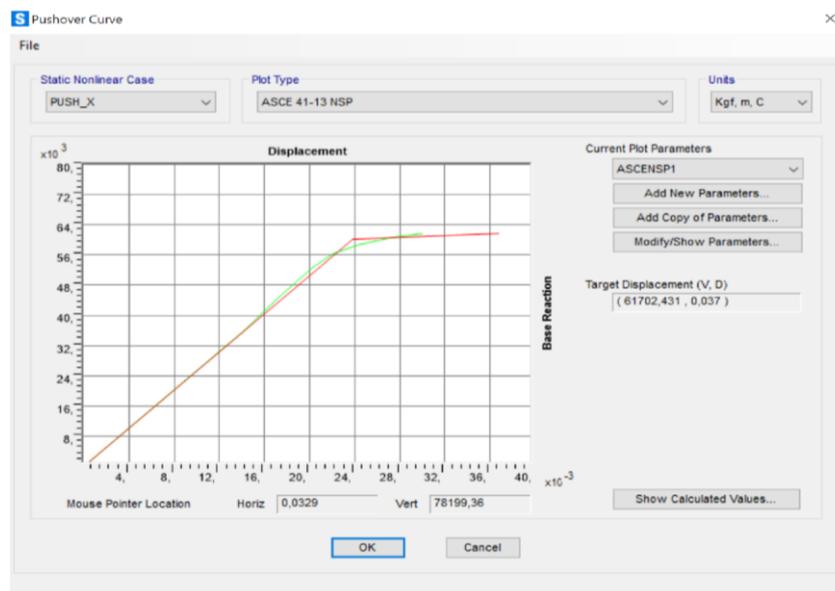


Figura 129: ASCE 41-13 en el eje X SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

Análisis en el eje Y:

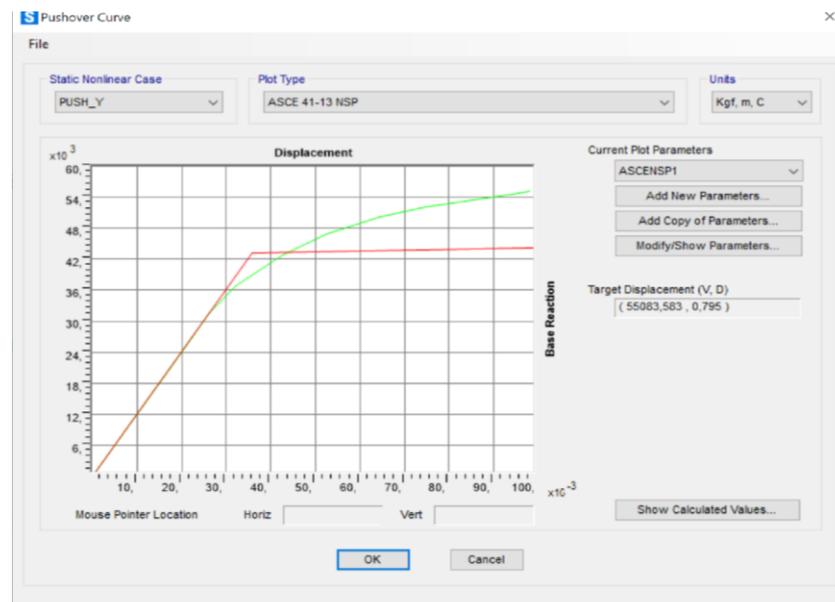


Figura 130: ASCE 41-13 en el eje Y SAP 2000
Fuente: Elaboración propia

5.2.7. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL

La figura 131 ilustra las estrategias de intervención estructural en las viviendas del barrio San Silvestre; dotándolos de una combinación adecuada de rigidez, resistencia y ductilidad que garantice su buen comportamiento en movimientos telúricos.

