



FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS EXISTENTES DE HORMIGÓN ARMADO, EN UN SECTOR DE LA COOPERATIVA DE VIVIENDA REINO DE QUITO, DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.

AUTOR:

Daniel Alexander Posso Salgado

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. Luis Alberto Soria Núñez, Msc.



Quito – Ecuador

2021

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, DANIEL ALEXANDER POSSO SALGADO, con cédula de ciudadanía número 1750018150, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o 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.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the left.

Daniel Alexander Posso Salgado

C.C. 1750018150

DECLARATORIA

El presente Trabajo de Titulación titulado:

“EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS EXISTENTES DE HORMIGÓN ARMADO, EN UN SECTOR DE LA COOPERATIVA DE VIVIENDA REINO DE QUITO, DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.”

Realizado por:

Daniel Alexander Posso Salgado

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. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, Mag.

Ing. Diego Xavier Jara Almeida, Msc. MBA

Después de revisar el trabajo presentado,

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

Ing. Hugo Marcelo Otáñez Gómez, Mag. Ing. Diego Xavier Jara Almeida, Msc. MBA

DEDICATORIA

A Dios fuente de amor y sabiduría, por darme la luz que iluminó el camino y las fuerzas para la conclusión de mi carrera profesional.

A mi hijo y esposa, que son el motivo de mi existencia, como la inspiración de mi esfuerzo y trabajo de cada día.

A mis padres que son el símbolo de admiración, respeto, entereza y perseverancia; quiénes me inculcaron los principios y valores a través del buen ejemplo y que me fueron transmitidos, los cuales podré ponerlos en práctica ante la sociedad.

A mis maestros de mi querida institución por su abnegado desempeño docente que con verdadero trabajo y ética desarrollan su gestión educativa e impulsan el desarrollo científico y humanista en nuestro beneficio y de la sociedad.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Internacional SEK, por la oportunidad de permitirme ser parte de su noble Institución de Educación Superior, con lo cual hizo posible que pueda lograr esta nueva meta estudiantil, gracias a su trabajo tesonero y fecundo de sus Autoridades y Personal Docente, que con verdadera mística y misión de servicio constituyeron un soporte fundamental y buen ejemplo para mi desarrollo personal, como también su aporte en el conocimiento científico humanista, que más adelante lo pondré en práctica en mi vida profesional.

EL AUTOR

RESUMEN

Este estudio comprende, la Evaluación del Grado de Vulnerabilidad de las Viviendas Existentes de Hormigón Armado de un sector de la Cooperativa Reino de Quito, del Distrito Metropolitano de Quito, mediante la aplicación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15, NTE INEN 3121, Norma ASTM-C805, Norma FEMA 154, formulario de la Guía Práctica 5, ensayo del Esclerómetro, Técnica del Pushover: Análisis Estático Lineal y Análisis Estático no Lineal, se determina el estado de capacidad de demanda sísmica de las estructuras de sus viviendas y evitar las pérdidas de vidas humanas y económicas en el caso de la ocurrencia de un evento sísmico.

Es una investigación exploratoria y de campo. Para establecer el grado de vulnerabilidad sísmica donde se seleccionaron aleatoriamente 30 viviendas del sector, en la fase diagnóstica y para el modelamiento como muestra representativa una vivienda.

El análisis de resultados de la evaluación visual rápida de vulnerabilidad determinó que las viviendas son altamente vulnerables ante un evento sísmico y pueden sufrir graves daños y el colapso de sus estructuras, por cuanto su grado de vulnerabilidad $S < 2$, y que se requiere de un estudio más detallado, para lo cual se aplicó el ensayo no destructivo del esclerómetro y el Modelamiento Lineal, Análisis de Carga Sísmica en base a la norma NEC-SE-DS, Cortante Basal de la determinación de las fuerzas laterales y cálculo del Espectro de Diseño Elástico, Modelamiento del Programa SAP 2000 y los resultados del Método Estático no Lineal para establecer el desempeño de la estructura.

Análisis, estructuras, materiales, vulnerabilidad

ABSTRACT

This research includes the Evaluation of the Degree of Vulnerability of the Existing Reinforced Concrete Buildings of a sector of the Reino de Quito neighborhood south of Quito, through the application of the Ecuadorian Construction Standard NEC, NTE INEN 3121, ASTM Standard -C805 , FEMA Standard 154, Practical Guide Form N ° 5, Sclerometer test, Pushover Technique: Linear Static Analysis and Nonlinear Static Analysis, for the determination of the state of quake demand capacity of the structures of their buildings and avoid loss of human life and economic loss in the event of a quake.

It is exploratory and field research. To establish the degree of seismic vulnerability, 30 houses of the sector were randomly selected in the diagnostic phase and one house was selected as a representative sample for the modeling.

The analysis of the results of the quick visual assessment of vulnerability, determined that the buildings are highly vulnerable to a seismic event and they can suffer serious damage and the collapse of their structures, because their degree of vulnerability is $S < 2$, and this required more detailed study, for which, I did the non-destructive test of the Sclerometer and Linear Modeling, Seismic Load Analysis based on the NEC-SE-DS standard, Basal Shear for the determination of lateral forces and calculation of the Spectrum of Elastic Design, Modeling of the SAP 2000 Program and the results of the Nonlinear Static Method to establish the performance of the structure.

Analysis, structures, materials, vulnerability

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	5
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	8
1.4. OBJETIVOS.....	9
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.5. ALCANCE.....	10
1.6. LIMITACIONES.....	10
1.7. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.....	11
1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	11
1.7.2. HIPÓTESIS PRINCIPAL.....	11
1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	11
1.9. RELACIÓN ENTRE VARIABLES.....	14
CAPÍTULO II.....	15
2. MARCO TEÓRICO.....	15
2.1. ANTECEDENTES.....	15
2.2. BASES TEÓRICAS.....	19
2.2.1. DEFINICIÓN DE VULNERABILIDAD.....	19
2.2.2. PLACAS TECTÓNICAS Y AMENAZAS SÍSMICAS.....	19
2.2.3. EL CINTURÓN DE FUEGO DEL PACÍFICO.....	20
2.2.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ECUADOR.....	21
2.2.5. TERREMOTO.....	21
2.2.6. ESCALAS SÍSMICAS.....	22
2.2.7. HISTORIA DE LOS GRANDES SISMOS EN ECUADOR.....	24
2.2.8. FALLA GEOLÓGICA DE QUITO.....	26
2.2.9. SISMOS QUE AFECTARON AL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.....	29
2.2.10. VULNERABILIDAD AL DAÑO DE LAS EDIFICACIONES.....	30
2.2.11. RIESGO SÍSMICO.....	31
2.2.12. DAÑOS ESTRUCTURALES.....	32
2.2.13. DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO.....	33
2.2.14. UBICACIÓN DE LA COOPERATIVA REINO DE QUITO.....	33
2.2.15. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y ENSAYOS.....	34
2.2.16. MÉTODO DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN SÍSMICA SIMPLIFICADA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES DE CONFORMIDAD CON NEC 2015, ADAPTADO DE FEMA 154.....	36
2.2.17. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EVALUAR EL HORMIGÓN ARMADO EN EL ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO.....	37
2.2.18. EL ESCLERÓMETRO.....	38
2.2.19. NORMAS ECUATORIANAS DE LA CONSTRUCCIÓN.....	40
2.2.20. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS DE NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-SE-DS PELIGRO SÍSMICO, DISEÑO SISMO RESISTENTE DEL 2015 (NEC - 2015).....	40

2.2.21.	REQUISITOS DE RESISTENCIA SÍSMICA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL (NEC, 2015)	45
2.2.22.	PROBLEMAS DE CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL EN PLANTA	47
2.2.23.	MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN PARA ECUADOR	48
2.2.24.	CARGAS Y COMBINACIONES DE CARGAS	49
2.2.25.	CORTANTE BASAL DE DISEÑO (V)	53
2.2.26.	PÓRTICOS DE HORMIGÓN ARMADO CON SECCIONES DE DIMENSIÓN MENOR A LA ESPECIFICADA EN LA NEC-SE-HM	53
2.2.27.	ELEMENTOS EN FLEXIÓN	54
2.2.28.	INERCIA DE LAS SECCIONES AGRIETADAS	55
2.2.29.	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ESTRUCTURAL	55
2.2.30.	VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS	55
2.2.31.	ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL	56
2.2.32.	ANÁLISIS ESTÁTICO NO-LINEAL	56
2.2.33.	TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES GEM-SARA	59
CAPÍTULO III		61
3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	61
3.1.	POBLACIÓN	61
3.2.	MUESTRA	61
3.3.	MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS	61
3.3.1.	LA TÉCNICA	61
3.3.2.	OBSERVACIÓN DOCUMENTAL	62
3.3.3.	OBSERVACIÓN DE CAMPO	62
3.3.4.	LA ENCUESTA	62
3.3.5.	CUESTIONARIO	62
3.3.6.	LA ENTREVISTA	63
CAPÍTULO IV		64
4.	EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD POR MÉTODO FORMULARIO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES (FEMA)	64
4.1.	APLICACIÓN DE ENCUESTA	64
4.2.	APLICACIÓN DE FORMULARIO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA	66
4.3.	RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA Y FORMULARIOS DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL SECTOR DE LA COOPERATIVA REINO DE QUITO	67
4.4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA Y APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA EVALUACIÓN RÁPIDA DE VULNERABILIDAD	72
CAPÍTULO V		74
5.	ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO O MARTILLO DE REBOTE DE SMITH	74
5.1.	ESPECIFICIDADES	74
5.2.	SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PRUEBA	74
5.3.	SUPERFICIE DE PRUEBA	76
5.4.	PROCEDIMIENTO	77
5.5.	TEORÍA DE CORRECCIONES	78
5.6.	RESUMEN DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLERÓMETRO	80
5.7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO	85
CAPÍTULO VI		86
6.	EVALUACIÓN POR MÉTODO ESTÁTICO LINEAL Y NO LINEAL	86

6.1. ANÁLISIS DE CARGA SÍSMICA CON NEC-SE-DS	86
6.1.1. OBTENCIÓN DE DATOS	86
6.1.2. CÁLCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN (T), PERIODOS LÍMITES EN EL ESPECTRO SÍSMICO ELÁSTICO (TC, TO)	90
6.1.3. CÁLCULO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICO DE ACELERACIONES (Sa).....	90
6.2. CÁLCULO DE CORTANTE BASAL CON NEC-SE-DS	91
6.2.1. OBTENCIÓN DE DATOS	91
6.2.2. CARGAS DE CÁLCULO (W)	93
6.2.3. CORTANTE BASAL.....	98
6.3. CÁLCULO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICA CON NEC-SE-DS 2015.....	99
6.3.1. ESPECTRO DE DISEÑO ELÁSTICO	99
6.3.2. ESPECTRO DE DISEÑO INELÁSTICO	100
6.4. MATERIALES.....	102
6.4.1. HORMIGÓN	102
6.4.2. ACERO DE REFUERZO	102
6.5. DESARROLLO DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL.....	102
6.5.1. MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA SAP 2000	102
6.5.2. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL 132	
6.6. DESARROLLO DEL MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL.....	139
6.6.1. MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA SAP 2000	139
6.6.2. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DEL MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL 150	
6.7. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS	158
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	159
7.1. CONCLUSIONES	159
7.2. RECOMENDACIONES.....	162
8. BIBLIOGRAFÍA.....	164
9. ANEXOS.....	167
9.1. CUESTIONARIOS DE ENCUESTAS APLICADAS A VIVIENDAS DEL SECTOR.....	167
9.2. FORMULARIOS DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.....	175
9.3. ANEXOS DEL ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO.	190

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Mapa de peligrosidad sísmica del Ecuador en términos de PGA, obtenidos en la tesis doctoral referenciada para periodos de retorno de 475 años, equivalentes al movimiento esperado con el 10% de probabilidad de excedencia en 50 años.	16
Ilustración 2: Mapas de peligro sísmico del Ecuador para diferentes períodos de retorno a 2500 años.	16
Ilustración 3: “Mapa de Placas Tectónicas”.	19
Ilustración 4: Ubicación del Cinturón de Fuego del Pacífico.	20
Ilustración 5: Ubicación del Ecuador.	21
Ilustración 6: Escalas de Richter.	23
Ilustración 7: Pelileo. "Viaje a la memoria de la tierra".	25
Ilustración 8: Terremoto en la costa norte de Ecuador del mes de abril del 2016 de 7,8.	26
Ilustración 9: “GEOLOGÍA DE QUITO Y FALLAS DE SISMICIDAD.”	27
Ilustración 10: “Fallas de Quito”	28
Ilustración 11: Sistema de fallas de Quito.	28
Ilustración 12: Sistema de fallas de Quito y clasificación de suelos del 2002.	29
Ilustración 13: Microzonificación sísmica de los suelos del DMQ y áreas potencialmente licuefactibles.	31
Ilustración 14: “Daño estructural columna”.	32
Ilustración 15: "Barrio Coop. Reino de Quito".	33
Ilustración 16: Esclerómetro Análogo.	38
Ilustración 17: Punto de desempeño.	58
Ilustración 18: Curva de Pushover y Evaluación de diferentes umbrales de daño.	58
Ilustración 19: Curvas de capacidad, Tipología 3.	60
Ilustración 20: Cuestionario de Encuesta.	65
Ilustración 21: Formulario de evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica de la vivienda.	66
Ilustración 22: Planos de elementos ensayados con esclerómetro, en vivienda de muestra. Plano de PB y P2.	75
Ilustración 23: Planos de elementos ensayados con esclerómetro, en vivienda de muestra. Plano de PB y P2.	76
Ilustración 24: Cuadrícula de prueba para el índice de rebote.	76
Ilustración 25: Operación del equipo.	77
Ilustración 26: Malla con puntos de rebote.	77
Ilustración 27: Gráfica del esclerómetro, para obtener la resistencia.	78
Ilustración 28: Zonas Sísmicas del Ecuador.	86

Ilustración 29: El factor r.....	88
Ilustración 30: relación de amplificación espectral.	89
Ilustración 31: Carga muerta de losa alivianada para 1m2.	95
Ilustración 32: Espectro de Diseño Elástico.....	100
Ilustración 33: Espectros de Diseño.	101
Ilustración 34: New Model.	102
Ilustración 35: Quick Grid Lines.....	103
Ilustración 36: Coordinate/Grid Systems	103
Ilustración 37:Define Grid System Data.....	104
Ilustración 38:Define Materials	105
Ilustración 39: Add Material Property.....	105
Ilustración 40: Material Property Data	106
Ilustración 41: Add Material Property.....	106
Ilustración 42: Material Property Data	107
Ilustración 43:Define Materials	107
Ilustración 44:Frame Properties.	109
Ilustración 45: Add Frame Section Property	109
Ilustración 46: Rectangular Section	110
Ilustración 47: Frame Property/ Stiffness Modification Factors	110
Ilustración 48: Cuadro de especificaciones técnicas en el acero	111
Ilustración 49: Reinforcement Data	112
Ilustración 50: Rectangular Section	112
Ilustración 51: Frame Property/ Stiffness Modification Factors	113
Ilustración 52: Reinforcement Data	113
Ilustración 53: Frame Properties	114
Ilustración 54: Area Sections.....	114
Ilustración 55: Shell Section Data.....	115
Ilustración 56: Area Sections.....	115
Ilustración 57:Draw Frame/Cable.	116
Ilustración 58: Replicate	116
Ilustración 59:Quick Draw Frame/Cable	117
Ilustración 60:Draw Rectangular Area	117
Ilustración 61: Display Options	117
Ilustración 62: Modelo SAP 2000	118
Ilustración 63: Define Load Patterns.....	118

Ilustración 64: User Defined Seismic load Pattern	119
Ilustración 65: Mass Source	119
Ilustración 66: Mass Source Data	120
Ilustración 67: Cargas en Losas.	120
Ilustración 68: Assign Area Uniform Loads. Losa planta baja.	121
Ilustración 69: Assign Area Uniform Loads. Losa planta alta.	121
Ilustración 70: Restraints.	122
Ilustración 71: Assing Joint Restraints.	122
Ilustración 72: Define Constraints.	123
Ilustración 73: Diaphragm Constraint	123
Ilustración 74: Assing Joint Constraints	124
Ilustración 75: Define Constraint	124
Ilustración 76: Select by Frame Section Properties	125
Ilustración 77: Assign Frame End Length Offsets.....	125
Ilustración 78: Define Response Spectrum Functions	126
Ilustración 79: Response Spectrum Functions.....	126
Ilustración 80: Espectro de deseo Inelástico	127
Ilustración 81: Load Case	128
Ilustración 82: Load Case Data-Linear Static	128
Ilustración 83: Load Case Data-Response Spectrum	129
Ilustración 84: Define Load Cases.....	129
Ilustración 85: Define Load Combinations	130
Ilustración 86: Add Code- Generated User Load Combinations	130
Ilustración 87: Define Load Combinations	131
Ilustración 88: Set Load Cases to Run	131
Ilustración 89: Choose Tables for Display	132
Ilustración 90: Peso SAP 2000.....	133
Ilustración 91: Fuerzas Laterales SAP 2000.....	134
Ilustración 92: Periodo de Vibración. SAP 2000.	135
Ilustración 93: Participación de masa modal. SAP 2000.....	136
Ilustración 94: Base Reactions. SAP 2000. Sin Corrección.	136
Ilustración 95: Load Case Data-Response Spectrum. Corrección.	137
Ilustración 96: Base Reactions. SAP 2000. Con Corrección.....	137
Ilustración 97: Mass Source	140
Ilustración 98: Mass Source Data.....	140