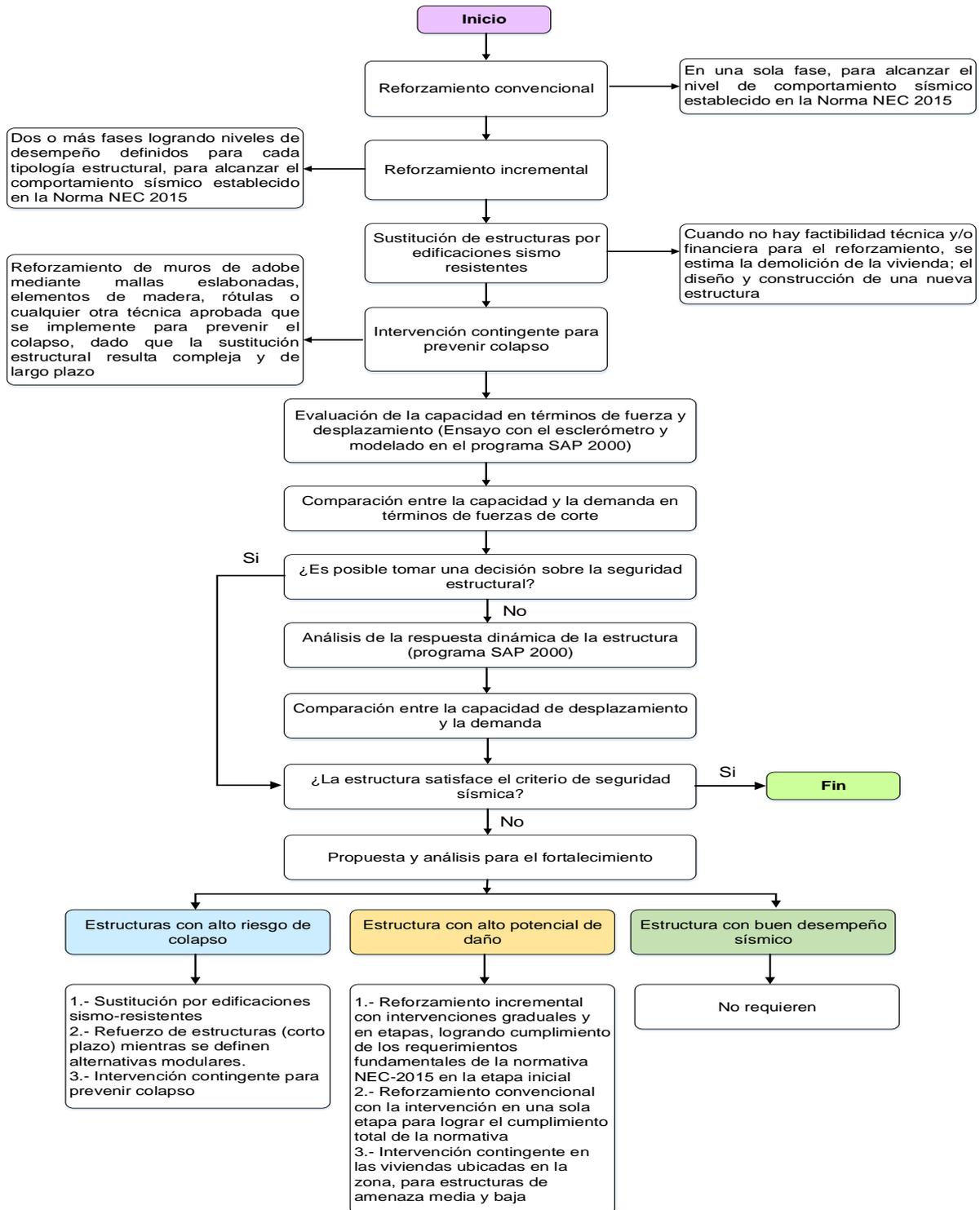


Figura 131: Estrategias de intervención estructural

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se determinó a través del formulario del examen visual rápido establecido por la guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de la NEC 2015, un puntaje final (S) de todas las estructuras analizadas del 100% de casas con alta vulnerabilidad sísmica.
- El proceso de encuestas destinado a las 25 viviendas del barrio San Silvestre, develó que las mismas se construyeron de manera informal; esto quiere decir que ninguna cuenta con alguna especificación técnica y mucho menos con un plano arquitectónico, incidiendo de forma directa en la vulnerabilidad de la estructura, en esta zona sísmica tipo D.
- La modelación de la vivienda mediante el programa SAP 2000 determinó el periodo fundamental de la estructura, con un valor de 0.59 seg; lo que representa que tiene una gran flexibilidad y no cumple con el periodo máximo, que es de 0.282 seg; que debería tener la estructura analizada según la NEC 2015.
- Según la NEC 2015 la participación de la masa deberá ser al menos el 90% tanto en sentido X como en el sentido Y; por lo que se pudo observar que la estructura analizada cumple con un valor de X de 98.7% y en Y con el 100%, al quinto modo de la estructura.
- Se determinó en base de los resultados del programa SAP 2000, la relación entre el cortante basal dinámico y el cortante basal estático en el sentido X como en el sentido Y, los valores de 82.49% y 91.73% respectivamente; cumpliendo lo establecido por la norma NEC 2015 que al ser una estructura regular, el porcentaje mínimo de la relación de los cortantes es del 80%.
- Para las derivas de piso la NEC 2015 establece un límite máximo del 2% para estructuras de hormigón armado; sin embargo, en la estructura analizada no se cumple con este parámetro, debido a que sus derivas de piso sobrepasan el límite en un valor mínimo, con resultados en las derivas inelásticas en sentido X de 2.03% y en Y de 2.20; tenido en consideración estos valores, quiere decir que la estructura colapsaría en la ocurrencia de movimiento telúrico.

- Se comprobó por medio de un análisis estático no lineal; las curvas de capacidad de la estructura, obteniendo en X un desplazamiento máximo de 0.03m correspondiente a una cortante de 62004,54 kg; y para el sentido en Y, se obtuvo un desplazamiento máximo de 0.098m y una cortante de 55165,98 kg.
- A partir de las curvas de capacidad de la estructura tanto en X como en Y, además de los métodos: espectro de capacidad, método de los coeficientes, linealización equivalente y modificación de desplazamiento; se estableció el punto de desempeño de la estructura, con el resultado de que su capacidad es insuficiente a la demanda sísmica establecida por la NEC 2015, ya que la estructura llega a colapsar antes de las intersecciones de la curva de capacidad y la demanda sísmica.
- Existe informalidad en el proceso de construcción de las viviendas en el barrio San Silvestre, debido a la filosofía del ahorro económico, además de la longevidad de las estructuras que rezagó la fiscalización tanto estructural como material; la inseguridad se incrementa al ser una zona sísmica Tipo D, pudiendo llegar al colapso total.
- Se determinó que la tipología de la vivienda analizada es de tipo 3, esta considera una vivienda de dos pisos y el contra piso de hormigón; también una de las similitudes es su curva de desplazamiento, donde al paso 4 la estructura obtuvo una falla en la columna; a su vez, generó problemas de desplazamiento en ambos sentidos, sin encontrar su punto de desempeño.
- En el proceso investigativo se determinó mediante las encuestas aplicadas a los propietarios de las viviendas, que un 100% de estas no tienen documentos que verifiquen el diseño y la construcción. Además, las casas construidas son edificaciones de dos pisos; su evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica demostró la alta vulnerabilidad que poseen.
- El programa SAP 2000 simuló la estructura y la deformación que sufre en la columna, debido a la omisión de la condición columna fuerte, viga débil; produciendo el colapso de la estructura, en la ocurrencia de un sismo.

RECOMENDACIONES

- La norma NEC 2015 analiza edificaciones de más de 3 pisos, esto hace que las condiciones y conceptos aplicados sean modificados para una estructura de 2 pisos, que comúnmente predominan en la zona del barrio San Silvestre. A partir de este trabajo, se recomienda que exista reforzamiento en las columnas de la vivienda analizada para que pueda generar un mayor desempeño ante un sismo.
- El martillo esclerométrico es uno de los equipos necesarios para analizar de manera más efectiva y precisa los valores estructurales de la vivienda; tarea que se complica por la accesibilidad a la información y recopilación de datos, debido al factor de obra que presentan las estructuras en el enlucido y la pintura.
- Promover el desarrollo de estudios e investigaciones a nivel detallado, de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones prioritarias públicas y privadas (universidades, hospitales, clínicas, unidades educativas, etc.); así como viviendas de otros sectores de la ciudad de Latacunga, aplicando la norma NEC 2015 y FEMA 154 para mejorar la seguridad estructural y salvaguardar la vida de todos los habitantes.
- Las metodologías para analizar el desempeño de las estructuras, deben considerar un reforzamiento a las zonas de los elementos base de la vivienda, ya que tiene una vulnerabilidad media, pudiendo colapsar si enfrentarse algún sismo de altas magnitudes; todas las casas de esta zona son construidas de forma empírica, convirtiéndolas en deficientes ante movimientos telúricos.
- Es importante que en una vivienda los elementos estructurales se encuentren al descubierto para poder realizar el ensayo de mejor manera, debido a que los enlucidos y los acabados dificultan el análisis. Se pueden producir complicaciones con los propietarios de las viviendas, porque se tiene que raspar para poder realizar el ensayo.
- Para evitar que una estructura sea flexible, se debe considerar las secciones de las columnas, las mismas deben ser de mayor envergadura con el propósito de generar mayor sostenibilidad a la vivienda; a su vez proporcionar mejor rigidez.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, J., & Malqui, J. (2018). *Vulnerabilidad sísmica de las Instituciones Educativas del Distrito de San José-Lambayeque, 2018*. Universidad Señor de Sipán.
- Alcívar, S., Mieles, Y., & Pierre, J. (2021). Estudio comparativo de análisis y diseño de estructuras aporticadas de hormigón armado, aplicando los espectros de la microzonificación sísmica del cantón Portoviejo y los espectros de la NEC-2015. *RIEMAT*, 33-45.
- Andrade, E., & Villavicencio, E. (2018). *Análisis estático no lineal del edificio de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí*. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Arteaga, P. (2017). *Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca-Ecuador*. Universidad de Cuenca.
- ASCE-41/13. (27 de Agosto de 2014). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. Obtenido de American Society of Civil Engineers: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15247/ASCE%2041-13.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- ATC-40. (13 de Noviembre de 1996). *Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings*. Obtenido de Seismic Safety Commission: <https://btupersada.files.wordpress.com/2017/12/atc-40-vol-2.pdf>
- Cabrera, X. (2014). *Módulo de elasticidad de hormigones de peso normal empleados en el Ecuador f_c : 21, 24, 28, 35 MPa*. Escuela Politécnica Nacional.
- Celi, C., Pantoja, J., Sosa, D., & al., e. (2018). Vulnerabilidad sísmica de Quito Ecuador, Fase I: Curvas de capacidad de las tipologías estructurales, proyecto GEM-SARA. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador, III(106)*, 41-79. doi:https://www.researchgate.net/publication/341688411_Vulnerabilidad_sismica_de_Quito_Ecuador_fase_I_curvas_de_capacidad_de_las_tipologias_estructurales_Proyecto_GEM_-_SARA