Ilustración 99: Define Response Spectrum Function	141
Ilustración 100: Response Spectrum Function Definition	141
Ilustración 101: Espectro de Diseño Elástico.....	142
Ilustración 102: Load Case.....	143
Ilustración 103: Load Case Data-Linear Static	143
Ilustración 104: Load Case Data-Nonlinear Static	144
Ilustración 105: Load Case Data-Nonlinear Static X.....	144
Ilustración 106: Load Case Data-Nonlinear Static Y.....	145
Ilustración 107: Load Application Control for Nonlinear Static Analysis	145
Ilustración 108: Define Load Cases.....	146
Ilustración 109: Select by Frame Section Properties	146
Ilustración 110: Assign Frame Hinges	147
Ilustración 111: Auto Hinge Assignment Data X	147
Ilustración 112: Auto Hinge Assignment Data Y	148
Ilustración 113: Assign Frame Hinges	148
Ilustración 114: Auto Hinge Assignment Data Y	149
Ilustración 115: Assign Frame Hinges	149
Ilustración 116: Pushover en X. SAP2000.....	150
Ilustración 117: Pushover en X. Excel	150
Ilustración 118: Pushover en Y. SAP2000.....	151
Ilustración 119: Pushover en Y. Excel	151
Ilustración 120: Curvas de capacidad. Tipología 3.	152
Ilustración 121: Curvas de capacidad. Tipología. MAX, MED,MIN.	152
Ilustración 122: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover X. SAP 2000.....	153
Ilustración 123: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover X. Excel.....	153
Ilustración 124: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover Y. SAP 2000.....	154
Ilustración 125: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover Y. Excel.....	154
Ilustración 126:Espectro de Capacidad Típica.....	155
Ilustración 127: Niveles de Desempeño.	155
Ilustración 128: Rótulas Plásticas. Pushover X.....	156
Ilustración 129: Rótulas Plásticas. Pushover Y.....	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Operalización de Variables. Fuente: (Posso,2021)	13
Tabla 2: Parámetros de los cuatro perfiles de suelo del CEC-2000.....	34
Tabla 3:Clasificación de los tipos de suelo para varias zonas del distrito metropolitano de Quito.	34
Tabla 4: Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico.....	34
Tabla 5: Módulo de elasticidad del hormigón.	48
Tabla 6: Pesos de materiales.	51
Tabla 7:Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas L0, y concentradas P0. .52	
Tabla 8: Requisitos mínimos en función del número de pisos de la vivienda con pórticos de hormigón y losas.....	54
Tabla 9: Número de pisos.	67
Tabla 10:Tipología del sistema estructural.	68
Tabla 11: Irregularidad en viviendas.....	68
Tabla 12: Planos de Construcción.....	69
Tabla 13: Responsable de la construcción.	70
Tabla 14: Años de antigüedad.....	70
Tabla 15: Estructura de cimentación.	71
Tabla 16: Factor de corrección por edad.	79
Tabla 17: Corrección por inclinación de elementos de planta baja.	80
Tabla 18: Corrección por inclinación de elementos del segundo piso.....	81
Tabla 19: Corrección por edad de elementos de planta baja.	82
Tabla 20: Corrección por edad de elementos del segundo piso.	83
Tabla 21: Factor corrección por inclinación y por edad PB.	84
Tabla 22: Factor corrección por inclinación y por edad 2P.	84
Tabla 23: Valores del factor Z.	87
Tabla 24: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto Fa.	87
Tabla 25: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca Fd.....	87
Tabla 26: Comportamiento no lineal de los suelos Fs.	88
Tabla 27:Tipo de estructuras.....	89
Tabla 28: Tipo uso, destino e importancia de la estructura.....	91
Tabla 29: Configuraciones estructurales recomendadas.	92
Tabla 30: Coeficientes de irregularidad en elevación.	92
Tabla 31: Coeficientes R para sistemas estructurales de ductilidad limitada.	93
Tabla 32: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas.	94

Tabla 33: Peso por m2 de mampostería.....	95
Tabla 34: Peso propio de la losa.	96
Tabla 35: Carga permanente piso 1.	96
Tabla 36: Carga permanente piso 1.	96
Tabla 37: Valores de K.....	98
Tabla 38: Distribución Cortante Basal.	99
Tabla 39: Verificación de fuerzas laterales.	133
Tabla 40: Comparación de cargas laterales.	134
Tabla 41: Valores de derivas máximas en estructuras.	138
Tabla 42: Tabla de desplazamientos de los puntos 31 y 5. SAP 2000	138
Tabla 43: Tabla de verificación de derivas máximas.	139
Tabla 44: Pushover X.....	156
Tabla 45: Pushover Y.....	157

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

En nuestro planeta constantemente se presentan sismos, que provocan grandes daños y destrucción en pueblos como ciudades, que impiden el crecimiento y desarrollo de los países, por tal razón, es necesario realizar una evaluación del grado de vulnerabilidad de las estructuras de las viviendas existentes de hormigón armado, de esta manera evitar la pérdida de vidas humanas, recursos materiales y económicos.

Las placas que conforman la Litósfera o capa superficial de la Tierra, incluyen la corteza y la parte superior del manto. La actividad geológica, se genera de la interacción de las placas, cuando éstas se acercan o separan. El movimiento de las placas crea tres tipos de límites tectónicos: límites convergentes, donde las placas se acercan unas a otras; límites divergentes, donde se separan y límites transformantes, donde las placas se mueven lateralmente en relación unas con otras. (GEOGRAPHIC, 2012)

El cinturón de fuego del Pacífico, conocido también como anillo de fuego, se extiende aproximadamente 40.000 kilómetros desde las costas del oeste de América y el este de la costa de Asia. Además es la zona con más terremotos del planeta, donde se producen el 90% de los grandes sismos de la Tierra, formando la inmensa franja con forma de herradura, The Ring of Fire denominación en inglés utilizada por los científicos, también conformada por 452 volcanes, donde se concentran la mayor parte de volcanes activos del mundo y de fallas geológicas, su constante actividad sísmica, constituye un gran peligro para millones de habitantes de 40 países que se encuentran en esta región, los terremotos y erupciones que por miles de años han originado: destrucción, grandes desastres naturales, cuantiosas pérdidas de vidas humanas y económicas.

Por otra parte, nuestro país al encontrarse dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, ha sido escenario de grandes terremotos y erupciones volcánicas que causaron enormes tragedias humanas y materiales, en muchos de los casos destruyeron poblaciones enteras por su gran magnitud.

Según estudios del registro histórico de sismos en Ecuador, es vulnerable a diversos tipos de fenómenos naturales, poniendo en riesgo las diferentes actividades que se encuentran previstas, tanto en infraestructura, economía y vidas humanas. Existe un registro de varios movimientos telúricos desde el año de 1541 al 2016, representando en promedio un terremoto cada 10 años. (Mejia, 2018)

El 16 de abril del año 2016 el Ecuador soportó un nuevo terremoto en la costa norte, en la provincia de Esmeraldas, entre las coordenadas 0.371 grados de latitud norte y 79.940 grados de latitud este, con una magnitud de 7.5 grados, a una profundidad de 19 km. Este sismo se ubicó en la zona de subducción 2s, zona en la cual durante los últimos 100 años se han producido 6 eventos sísmicos más, constituyéndose de alta peligrosidad sísmica. Este terremoto fue sentido en 23 provincias del Ecuador, así como en la parte sur de Colombia y norte de Perú. Las localidades más afectadas fueron las más cercanas a su epicentro, que se localizó frente a las costas de Muisne y se originó debido a la liberación de energía. Sufriendo mayores daños la población de Pedernales, provincia de Manabí. (INSTITUTO GEOFÍSICO, 2014)

La ciudad de Quito del Distrito Metropolitano está situada sobre una gran falla geológica, por lo tanto, es considerada una zona de alto riesgo, lo que constituye agravar el problema, esta falla se compone de varias zonas o partes que afectan a la seguridad de las personas y edificaciones, donde frecuentemente ocurren terremotos que alteran la paz. La gran mayoría de las edificaciones que presentan daños graves o que colapsan frente a un sismo severo, se debe a la falla de uno o más elementos estructurales cuya resistencia y ductilidad, no fueron adecuados para soportar la acción sísmica. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016, pág. 15)

Históricamente, el Municipio de Quito ha mantenido constantes acercamientos con la academia, manifiesta Juan Gabriel Barros, especialista del Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional. Afirma, que allí reposa un estudio hecho en convenio con el Cabildo, en los años 90, siendo uno de los estudios para el cálculo de la amenaza y el peligro sísmico en la capital. (Carvajal, 2019)

La ciudad de Quito, al igual que ocurre en los países Latinoamericanos, esta crece desproporcionadamente sin planificación, con la presencia de barrios clandestinos e irregulares, sin servicios básicos y viviendas informales, que constituyen un gran problema. Actualmente el 70% de las viviendas son informales, 80% podrían sufrir daños y un 40% se estima que pueden colapsar, ante la presencia de un sismo de

una magnitud igual o mayor a seis grados, ocasionando pérdidas de vidas humanas, recursos económicos y materiales. Por esta razón, es importante analizar el sistema estructural de la casa, número de pisos, columnas, vigas, la cimentación, entre otros parámetros constructivos; para saber si estas edificaciones y viviendas son seguras.

La Cooperativa Reino de Quito como parte de la ciudad de Quito, se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, ubicada sobre la falla de Quito y durante muchos años ha soportado grandes desastres. Sus viviendas son informales, no cuentan con diseños, especificaciones técnicas y permisos de construcción; razones que justifican para realizar un estudio de la vulnerabilidad de sus viviendas y conocer su estado actual frente a la amenaza sísmica.

Las experiencias pasadas de los desastres naturales y más fuentes de información, proporcionadas por las instituciones científicas e Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, como también aportes de técnicos en el conocimiento de diseño estructural, constituyen las bases teóricas y fundamentos de la presente investigación de la evaluación del grado de vulnerabilidad de las viviendas, que se recogen en las normas, reglamentos, regulaciones, guías y especificaciones técnicas de la construcción; como son: Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015, FEMA, ASCE, ASTM- 805; mismas que orientan el proceso de la investigación de las viviendas de un sector de la Cooperativa Reino de Quito. Incorporando también el aporte tecnológico de los programas informáticos, Software que facilita los procesos, cálculos matemáticos y modelos para la obtención de datos, para posterior análisis de los resultados del estado del sistema estructural.

El objetivo del estudio es Evaluar el Grado de Vulnerabilidad de las Viviendas de Hormigón Armado de un Sector de la Cooperativa Reino de Quito, mediante la observación, aplicación de ensayos no destructivos y análisis de métodos estático lineal y no lineal, para la determinación de la resistencia de los materiales, demanda y capacidad de las viviendas, evitando pérdidas de vidas humanas y económicas, en el caso de la ocurrencia de un fuerte sismo.

Este estudio se encuentra estructurado en los siguientes capítulos:

Capítulo I, PRELIMINARES. Referido a los antecedentes de la amenaza sísmica sobre la problemática de vulnerabilidad de las viviendas de un sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito y los objetivos de la presente investigación.

Capítulo II, MARCO TEÓRICO. Comprende las bases científicas teóricas, normas, regulaciones y reglamentaciones de la Construcción y bases teóricas.

Capítulo III, DISEÑO DE INVESTIGACIÓN. Comprende los Métodos, técnicas, instrumentos, los modelos de análisis, el muestreo y planteamiento de hipótesis, que delimitan la metodología del proceso de evaluación del grado de vulnerabilidad.

Capítulo IV, EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS EXISTENTES. Tomando como base a las especificaciones de NEC – 2015 y la Norma Técnica FEMA 154, se determina que las viviendas son informales y altamente vulnerables a la amenaza sísmica, requiriendo de un estudio más detallado.

Para la evaluación visual rápida de las estructuras, se consideró como muestra 30 viviendas de un sector de la Cooperativa, de éstas a su vez, de forma aleatoria se selecciona una vivienda para determinar el grado de vulnerabilidad.

La evaluación visual rápida de evaluación de las viviendas, proporciona un diagnóstico de la estructura física de la construcción, los procesos de diseño y ejecución, como la necesidad de un realizar estudio más detallado de la capacidad de demanda y desempeño de sus estructuras, a través de la aplicación de ensayos no destructivos, para conocer las resistencia de los materiales de los elementos estructurales y la aplicación de la técnica del pushover, mediante el modelamiento del Análisis Estático Lineal y Estático no Lineal.

Capítulo V, ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO

Se describe el proceso aplicado en el ensayo del esclerómetro, en el sistema estructural de la vivienda y la obtención de la resistencia relativa del hormigón armado a compresión.

Capítulo VI. EVALUACIÓN POR EL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL Y NO LINEAL.

Análisis de Carga Sísmica en base a la norma NEC-SE-DS, como también el cálculo del Espectro de Diseño Elástico, determinación del Cortante Basal de las fuerzas laterales, Modelamiento del Programa SAP 2000 y los resultados del Método Estático no Lineal.

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

La investigación es un proceso científico y sistemático constituido por una serie de etapas, mediante las cuales permite adquirir el conocimiento, a través de la aplicación de métodos, técnicas y principios; de esta manera la investigación puede ser pura o aplicada, ya sea que se enfoca en el desarrollo de teorías o se aplique a la solución de problemas específicos. El estudio de vulnerabilidad es una investigación exploratoria y de campo, que permitirá conocer el estado de vulnerabilidad de las estructuras de las viviendas, que aquejan a la mayor parte del sector de la Cooperativa Reino de Quito.

El estudio de ingeniería civil en todos los proyectos estructurales, se orienta a buscar la solución a las dificultades y problemas que demanda la sociedad, dado que los resultados que se obtienen son fidedignos sin sesgos ni distorsiones, lo único que procura es beneficiar al interés, expectativas y necesidades de las instituciones, grupos y personas, al reflejar la realidad de los hechos y problemas detectados.

Los conocimientos de la ingeniería civil constituyen un conjunto sistemático de contenidos relacionados con la actividad humana, encaminados a buscar la solución al problema de la estructura física de las diversas edificaciones y viviendas, para que estas sean adecuadas y seguras, utilizando de forma racional los recursos naturales, los conocimientos científicos y técnicos, a fin de mejorar la calidad de vida de la sociedad, sus recursos económicos y de manera particular en nuestro estudio a los habitantes de un sector de la Cooperativa Reino de Quito.

En la formación profesional del ingeniero civil, se adquieren los conocimientos teóricos de la carrera y más adelante en el campo laboral, son el soporte para resolver problemas que enfrenta la sociedad, la misma que requiere de profesionales capacitados, en la ingeniería estructural de edificaciones, viviendas y más obras, que por otra parte son las herramientas para enfrentar de mejor manera el riesgo y amenaza sísmica, además es la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos, aprovechar las experiencias que acrecientan y mejoran su desempeño profesional, como también de ser posible aportar con nuevos conocimientos en el diseño y evaluación de las estructuras.

En el Ecuador, existe un deficiente cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC – 2015, su correcta aplicación en cuanto al peligro sísmico y diseño sismorresistente, como se pudo evidenciar en el sismo del 16 de abril del 2016.

Los resultados y análisis de varios estudios, determinan que la falta de aplicación de la normatividad NEC – 2015, sus especificaciones técnicas, la mala calidad de los materiales y ubicación en zona de alta sismicidad, aumenta el grado de vulnerabilidad, por daños que puedan sufrir las estructuras de las edificaciones y viviendas.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC - 2015, es un referente a la seguridad estructural de las edificaciones, pretende también dar respuesta a la demanda de la sociedad en cuanto a la mejora de la calidad y seguridad de las edificaciones, proteger al ciudadano y fomentar el desarrollo urbano.

La normativa de la NEC - 2015, en relación con el peligro sísmico en determinados casos, se subestiman las aceleraciones para periodos cercanos al periodo dominante del terreno y sobre estiman los desplazamientos asociados a la demanda sísmica en roca, en especial para las provincias de Pichincha, Manabí y Esmeraldas. (NEC, 2015)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de las viviendas y edificaciones existentes, las afectaciones y daños que estas puedan presentar, ante la amenaza de un sismo de gran magnitud, en un sector de la cooperativa de vivienda Reino de Quito, del Distrito Metropolitano de Quito?

El Cinturón de Fuego de Pacífico, es un sistema montañoso donde se concentran la mayor parte de volcanes activos del mundo en constante actividad sísmica y fallas geológicas, constituye un gran peligro para millones de habitantes de esta región, los terremotos y erupciones ocasionan grandes desastres naturales, cuantiosas pérdidas de vidas humanas y económicas. El crecimiento demográfico tanto en Asia como en América aumenta, con lo cual el déficit de viviendas se incrementa cada año y la falta de recursos económicos en los países en vías de desarrollo, hace que sus habitantes construyen sus viviendas en lugares de alto riesgo.

El Ecuador forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico ubicado en América del Sur en la parte noroccidental, bañado por las aguas del Océano Pacífico y atravesado por la línea ecuatorial, por su situación geográfica, su territorio está sobre una zona

de alto riesgo de sismicidad y erupciones volcánicas, además la Cordillera de los Andes ocupa gran parte de su territorio en sentido norte sur.

En la actualidad en Quito, un 70% de las viviendas son informales, el 80% podrían sufrir daños y un 40% pueden colapsar ante la presencia de un sismo.

La Cooperativa de Vivienda Reino de Quito por su parte, se encuentra ubicada en Distrito Metropolitano de Quito en la parte suroccidental de la ciudad de Quito, está asentada sobre laderas y rodeada de quebradas con pendientes muy inclinadas, lugar en el cual se encuentran edificaciones en su mayoría de hormigón armado, que a simple vista se observa que están expuestas a desastres naturales como: sismos, lluvias, deslaves, además por su cercanía al volcán Guagua Pichincha, se constituyen en un alto grado de vulnerabilidad, que amenazan con venirse abajo o colapsar al igual que ocurre en todo el Distrito Metropolitano. El objetivo es buscar la solución a los problemas de la falta de la aplicación de normas técnicas, uso de mala calidad materiales en las viviendas y terminar con la informalidad en la construcción, por otra parte concientizar a sus habitantes sobre los riesgos que representan para la vida y su economía, cuando no se cuenta con profesionales en la ingeniería, que garanticen y aseguren la habitabilidad, uso adecuado de la infraestructura de la vivienda y disminuya los daños, ante la presencia de un sismo. De ahí la importancia de saber el estado de la vivienda ante las amenazas de riesgos naturales.

El propósito de esta investigación es evaluar el grado de vulnerabilidad de la vivienda, mediante la aplicación de ensayos no destructivos, para este caso el ensayo del esclerómetro o martillo de rebote, complementando con el análisis de los métodos estático lineal y no lineal; de esta manera obtener resultados que orienten a establecer las recomendaciones y conclusiones, para que los propietarios tomen conciencia de la realidad del estado de sus viviendas y los peligros a los que se enfrentaría en caso de un sismo.

Para lograr una respuesta a la problemática, la presente investigación se orientará a dar respuesta a las siguientes interrogantes:

¿Las construcciones informales del sector de la cooperativa Reino de Quito, constituyen una amenaza a la vida y economía de sus propietarios?

¿Conocen los habitantes de las viviendas, los riesgos a los que se encuentran amenazados por la falla geológica de Quito?

¿La construcción de sus viviendas, fueron diseñadas en base a las especificaciones técnicas y Normas de la Construcción Ecuatoriana?

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de la vivienda en estudio, en un sector de la cooperativa Reino de Quito?

¿Los materiales de los elementos estructurales de la vivienda, tiene la resistencia necesaria para soportar las fuerzas provocadas por los terremotos?

¿Existe la necesidad de reforzamiento de la estructura, de las viviendas del sector de la Cooperativa?

¿Los resultados del estado de la vivienda investigada, permitirá establecer las conclusiones y recomendaciones, para que los propietarios tomen consciencias en cuanto al mejoramiento y aseguramiento de las viviendas en el sector de la Cooperativa Reino de Quito?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Los problemas que generan mayor interés en la actualidad, son los que están relacionados con las patologías, reforzamientos de la estructura y la vulnerabilidad que presentan las viviendas, por lo cual es de vital importancia su estudio para dar solución a los problemas, a través de los procesos y aplicaciones de métodos de estudio no destructivos, que conlleven a dar la respuesta a daños que se producen en la estructura de las edificaciones debido al paso del tiempo, o la acción de fenómenos naturales que afectan a la parte física como estructural.