- Chávez, B. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito-Ecuador y riesgo de pérdida*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Esmeraldas, C. (2016). *Análisis estructural basado en simulación por el método de elementos finitos de una carrocería de bus interprovincial sometida a prueba de impacto lateral*. Universidad de las Fuerzas Armadas.
- FEMA-356. (16 de Noviembre de 2000). *Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings*. Obtenido de American Society of Civil Engineers: <https://www.nehrp.gov/pdf/fema356.pdf>
- FEMA-440. (23 de Junio de 2005). *Improvement of nonlinear static seismic analysis procedures*. Obtenido de Federal Emergency Management Agency: <https://mitigation.eeri.org/wp-content/uploads/fema-440.pdf>
- Gallardo, R., & Navarro, C. (2021). *Análisis estructural del desempeño sísmico del edificio de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial bloque 2*. Universidad Técnica de Ambato.
- Garcés, J. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- GUIA-5-NEC. (15 de Septiembre de 2016). *Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/10/GUIA-5-EVALUACION-Y-REHABILITACION1.pdf>
- Hernández, J., & Lockhart, S. (2017). Metodología para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones de hormigón. *Ciencia y sociedad República Dominicana*, XXXVI(2), 256-275. doi:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87019757004>
- Jiménez, J., Cabrera, J., Sánchez, J., & al., e. (2018). Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la ciudad de Cuenca: Lineamientos

generales y avances del proyecto. *Maskana*, 9(1), 43-73.
doi:<https://doi.org/10.18537/mskn.09.01.07>

Lozano, A. (27 de Agosto de 2012). *Martillo de Schmidt (Esclerómetro)*. Obtenido de Academia Web Site:
https://www.academia.edu/12187503/MARTILLO_SCHMIDT_ESCLER%C3%93METRO_

Marcillo, G. (2019). *evaluación de vulnerabilidad sísmica basada en los métodos Benedetti y Petrini; FEMA-154 del edificio carrera de Ingeniería Agropecuaria-UNESUM*. Jipijapa: Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Medina, C., & Aleaga, P. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad estructural del edificio de EMAPA ubicado en el barrio Miñarica II en la ciudad de Ambato; ante fenómenos sísmicos probables, de acuerdo a los parámetros establecidos por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.

NEC-SE-DS. (11 de Agosto de 2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción, Cargas sísmicas diseño sismo resistente*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>

NEC-SE-HM. (13 de diciembre de 2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción, Estructuras de hormigón armado*. Obtenido de Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-HM-Hormig%C3%B3n-Armado.pdf>

Padilla, J. (2021). *Identificación de las fallas y análisis de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería confinada ubicadas en el A.H La Primavera III-etapa, Distrito de Castilla*. Piura: Universidad Nacional de Piura.

PROCEQ-S.A. (12 de Noviembre de 2017). *Manual de operación, Martillo para ensayos de hormigón*. Obtenido de Proceq Web site: https://www.screeningeagle.com/Downloads/OrginalSchmidt_Operating%20Instructions_Spanish_high.pdf

Vargas, F. (2016). *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en viviendas y edificios comerciales menores en el área central de Pérez Zeledón, Costa Rica*. Escuela Ingeniería en Construcción IT de Costa Rica.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA EN ESTUDIO.....	178
ANEXO 2: ESPECTRO REDUCIDO	190
ANEXO 3: EVALUACIONES VISUALES DE LAS ESTRUCTURAS	192
ANEXO 4: ENCUESTAS EFECTUADAS A LOS PROPIETARIOS.....	212

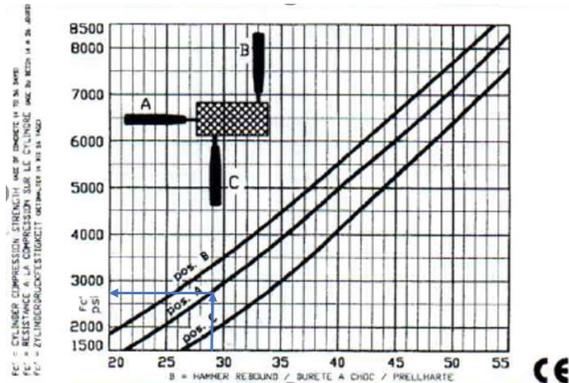
ANEXO 1: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA EN ESTUDIO

Anexo 1.1: PRIMERA PLANTA COLUMNAS

COLUMNA LATERAL IZQUIERDA

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	α_n	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	26	28,5	-2,5	Esp. Libres mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	2700	189,8289	186,37	ok	3000	0,63	117,42
2	27											
3	28											
4	29											
5	30											
6	31											
7	28											
8	29											
9	29											
10	28											

CURVAS DE CONVERSIÓN

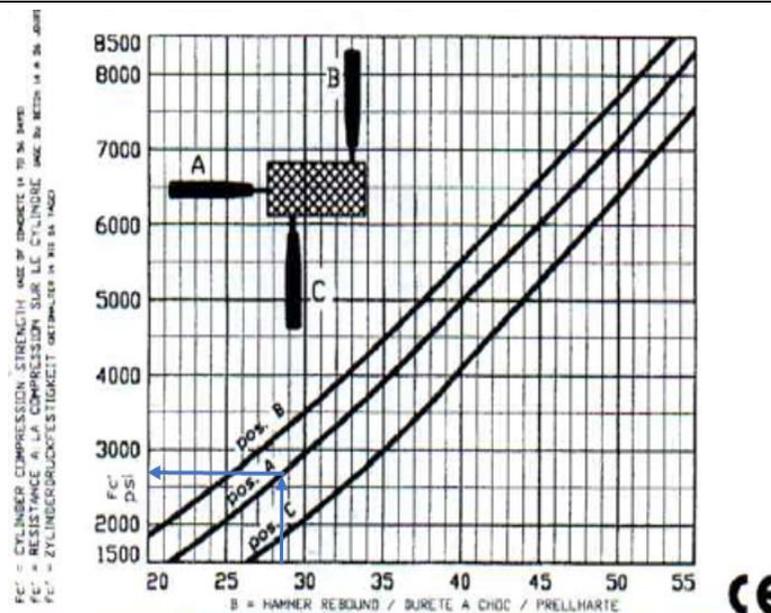


Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

COLUMNA LATERAL DERECHA

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm2)	f'c (Japón)(kg/cm2)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad F'c (kg/cm2)
1	26	27,7	-2,5	Esp. Libres mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	2600	182,7982	175,98	ok	3000	0,63	110,87
2	26		-2,5									
3	29		0,5									
4	31		2,5									
5	30		1,5									
6	27		-1,5									
7	26		-2,5									
8	28		-0,5									
9	26		-2,5									
10	28		-0,5									

CURVAS DE CONVERSIÓN



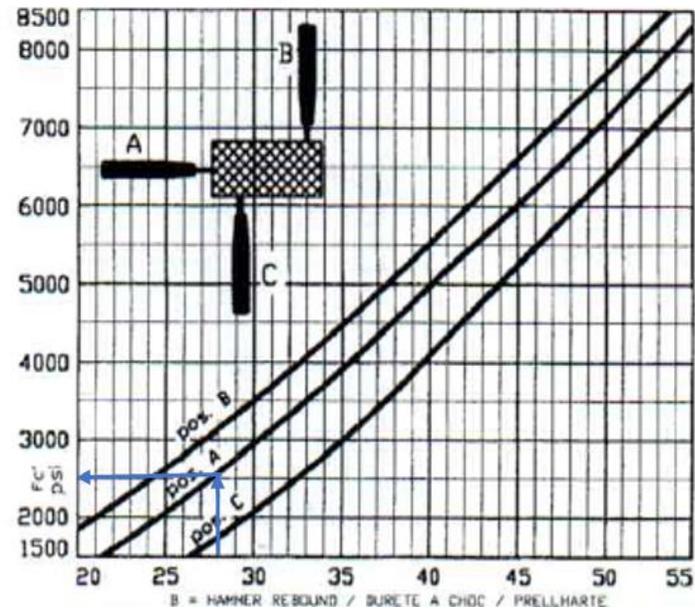
Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

COLUMNA MEDIA

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CALCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	26	28,2	-2,5	Esp. Libres mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	2500	175,7675	182,48	ok	3000	0,63	114,96
2	29											
3	28											
4	29											
5	28											
6	26											
7	30											
8	31											
9	28											
10	27											

CURVAS DE CONVERSIÓN

F'c = CYLINDER COMPRESSION STRENGTH / MASE WY CONKRETE IN TO IN BARS
 F'c = RESISTANCE A LA COMPRESION SUR LE CYLINDRE / MASE DU BETON IN A IN BARS
 F'c = ZYLINDERDRUCKFESTIGKEIT / MESSWEERTUNNEN IN 100 MM DIAMETER

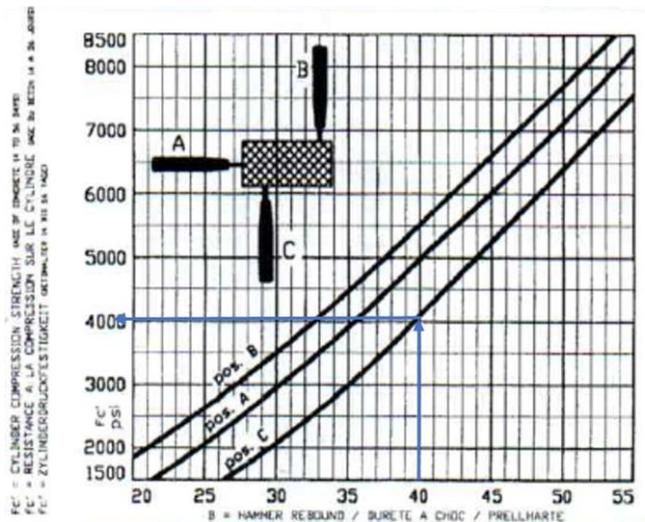


Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

VIGA 1

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm2)	f'c (Japón)(kg/cm2)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad F'c (kg/cm2)
1	40	40,2	-0,2	Esp. Libres mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	4000	281,228	338,37	ok	3000	0,63	213,17
2	41											
3	39											
4	40											
5	42											
6	45											
7	43											
8	31											
9	40											
10	41											

CURVAS DE CONVERSIÓN

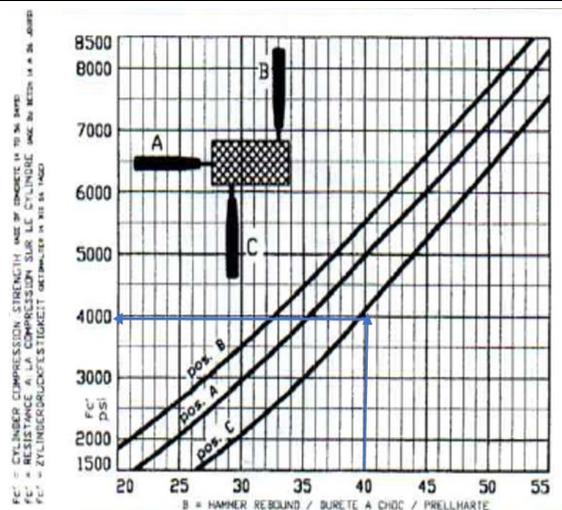


Anexo 1.2: PRIMERA PLANTA VIGAS

VIGA 2

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	αn	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	41	40,2	0,8	Esp. Libres mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	4000	281,228	338,37	ok	3000	0,63	213,17
2	41		0,8									
3	42		1,8									
4	44		3,8									
5	35		-5,2									
6	36		-4,2									
7	39		-1,2									
8	41		0,8									
9	42		1,8									
10	41		0,8									

CURVAS DE CONVERSIÓN



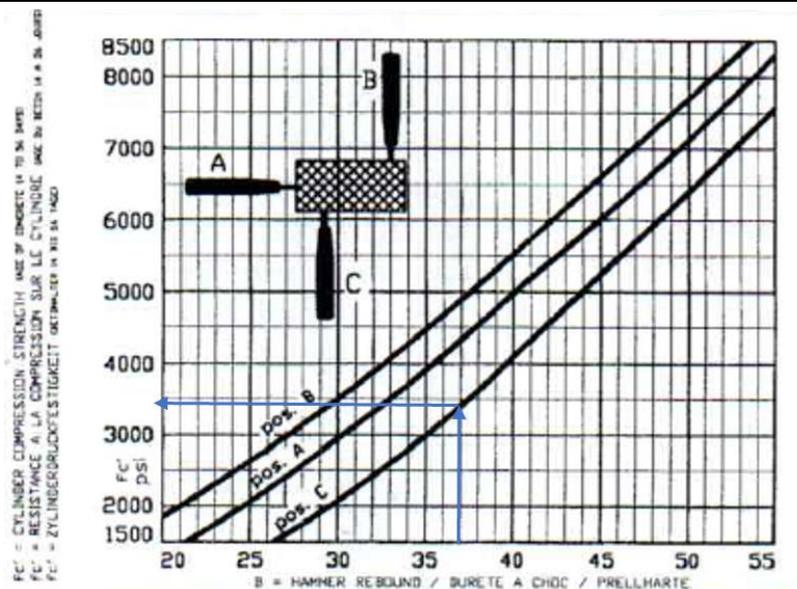
Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

VIGA 3

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	41	37,1	0,8	Esp. Libres mediciones 25 mm.	90 grados Gráf+G102ica tipo C	3900	274,1973	298,10	ok	3000	0,63	187,80
2	39		-1,2									
3	38		-2,2									
4	36		-4,2									
5	37		-3,2									
6	36		-4,2									
7	31		-9,2									
8	40		-0,2									
9	41		0,8									
10	32		-8,2									

CURVAS DE CONVERSIÓN



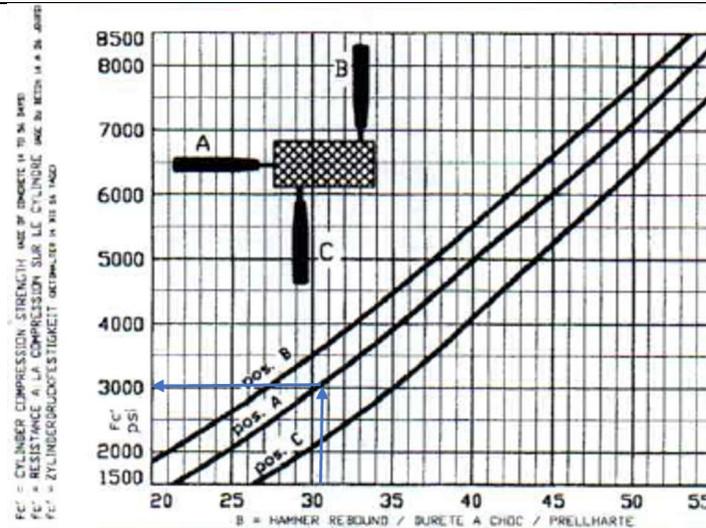
Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

Anexo 1.3: SEGUNDA PLANTA COLUMNAS

COLUMNA LATERAL IZQUIERDA

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	30	30,5	-0,5	Esp. Libres mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3000	210,921	212,36	ok	1000	0,65	138,03
2	29		-1,5									
3	32		1,5									
4	30		-0,5									
5	29		-1,5									
6	34		3,5									
7	29		-1,5									
8	32		1,5									
9	32		1,5									
10	28		-2,5									