Contar con los resultados y experiencias que anteceden al estudio de vulnerabilidad de las viviendas, permitirá partir con el conocimiento previo, a fin de avanzar en la teoría, buscar su aplicabilidad en la actualidad y constituyen los referentes de esta propuesta.

Las viviendas de la Cooperativa Reino de Quito se encuentran en una zona de alto riesgo sísmico, por su ubicación sobre la falla de Quito, por otra parte, durante muchos años ha soportado grandes desastres naturales, entre ellos terremotos, erupciones volcánicas, deslaves. Sus viviendas son informales y no cuentan con permisos de construcción, por consiguiente, es urgente hacer un estudio de la vulnerabilidad de sus viviendas y conocer su estado actual frente a la amenaza sísmica.

Es necesario contar con una evaluación técnica estructural, de las viviendas de hormigón armado de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, determinando su grado de vulnerabilidad, su ubicación en zona de riesgo sísmico, además saber si la construcción cumple con las condiciones técnicas, estudio de suelo y la calidad de los materiales empleados es la adecuada, para que una vez obtenidos los resultados establecer las conclusiones y recomendaciones, para el mejoramiento de la estructura y aseguramiento de habitabilidad.

Este estudio de investigación, beneficiará a los propietarios de las viviendas de la Cooperativa Reino de Quito, puesto que el conocimiento de la realidad del grado de vulnerabilidad, tomen conciencia y acojan las recomendaciones para el mejoramiento estructural, así puedan prevenir la pérdida de vidas humanas y recursos económicos.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Evaluar el grado de vulnerabilidad de las viviendas existentes de hormigón armado de un sector de la Cooperativa Reino de Quito, mediante la observación de campo, aplicación de ensayos no destructivos y el análisis de los Métodos Estático Lineal y Estático No Lineal, para la determinación de la resistencia de los materiales, el desempeño de las estructuras de las viviendas, evitando las pérdidas de vidas humanas y económicas en el caso de la ocurrencia de un fuerte sismo.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Verificar, si la construcción de las viviendas cumple con las especificaciones técnicas, a través de la observación de campo, la obtención de una base de datos y resultados reales que permitan establecer un diagnóstico de las mismas.

Determinar la resistencia de los elementos estructurales y materiales de las viviendas de hormigón armado, aplicando ensayos no destructivos, el Método Estático Lineal y no Lineal para verificar su desempeño y establecer si los materiales empleados son los adecuados para resistir un evento sísmico.

Describir las medidas correctivas teniendo como base las patologías estructurales encontradas en las edificaciones para conocimiento y de ser posible sean adoptadas por parte de los propietarios y prevenir riesgos innecesarios.

1.5.ALCANCE

Mediante la selección y análisis de diversas fuentes de información bibliográfica, científica y actualizada, este estudio cuenta con el aporte teórico relativos a las normas, reglamentos, especificaciones técnicas, y estudios de vulnerabilidad de las viviendas de hormigón armado sobre el diseño, elaboración, construcción, mantenimiento y afectaciones.

Se identifican las viviendas que están en zona de riesgo sísmico, deslizamiento de tierras, además se conoce si la construcción cumple con las condiciones técnicas, estudio de suelo y la calidad de materiales de la muestra a través de la evaluación rápida visual.

El grado de vulnerabilidad se establece mediante la evaluación técnica estructural de la vivienda de hormigón armado, realizando el estudio de esclerometría y el análisis de los métodos estático Lineal y No Lineal, por ser viviendas existentes siendo necesario emplear métodos no destructivos para determinar la resistencia relativa del hormigón de los elementos estructurales y el punto de desempeño de las viviendas y su comportamiento mecánico ante la presencia de un sismo.

Finalmente se redacta un informe sobre los resultados obtenidos en el estudio como las conclusiones y recomendaciones para el mejoramiento y aseguramiento de las viviendas; la toma de conciencia sobre el estado de vulnerabilidad.

1.6.LIMITACIONES

El escenario donde se realiza la investigación, presenta dificultades en la verificación de irregularidades y patologías de las viviendas, durante la observación visual, debido a la pandemia del COVID-19, por los riesgos que ésta ocasiona tanto a los propietarios como al personal, para la realización de la encuesta, como también en la aplicación del cuestionario de evaluación rápida de vulnerabilidad de las viviendas de la FEMA 154.

Las viviendas son existentes, con un promedio de antigüedad de más de 30 años, por lo cual se necesita aplicar ensayos no destructivos, para determinar la resistencia del hormigón de los elementos estructurales, para el caso que las mismas no cuenten con los planos de diseño arquitectónico y cálculo estructural, sumado a esta problemática

en la actualidad algunos propietarios no fueron quienes las construyeron y las informaciones proporcionadas tendrán poca confiabilidad.

No se podrá determinar la cuantía de acero en los elementos estructurales, ya que no se cuenta con el Pachómetro, razón por la cual se asume la cuantía mínima del 1 %.

Por la limitación de tiempo y la falta de equipos técnicos modernos, la muestra de viviendas para este estudio será de 30 viviendas de un sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito en cuanto a la evaluación diagnóstica y de una vivienda para el análisis estructural de la capacidad y demanda sísmica, a través de Técnica del Pushover.

1.7. PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL

La falta de aplicación de la normatividad (NEC - 2015), especificaciones técnicas, la mala calidad de los materiales y ubicación en zona de alta sismicidad, aumenta el grado de vulnerabilidad, por daños que puedan sufrir las estructuras de las edificaciones y viviendas de un sector de la Cooperativa Reino de Quito del Distrito Metropolitano, ante la ocurrencia de un sismo de mayor de 6 grados de magnitud e intensidad.

1.7.2. HIPÓTESIS PRINCIPAL

La falta de aplicación de la normatividad (NEC - 2015), especificaciones técnicas, la mala calidad de los materiales y ubicación en zona de alta sismicidad, aumenta el grado de vulnerabilidad de las viviendas.

Ho > H1

1.8. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

		Alta Vulnerabilidad	<p>Sin afectación en estructura</p> <p>Procesos naturales antrópicos leves</p> <p>Terreno sin afectación a la estructura.</p> <p>Construcciones tradicionales ligeras.</p> <p>Mampostería confinada</p> <p>Estructuras con defectos.</p> <p>Daños moderados en estructura que comprometen su estabilidad.</p> <p>Estructuras adosadas a otras edificaciones.</p>
		Muy Alta vulnerabilidad	<p>Daños graves en la estructura.</p> <p>Marcado deterioro</p> <p>De los elementos estructurales.</p> <p>Terrenos con grietas y hundimientos.</p> <p>Estructuras confinadas, no confinadas o mixtas.</p> <p>Daños que inciden en la aceleración del movimiento del terreno.</p>

Tabla 1:Operalización de Variables. Fuente: (Posso,2021)

1.9.RELACIÓN ENTRE VARIABLES

La vulnerabilidad de las viviendas de la Cooperativa Reino de Quito depende del buen comportamiento y desempeño estructural, como también la calidad y resistencia de los materiales.

Mayor resistencia del hormigón de la estructura de las viviendas; menor grado de vulnerabilidad. La correlación curvilínea entre las variables es débil.

Mayor resistencia de los materiales de la estructura de la construcción de las viviendas menor grado de vulnerabilidad. La relación entre las variables es alta.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

Ecuador por su ubicación, presenta una actividad sísmica alta, incluyendo eventos tales como el de 1906, que alcanzó una magnitud de 8.8 grados, colocándolo dentro de los sismos más grandes de la historia, como también el sismo de Bahía de Caráquez en agosto de 1997 con una magnitud de 7.1 grados, evidenciando ciertos problemas relacionados al diseño sismorresistente en el país; por otra en el último siglo no se han presentado eventos sísmicos catastróficos, lo que ha provocado la falta de atención debida a esta problemática. Si bien es cierto, existe la Norma Ecuatoriana de la Construcción, pero los estudios acerca del tema son escasos. (Cárdenas H. P., 2016)

Un sector del territorio ecuatoriano forma parte de la microplaca denominada "Bloque andino", la cual pertenece a la placa sudamericana. Esta microplaca, se encuentra en una interacción entre las placas de Nazca, Cocos y Caribe. El movimiento en esta zona se ha medido en un intervalo aproximado de 50-60 mm/año, mientras que, para la placa continental, el movimiento se encuentra entre 2 y 5 mm/año. Por otra parte, la región sur del Ecuador se encuentra en interacción entre la placa Sudamericana y la placa de Nazca. (Cárdenas H. P., 2016)

El peligro sísmico en Ecuador está regido principalmente por dos tipos de fuentes sísmicas: subducción (intraplaca e interplaca), y de tipo corticales (superficiales). En cada una de estas fuentes se lleva a cabo un proceso de acumulación y liberación de energía independiente del que ocurre en las demás fuentes. Los sismos interplaca (profundidad < 40 km) corresponden a los sismos que se generan por el roce entre la placa de Nazca que subduce bajo la placa Sudamericana a lo largo de su zona de convergencia. (Cárdenas H. P., 2016)

Como resultado del estudio realizado por la Universidad Politécnica de Madrid, Tesis Doctoral titulada: "Desarrollos Metodológicos y Aplicaciones hacia el cálculo de la peligrosidad sísmica en el Ecuador continental y estudio de riesgo sísmico en la ciudad de Quito", se determinó el mapa de peligrosidad sísmica del Ecuador en términos de

PGA, para periodos de retorno de 475 años, equivalentes al movimiento esperado con el 10% de probabilidad de excedencia en 50 años.

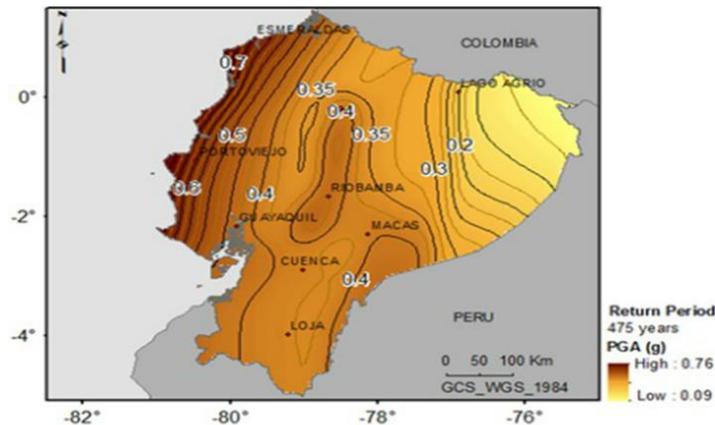


Ilustración 1: Mapa de peligrosidad sísmica del Ecuador en términos de PGA, obtenidos en la tesis doctoral referenciada para periodos de retorno de 475 años, equivalentes al movimiento esperado con el 10% de probabilidad de excedencia en 50 años.

Fuente: (Cárdenas, 2016).

Mapa que constituye un referente para el estudio de mitigación del riesgo sísmico en el Ecuador y los diseños sismorresistentes para edificaciones, en el caso de eventos sísmicos que puedan ocurrir a futuro, además permitan la elaboración de planes de emergencia, explica la directora de la tesis, M.^a Belén Benito. (Cárdenas H. P., 2016)

En base al análisis de la Tesis previa a la obtención de especialista en Geología, titulada: "Análisis de las ecuaciones de predicción de movimientos de suelo para el Ecuador, utilizando datos registrados durante el periodo 2000-2011 en estaciones sísmicas de banda ancha y acelerógrafos", Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, pág. 125. Se obtiene el mapa de peligro sísmico del Ecuador, para diferentes períodos de retorno a 2500 años. (Quinde, 2016)

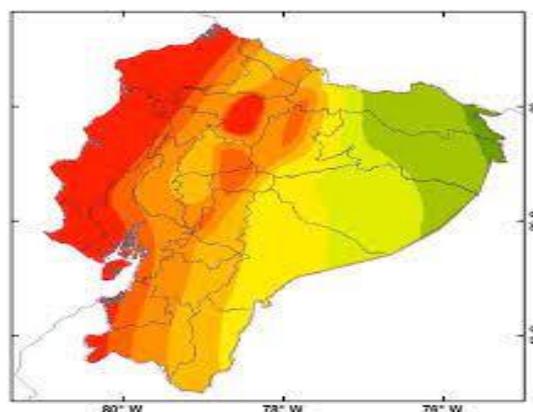


Ilustración 2: Mapas de peligro sísmico del Ecuador para diferentes períodos de retorno a 2500 años.

Fuente: (Quinde, 2016)

Para la comprensión del factor de vulnerabilidad, metodología de Bollin e Hidajat proponen un conjunto de variables para construir el factor de vulnerabilidad; para hacerlas comparables, a los valores reales de cada una de las variables, se asignan los valores 1 (bajo), 2 (medio) o 3 (alto) en una escala ordinal. (Rivera, 2012)

La vulnerabilidad, se define en relación con algún tipo de amenaza de eventos de origen físico como: sequías, terremotos, inundaciones o enfermedades y amenazas antropogénicas como: contaminación, accidentes, hambrunas o pérdida del empleo. (Serrano, 2017)

En cuanto a la perspectiva normativa propuesta por Hazard, anotó que no es aplicable a los componentes del factor amenaza, debido a que se refiere estrictamente a la probabilidad de ocurrencia de los eventos de peligro. Sin embargo, por el tipo de indicadores que integran cada uno de los factores, es posible pensar su aplicación no sólo para el factor de vulnerabilidad como se propone en este trabajo, sino también para los factores de exposición (al considerar umbrales para variables como el número y tipo de viviendas en zonas con altas probabilidades de ocurrencia de eventos peligrosos) (Rivera, 2012)

Quinde Martínez (2016), en el estudio de peligro sísmico del Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca, presenta como resultado dos zonas principales con alta peligrosidad. Por una parte, para TR similares a 500 años (periodo de retorno de diseño establecido en la NEC - 2015), que tienen valores elevados de intensidades espectrales en la zona de subducción (valores mayores a 0.5g), esto concuerda con los eventos de magnitudes mayores a 7 grados que se han presentado en las últimas décadas. Sin embargo, otra zona presenta intensidades cercanas a 0.45g, y que se debe a eventos de tipo cortical. Esta zona encierra a la ciudad de Quito. (Quinde, 2016)

En cuanto a los resultados de la propuesta de espectros de diseño, se podría tomar como un modelo para desarrollar estudios de peligro sísmico para otras ciudades del país. Como se muestra en el mapa de peligro sísmico, las zonas más sensibles serían las Costa y la zona Centro Sur del país, donde se encuentra la ciudad de Quito. (Quinde, 2016)

Juan Zapata (2019), Microzonificación Sísmica de Quito. Menciona que la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y la Escuela Politécnica Nacional son entes técnicos

que aportan con su experiencia y conocimientos, para la realización en una primera fase de estudios y completar la actualización de la microzonificación sísmica en Quito. Siendo su objetivo desarrollar, en una primera etapa, la actualización de la Microzonificación Sísmica de Quito, para evaluar la respuesta sísmica de la zona del área de estudio, para ello, se realizaron investigaciones científicas para caracterizar el subsuelo del DMQ, determinar las características: geológicas, geofísicas y geotécnicas; establecer también micro zonas del subsuelo con mayor precisión a estudios previos realizados hasta la actualidad.

Estos estudios servirán como insumos para la elaboración de una normativa constructiva para el DMQ, que será más específica que la norma nacional vigente. Estos resultados y productos permitirán actualizar progresivamente las regulaciones de edificabilidad, en la planificación municipal referente al desarrollo y ordenamiento territorial, así como el uso y ocupación del suelo, conocido como el PUOS y podrán ser incorporados en la evaluación del riesgo sísmico en Quito y cálculo de potenciales pérdidas económicas, de infraestructura y con esto se podrá planificar con mayor eficiencia la atención y respuesta a potenciales emergencias o desastres por eventos sísmicos”, dijo el secretario Juan Zapata. (Zapata, 2018)

La primera fase de estudio comprendió, desde la parroquia de Solanda hasta Turubamba, limitado al este y oeste por las estribaciones montañosas de Quito. La población beneficiada es de 390.000 habitantes de esta zona que comprende las parroquias de Turubamba, Guamaní, La Ecuatoriana, Chillogallo, Quitumbe, La Argelia, La Mena, Solanda y San Bartolo. Estudios que benefician directamente a los propietarios de las viviendas de la cooperativa, puesto que está dentro de la parroquia La Mena (Zapata, 2018)

En relación a la reducción de la vulnerabilidad sísmica de Quito, Valverde sostiene que se debe tener un tratamiento multidisciplinario, que involucre tanto a gremios profesionales, políticos como a la sociedad en sí. La disminución de la vulnerabilidad sísmica, debe empezar por la concientización de la sociedad sobre los reales peligros o riesgos que posee la ciudad, ante la ocurrencia de un gran terremoto. El hacer conciencia en la población acerca de la peligrosidad que significa un terremoto que afecte la ciudad, crea una cultura de alerta y previsión, que ayuda a desarrollar edificaciones más seguras, fortalecer las políticas de prevención y legislaciones más estrictas, para la disminución de la vulnerabilidad de las estructuras. (Valverde, 2017)

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DEFINICIÓN DE VULNERABILIDAD

¿Qué significa vulnerabilidad? La vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia, cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. Por ejemplo, las personas que viven en laderas son más vulnerables a deslizamientos, que los que viven en lugares más planos. La vulnerabilidad definida desde el punto de vista de la construcción, sería la incapacidad de resistencia, que presentan los elementos estructurales de las edificaciones, ante una amenaza sísmica. (GEOGRAPHIC, 2012)

2.2.2. PLACAS TECTÓNICAS Y AMENAZAS SÍSMICAS

Las placas tectónicas conforman la litosfera o capa superficial de la Tierra. La actividad geológica proviene de la interacción de las placas, cuando éstas se acercan o separan. El movimiento de las placas crea tres tipos de límites tectónicos: límites convergentes, cuando las placas se acercan unas a otras, límites divergentes, donde se separan y límites transformantes, donde las placas se mueven lateralmente unas con otras. (GEOGRAPHIC, 2012)

Existen 15 placas principales y 43 secundarias. Siete de las principales reciben el nombre del continente en el que se encuentran, como por ejemplo la Placa Norteamericana, la placa Sudamericana, la Placa Africana o la Placa Antártica. Las placas secundarias son más pequeñas, pero no menos importantes en cuanto a su influencia sobre la estructura del planeta. (GEOGRAPHIC, 2012)

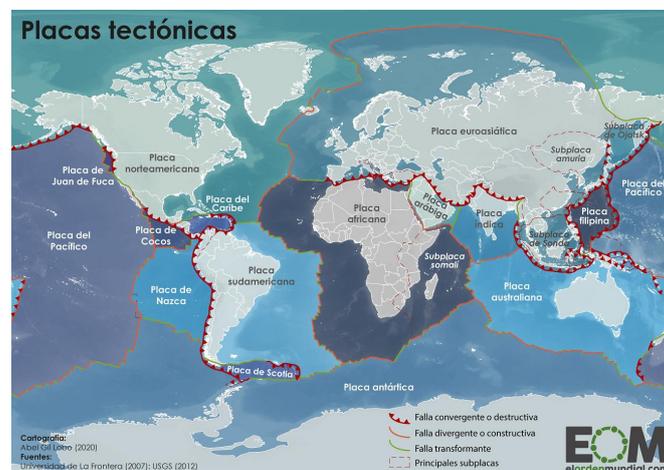


Ilustración 3: "Mapa de Placas Tectónicas".