CURVAS DE CONVERSIÓN

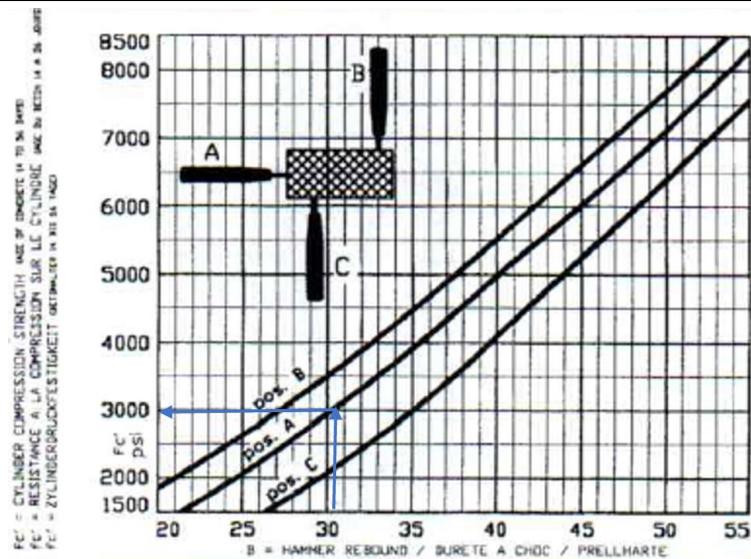


Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

COLUMNA LATERAL DERECHA

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm2)	f'c (Japón)(kg/cm2)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	αn	Corrección por edad F'c (kg/cm2)
1	29	30,6	-1,5	Esp. Libres mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	3000	210,921	213,66	ok	1000	0,65	138,88
2	29		-1,5									
3	34		3,5									
4	30		-0,5									
5	30		-0,5									
6	29		-1,5									
7	34		3,5									
8	32		1,5									
9	29		-1,5									
10	30		-0,5									

CURVAS DE CONVERSIÓN

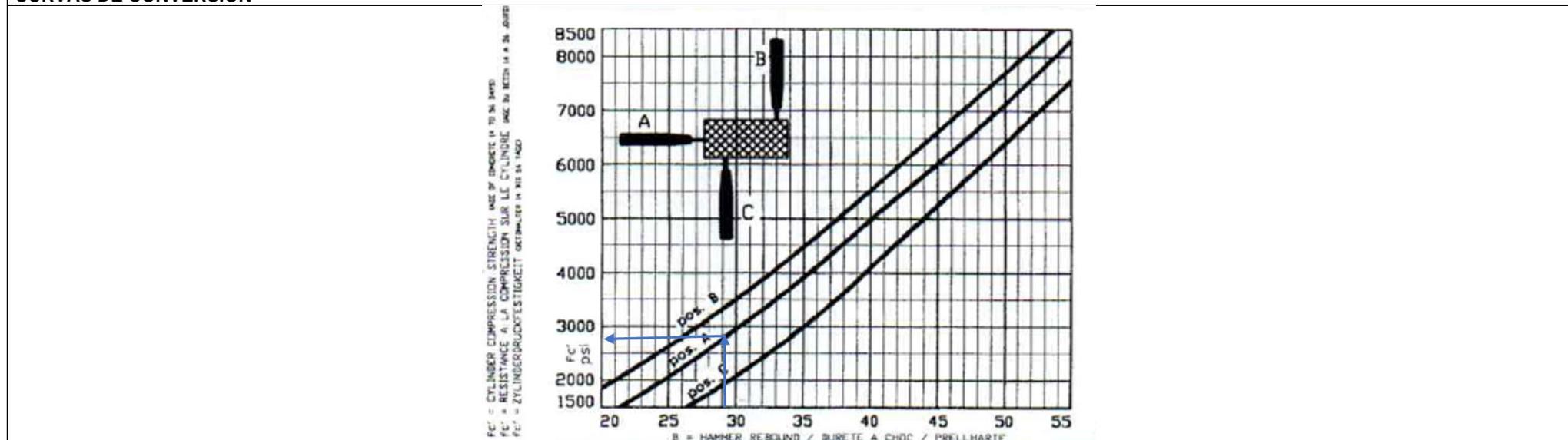


Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

COLUMNA MEDIA

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	αn	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	29	29,25	-1,5	Esp. Libres mediciones 25 mm.	0 grados Gráfica tipo A	2750	193,34425	196,12	ok	1000	0,65	127,48
2	28,5		-2									
3	29		-1,5									
4	28		-2,5									
5	28		-2,5									
6	29		-1,5									
7	32		1,5									
8	28		-2,5									
9	32		1,5									
10	29		-1,5									

CURVAS DE CONVERSIÓN

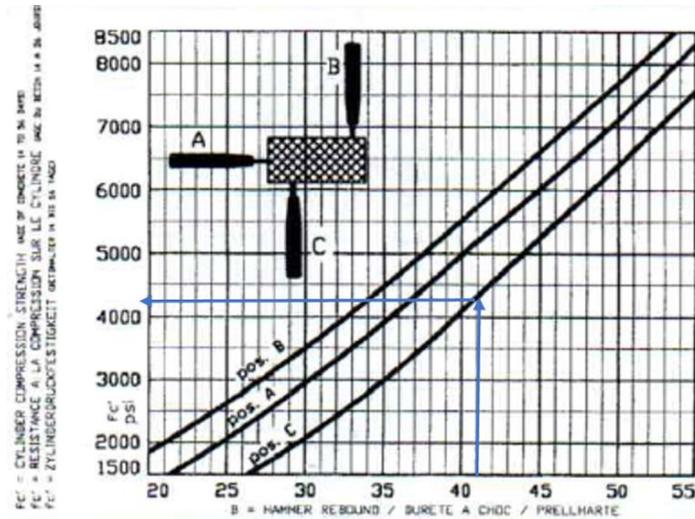


Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

VIGA 1

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm2)	f'c (Japón)(kg/cm2)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad F'c (kg/cm2)
1	43	41,1	1,9	Esp. Libres mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	4250	298,80475	350,06	ok	1000	0,65	227
2	40		-1,1									
3	44		2,9									
4	33		-8,1									
5	44		2,9									
6	42		0,9									
7	45		3,9									
8	32		-9,1									
9	48		6,9									
10	40		-1,1									

CURVAS DE CONVERSIÓN



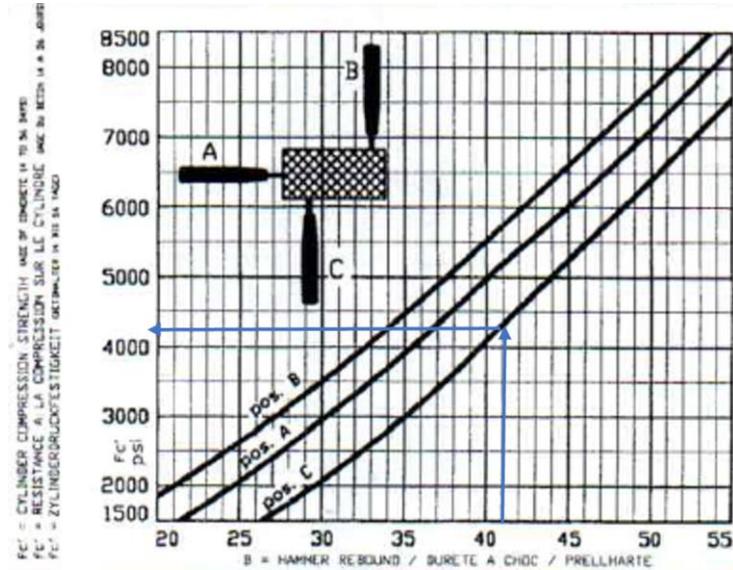
Anexo 1.4: SEGUNDA PLANTA VIGAS

Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

VIGA 2

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	αn	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	38	40,6	-3,1	Esp. Libres mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	4100	288,2587	343,57	ok	1000	0,65	223,32
2	40		-1,1									
3	40		-1,1									
4	41		-0,1									
5	42		0,9									
6	44		2,9									
7	40		-1,1									
8	45		3,9									
9	34		-7,1									
10	42		0,9									