Fuente: (GEOGRAPHIC, 2012)

Estas placas tectónicas se encuentran en constante movimiento, chocan entre sí, provocando que se superpongan una placa bajo de la otra, mientras que en sus bordes se genera una gran cantidad de actividad geológica, lo que hace que aparezcan zonas altamente sísmicas. Las placas tectónicas que subyacen en el Océano Pacífico, tienen un movimiento mayor al de las demás placas de la Tierra, se conoce como tracción de placa, al existir mayor porción que se hunde en la zona de subducción, mayor es la velocidad de su desplazamiento y más intensa la actividad sísmica, dando lugar a una zona sismogénica, que provoca los terremotos de mayor magnitud.

2.2.3. EL CINTURÓN DE FUEGO DEL PACÍFICO

Tiene su origen en los movimientos de las placas tectónicas de la Tierra, que constituyen grandes losas o secciones, con un espesor aproximado de 70 km, que se encuentran divididas unas de otras y se desplazan debido a los procesos internos de la Tierra, comprende 40.000 kilómetros de largo, ubicado frente de las costas del oeste de América y el este de la costa de Asia y sus islas. Además de ser la zona con más terremotos del planeta casi el 90%, incluye 452 volcanes, muchos de los cuales se encuentran activos. (Adelina, 2020)

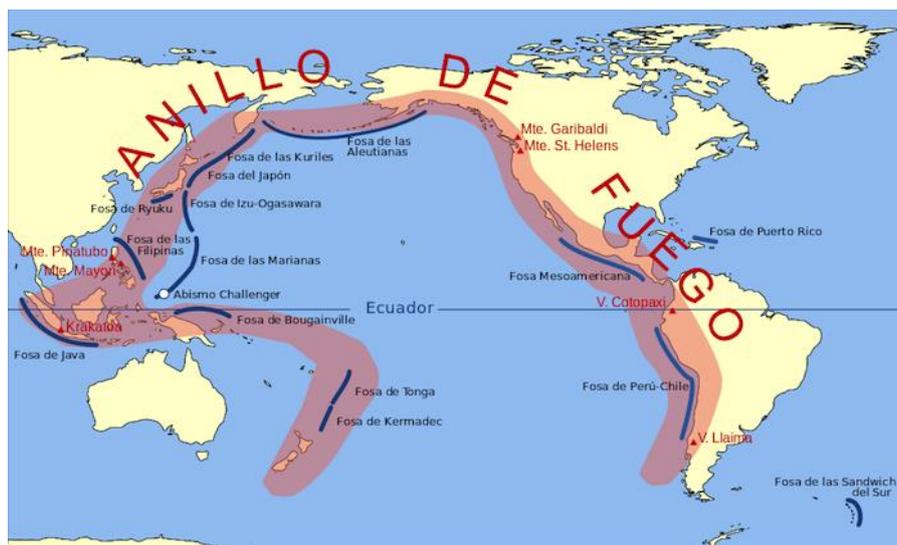


Ilustración 4: Ubicación del Cinturón de Fuego del Pacífico.

Fuente: (Gringer.2015).

Está caracterizado por tener algunas de las zonas de subducción más importantes en el mundo, lo cual origina por un lado una alta sismicidad y, por otro, un importante vulcanismo que concentra a más de 75% de los volcanes que existen en el planeta, que incluye a la mayoría de los conocidos como súper volcanes, cuyas erupciones han tenido consecuencias determinantes a escala global. (González, 2018)

2.2.4. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ECUADOR

El territorio continental del Ecuador forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico y se ubica en América del Sur, en la parte noroccidental, está bañado por las aguas del Océano Pacífico y atravesado por la línea ecuatorial; por su situación geográfica se encuentra sobre una zona de alto riesgo de sismicidad y erupciones volcánicas, además la Cordillera de los Andes ocupa gran parte de su superficie en sentido norte sur.



Ilustración 5: Ubicación del Ecuador.

Fuente: (ETSAC, 2015)

2.2.5. TERREMOTO

Es el movimiento brusco de la corteza de la Tierra, liberando la gran energía acumulada durante un periodo de tiempo. Las placas tectónicas se acomodan en un proceso que conlleva millones de años y dan forma a la superficie de nuestro planeta, originando continentes y relieves geográficos. Estos movimientos son lentos e imperceptibles, pero en otros casos las placas chocan impidiendo su desplazamiento, acumulando energía de tensión, que en algún momento se liberará y una de las placas se moverá bruscamente contra la otra rompiéndola y liberándose entonces una cantidad variable de energía que origina el Terremoto. Como ocurre en nuestro país con la interacción de la placa de Nazca y la Sudamericana. (ETSAC, 2015)

La actividad subterránea originada por un volcán en proceso de erupción, puede originar un fenómeno similar. En general se asocia el término terremoto con los movimientos sísmicos de dimensión considerable, aunque rigurosamente su etimología significa "movimiento de la Tierra". (ETSAC, 2015)

Hipocentro (o foco).

Es el punto en la profundidad de la Tierra, desde donde se libera la energía en un terremoto. Cuando ocurre en la corteza terrestre hasta una profundidad de 70 km, se denomina superficial. Si está en el rango de 70 a 300 km se denomina intermedio y si es de mayor profundidad es profundo. (ETSAC, 2015)

Epicentro.

Es el punto en la superficie de la Tierra directamente sobre el hipocentro, donde la intensidad del terremoto es mayor. (ETSAC, 2015)

La intensidad.

Es medida de fuerza con que actúa el sismo sobre la superficie de la tierra y los daños que este provoca, corresponde a estimar de forma cualitativa, los efectos que causan los terremotos, considerándose tres criterios básicos: cómo es percibido por las personas, los efectos sobre las edificaciones e infraestructuras y sus efectos sobre el terreno. (ETSAC, 2015)

La clasificación de los sismos según la NEC-2015:

Sismo de Servicio: aquel que tiene una probabilidad anual de excedencia del 50% en 50 años, o un periodo de retorno de 72 años.

Sismo de Diseño: aquel que tiene una probabilidad anual de excedencia del 10% en 50 años, o un periodo de retorno de 475 años. Es el sismo representado en los espectros de diseño de los códigos de construcción.

Sismo Máximo Esperado: aquel que tiene una probabilidad anual de excedencia del 2% en 50 años, o un periodo de retorno de 2475 años. (NEC, 2015)

2.2.6. ESCALAS SÍSMICAS

Escala de Mercalli.

Escala de Intensidad o Mercalli, es una evaluación cualitativa de la clase de daños causados por un sismo. La escala si bien mide la intensidad, pero no la cantidad de energía que se libera en un terremoto, tampoco la distancia desde el epicentro al lugar del desastre y la profundidad del hipocentro, en base a la misma se puede evidenciar el daño provocado mediante la observación en el lugar del acontecimiento, en año 1912 fuera adoptada y que para el año 1931 se modificó, tomando el nombre de escala

Modificada de Mercalli. Sin embargo, permitía identificar los daños que se presentaban según su intensidad y orientaban para determinar el riesgo de daños que sufrían las viviendas, determinando el grado de vulnerabilidad, pero que actualmente ya no se utiliza. (ETSAC, 2015)

Escala de Richter.

La escala sismológica de Richter, conocida comúnmente como la escala de Richter o escala de magnitud local (ML), es una escala logarítmica de medición de la cantidad de energía liberada en la corteza terrestre durante un sismo o terremoto, recibe su nombre en honor al sismólogo estadounidense Charles Francis Richter (1900-1985), que fue junto con el alemán Beno Gutenberg (1889-1960) su inventor. (Raffino, 2020)

La escala de Richter es empleada mundialmente en la medición de la intensidad de los sismos, que van desde valores de 2.0 y 6.9 grados en la escala y que ocurren entre 0 y 400 kilómetros de profundidad. A pesar de su comprobada utilidad y su popularidad, la escala de Richter presenta el inconveniente de ser difícil de vincular con las propiedades físicas del origen del terremoto. Para magnitudes cercanas a 8.3-8.5 grados, presenta un efecto de saturación que la hace poco precisa. Además, al estar limitada a las posibilidades del sismógrafo con que se la inventó, requiere de extensiones y otras escalas adicionales. (Raffino, 2020)

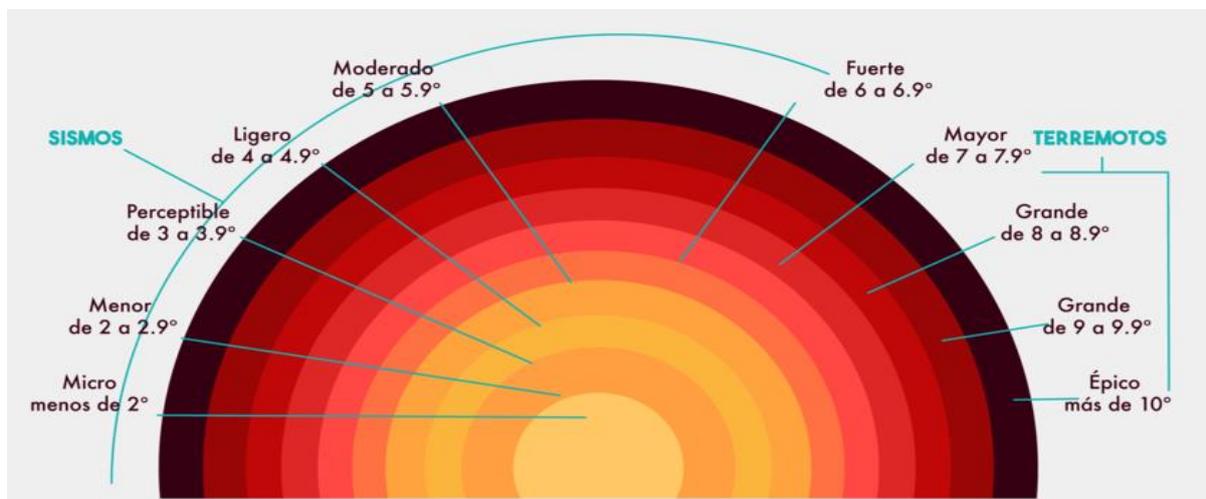


Ilustración 6: Escalas de Richter.

Fuente: (NEWS, 2018)

Otras escalas.

En la actualidad existen otras escalas para medir la intensidad, cantidad de energía liberada, la distancia al epicentro y profundidad del hipocentro, otros parámetros como ocurre en Europa que utiliza la Escala Macrosísmica europea (EMS-98). Queda claro que la intensidad de un terremoto varía con la cantidad de energía liberada (magnitud) y se encuentra condicionada por parámetros tales como la proximidad al epicentro, las características geológicas, calidad y naturaleza de edificaciones e infraestructuras como: carreteras, puentes, túneles, etc. Por lo que un terremoto puede poseer un único valor de magnitud. Cuando los valores de un sismo son de 7.0 grados o superiores, ya no se emplea el método de Richter, sino la Escala Sismológica de Magnitud del Momento (M_w), más precisa para registros extremos y propuesta por Thomas Hanks y Hiroo Kanamori en 1979. (Segovia, 2021)

2.2.7. HISTORIA DE LOS GRANDES SISMOS EN ECUADOR

Nuestro país al encontrarse ubicado en una zona de alta vulnerabilidad sísmica dentro del Cinturón de Fuego del Pacífico, ha sido escenario de grandes terremotos y erupciones volcánicas, que causaron enormes tragedias humanas y materiales, en muchos de los casos destruyeron poblaciones y ciudades enteras por su gran magnitud.

Según estudios de registro histórico de sismos en Ecuador, determina que somos un país vulnerable a este tipo de fenómenos naturales, que afectan las diferentes actividades previstas, tanto en infraestructura, socioeconómicas. Existe un registro de varios movimientos telúricos desde el año 1541 al 2016, con un promedio de un terremoto cada 10 años. (Mejía, 2018)

El terremoto del Año 1797 el día 4 de febrero, que registra la historia donde desapareció totalmente la Villa Riobamba, convirtiéndose en uno de los más destructivos, por cuanto la Villa no pudo ser reconstruida y su nuevo asentamiento debió hacerse en otro lugar; donde actualmente es la ciudad de Riobamba. Este terremoto produjo graves daños en pueblos y caseríos, de las provincias de Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar y Pichincha, las oscilaciones y trepidaciones del suelo se prolongaron hasta por 4 minutos, con movimientos de masas del suelo.

El 31 de mayo del año 1914, un violento movimiento sísmico ocurrió en la provincia de Pichincha y fue acompañado de ruidos del subsuelo, estos se extendieron hasta la

ciudad de Ibarra al norte y por el sur del país hasta la ciudad de Cuenca. En las cercanías al volcán Antisana debido a la fuerza del sismo, se forman grietas y pequeños cráteres por donde fluyeron eyecciones de lodo y arena, además deslizamientos de laderas con aluviones de greda negra, que alcanzar alturas de 2 metros, desplazamiento de montañas y consecuentemente la destrucción de viviendas.

En 1938, el 10 de agosto, vuelve a temblar la provincia de Pichincha, su epicentro en el Valle de los Chillos. Las viviendas de ladrillo y adobe sufrieron severos daños en sus estructuras y fueron destruidas completamente.

El 5 de agosto del año 1945 un sismo de gran magnitud fue sentido en todo el país y afectó a varias provincias. Como es el caso de la provincia de Tungurahua con epicentro en la ciudad de Pelileo, reduciendo a escombros esta ciudad y en Ambato destruyó otras poblaciones.

Se presentaron grandes desplazamientos de montañas, enormes grietas en el suelo, derrumbes, cierre de caminos; el paisaje de muchos lugares cambió por completo por la licuefacción, especialmente en el sector de la Moya.

La pérdida de vidas humanas fue por miles y las pérdidas económicas para el país fueron incalculables, las consecuencias socioeconómicas sufridas duraron por muchos años.



Ilustración 7: Pelileo. "Viaje a la memoria de la tierra".

Fuente: (Weebly, 2016)

El 19 de enero del año 1958 un terremoto destruyó Esmeraldas, sus efectos se extendieron a la provincia de Imbabura y el sur de Colombia en el departamento de Nariño. Las casas antiguas colapsaron y la destrucción parcial de nuevas edificaciones, derrumbes de cerros, desplazamiento de taludes de suelo, grandes grietas en calles.

Debido al sismo se produjo un tsunami, que arrasó con cuatro manzanas de la ciudad de Esmeraldas y destruyó muchas embarcaciones, sumado a la pérdida de vidas humanas en varias localidades.

El 16 de abril año 2016 el Ecuador soporta un nuevo terremoto en la costa norte, en la provincia de Esmeraldas, entre las coordenadas 0.371 grados de latitud norte y 79,940 grados de latitud W, magnitud del evento fue de 7,5 con una profundidad de 19 km, este sismo se ubicó en la zona de subducción 2s, dentro de la cual durante los últimos 100 años se han producido otros 6 eventos más, esta zona es de alta peligrosidad sísmica, se localizó frente a las costas de Muisne y se originó debido a la liberación de energía. Registrándose los mayores daños en la población de Pedernales de la provincia de Manabí según se evidencia en la ilustración siguiente:



Ilustración 8: Terremoto en la costa norte de Ecuador del mes de abril del 2016 de 7,8.

Fuente: (BBC, 2016)

2.2.8. FALLA GEOLÓGICA DE QUITO

Una falla geológica es la discontinuidad que se presenta debido a la ruptura de grandes bloques de rocas, en la superficie de la Tierra cuando las fuerzas tectónicas de las placas superan a la resistencia de las rocas, en cuyo lugar con mucha frecuencia se producen fenómenos sísmicos.

La ciudad de Quito está situada sobre una gran falla geológica, constituyéndose en una zona de alto riesgo lo que agrava el problema, puesto que una falla se compone de varias zonas o partes que afectan a la seguridad de las personas y edificaciones, puesto que frecuentemente ocurren terremotos que alteran la paz. Existen dos grandes sistemas de fallas activas que afectan a la capital del país, cada una muestra patrones cinemáticos distintos en relación con su geomorfología. Estas son el sistema de fallas de Quito (QFS) y el sistema de fallas Guayllabamba (GFS). (FACIL G. , 2000)

La falla de Quito comprende un sistema de fallas ubicadas en la Cordillera Occidental del callejón Interandino, entre las latitudes $0^{\circ}0'0''$ a $0^{\circ}25'0''S$ y longitudes $78^{\circ}20'0''W$ a $78^{\circ}40'0''W$, con una dirección promedio NNE, su longitud aproximada de 45 Km. Por tratarse de fallas inversas, las cuencas de Quito y San Antonio se elevaron entre 400 y 500 m en relación con el resto de la Cordillera, dando lugar a que se presenten materiales de tipo lacustre, palustre y fluviales, intercalados con ceniza volcánica y piedra pómez, debido a las erupciones volcánicas del Guagua Pichincha, Cotopaxi, Pululahua, Ninahuilca y Quilotoa.

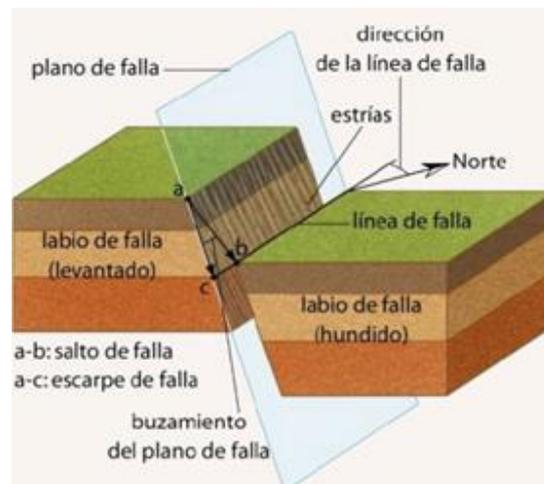


Ilustración 9: "GEOLOGÍA DE QUITO Y FALLAS DE SISMICIDAD."

Fuente: (FACIL G. , 2000)

El sistema de fallas de Quito es un plano de fractura, conformado por 3 grandes segmentos tectónicos que en longitud alcanzan los 60 kilómetros. Por otro lado, se tiene el sistema de fallas Guayllabamba ubicado a 20 Km al noroeste de Quito, por lo cual su influencia en la ciudad es considerablemente menor. (FACIL G. , 2000).

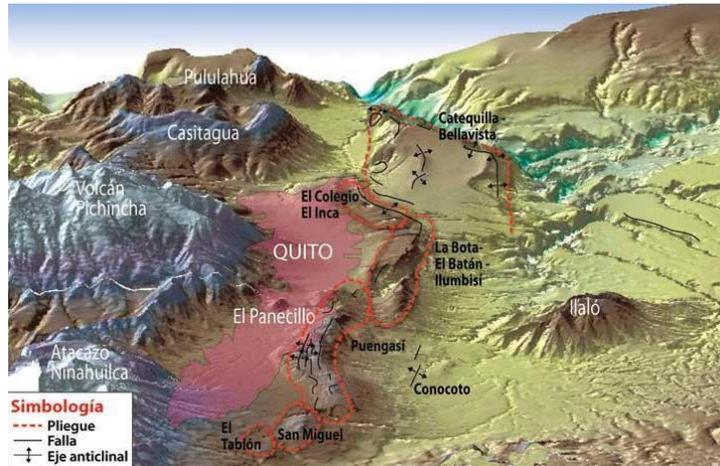


Ilustración 10: "Fallas de Quito".

Fuente: (EPN, 2013)

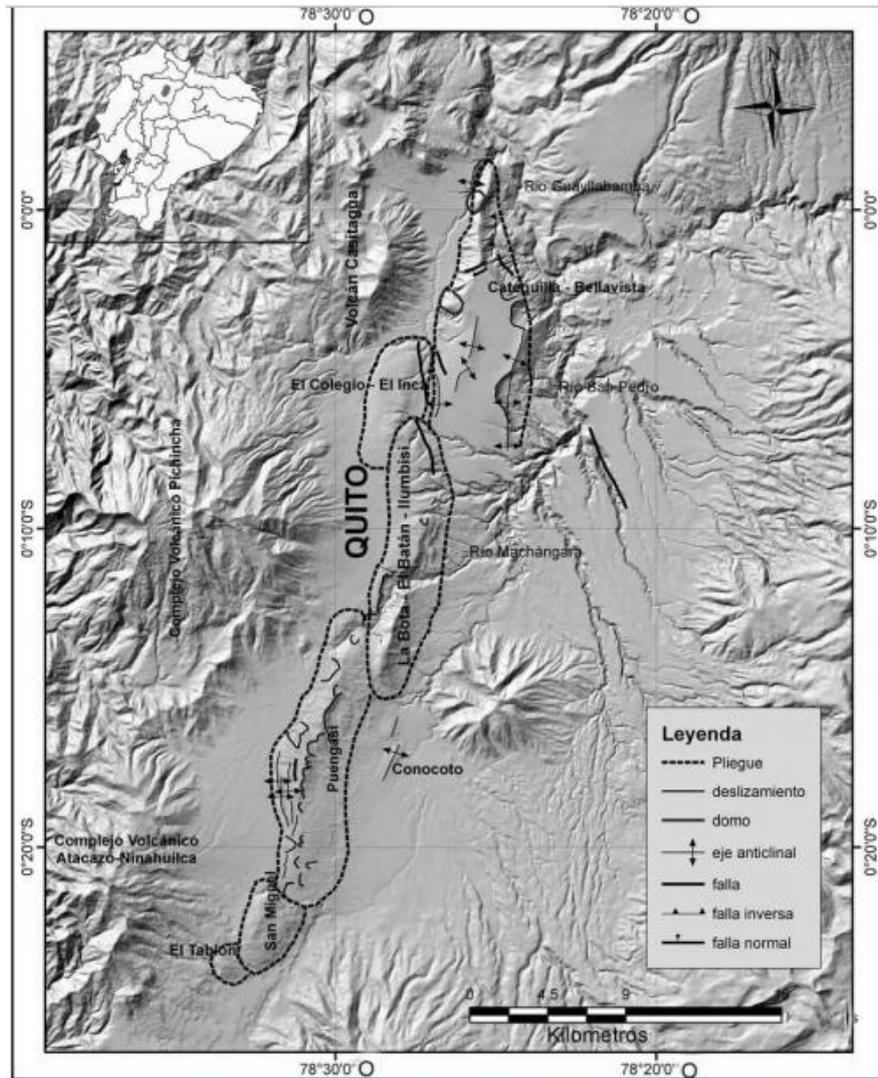


Ilustración 11: Sistema de fallas de Quito.

Fuente: (Quishpe, 2011)

La Cooperativa de Vivienda Reino de Quito se encuentra al suroeste del Distrito Metropolitano de Quito, ubicada sobre la falla del El Cinto que tiene una longitud aproximada de 24.4 Km, la misma que afecta a los depósitos volcánicos del cuaternario, como son los volcanes Atacazo y Pichincha como se puede apreciar en la siguiente ilustración en las secciones 30^a y 30^b.

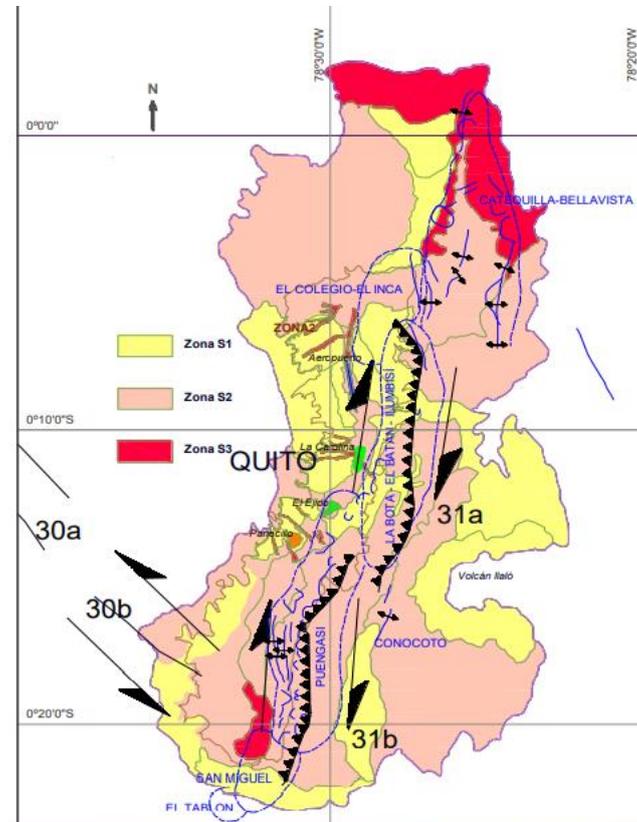


Ilustración 12: Sistema de fallas de Quito y clasificación de suelos del 2002.

Fuente: (Quishpe, 2011)

2.2.9. SISMOS QUE AFECTARON AL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

La ciudad de Quito como parte del territorio ecuatoriano y por estar situada sobre una falla geológica, rodeada de volcanes ha sufrido la presencia de sismos o terremotos que han afectado a sus edificaciones, templos, viviendas y demás estructuras, con la pérdida de vidas humanas y materiales. Los sismos han tenido diferentes intensidades y entre los más mortíferos están:

El 20 de marzo del año 1859 la ciudad de Quito soporta otro terremoto ocasionando severos daños en edificaciones, viviendas y templos; como es el caso de la iglesia de la Merced, además se perdieron muchas vidas humanas en las poblaciones de

Machachi, Chillogallo y en el Valle de los Chillos, donde también se presentaron enormes grietas en la superficie del suelo.

El 6 de marzo del año 1987 un gran terremoto sufre la provincia del Napo, cuyo epicentro fue la ciudad de Baeza y fue sentido en otras provincias del país como son: Pichincha, Sucumbíos, Imbabura y Carchi. Este sismo destruyó casas y edificaciones en el sector urbano y rural, provocando también grandes deslizamientos de montañas que taponan el cauce del Río Coca, rompió varios tramos del oleoducto ecuatoriano que provocó la suspensión del bombeo por varios meses, las exportaciones del petróleo causando graves daños la economía del Ecuador. Causó daños en varias poblaciones de Sucumbíos, graves daños en los templos de la ciudad de Quito y en otras ciudades de Imbabura, afectó una parte de la provincia del Carchi.

El 12 de febrero del 2014, se produjo un sismo de magnitud 5.1 grados, localizado al Nor-Oeste de la parroquia de Calderón, al Norte de la ciudad de Quito, este sismo fue seguido por varias réplicas. La máxima intensidad evaluada fue de 6 EMS al Norte y Nor-oriental de la ciudad de Quito, que corresponde a daños leves (no estructurales) a nivel de mampostería (fisuras delgadas en paredes) en edificaciones de bloque o ladrillo. (INSTITUTO GEOFÍSICO, 2014)

2.2.10.VULNERABILIDAD AL DAÑO DE LAS EDIFICACIONES

El análisis de vulnerabilidad se realiza a través de funciones de vulnerabilidad o fragilidad, que relacionan probabilísticamente una medida de intensidad sísmica con una medida de daño en la edificación. En muchos casos las funciones de vulnerabilidad, también incorporan las consecuencias del daño en términos de pérdidas humanas y materiales. La mayoría del territorio del Ecuador se encuentra ubicado en una zona de alto peligro sísmico, la vulnerabilidad o susceptibilidad al daño de muchas edificaciones tienen un alto grado de exposición, por estar en su mayoría situadas en ciudades con alta peligrosidad sísmica como Quito, Guayaquil y todas las ciudades costeras, aquellas viviendas construidas antes de la promulgación de los códigos de la construcción, sin diseños apropiados y que a lo largo de su vida han sido reformadas, ampliadas o que han sufrido un cambio en el tipo de uso, distinto al contemplado en el diseño. (Dirección de Comunicación Social, 2014, pág. 21)

2.2.11. RIESGO SÍSMICO

Una mejor estimación del riesgo sísmico es fundamental para minimizar la pérdida de vida, daño a la propiedad, el trastorno social y económico debido a los sismos. Una presentación relevante y transparente del riesgo sísmico, provee la base para mejores códigos de construcción, planes de respuesta emergente, protección de la infraestructura crítica...Con cada terremoto que ocurre en el planeta se demuestra una y otra vez, que mientras los diseños arquitectónicos y estructurales sean más completos, menor será el efecto que un sismo tenga en la edificación. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

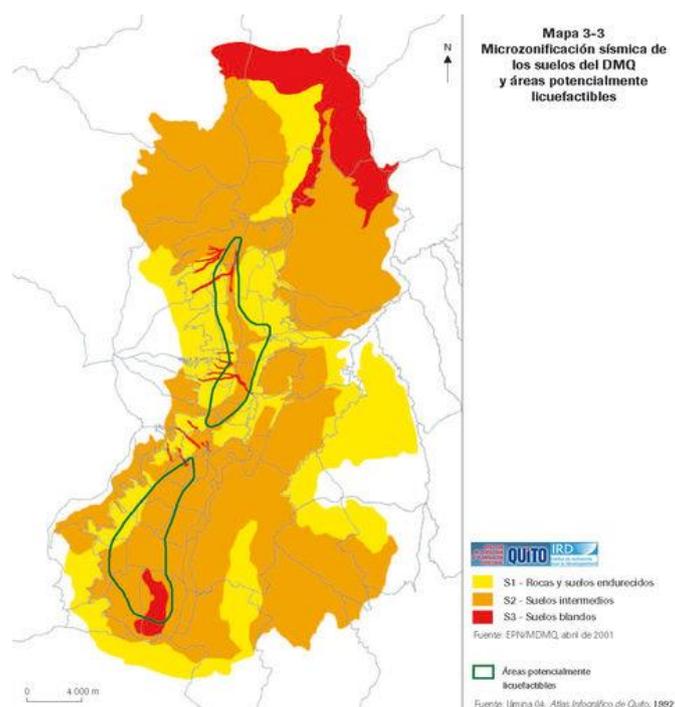


Ilustración 13: Microzonificación sísmica de los suelos del DMQ y áreas potencialmente licuefactibles.

Fuente: (Valverde, 2017)

Por otro lado, en el Ecuador y en muchos otros países, existen construcciones informales, en las cuales no ha participado un profesional en las fases de diseño y construcción, con lo cual dichas viviendas no cumplen las normas de diseño sismo-resistente, elevando el nivel de vulnerabilidad sísmica y más propensas a sufrir daños. Cuando se diseña infraestructura, tomando en cuenta las normas sismo-resistentes y se fiscaliza debidamente su ejecución, los daños que se presentan frente a un sismo son bastante menores, respecto a aquellas construcciones que no toman en cuenta el diseño sismo-resistente. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

2.2.12. DAÑOS ESTRUCTURALES

La gran mayoría de las edificaciones que presentan daños graves o que colapsan frente a un sismo severo, se debe a la falla de uno o más elementos estructurales cuya resistencia y ductilidad no fueron los necesarios para soportar la acción sísmica. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI, SGR, 2016, pág. 15)

Las columnas son de vital importancia, puesto que mantienen en pie a la edificación y son las encargadas de transmitir todas las cargas hacia la cimentación. Cualquier daño en columnas puede producir el colapso de la estructura y por ello, en el diseño se debe evitar los fallos de columnas y de conexiones viga-columna, procurando que las rótulas plásticas se formen en las vigas y no en las columnas ni en nudos o conexiones. (Rodríguez R, 2019)

De igual manera, las edificaciones presentan concentración de esfuerzos cuando se tiene vigas cortas. El tipo de falla de una viga corta es frágil, aunque podría ser reparable. Por otro lado, existen sistemas estructurales con ausencia de vigas formados solamente por columnas y losas, que ante cargas sísmicas cíclicas crea un efecto de punzonamiento de las columnas hacia la losa, afectando gravemente la estructura. Está claro que este sistema tendrá muy poca resistencia frente a un evento sísmico, por la excesiva demanda de ductilidad y resistencia que las conexiones losa-columna no pueden proveer (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI, SGR, 2016, págs. 27-29)

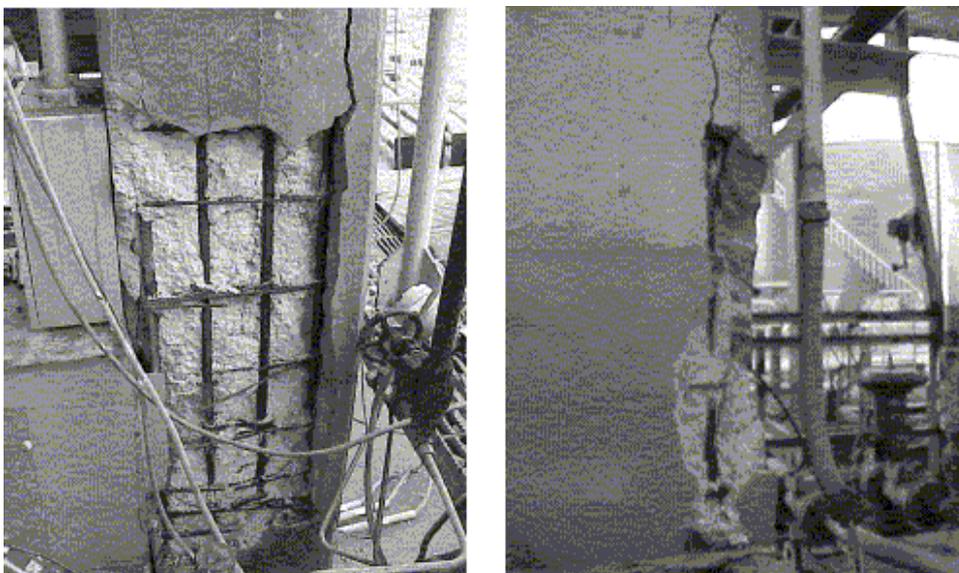


Ilustración 14: "Daño estructural columna".

Fuente: (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI, SGR, 2016)

2.2.13. DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

En Quito, según el Colegio de Arquitectos de Pichincha, muchas construcciones son doblemente vulnerables por estar en zona de riesgo, como asegura también Juan Gabriel Barros, especialista del Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional, que hay un estudio hecho bajo convenio con el Cabildo, en los años 90, en relación al cálculo de la amenaza y el peligro sísmico, donde establece que en la capital el 70% de edificaciones son informales, el 80% de ellas podría sufrir daños y el 45% podría colapsar si hay un sismo de alta intensidad. (Carvajal, 2019)

2.2.14. UBICACIÓN DE LA COOPERATIVA REINO DE QUITO

La Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, se encuentra ubicada en la parte suroccidental de la ciudad de Quito, su territorio está asentada sobre la Falla de Quito, en consecuencia en una zona de alta sismicidad y el suelo presenta las siguientes características: laderas, rodeada de quebradas con pendiente muy inclinada, lugar en el cual se encuentran edificaciones en su mayoría de hormigón armado, con mampostería de bloque y ladrillo, que a simple vista se observa están expuestas a desastres naturales como: sismos, lluvias, deslaves, cercanía al volcán Guagua Pichincha, que constituyen un alto grado de vulnerabilidad, que amenazan con venirse abajo o colapsar.

Debido a la necesidad de vivienda y la falta recursos económicos de las familias que habitan en este sector, sus construcciones no cuentan con los permisos, estudios de suelos, diseños y cálculos estructurales, más grave aún quienes las construyen no son profesionales sino albañiles, con mayor o menor experiencia.



Ilustración 15: "Barrio Coop. Reino de Quito".

Fuente: (Google Earth)

Determinación del tipo de suelo.

Para la determinación del tipo de suelo del sector de la Cooperativa Reino de Quito, se adopta los resultados obtenidos en la tesis de Daissy Quishpe, donde para la zona de Quitumbe tenemos una velocidad de onda de corte de 228.59 m/s, con un perfil de suelo S3, mediante este resultado de dicho estudio se clasifica al suelo como tipo D, de conformidad con la NEC- 2015, que tiene un rango de $360 \text{ m/s} > V_s > 180 \text{ m/s}$.

Según las tablas que se detallan a continuación.

PERFIL	CARACTERÍSTICAS
S2	Suelos con características intermedias entre los suelos S1 y S3
S3	El período fundamental es mayor a 0.6 s En la Tabla 7.4 se indican las características de los suelos blandos o estratos de gran espesor considerados S3

Tabla 2: Parámetros de los cuatro perfiles de suelo del CEC-2000.

Fuente: (Quishpe, 2011)

UBICACIÓN	Vs (m/s)	PERFIL
QUITUMBE	228.59	S3

Tabla 3: Clasificación de los tipos de suelo para varias zonas del distrito metropolitano de Quito.

Fuente: (Quishpe, 2011)

Tipo perfil	de Descripción	Definición
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ KPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$

Tabla 4: Tipos de perfiles de suelos para el diseño sísmico.

Fuente: (NEC, 2015).