CURVAS DE CONVERSIÓN

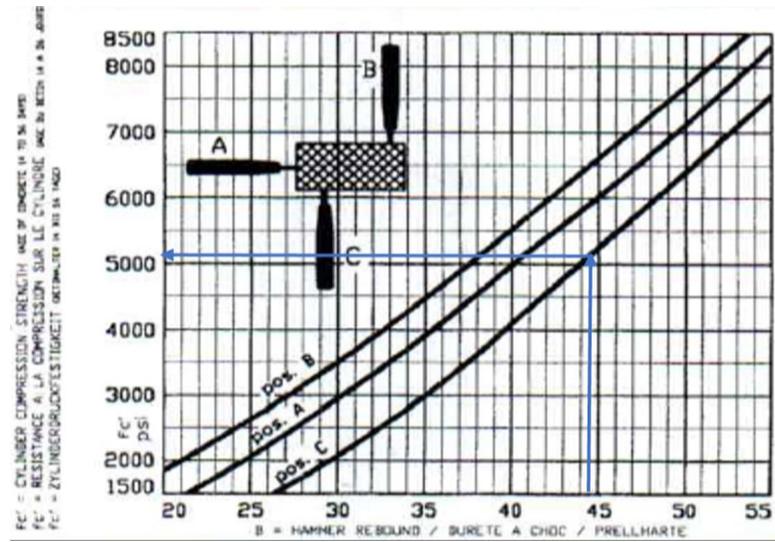


Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

VIGA 3

Número de mediciones en área de prueba	ELEMENTO			CÁLCULO								
	Lectura del esclerómetro	Promedio de lecturas	Diferencia	E. Malla	Inclinación	f'c (PSI de la gráfica 2)	f'c (kg/cm ²)	f'c (Japón)(kg/cm ²)	Grado de aceptación	factor por edad (días)	an	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)
1	47	44,6	5,9	Esp. Libres mediciones 25 mm.	90 grados Gráfica tipo C	5100	358,5657	395,53	ok	1000	0,65	257,10
2	46		4,9									
3	46		4,9									
4	48		6,9									
5	45		3,9									
6	48		6,9									
7	46		4,9									
8	42		0,9									
9	39		-2,1									
10	39		-2,1									

CURVAS DE CONVERSIÓN



Fuente: Elaboración propia adaptado de (PROCEQ SA, 2017)

ANEXO 2: ESPECTRO REDUCIDO

T (s)	C (Kg)
0,00	0,1600
0,05	0,2533
0,10	0,3466
0,15	0,3968
0,20	0,3968
0,25	0,3968
0,30	0,3968
0,35	0,3968
0,40	0,3968
0,45	0,3968
0,50	0,3968
0,55	0,3968
0,60	0,3968
0,65	0,3968
0,70	0,3957
0,75	0,3694
0,80	0,3463
0,85	0,3259
0,90	0,3078
0,95	0,2916
1,00	0,2770
1,05	0,2638
1,10	0,2518
1,15	0,2409
1,20	0,2308
1,25	0,2216
1,30	0,2131
1,35	0,2052
1,40	0,1979
1,45	0,1910
1,50	0,1847
1,55	0,1787
1,60	0,1731
1,65	0,1679
1,70	0,1630
1,75	0,1583
1,80	0,1539
1,85	0,1497
1,90	0,1458
1,95	0,1421
2,00	0,1385

2,05	0,1351
2,10	0,1319
2,15	0,1288
2,20	0,1259
2,25	0,1231
2,30	0,1204
2,35	0,1179
2,40	0,1154
2,45	0,1131
2,50	0,1108
2,55	0,1086
2,60	0,1065
2,65	0,1045
2,70	0,1026
2,75	0,1007
2,80	0,0989
2,85	0,0972
2,90	0,0955
2,95	0,0939
3,00	0,0923
3,05	0,0908
3,10	0,0894
3,15	0,0879
3,20	0,0866
3,25	0,0852
3,30	0,0839
3,35	0,0827
3,40	0,0815
3,45	0,0803
3,50	0,0791
3,55	0,0780
3,60	0,0769
3,65	0,0759
3,70	0,0749
3,75	0,0739
3,80	0,0729
3,85	0,0720
3,90	0,0710
3,95	0,0701
4,00	0,0693

4,05	0,0684
4,10	0,0676
4,15	0,0668
4,20	0,0660
4,25	0,0652
4,30	0,0644
4,35	0,0637
4,40	0,0630
4,45	0,0623
4,50	0,0616
4,55	0,0609
4,60	0,0602
4,65	0,0596
4,70	0,0589
4,75	0,0583
4,80	0,0577
4,85	0,0571
4,90	0,0565
4,95	0,0560
5,00	0,0554

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3: EVALUACIONES VISUALES DE LAS ESTRUCTURAS

Anexo 3.1: Evaluación visual formato 1

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre													
	Nombre de la edificación: Vivienda													
	Sitio de referencia: Bellavista Con suso lo Sinchiguano													
	Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 2006							Año de remodelación:						
	Área de construcción : 166,32 m2							Número de pisos: 2						
	DATOS DEL PROFESIONAL													
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony													
	C.I: 0502933815													
Registro SENESCYT:														
														
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 mixta, 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	
PUNTAJE FINAL, S														
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:														

Anexo3.2: Evaluación visual formato 2

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
	Nombre de la edificación: Vivienda												
	Sitio de referencia: Manuel Suárez												
	Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 2014						Año de remodelación:						
	Área de construcción : 450						Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL												
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
	C.I: 0502933815												
Registro SENESCYT:													
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	MK						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	MK	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
PUNTAJE FINAL S													
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 3.3: Evaluación visual formato 3

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
		Nombre de la edificación: Vivienda												
		Sitio de referencia: Rolando Almachi												
		Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
		Año de construcción: 2004						Año de remodelación:						
		Área de construcción : 170 m2						Número de pisos:1						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
		CI: 0502988815												
Registro SENESCYT:														
														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado							CL	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	CL	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
PUNTAJE FINAL S														
						1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5		Medio vulnerabilidad												
5 > 2,5		Baja vulnerabilidad										Firma responsable de evaluación		
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.4: Evaluación visual formato 4

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
	Nombre de la edificación: Vivienda												
	Sitio de referencia: Rolando Almachi												
	Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 2011						Año de remodelación:						
	Área de construcción : 180 m2						Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL												
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
	CI: 0502963815												
Registro SENESCYT:													
													
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	MK							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	MK	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
PUNTAJE FINAL S					1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
													Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:													

Anexo 3.5: Evaluación visual formato 5

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre													
	Nombre de la edificación: Vivienda													
	Sitio de referencia: Gabriel Toaquiza													
	Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 2000							Año de remodelación:						
	Área de construcción : 160 m2							Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL													
	Nombre del evaluador: Daniel Falcoy													
	CI: 0502968815													
Registro SENESCYT:														
														
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	MK							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	MK	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	
PUNTAJE FINAL S					1,1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA														
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2,0 > 5 > 2,5	Media vulnerabilidad													
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad													
														Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.6: Evaluación visual formato 6

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre													
	Nombre de la edificación: Vivienda													
	Sitio de referencia: José Muñoz													
	Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 1998							Año de remodelación:						
	Área de construcción : 230 m2							Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL													
	Nombre del evaluador: Daniel Falcoy													
	CI: 0502933815													
Registro SENESCYT:														
														
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	MK							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	MK	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	
PUNTAJE FINAL, S					1,1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad													
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad													
													Firma responsable de evaluación	
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.7: Evaluación visual formato 7

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre													
	Nombre de la edificación: Vivienda													
	Sitio de referencia: María Bustamante													
	Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 2008							Año de remodelación:						
	Área de construcción : 180 m2							Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL													
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony													
	CI: 0502988815													
Registro SENESCYT:														
														
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	MK							H. Armado prefabricado					PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado
								Pórtico Acero con paredes mampostería					S5	
PUNTAJES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MK	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	
PUNTAJE FINAL S					1,1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad													
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad													
														Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.8: Evaluación visual formato 8

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre													
	Nombre de la edificación: Vivienda													
	Sitio de referencia: Jhonathan Panchana													
	Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 2004							Año de remodelación:						
	Área de construcción : 1.75 m2							Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL													
	Nombre del evaluador: Daniel Falcoy													
	CI: 0502968815													
Registro SENESCYT:														
														
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	MK							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	MK	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	
PUNTAJE FINAL S					1,1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2,0 > 5 > 2,5	Media vulnerabilidad													
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad													
														Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.9: Evaluación visual formato 9

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
	Nombre de la edificación: Vivienda												
	Sitio de referencia: Carlos Delgado												
	Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 2008						Año de remodelación:						
	Área de construcción : 155 m2						Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL												
	Nombre del evaluador: Daniel Falcoy												
	CI: 0502983815												
Registro SENESCYT:													
													
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	MK			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4								
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5								
PUNTAES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINALES													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MK	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
PUNTAJE FINAL, S					1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5	Mediana vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
													Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:													

Anexo 3.10: Evaluación visual formato 10

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN													
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre													
	Nombre de la edificación: Vivienda													
	Sitio de referencia: Santiago Beltrán													
	Tipo de suelo: D							Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 1996							Año de remodelación:						
	Área de construcción : 135 m2							Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL													
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony													
	CI: 0502988815													
Registro SENESCYT:														
														
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	MK							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	MK	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	
PUNTAJE FINAL S					1,1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA														
5 < 20	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
20 > 5 > 25	Meda vulnerabilidad													
5 > 25	Baja vulnerabilidad													
														Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.11: Evaluación visual formato 11

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
	Nombre de la edificación: Vivienda												
	Sitio de referencia: Alcides Pastuña												
	Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 1989						Año de remodelación:						
	Área de construcción : 180 m2						Número de pisos:1						
	DATOS DEL PROFESIONAL												
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
	C.I: 0502983815												
Registro SENESCYT:													
													
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	MK							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 FINALES													
Tipología del sistema estructural	w1	URM	RM	MK	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	0,2	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
PUNTAJE FINAL, S					1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
													Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:													

Anexo 3.12: Evaluación visual formato 12

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
	Nombre de la edificación: Vivienda												
	Sitio de referencia: Orlando Toapanta												
	Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 1993						Año de remodelación:						
	Área de construcción : 180 m2						Número de pisos: 2						
	DATOS DEL PROFESIONAL												
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
	C.I: 0502988815												
Registro SENESCYT:													
													
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	MK								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	MK	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	0,2	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
PUNTAJE FINAL, S					1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5	Medía vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
											Firma responsable de evaluación		
OBSERVACIONES:													

Anexo 3.13: Evaluación visual formato 13

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
	Nombre de la edificación: Vivienda												
	Sitio de referencia: Samuel Culqui												
	Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 1999						Año de remodelación:						
	Área de construcción : 120 m2						Número de pisos: 1						
	DATOS DEL PROFESIONAL												
	Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
	C.I: 0502983815												
Registro SENESCYT:													
													
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	MK								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	MK	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
PUNTAJE FINAL, S					1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5	Mediana vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
													Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:													

Anexo 3.14: Evaluación visual formato 14

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
		Nombre de la edificación: Vivienda												
		Sitio de referencia: José Pazmiño												
		Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
		Año de construcción: 2008						Año de remodelación:						
		Área de construcción: 145 m ²						Número de pisos: 2						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
		CI: 0502983815												
Registro SENESCYT:														
														
TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	WS	Pórtico Hormigón Armado				CL	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	CL	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	
PUNTAJE FINAL S					1,1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad													
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad													
													Firma responsable de evaluación	
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.15: Evaluación visual formato 15

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
	Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
	Nombre de la edificación: Vivienda												
	Sitio de referencia: Gustavo Llerena												
	Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
	Año de construcción: 1996						Año de remodelación:						
	Área de construcción : 180 m2						Número de pisos: 1						
	DATOS DEL PROFESIONAL												
	Nombre del evaluador: Daniel Falcoy												
	CI: 050298815												
Registro SENESCYT:													
													
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
PUNTAJE FINAL S					1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SISMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
													Firma responsable de evaluación
OBSERVACIONES:													

Anexo 3.16: Evaluación visual formato 16

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
		Nombre de la edificación: Vivienda												
		Sitio de referencia: Mireya Jácome												
		Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
		Año de construcción: 2008						Año de remodelación:						
		Área de construcción : 200 m2						Número de pisos: 2						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador: Daniel Falcoy												
		CI: 0502983815												
Registro SENESCYT:														
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	MK						Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado				S4			
		H. Armado prefabricado				PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5			
PUNTAES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	w1	URM	RM	MK	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	0,2	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	
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										Firma responsable de evaluación		
2,0 > 5 > 2,5		Meda vulnerabilidad												
5 > 2,5		Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.17: Evaluación visual formato 17

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN											
		Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre											
		Nombre de la edificación: Vivienda											
		Sitio de referencia: Gonzalo Castro											
		Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021					
		Año de construcción: 2001						Año de remodelación:					
		Área de construcción: 210 m ²						Número de pisos: 2					
		DATOS DEL PROFESIONAL											
		Nombre del evaluador: Daniel Falcoy											
		CI: 0502983815											
Registro SENESCYT:													
													
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
PUNTAJE FINAL, S					1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												Firma responsable de evaluación
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad												
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:													

Anexo 3.18: Evaluación visual formato 18

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
		Nombre de la edificación: Vivienda												
		Sitio de referencia: Luisa Herrera												
		Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
		Año de construcción: 1992						Año de remodelación:						
		Área de construcción: 200 m2						Número de pisos: 1						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador: Daniel Falcony												
		CI: 0502933815												
Registro SENESCYT:														
														
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	MK						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	MK	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
PUNTAJE FINAL, S														
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										Firma responsable de evaluación		
2,0 > 5 > 2,5		Mediana vulnerabilidad												
5 > 2,5		Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.19: Evaluación visual formato 19

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
		Nombre de la edificación: Vivienda												
		Sitio de referencia: Luis Panchi												
		Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
		Año de construcción: 2006						Año de remodelación:						
		Área de construcción : 190 m2						Número de pisos: 2						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador: Daniel Falcoy												
		CI: 0502983815												
Registro SENESCYT:														
														
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	MK						Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado				S4			
		H. Armado prefabricado				PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5			
PUNTAES BASICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	w1	URM	RM	MK	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	0,2	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	
PUNTAJE FINAL, S					1,1									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
5 < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial													
2,0 > 5 > 2,5	Meda vulnerabilidad													
5 > 2,5	Baja vulnerabilidad													
													Firma responsable de evaluación	
OBSERVACIONES:														