2.2.15. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y ENSAYOS

La configuración del edificio, sus componentes, el sitio de plantación, la cimentación y de las estructuras adyacentes, debe ser obtenida de acuerdo a ASCE 41. La formación recabada debe tener el detalle suficiente para permitir la clasificación de los componentes como principales, secundarios y no estructurales, su modelación y

análisis por el método seleccionado. Cuando limitaciones económicas o de otro tipo impidan la ejecución de pruebas físicas o ensayos sobre los materiales, las propiedades mecánicas asumidas a partir de documentos o planos serán afectadas por un factor de incertidumbre $k \leq 0.75$. Se deberán justificar concretamente dichas limitaciones. Procedimientos de análisis no-lineal, menos conservadores que el lineal dinámico, requieren la ejecución de pruebas físicas y ensayos. La configuración estructural y las posibles deficiencias pueden ser evaluadas mediante los métodos presentados en ASCE 41 o FEMA 310. (NEC, 2015)

La configuración estructural se refiere a la disposición de los elementos y del sistema estructural de la edificación, en cuanto a su forma sea ésta horizontal o vertical y más compleja, la Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015, señala que mayor será el daño que estructura reciba ante la acción de un sismo severo, por tal razón en la primera etapa, al planificar su diseño arquitectónico debe evitarse los diseños con configuraciones estructurales peligrosos. Y que buena parte de las edificaciones que colapsan son las que presentan irregularidades en su configuración estructural en planta o elevación. La edificación se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura. (NEC, 2015).

La filosofía de diseño sismo-resistente de la NEC - 2015, se orientan a prevenir daños moderados o severos y el colapso de estructuras, que se transcriben a continuación:

Prevenir daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.

Prevenir daños estructurales graves y controlar daños no estructurales, ante terremotos moderados y poco frecuentes, que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura.

Evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir rara vez durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de sus ocupantes. (NEC, 2015)

2.2.16. MÉTODO DE INSPECCIÓN Y EVALUACIÓN SÍSMICA SIMPLIFICADA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES DE CONFORMIDAD CON NEC 2015, ADAPTADO DE FEMA 154

La evaluación visual rápida de peligro sísmico para edificaciones, está basada en FEMA 154, la cual fue desarrollada para que profesionales de la construcción evalúen a las construcciones existentes y las clasifiquen en tres categorías: edificios con baja vulnerabilidad en cuanto a daños y seguridad de los ocupantes frente a un sismo, los que presentan una vulnerabilidad media, que estarían dentro de los parámetros aceptables y los que tienen una vulnerabilidad alta, los cuales necesitan un estudio más detallado, realizado por un ingeniero experto en diseño estructural. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

En esta primera fase se tendrá como especificaciones técnicas del proceso los siguientes aspectos:

Estudio de la información histórica relacionada con el inmueble (en los casos que se pueda investigar), año de construcción, intervenciones y modificaciones realizadas, evolución en el tiempo, materiales, destinos de uso, cambios de uso, etc., lo cual permitirá una buena comprensión del inmueble a evaluar. La realización de un levantamiento de materiales existentes debe contener la identificación y caracterización de los materiales existentes en el inmueble. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

Realización del levantamiento de daños y agentes de deterioro, el cual debe contener una descripción de los principales daños y del proceso patológico del inmueble, determinando el origen y causa de las lesiones (directas: físicas, químicas, y mecánicas; indirectas: del proyecto en la elección del material, diseño estructural, ejecución o construcción, y del mantenimiento), lo cual servirá para determinar el estado de conservación de la estructura. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

Evaluación de vulnerabilidad estructural en base a la configuración arquitectónica, donde se evaluará cualitativamente la influencia de la configuración sobre el comportamiento sísmico del inmueble, para ello se debe tomar en varios parámetros como la homogeneidad, irregularidad o regularidad geométrica del edificio, convexidad, simetría en planta y en altura, densidad en estructuras en planta, esta

primera (líneas de defensa o redundancia estructural), monolitismo de la estructura, estabilidad del inmueble frente a la acción de las cargas horizontales, diafragma de piso rígido o flexible, proporciones de aspecto altura/largo/ancho, masa reactiva (distribución y concentración de cargas), distribución irregular de la rigidez y resistencia, irregularidades significativas en configuraciones sencillas, configuraciones escalonadas verticalmente, problemas de colindancia, efectos de columna corta, piso blando, piso débil, etc.; con el análisis de todos estos elementos se debe generar un reporte de evaluación de la vulnerabilidad de configuración estructural del inmueble. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

El diagnóstico del estado actual del sistema estructural, debe analizar las técnicas constructivas, sistemas, principios estructurales y constructivos presentes en el inmueble, así como sus principales deterioros y alteraciones, cuya cuantificación cualitativa, servirá como elementos de juicio para las conservación, restauración, reforzamiento y rehabilitación de los sistemas y elementos estructurales, así como para la propuesta funcional para nuevos usos o posible obra nueva, todo esto deberá estar en una memoria técnica donde se establecerá la condición estructural del inmueble antes de la intervención, con sus riesgos de estabilidad y durabilidad.

2.2.17. CONSIDERACIONES GENERALES PARA EVALUAR EL HORMIGÓN ARMADO EN EL ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO

En la realización del ensayo, para evaluar el hormigón armado, se consideran algunas recomendaciones:

El elemento a evaluar debe medir por lo menos 10 cm de profundidad y el área no menor a 15cm, en cuanto a la superficie esta no debe presentar porosidades o escamas; los elementos que se refiere son: losas, columnas, vigas y otros.

Cuando se trata de losas para el ensayo, debe hacerlo por la superficie superior a fin de evitar áreas terminadas; en todos los casos retirando el empaste y enlucido, también hay que eliminar el agua superficial, pinturas y preparar la superficie donde se realizará el ensayo, frotando con una piedra abrasiva para eliminar impurezas y rugosidades para homogeneizar.

Es importante que al realizar el ensayo se utilice un mismo esclerómetro, debido a que martillos de rebote de diferente diseño nominal, pueden dar rebotes de diferentes lecturas entre 1 a 3 unidades y no permiten hacer comparaciones de resultados.

Cuando se realiza el ensayo con un mismo equipo, en un mismo concreto y ejecutado por un mismo operador, sin embargo, el número de rebotes puede verse afectado por una serie de otros factores que dan como resultado una dispersión de los datos. Estos factores pueden ser: orientación del equipo en relación a su posición, si es horizontal se obtiene una medida normal, si la posición de impacto es hacia arriba el valor obtenido es menor y si su posición es hacia abajo se obtiene un valor mayor; en cuanto al tipo de encofrado si es metálico el número de rebotes es menor por el contrario si el tipo de encofrado es fenólico o triplay y aceitado el número de rebotes es mayor; por su textura superficial si esta es lisa el número de rebotes es mayor y si es áspera su número es menor; si se realiza sobre superficie seca el número de rebotes es mayor si es húmeda menor y si se aplica en una superficie en un punto que contenga partículas si es de agregado su número es mayor si esta es de mortero número menor y si es de acero mayor.

2.2.18. EL ESCLERÓMETRO

El esclerómetro es una herramienta para determinar la resistencia del hormigón, se usa sobre todo en el sector de la construcción. Adicionalmente a la medición de la resistencia del hormigón, el esclerómetro registra los valores medidos.

En todo esclerómetro viene adosado al mismo una gráfica para medir la resistencia del concreto, sin embargo, no se puede utilizar directamente esta gráfica, debido a que la misma norma no permite, puesto que esta proporciona indicaciones de resistencia relativa del concreto en diferentes partes de una estructura, entonces no se puede considerar únicamente el número de rebotes (N) y la resistencia del concreto ($f'c$).



Ilustración 16: Esclerómetro Análogo.

Fuente: (Geotecnia, 2019)

Esclerómetro Análogo.

Si se cuenta con un equipo análogo, la toma de los datos es de forma manual, como el cálculo de la desviación estándar, para después consultar las gráficas de la resistencia en función del índice de rebote “Q”, en consideración de la posición y dirección del impacto, de conformidad con las gráficas que presenta el equipo al menos 3, dependiendo de la posición de impacto del émbolo con la superficie, si esta es vertical de abajo hacia arriba o de arriba hacia abajo o de manera horizontal, verificar si el equipo está calibrado.

Este ensayo permite realizar una aproximación indirecta a la resistencia del concreto de un elemento constructivo, que se halla trabajando normalmente a compresión y se necesita hacer ensayos complementarios para determinar las curvas de calibración.

Esclerómetro digital.

Para determinar la resistencia del concreto del sistema estructural de la vivienda, se emplea el esclerómetro digital toda vez que:

Este ensayo permite realizar una aproximación indirecta a la resistencia del concreto de un elemento constructivo que se halla trabajando normalmente a compresión, este tiene mayores ventajas que el equipo análogo puesto que incorpora las curvas en su sistema operativo que proporcionan las resistencias promedio, el valor “Q”, la desviación estándar, el historial de datos etc.

Según describe la estructura y funcionamiento del martillo de rebote o esclerómetro la NEC 2015: “Consiste en un martillo accionado por un resorte de acero, que cuando se libera golpea un émbolo de metal, que se encuentra en contacto con la superficie de hormigón. El martillo accionado por un resorte debe desplazarse con una velocidad constante y reproducible. El número de rebote se basa en la distancia de rebote del martillo después de impactar el émbolo, o se basa en la relación de la velocidad del martillo antes del impacto y después del impacto. Los números de rebote se basan en dos principios de medición que no son comparables”. (NEC, 2015)

A criterio del experto consultor español Fernando Rodríguez (2020) respecto al esclerómetro menciona, que este es un equipo del que se puede obtener una información que puede ser útil, pero que no podemos pedir al esclerómetro que nos determine las características de la masa del hormigón, debido a que se está haciendo ensayos únicamente sobre su superficie, en consecuencia la tabla que presenta el

equipo adherida es de la casa del fabricante, este es el primer problema en considerar de que el hormigón tenía la resistencia de la curva señalada en el equipo y los resultados obtenidos.

En relación al esclerómetro refiere que es un instrumento interesante, que nos puede aportar información sobre la variabilidad del hormigón y puede combinar con otras técnicas para disponer de una información, que podemos aprovechar para obtener la resistencia.

2.2.19. NORMAS ECUATORIANAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Para la realización del estudio de vulnerabilidad se consideran las siguientes normas de la NEC - 2015:

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Peligro sísmico y requisitos de diseño sismo resistente
- NEC-SE-RE: Riesgo sísmico, Evaluación, Rehabilitación de estructuras
- NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5m. (NEC, 2015)

2.2.20. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS DE NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN NEC-SE-DS PELIGRO SÍSMICO, DISEÑO SISMO RESISTENTE DEL 2015 (NEC - 2015)

La terminología que se describe a continuación es tomada de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC - 2015)

Acero de refuerzo (NEC - 2015).

El refuerzo que se emplee en vigas, columnas, vigas y columnas confinantes, elementos colocados en el interior del muro y/o en el exterior del mismo, estará constituido por barras corrugadas según NTE INEN 2167, por malla de acero según NTE INEN 2209, por alambres corrugados laminados en frío según NTE INEN 1511 o por armaduras electro-soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero según NTE INEN 2209.

Calidad del concreto (NEC- 2015).

La dosificación de las mezclas de hormigón debe cumplir ciertas características como:

- Consistencia y manejabilidad, con el objetivo que la mezcla de hormigón pueda distribuirse adecuadamente a través de la armadura de refuerzo, sin que existan excesos de segregación o exudación.
- Resistencia en ambientes expuestos.
- Cumplimiento de todos los ensayos de resistencia de hormigón.

Capacidad (NEC - 2015).

La capacidad de la estructura depende de la resistencia y la habilidad de deformación de los componentes individuales de la estructura. Por lo anterior es necesario conocer:

- La forma, las dimensiones y armadura de refuerzo en las diferentes secciones.
- Las características No Lineales de los materiales constitutivos, debido a: fluencia, agrietamiento, aplastamiento, deslizamiento, fisuración.
- La geometría no lineal consecuencia del cambio de forma en la estructura, se deberá incluir también los efectos $P-\Delta$, y efectos de grandes desplazamientos en caso de presentarse.

Cimentación (NEC - 2015).

Conjunto de elementos estructurales destinados a transmitir las cargas de una estructura al suelo o roca de apoyo.

Columna de confinamiento (NEC - 2015).

Elemento estructural vertical reforzado con barras, armaduras electrosoldadas, alambres corrugados o lisos (estribos) de acero, cuya función es contribuir al confinamiento lateral de los muros de la mampostería confinada.

Cortante basal de diseño (NEC -2015).

Fuerza total de diseño por cargas laterales, aplicada en la base de la estructura, resultado de la acción del sismo de diseño con o sin reducción, de acuerdo con las especificaciones de la presente norma.

Demanda (NEC -2015).

En el movimiento del suelo durante un sismo, la demanda de desplazamiento es un estimado de respuesta máxima esperada de una estructura durante el movimiento sísmico. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

Deriva de piso (NEC -2015).

Desplazamiento lateral relativo de un piso, en particular por la acción de una fuerza horizontal con respecto al piso consecutivo, medido en dos puntos ubicados en la misma línea vertical de la estructura. Se calcula restando del desplazamiento del extremo superior el desplazamiento del extremo inferior del piso.

Ductilidad global (NEC - 2015).

Capacidad de la estructura para deformarse más allá del rango elástico, sin pérdida sustancial de su resistencia y rigidez, ante cargas laterales estáticas o cíclicas o ante la ocurrencia de una acción sísmica.

Ductilidad local (NEC - 2015).

Capacidad de una sección transversal o de un elemento estructural, para deformarse más allá del rango elástico, sin pérdida sustancial de su resistencia y rigidez, ante cargas laterales estáticas o cíclicas o ante la ocurrencia de una acción sísmica.

Espectro de respuesta para diseño (NEC - 2015).

El espectro de diseño puede representarse mediante un espectro de respuesta basado en las condiciones geológicas, tectónicas, sismológicas y del tipo de suelo asociadas con el sitio de emplazamiento de la estructura. Es un espectro de tipo elástico para una fracción de amortiguamiento respecto al crítico del 5%, utilizado con fines de diseño para representar los efectos dinámicos del sismo de diseño.

Factor de sobrerresistencia (NEC - 2015).

Se define el factor de sobrerresistencia, como la relación entre el cortante basal último, que es capaz de soportar la estructura con relación al cortante basal de diseño.

Factor de redundancia (NEC- 2015).

El factor de redundancia mide la capacidad de incursionar la estructura en el rango no lineal. La capacidad de una estructura consiste en redistribuir las cargas de los elementos con mayor sollicitación a los elementos con menor sollicitación. Se evalúa

la relación entre el cortante basal máximo con respecto al cortante basal cuando se forma la primera articulación plástica.

Fuerzas sísmicas de diseño (NEC- 2015).

Fuerzas laterales que resultan de distribuir adecuadamente el cortante basal de diseño en toda la estructura, según las especificaciones de esta norma.

Histéresis (NEC - 2015).

En general hace referencia al comportamiento de los materiales estructurales cuando se ven sometidos a deformaciones o esfuerzos que están fuera del rango lineal, o elástico de comportamiento. Una gran parte de la energía que es capaz de disipar el material estructural en el rango inelástico de respuesta se asocia con el área comprendida dentro de los ciclos de histéresis.

Junta sísmica (NEC - 2015).

Junta que permite una independencia entre cuerpos estructurales, de forma que el comportamiento estructural de uno de ellos se produce de manera independiente de los otros.

Ladrillo artesanal (NEC- 2015).

Elemento de mampostería que a pesar de no cumplir con la especificación INEN 294, se usa regularmente para edificaciones de interés social y de bajo costo, cuya resistencia bruta no debe ser menor que $f'c = 2 \text{ MPa}$ (20 kg/cm²)

Losa de entrepiso o de cubierta (NEC - 2015).

Elemento estructural horizontal o aproximadamente horizontal, maciza o con nervaduras, que trabaja en una o dos direcciones, de espesor pequeño en relación con sus otras dos dimensiones.

Muro de mampostería (NEC - 2015).

Elemento de colocación manual, de características pétreas y estabilidad dimensional que, unido con mortero, configura la pared de mampostería.

Muro de mampostería confinada (NEC - 2015).

Mampostería construida rígidamente rodeada en sus cuatro lados por columnas y vigas de hormigón armado o de mampostería armada no proyectados para que trabajen como pórticos resistentes a flexión

Peligrosidad sísmica (peligro sísmico) (NEC - 2015).

Probabilidad de excedencia, dentro de un período específico de tiempo y dentro de una región determinada de movimientos del suelo, cuyos parámetros de aceleración, velocidad, desplazamiento, magnitud o intensidad son cuantificados.

Período de vibración (NEC - 2015).

Es el tiempo que transcurre dentro de un movimiento armónico ondulatorio, o vibratorio, para que el sistema vibratorio vuelva a su posición original considerada luego de un ciclo de oscilación.

Resistencia a la compresión del hormigón ($f'c$) (NEC - 2015).

Resistencia a la compresión o a los 28 días (MPa o kg/cm²).

Resistencia lateral del piso (NEC- 2015).

Sumatoria de la capacidad a corte de los elementos estructurales verticales del piso.

Respuesta elástica (NEC - 2015).

Parámetros relacionados con fuerzas y deformaciones determinadas a partir de un análisis elástico, utilizando la representación del sismo de diseño sin reducción, de acuerdo con las especificaciones de la presente norma.

Sismo de diseño (NEC - 2015).

Evento sísmico que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años (período de retorno de 475 años), determinado a partir de un análisis de la peligrosidad sísmica del sitio de emplazamiento de la estructura o a partir de un mapa de peligro sísmico. Para caracterizar este evento, puede utilizarse un grupo de acelerogramas con propiedades dinámicas representativas de los ambientes tectónicos, geológicos y geotécnicos del sitio, conforme lo establece esta norma. Los efectos dinámicos del sismo de diseño pueden modelarse mediante un espectro de respuesta para diseño, como el proporcionado en esta norma.

Viga de confinamiento (riostra) (NEC - 2015).

Elemento estructural horizontal reforzado con barras, armadura electrosoldada, alambres corrugados o lisos (estribos) de acero, cuya función es contribuir al confinamiento superior e inferior de los muros de la mampostería confinada.

Vigueta (NEC - 2015).

Elemento estructural que forma parte de una losa nervada en una dirección, la cual trabaja principalmente por flexión.

Viviendas (NEC - 2015).

Unidades o grupos de unidades habitacionales que conforman un solo cuerpo estructural, sean independientes o separadas entre sí mediante juntas sísmicas de las otras unidades habitacionales.

Z (factor) (NEC - 2015).

El valor de Z de cada zona sísmica representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño, expresada como fracción de la aceleración de la gravedad.

2.2.21. REQUISITOS DE RESISTENCIA SÍSMICA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL (NEC, 2015)

Para el cumplimiento de este criterio el sistema estructural a aplicarse debe cumplir con las siguientes características:

- a)** Los pórticos resistentes a momentos y muros portantes deben estar dispuestos de tal manera que provean suficiente resistencia ante los efectos sísmicos en las dos direcciones principales en planta.
- b)** En estructuras de más de dos pisos, deberá existir un sistema de muros portantes que obligue al trabajo conjunto de los pórticos y muros mediante uniones que transmitan la fuerza lateral. Los elementos de amarre para la acción de diafragma se deben ubicar dentro de la cubierta y en los entrepisos.
- c)** Un sistema de cimentación que transmita al suelo las cargas derivadas de la función estructural de cada pórtico y muro portante. El sistema de cimentación debe tener una rigidez apropiada, de manera que se prevengan asentamientos diferenciales.
- d)** Asegurar que las conexiones entre la cimentación, vigas, columnas, muros portantes, entrepiso y cubierta transmitan en forma efectiva las cargas desde la cubierta hasta la cimentación. (NEC, 2015)

Configuración estructural.

Tanto la efectividad de las uniones en los diafragmas, como el trabajo en conjunto de los sistemas estructurales, dependen de la continuidad vertical y de la regularidad de la estructura, tanto en planta como en altura; por esta razón se debe tener en cuenta lo siguiente:

a) Continuidad vertical.

En casas de dos pisos, los pórticos y muros portantes que continúen a través del entrepiso, deben a su vez, ser continuos hasta la cubierta para poder considerarse estructurales en el segundo nivel, siempre y cuando para el caso de los muros no se reduzca su longitud en más de la mitad de la longitud que posee en el primer nivel. Columnas y muros del segundo piso que no tengan continuidad hasta la cimentación no podrán considerarse como elementos estructurales resistentes a fuerzas horizontales.

b) Regularidad en planta.

La forma del sistema de piso en planta debe ser tan regular y simétrica como sea posible, refiriéndose formas cuadrangulares o rectangulares, siempre que la relación largo/ancho no supere el valor de 4 y que ninguna dimensión exceda de 30 m. Caso contrario deberán utilizarse juntas constructivas

c) Regularidad en elevación.

Deben evitarse las irregularidades geométricas en alzado. Cuando la estructura tenga forma irregular en elevación, podrá descomponerse en formas regulares aisladas, cumpliendo con la especificación para juntas sísmicas.

d) Simetría.

Con el fin de evitar torsiones de toda la edificación, ésta debe tener una planta lo más simétrica posible. La edificación y los módulos que la conforman, deben ser simétricos con respecto a sus ejes, por lo que es conveniente que la localización de puertas y ventanas sea lo más simétrica posible. (NEC, 2015)

2.2.22. PROBLEMAS DE CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL EN PLANTA

La NEC – 2015, recomienda que las estructuras deben ser lo más regulares como simétricas posibles en planta y que los problemas que presentan las edificaciones con irregularidad estructural en su plano horizontal son:

a) Longitud de la edificación.

La NEC - 2015, refiere que una excesiva longitud en planta de una edificación, afecta de forma directa en el comportamiento estructural frente a las ondas sísmicas debido al movimiento del suelo, producido por un sismo y que mientras mayor es la longitud mayor es el daño causado, puesto que todos los puntos de la edificación sufrirán la misma acción sísmica, el mismo comportamiento dinámico y tendrán también demandas de resistencia y ductilidad, en los elementos estructurales y no estructurales, ya que concentran mayor esfuerzo en las esquinas que la estructura no pueda soportar. Además, este tipo de edificaciones son también más propensas a sufrir movimientos rotacionales, cuando se enfrentan a un sismo, elevando la disparidad en demandas de resistencia. (NEC, 2015).

b) Problemas en las columnas.

Las columnas son muy importantes, por cuanto mantienen en pie a la edificación y se encargan de transmitir las cargas hacia la cimentación. Cualquier daño en columnas, puede producir el colapso de la estructura, razón por la que en el diseño se debe evitar los fallos de columnas y de conexiones viga-columna, procurando que las rótulas plásticas se formen en las vigas y no en las columnas, ni en nudos o conexiones. (NEC, 2015)

Por lo mencionado anteriormente, existen dos tipos fallas de columnas que se mencionan a continuación:

- Columnas de menor resistencia que las vigas: Las rótulas plásticas se forman en columnas.
- Columnas cortas o esbeltas: Las columnas cortas causan severos daños a edificaciones frente a un sismo, ya que su falla es frágil. Las columnas cortas y esbeltas pueden estar presentes debido a que la edificación puede estar ubicada en terrenos con inclinaciones.
- Las columnas de la edificación pueden tener confinamiento lateral parcial en su altura provocado por paredes divisorias, muros de contención, etc. (NEC, 2015)

c) Problemas en las vigas.

De igual manera, las edificaciones presentan mayor concentración de esfuerzos cuando se tiene vigas cortas. El tipo de falla de una viga corta es frágil, aunque podría ser reparable. Está claro que este sistema tendrá muy poca resistencia frente a un evento sísmico, por la excesiva demanda de ductilidad y resistencia. (NEC, 2015)

d) Mala distribución y concentración de masa.

Esta irregularidad vertical se presenta cuando existen concentraciones de masa en uno o varios niveles de la edificación. Esta concentración de masa puede ser ocasionada al ubicar tanques, bodegas, piscinas, estacionamientos y otros elementos pesados en algún piso de la estructura, por la excesiva diferencia de masa entre pisos.

Se debe tener en cuenta, que el problema se agrava a medida que esta concentración de masa se ubique a mayor altura, puesto que las aceleraciones sísmicas de respuesta aumentan también hacia arriba, aumentando el riesgo de un posible volcamiento de la estructura.

La NEC-SE-DS especifica que una edificación es irregular, cuando la dimensión en planta del sistema resistente, en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso. Se deberá también evitar configuraciones estructurales inusuales que tendrán un comportamiento inadecuado frente a un sismo. (NEC, 2015)

2.2.23. MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN PARA ECUADOR

TABLA 10.7. Ecuación del Módulo de Elasticidad - Propuesta

MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DEL HORMIGÓN				
GRUPO	EXPERIMENTAL MPa	EXPERIMENTAL Kg/cm ²	ACI 318 MPa	ACI 318 Kg/cm ²
HORMIGONERA EQUINOCCIAL	$E_c=3870vf'c$	$E_c=12380vf'c$	$E_c=4700vf'c$	$E_c=15000vf'c$
HORMIGONERA METRHORM	$E_c=3850vf'c$	$E_c=12315vf'c$	$E_c=4700vf'c$	$E_c=15000vf'c$
HORMIGONERA QUITO	$E_c=3905vf'c$	$E_c=12500vf'c$	$E_c=4700vf'c$	$E_c=15000vf'c$

Tabla 5: Módulo de elasticidad del hormigón.

Fuente: (Cabrera, 2014)

Para el cálculo del módulo de elasticidad estático del hormigón en función a la resistencia promedio, se emplearán las siguientes ecuaciones:

$$E_c = 387 \sqrt{f'_c} \text{ (Mpa)} \quad \text{(Ec.1)}$$

$$E_c = 12400 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad \text{(Ec.2)}$$

Estas ecuaciones fueron obtenidas como resultado del estudio de la tesis: “Módulo de elasticidad de hormigones de peso normal utilizados en Ecuador”, de la Universidad Politécnica Nacional. Elaborada por Alejandro Cabrera. (Cabrera, 2014)

2.2.24. CARGAS Y COMBINACIONES DE CARGAS

Todas las edificaciones deberán ser diseñadas para que soporten las diferentes cargas, que se presentarán en la vida útil de la estructura. La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC - 2015), contempla el diseño por última resistencia, el cual es un método que permite tener en cuenta los modos de comportamiento, que ponen en peligro la estabilidad de la edificación o una parte de ella y su capacidad para resistir nuevas aplicaciones de carga.

La NEC-2015, clasifica las cargas como permanentes, variables y accidentales:

Cargas permanentes.

En las cargas permanentes o carga muerta constan los pesos de todos los elementos estructurales, que actúan constantemente sobre la estructura tales como: paredes, recubrimientos, instalaciones (eléctricas, hidrosanitarias y mecánicas) y todo lo que esté ligado a la estructura en toda su vida útil.

Cargas variables.

Se consideran cargas variables al viento, granizo y cargas vivas. La carga viva o también llamada sobrecarga de uso, depende de la ocupación o uso a la que está destinada la estructura y se aplicará en el diseño. En ella incluye: todo tipo de accesorio móvil o temporal, muebles, equipos, peso de personas, etc.

Cargas accidentales.

Las estructuras también deberán ser diseñadas para soportar cargas laterales debido al sismo. La NEC – 2015, contempla analizar las cargas laterales estáticas (sentido X y Y) y/o mediante un análisis dinámico usando un espectro de respuesta. (NEC, 2015)

Combinaciones de carga.

La NEC – 2015, refiere que todo tipo de estructura y cimentación, deberán ser diseñadas de tal forma que la resistencia de diseño iguale o exceda los efectos de las cargas incrementadas. (NEC, 2015)

Además, especifica que los efectos más desfavorables, tanto de viento como de sismo, no necesitan ser considerados simultáneamente. A continuación, se presenta las combinaciones de carga que presenta la NEC - 2015, para el diseño de edificaciones:

$$U=1.4D \quad \text{(Ec.3)}$$

$$U=1.2D+1.6L+0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R) \quad \text{(Ec.4)}$$

$$U=1.2D+1.6(Lr \text{ o } S \text{ o } R) +(1.0 L \text{ o } 0.5 W) \quad \text{(Ec.5)}$$

$$U=1.2D+1.0W+1.0L+0.5(Lr \text{ o } S \text{ o } R) \quad \text{(Ec.6)}$$

$$U=1.2D+1.0E+1.0L+0.2S \quad \text{(Ec.7)}$$

$$U=0.9D+1.0W \quad U=0.9D+1.0E \quad \text{(Ec.8)}$$

Las variables presentadas en las combinaciones de carga anteriores representan:

D: Carga Muerta

L: Carga Viva

Lr: Carga Viva de techo

S: Carga de Nieve (Granizo)

R: Carga por Lluvia

W: Carga de Viento

E: Carga por Sismo (NEC, 2015)

Carga muerta.

Son los pesos de los materiales que se encuentran en la Tabla 5 NEC – 2015, donde se muestran los valores de los pesos para los materiales de uso más frecuente.

Material	Peso Unitario kN/m ³
B. Piedras artificiales	
Adobe	16.0
Amianto-cemento	20.0
Baldosa cerámica	18.0
Baldosa de gres	19.0
Hormigón simple	22.0
Hormigón armado	24.0
Ladrillo cerámico prensado (0 a 10% de huecos)	19.0
Ladrillo cerámico perforado (20 a 30% de huecos)	14.0
Ladrillo cerámico hueco (40 a 50% de huecos)	10.0
Ladrillo artesanal	16.0
Bloque hueco de hormigón	12.0
Bloque hueco de hormigón alivianado	8.5
D. 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

Elementos secundarios	
G. Contrapisos y recubrimientos	kN/m ²
Baldosa 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
H. Cielorrasos y Cubiertas	kN/m ²
De yeso sobre listones de madera (incluidos los listones)	0.20
De mortero de cemento compuesto de cal y arena	0.55

Tabla 6: Pesos de materiales.

Fuente: (NEC, 2015).

a) Carga viva: sobrecargas mínimas.

Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas y concentradas, se encuentran en la Tabla 9 de la NEC - 2015, donde se muestran los valores de cargas (uniforme y/o concentrada) de acuerdo con la ocupación o los usos:

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares	2.00	
Habitaciones	4.80	
Salones de uso público y sus corredores		
Salas de baile	4.80	
Salas de billar, bolos y otras áreas de recreación similares	3.60	
Salida de emergencia	4.80	
Únicamente para residencias unifamiliares	2.00	
Sistemas de pisos para circulación		
Para oficinas	2.40	9.00
Para centros de cómputo	4.80	9.00

Tabla 7: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas L0, y concentradas P0.

Fuente: (NEC, 2015)

2.2.25. CORTANTE BASAL DE DISEÑO (V)

El cortante basal total de diseño, a nivel de cargas últimas, aplicado a una estructura en una dirección especificada, se determinará mediante la ecuación:

$$V = \frac{I * Sa(Ta)}{R * \phi_p * \phi_E} * W \quad (\text{Ec.9})$$

Donde:

Sa (Ta) Espectro de diseño en aceleración

ØP y ØE 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

Ta Período de vibración

Fórmula obtenida de (NEC, 2015)

2.2.26. PÓRTICOS DE HORMIGÓN ARMADO CON SECCIONES DE DIMENSIÓN MENOR A LA ESPECIFICADA EN LA NEC-SE-HM

La construcción de viviendas con este sistema estructural, se limita a 2 pisos en terreno plano y sin posibilidad a ampliación en elevación. Cuando el terreno no sea plano, se requerirá un diseño más detallado que considere los efectos de torsión generados por la configuración irregular, para el diseño deberá regirse a la normativa NEC-SE-DS. Se debe considerar y tomar las medidas necesarias para evitar que la mampostería afecte el desempeño del pórtico por la creación de irregularidades como columna corta y piso débil. (NEC, 2015)

En cumplimiento de las especificaciones técnicas de la norma, en cuanto al hormigón y acero mínimo, se tomará los valores contenidos en la tabla 7.

Número de pisos de la vivienda	Elemento	Luz máxima (m)	altura total de entepiso máxima (m)	Sección mínima base x altura (cm x cm)	Cuantía Longitudinal Mínima de acero laminado en caliente	Refuerzo de acero laminado Transversal Mínimo (estribos)
1	Columnas	4.0	2.50	20x20(a)	1%	Diámetro 8 mm @ 10 cm
	Vigas			15x20(b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Diámetro 8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)
2	Columnas	4.0	2.50	Piso 1: 25x25 Piso 2: 20x20	1%	Diámetro 8 mm @ 10 cm
	Vigas			20x20 (b)	14/fy sup. 14/fy inf.	Diámetro 8 mm @ 5 en L/4 (extremos) y 10 cm (centro)

Tabla 8: Requisitos mínimos en función del número de pisos de la vivienda con pórticos de hormigón y losas.

Fuente: (NEC 2015)

2.2.27. ELEMENTOS EN FLEXIÓN

Refuerzo longitudinal mínimo en elementos sometidos a flexión.

En toda sección de un elemento a flexión, se requiere acero a tracción, el valor de **As min** se determina en base a la ecuación:

$$As_{min} = \frac{14}{fy} * bw * d \quad (\text{Ec.10})$$

Donde:

As min Área mínima de refuerzo de flexión (mm²)

bw Ancho del alma o diámetro de la sección circular (mm)

d Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción (mm)

fy Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (MPa)

Estos requisitos no son necesarios si el refuerzo colocado a lo largo del elemento en cada sección es al menos un tercio mayor al requerido por análisis. (NEC, 2015)

2.2.28. INERCIA DE LAS SECCIONES AGRIETADAS

Para el caso de estructuras de hormigón armado y de mampostería, en el cálculo de la rigidez y de las derivas máximas, se deberán utilizar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales, de similar forma a la descrita para el procedimiento de cálculo estático de fuerzas sísmicas. (NEC, 2015)

Estructuras de hormigón armado.

Para el cálculo de la rigidez y derivas máximas, se deberán utilizar los valores de las inercias agrietadas de los elementos estructurales, de la siguiente manera:

- 0.5 I_g para vigas (considerando la contribución de las losas, cuando fuera aplicable)
- 0.8 I_g para columnas. (NEC, 2015)

2.2.29. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

El análisis estructural de la edificación, evalúa el comportamiento y cuantifica los esfuerzos a los cuales están sometidas las secciones de los elementos que conforman el sistema estructural, este análisis puede estar basado en un método elástico o dinámico. Se llevará una verificación del diseño de los elementos estructurales, donde se obtendrá una resistencia efectiva de la estructura a partir de la resistencia existente, para lo cual se determinará un índice de sobre esfuerzo como el máximo cociente obtenido para cualquier elemento o sección de éste, entre las fuerzas internas solicitadas obtenidas del análisis estructural, realizado para las solicitaciones equivalentes definidas y la resistencia efectiva obtenida. Se determinará un índice de flexibilidad por efectos horizontales, como el máximo cociente entre las derivas obtenidas del modelo estructural y las derivas permitidas por la normativa, así mismo debe determinarse un índice de flexibilidad por efectos verticales, como el máximo cociente entre las deflexiones verticales medidas en la edificación y las deflexiones permitidas por la presente normativa. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI, SGR, 2016, pág. 90)

2.2.30. VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESTRUCTURAS

La vulnerabilidad estructural se encuentra asociada a todos los elementos estructurales, que se encuentran formando parte del sistema resistente de una estructura, tanto en la edificación y la cimentación como son: columnas, vigas, muros de carga y diafragmas; losas y techos que están diseñados para transmitir fuerzas

horizontales, como las de sismos, a través de las vigas y columnas hacia las cimentaciones. (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI,SGR, 2016)

2.2.31. ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL

El Análisis Lineal supone que tanto la estructura como el material que la componen, tienen un comportamiento lineal, es decir, la fuerza es directamente proporcional a la deformación, cumpliendo de esta manera con la ley de Hooke. La relación entre ambas variables es lineal, cuando el cambio de la rigidez de la estructura es despreciable al estar sometida a una carga. (Cárdenas P. , 2016)

El análisis lineal es la relación entre cargas y desplazamientos resultantes, se considera lineal cuando se cumple el principio de superposición, si se duplica la magnitud de la carga, se obtiene el doble de respuesta del modelo. Basado en la hipótesis de comportamiento elástico-lineal de los materiales constituyentes y en la consideración del equilibrio o en la estructura sin deformar. (Villamil, 2018)

2.2.32. ANÁLISIS ESTÁTICO NO-LINEAL

El Análisis no Lineal es considerado una de las herramientas poderosas, para realizar estudios de vulnerabilidad sísmica y reforzamientos estructurales, permite justificar si una edificación no cumple con todos los requisitos de las normas vigentes, sin embargo, puede tener un comportamiento adecuado ante la presencia de un sismo. (Pinzón, 2015)

El Análisis Estático no Lineal se basa en el uso de curvas de capacidad, que son el resultado del análisis de la curva Pushover, el análisis de la curva de capacidad resultante se obtiene en base del procedimiento de bilinealidad elasto - plástico o una curva multilínea elasto plástico con esfuerzo residual, pero se puede utilizar de forma alternativa, las curvas de capacidad por efecto, como la curva de capacidad HAZUS (FEMA 2003), cuando existe falta de información o recursos, se recomienda que las curvas de capacidad, puedan derivarse del análisis basado en los datos adquiridos de las condiciones del sitio y así poder utilizar análisis no lineales. (Oliva, 2017)

En este tipo de análisis, el modelo de la estructura incorpora directamente las características no lineales de la relación fuerza – deformación de los elementos y componentes individuales, ocurridas por la respuesta inelástica del material y la representación de la curva de capacidad de carga, que es la relación entre el corte basal y el desplazamiento en el nivel superior de la estructura, es un método más

básico de análisis inelástico, incluye al método de espectro de capacidad, que utiliza la interacción de la curva de capacidad pushover y un espectro reducido de respuesta para estimar el desempeño de la estructura. (Santana, 2013)

Con los datos de entrada se procede a determinar las propiedades de los elementos del marco seleccionado, para efectuar un Análisis no Lineal (PUSHOVER) y establecer la curva de capacidad, que es la relación que existe entre la resistencia de la carga lateral de una estructura y su desplazamiento lateral característico. En el proceso de análisis, el cortante en la base se va incrementando progresivamente, manteniendo constante el patrón de fuerzas sísmicas distribuido en la altura del edificio. Para la representación realista de los esfuerzos sísmicos, se emplea una distribución de fuerzas laterales similares a las fuerzas sísmicas estáticas equivalentes, que siguen la forma del modo fundamental de vibración o una distribución más sencilla que puede ser de forma triangular, invertida, parabólica o uniforme. (Oliva, 2017)

El modelo matemático de la estructura se va modificando para tomar en cuenta la reducción de la resistencia y rigidez de los componentes, que van alcanzando la fluencia. La distribución de fuerzas laterales se aplica nuevamente hasta que otros elementos adicionales alcanzan la fluencia. Este proceso se continúa aplicando hasta que la estructura se vuelve inestable o hasta que un límite predeterminado se alcance. En este caso el límite es el desplazamiento en la parte superior de la estructura. (Adelina, 2020)

Punto de Desempeño.