Anexo 3.20: Evaluación visual formato 20

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN		DATOS DE LA EDIFICACIÓN												
		Dirección: Barrio San Silvestre - San Silvestre												
		Nombre de la edificación y número												
		Código de referencia, código sísmico												
		Tipo de suelo: D						Fecha de evaluación: 17 de junio 2021						
		Año de construcción: 2006						Año de rehabilitación:						
		Área de construcción: 200m ²						Número de pisos: 1						
		DATOS DEL PROFESIONAL												
		Nombre del evaluador: Daniel Falcone												
		C.I: 050283815												
Registro SE NESCYTE:														
														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Mediana	WS	Pórtico Hormigón Armado				C1	Pórtico Acero laminado				S1			
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico Hormigón con muros estructurales				C2	Pórtico Acero laminado con diagonales				S2			
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.A. armado con mampostería confinada sin refuerzo				C3	Pórtico Acero Doblado en frío				S3			
Mixta Acero-hormigón o mixta, madera-hormigón	MX						H. Armado pre fabricado				PC	Pórtico Acero laminado con muros estructurales de hormigón armado		
							Pórtico Acero con paredes o 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
PUNTAJE FINAL S						1,1								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S ≤ 3,0		Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
3,0 > S > 3,5		Mediana vulnerabilidad												
S > 3,5		Baja vulnerabilidad												
												Firma responsable de la evaluación		
OBSERVACIONES:														

Anexo 4.2: Encuesta 2

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	MANUEL SUAREZ
N.-Piso:	1
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	7
Referencia básica visual de la edificación:	COLOR BLANCO
Realizado por:	DANIEL FALCONY
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/>	Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación:	VIVIENDA
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique: HÚMEDAD	

Anexo 4.3: Encuesta 3

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA			
Datos Personales			
Nombre del propietario: <u>PABLO GALARRA</u>			
N.-Piso: <u>1</u>			
N.- Casa:			
Antigüedad de construcción: <u>15</u>			
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLA DURAZNO</u>			
Realizado por: <u>DANIEL FALCÓN</u>			
Marque con una X según la respuesta obtenida.			
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	Profesional <input type="checkbox"/>	Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
Dimensión: _____			
Profundidad: _____			
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>			
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>	
Especifique: _____			
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.			
Especifique <u>HÚMEDAD, FISURAMIENTO.</u>			

Anexo 4.4: Encuesta 4

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	ROLANDO ALIACHI
N.-Piso:	1
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	17
Referencia básica visual de la edificación:	COLOR CELESTE
Realizado por:	DANIEL FOLEGNY
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HUÍEDA, FISURAS</u>	

Anexo 4.5: Encuesta 5

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>OSWALDO VIRACOGHA</u>	
N.-Piso: <u>2</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>10</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLON HARRÓN</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALCONY</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HÚMEDAD</u>	

Anexo 4.6: Encuesta 6

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	GABRIEL TOABUZA
N.-Piso:	1
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	21
Referencia básica visual de la edificación:	COLOZ CREMA
Realizado por:	DANIEL FALLOUX
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación:	VIVIENDA
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>ASIENTO</u>	

Anexo 4.7: Encuesta 7

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<u>JOSE HUÑOZ</u>
N.-Piso:	<u>1</u>
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	<u>23</u>
Referencia básica visual de la edificación:	<u>COLORES BLANCO</u>
Realizado por:	<u>DANIEL PALOMY</u>
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HÚMEDAD</u>	

Anexo 4.8: Encuesta 8

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	CARLOS DELGADO
N.-Piso:	1
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	13
Referencia básica visual de la edificación:	COLOR BLANCO Y ROJO
Realizado por:	DANIEL FALCONI
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación:	VIVIENDA
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique: <u>HUMEDAD</u>	

Anexo 4.9: Encuesta 9

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA			
Datos Personales			
Nombre del propietario: <u>MARIA GUSTAVANTE</u>			
N.-Piso: <u>1</u>			
N.- Casa:			
Antigüedad de construcción: <u>13</u>			
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOK VERDE</u>			
Realizado por: <u>DAHIEL FALCON Y</u>			
Marque con una X según la respuesta obtenida.			
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	Profesional	<input type="checkbox"/>	Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____			
Profundidad: _____			
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>			
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI	<input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____			
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.			
Especifique <u>HÚMEDAD</u>			

Anexo 4.10: Encuesta 10

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>JHONATHAN PANCHANA</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>17</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR BLANCA.</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALCONY</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HÚMEDAD</u>	

Anexo 4.11: Encuesta 11

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>SANTIAGO BELTRÁN</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>25</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR BLANCO</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALWILY</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	<input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HUMEDAD</u>	

Anexo 4.12: Encuesta 12

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>ALCIDES PASTUÑA</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>32</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR BLANCO Y TOMATE</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALCONY</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	<input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HÚMEDAD, ASENTAMIENTO</u>	

Anexo 4.13: Encuesta 13

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>JOSÉ PARTIÑO</u>	
N.-Piso: <u>2</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>18</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLDA CELESTE</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALCONY</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	<input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HÚMEDAD</u>	

Anexo 4.14: Encuesta 14

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>ORLANDO TORPANTA</u>	
N.-Piso: <u>2</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>28</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR ROSADO</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALCONI</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	<input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HUITEOAO FISURAMIENTO</u>	

Anexo 4.15: Encuesta 15

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>SAMUEL WLOUI</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>22</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR BLANCO</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FACONY</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	<input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: _____	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: <u>VIVIENDA .</u>	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HÚMEDAD</u>	

Anexo 4.16: Encuesta 16

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>GUSTAVO LLERENA</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>25</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR BLANCO</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALCONY</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI	<input type="checkbox"/>
	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI	<input type="checkbox"/>
	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional	<input type="checkbox"/>
Maestro Constructor	<input checked="" type="checkbox"/>
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI	<input type="checkbox"/>
	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI	<input type="checkbox"/>
	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>ASENTAMIENTO, HUMEDAD</u>	

Anexo 4.17: Encuesta 17

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>MIREYA JACOBE</u>	
N.-Piso: <u>2</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>13</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>DOR DURAZNO</u>	
Realizado por: <u>DANIEL TALONJ</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA.</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HUMEDAD</u>	

Anexo 4.18: Encuesta 18

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK			
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA			
Datos Personales			
Nombre del propietario: <u>GONZALO CASTRO</u>			
N.-Piso: <u>2</u>			
N.- Casa:			
Antigüedad de construcción: <u>20</u>			
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR AMARILLO</u>			
Realizado por: <u>DANIEL FALCONY</u>			
Marque con una X según la respuesta obtenida.			
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
SI			
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
SI			
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Profesional		Maestro Constructor	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
SI			
Dimensión: _____			
Profundidad: _____			
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>			
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
SI			
Especifique: _____			
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.			
Especifique <u>FISURACION HUMEDAD</u>			

Anexo 4.19: Encuesta 19

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario: <u>LUSIA HERRERA</u>	
N.-Piso: <u>1</u>	
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción: <u>29</u>	
Referencia básica visual de la edificación: <u>COLOR BLANCO</u>	
Realizado por: <u>DANIEL FALCONI</u>	
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	NO <input checked="" type="checkbox"/>
SI <input type="checkbox"/>	
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>FISURACION</u>	

Anexo 4.20: Encuesta 20

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SISMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	LUIS PANCHI
N.-Piso:	2
N.- Casa:	
Antigüedad de construcción:	15
Referencia básica visual de la edificación:	COLOR NARANJA.
Realizado por:	DANIEL FALCONI
Marque con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
2. Su vivienda tiene planos estructurales?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
3. La construcción estuvo a cargo de un Profesional o un Maestro constructor?	
Profesional <input type="checkbox"/> Maestro Constructor <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Dimensión: _____	
Profundidad: _____	
5. Uso de la edificación: <u>VIVIENDA</u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especifique: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especifique <u>HUMEDAD.</u>	