Una vez que se ha definido la curva de capacidad y los desplazamientos de demanda, se puede verificar el punto de desempeño o punto de respuesta máxima en la estructura, este representa el máximo desplazamiento probable que se experimenta durante el sismo de diseño, debido a que el modelo matemático toma en cuenta de manera directa los efectos inelásticos de la respuesta del material. Las fuerzas internas calculadas son aproximaciones razonables esperadas durante el sismo de diseño. La habilidad de una estructura de soportar las demandas sísmicas depende de la resistencia y deformación máxima de cada uno de los elementos. (Santana, 2013).

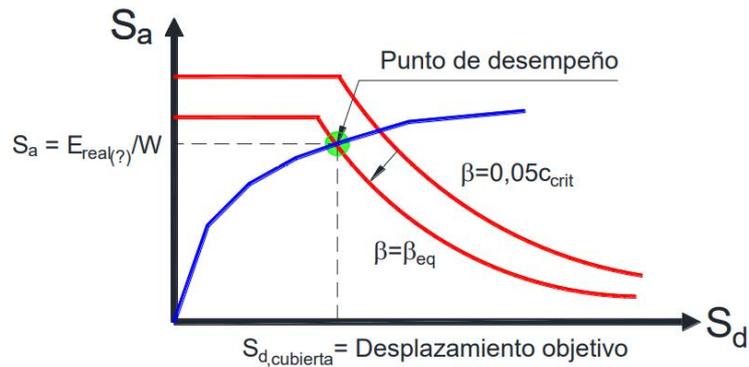


Ilustración 17: Punto de desempeño.

Fuente: (Santana, 2013).

Puntos de control de las curvas de capacidad.

Un gráfico del cortante basal versus el desplazamiento superior en una estructura es obtenido para este análisis, permitiendo la determinación de la carga de colapso y capacidad de ductilidad. (Oliva, 2017)

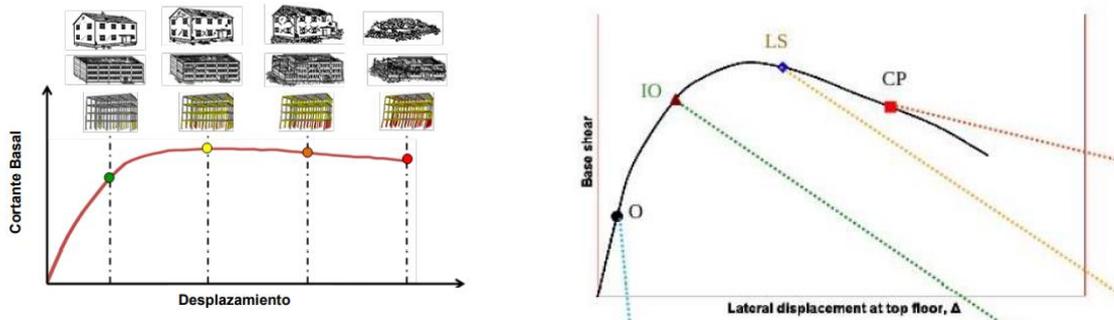


Ilustración 18: Curva de Pushover y Evaluación de diferentes umbrales de daño.

Fuente: (Oliva, 2017)

De acuerdo a GEM Technical Report 2015-08 v1.0.0, para la Implementación de un análisis Pushover, se tendrá que desarrollar un modelo matemático adecuado y definir los siguientes parámetros:

- ◆ Definir el modelo estructural: 3D o un modelo 2D simplificado, identificar sus elementos primarios y secundarios o componentes, definir los elementos no estructurales, flexibilidad de la fundación, efectos P-Delta. Desplazamiento Cortante Basal.

♦ Definición de cargas.

Gravedad: Esta carga es permanente, es decir, acciones de gravedad de la carga muerta, carga viva.

Patrón de carga lateral (distribución vertical): las cargas incrementales consisten de las fuerzas horizontales en cada planta.

♦ Selección del control del incremento: diferentes estrategias pueden ser empleadas tales como: el control de carga (control de la fuerza), control de respuestas. (Oliva, 2017)

2.2.33. TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES GEM-SARA

En el estudio de Vulnerabilidad Sísmica de Quito Ecuador, Fase I: Curvas de Capacidad de las Tipologías Estructurales, GEM – SARA, mediante la aplicación del Análisis no Lineal Estático, realizado en el Distrito Metropolitano de Quito, se identifican cuatro tipologías más recurrentes, a través del modelamiento no lineal – frágil de elementos tipo mampostería enmarcada y no enmarcada dentro del pórtico, donde se obtiene el comportamiento no lineal global de la estructura, que se aproxima al comportamiento real representado por las curvas de capacidad.

En la Tipología 1, se consideran aquellas edificaciones de un piso y cubiertas de zinc, eternit o losa de hormigón, con dimensiones entre ejes de 3 m.

Las edificaciones comprendidas dentro de la Tipología 2, corresponde a edificaciones de 2 a 3 pisos, que presentan irregularidad en planta tipo “L” y entre pisos de hormigón.

Las edificaciones de 2 y 3 pisos de forma rectangular en planta y entre pisos de hormigón se clasifican de Tipología 3.

Las edificaciones que se ubican dentro de la tipología 4, son aquellas construcciones de 4 a 6 pisos de forma rectangular en planta, con entre pisos de hormigón.

Para la representación de cada Tipología, se utilizan 4 modelos matemáticos, que presentan variabilidades: entre ejes, número de pisos, distribución de mamposterías enmarcadas y no enmarcadas en la estructura tridimensional. (CELI, 2018)

La vivienda de estudio del grado de vulnerabilidad, de acuerdo a la clasificación del proyecto GEM-SARA, corresponde a tipología 3, ya que esta es de 2 pisos, tiene una forma rectangular en planta y losas de entrepiso de hormigón armado.

Curvas de capacidad. tipología 3. GEM-SARA.

Las curvas de capacidad que describen el comportamiento plástico de las distintas tipologías, se procede a calcular el punto de desempeño teórico cuando alcanzan los modelos la demanda sísmica teórica para 100 y 475 años de periodo de retorno, constituyen los eventos sísmicos más probables dentro de la historia de la sismicidad para la ciudad de Quito y que permiten calcular el punto de desempeño en función de cada modelo de acuerdo con el procedimiento del ATC 40. (CELI, 2018)

Las curvas de capacidad se calculan hasta encontrar la estabilidad numérica o hasta alcanzar un desplazamiento en el punto de control igual al 5% de la altura total de la edificación; debido a que se incluye el efecto no lineal frágil de las mamposterías; los pórticos presentan una rápida plastificación CP, una vez que se presentan las fallas en la mampostería y esto se debe a la pobre relación de rigideces entre los elementos estructurales y no estructurales. Razón para que se limiten las cargas de capacidad hasta encontrar el primer colapso local de un pórtico dentro de la estructura tridimensional. (CELI, 2018)

La ilustración 19, corresponde a las curvas típicas de capacidad de la tipología 3, obtenidas en el estudio del GEM SARA, permitirá realizar una comparación con las curvas de capacidad, generadas en el análisis estático no lineal de la vivienda materia de estudio en esta investigación.

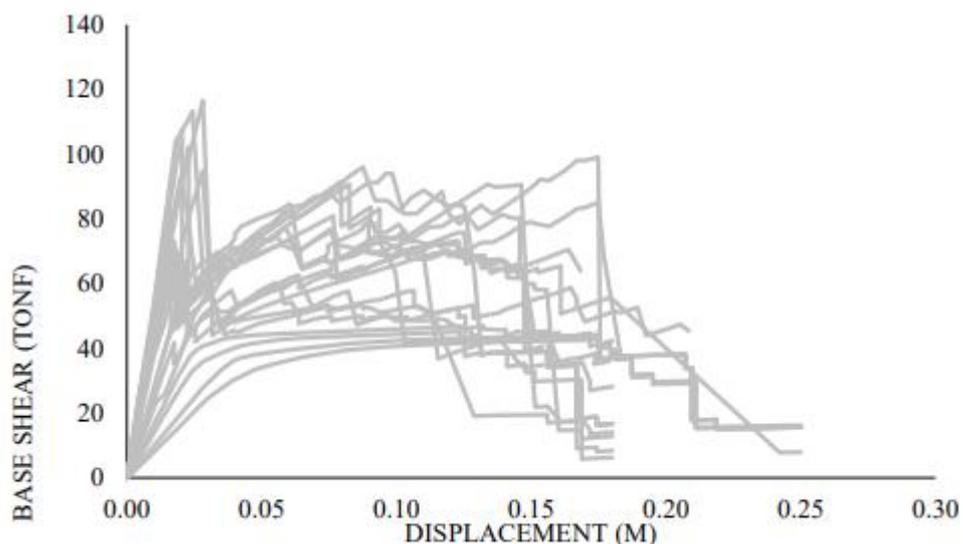


Ilustración 19: Curvas de capacidad, Tipología 3.

Fuente: (CELI, 2018)

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1. POBLACIÓN

La Cooperativa de Vivienda Reino de Quito cuenta con 1000 socios aproximadamente y que en la actualidad son propietarios de las viviendas, que en su mayor parte son estructuras de hormigón armado, con mampostería de bloque y ladrillo, de dos plantas y su terraza; en menor número edificaciones mayores a 4 pisos y con una edad promedio de 30 años de antigüedad.

3.2. MUESTRA

Para este estudio se seleccionó 30 viviendas existentes de hormigón armado de manera aleatoria del sector de la Cooperativa, correspondientes a 2 manzanas, para la aplicación de formulario de evaluación visual rápida y encuesta, mientras que para los análisis de evaluación de vulnerabilidad estructural se consideró una vivienda, la misma que contiene las características generales estructurales que mayormente se presentan en el sector y que constituye una muestra representativa de todas las demás viviendas.

3.3. MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

El método constituye un medio que permite la explicación, descripción, predicción de los hechos y acontecimientos, a fin de alcanzar el conocimiento de una manera más efectiva, encaminada al estudio de vulnerabilidad de la vivienda investigada.

3.3.1. LA TÉCNICA

La técnica orienta al método, a través de la utilización de herramientas para el ordenamiento de las diferentes etapas, también aplica los instrumentos para la recolección, clasificación, medición y correlación de los datos; con los cuáles proporcionan a la investigación del presente trabajo, los lineamientos para la aplicación de los métodos de ensayo y el Análisis Estático Lineal y No Lineal.

En el estudio diagnóstico de la realidad situacional de las viviendas de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, se aplicaron las siguientes técnicas: la observación

documental, observación de campo, la encuesta, la entrevista, el cuestionario y se estableció una evaluación visual rápida, siendo la base para determinar el grado de vulnerabilidad de la estructura de la vivienda.

3.3.2. OBSERVACIÓN DOCUMENTAL

La observación documental permitió obtener la información bibliográfica de documentos, para sustentar el conocimiento científico y disponer de las bases teóricas, para el estudio de la evaluación de la vulnerabilidad de las viviendas de hormigón armado, mediante el estudio de normas, regulaciones de la construcción, leyes inherentes a la sustentación del aspecto Legal y Técnico del estudio.

3.3.3. OBSERVACIÓN DE CAMPO

Mediante la visita directa a los propietarios de las viviendas del sector, a través de una guía de información, se recolectaron los datos a investigar en las variables e indicadores. Para el registro de las observaciones, se utilizó un diario de campo y equipos como son: cámaras fotográficas, de video y complementar la investigación con material audiovisual. Se anotaron las características físicas de la estructura de las viviendas en el cuestionario y formulario, en el momento de la visita y observación.

3.3.4. LA ENCUESTA

La encuesta se aplicó a los propietarios y vecinos del sector seleccionado en la Cooperativa, con el fin de receptar datos actualizados que una vez tabulados y analizados, permitan determinar el estado situacional de las viviendas. De otra parte, en lo relacionado al estado de la estructura, los propietarios no cuentan con documentación y únicamente refieren datos que recuerdan de forma imprecisa, la aplicación de normas técnicas y preparación de materiales de la vivienda.

3.3.5. CUESTIONARIO

El cuestionario de la encuesta consta de un bloque de preguntas y reactivos, que se aplicó de forma personal a un grupo de vecinos del sector de la Cooperativa y que se relacionan con los indicadores, para determinar la vulnerabilidad de las viviendas por medio de la evaluación de las construcciones.

3.3.6. LA ENTREVISTA

En la entrevista, los comentarios y opiniones emitidos por los propietarios y exdirigentes de la Cooperativa, fueron anotados con la objetividad e imparcialidad, que en resumen se detalla a continuación:

Sr. Luis Bazán, socio fundador de la Cooperativa Reino de Quito, manifestó que la Cooperativa de vivienda nace como Cooperativa de Ahorro y Crédito con 70 socios, en el año 1978, posteriormente el Lic. Germán Solís Gerente, adquiere los terrenos de la hacienda del señor Valencia, donde con posterioridad se lotiza en 1100 lotes, de los cuales se entregan mediante sorteo 700 para los socios, que a esa fecha existían en el año 1982.

Durante la administración del Sr. Lin Toalombo exgerente de la Cooperativa, se realizan reformas a la Lotización y se entregan terrenos al Municipio para cubrir obras de infraestructura urbana y se venden más lotes a personas que no eran socios.

Sr. José Morillo, socio fundador y miembro de la Directiva en años anteriores, manifiesta que no era Cooperativa de Ahorro, sino se inició como Precooperativa y se compra al señor Arturo Valencia la Hacienda, cuyos linderos llegan hasta el Cinto, pero que luego entregaron al Municipio gran parte de ella, por cuanto no abastecía la cota de agua. Al momento existe un liquidador de la Cooperativa, que va a proceder a su liquidación en el estado que se encuentra actualmente y que se puede tramitar el levantamiento de la segunda hipoteca, además se han realizado algunos cambios en la urbanización, por cuanto fueron necesarios para mejorar la movilidad, debido a que existían calles sin salida o como pasajes, de lo cual se beneficiaron varios socios.

El Sr. César Alberto Flores, dice que a la Cooperativa el Municipio no ayuda con los trámites de liquidación y lo único que hacen es cobrar altas tasas e impuestos, es necesario organizarnos para exigir que definitivamente se liquide, por ser mucho tiempo de espera.

CAPÍTULO IV.

4. EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD POR MÉTODO FORMULARIO DE EVALUACIÓN RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES (FEMA)

La evaluación visual rápida de Vulnerabilidad Sísmica, realizada en el sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, se basó en la Norma Técnica FEMA 154 y la Guía de Diseño 5 de la NEC - 2015. Antes de la aplicación del cuestionario de la encuesta y el formulario FEMA 154 a los propietarios como vecinos del lugar, para la recopilación de los datos de los modificadores de las viviendas, primeramente se hizo un recorrido a pie para identificar visualmente el tipo de diseño de las construcciones, seguidamente se aplicó una encuesta a 16 propietarios para verificar si disponen de planos arquitectónicos y estructurales, edad de la construcción, reformas, usos y más ocupaciones, patologías de las estructuras y entrevistar a socios fundadores como ex - directivos.

4.1. APLICACIÓN DE ENCUESTA

Para la aplicación de la encuesta se diseñó y elaboró un cuestionario de preguntas orientado a recabar información de parte de los propietarios, sobre aspectos de especificaciones técnicas, regulaciones y cambios de estado de las estructuras de cada vivienda en el sector de la Cooperativa.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Terera de Jesús Salgado Granja</i>
Número de Pisos:	<i>2</i>
Número de Casa:	<i>5 19-10</i>
Antigüedad de construcción:	<i>35 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana de color amarillito con blanco</i>
Realizado por:	<i>Daniel Posso.</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	<i>1,2 x 1,2 m</i>
Profundidad:	<i>1,4 m</i>
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	_____
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar:	<i>Humedad y filtraciones en losa.</i>

Ilustración 20: Cuestionario de Encuesta.

Fuente:(Posso,2021)

4.2. APLICACIÓN DE FORMULARIO DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA VIVIENDA

La identificación visual de la estructura de las viviendas mediante la aplicación del formulario, se realizó en el momento de la visita de campo, a través de la observación a cada una de las 30 viviendas del sector, valorando cada modificador como son: uso, condición, circunstancias inusuales y más detalles importantes, verificando que todos ítems estén completos y luego se tomó una fotografía de la fachada de la vivienda.

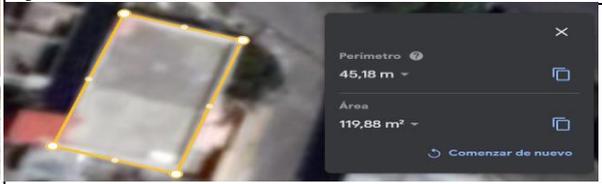
EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
		DATOS DE LA EDIFICACIÓN 29											
		Dirección: Calle Suquillo S 19-10, Vicente Angos.											
		Nombre de la edificación: Casa											
		Sitio de referencia: Camino a LLOA											
		Tipo de uso: Vivienda						Fecha de evaluación: 22/05/2021					
		Año de construcción: 1986						Año de remodelación: Ninguna					
		Área de construcción (m ²): 239.76						Número de pisos: 2					
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador: Daniel Posso													
C.I: 1750018150													
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK													
													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado				C1	Pórtico Acero Laminado				S1		
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales				C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales				S2		
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo				C3	Pórtico Acero Doblado en frío				S3		
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX						Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado				S4		
		H. Armado prefabricado				PC	Pórtico Acero con paredes mampostería				S5		
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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					0,4								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial							X					
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:													
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.													

Ilustración 21: Formulario de evaluación visual rápida de vulnerabilidad sísmica de la vivienda.

Fuente: (Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI, SGR, 2016)

4.3. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA Y FORMULARIOS DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS DEL SECTOR DE LA COOPERATIVA REINO DE QUITO

En cuanto al diseño, elaboración, aplicación, tabulación y el análisis de resultados, se consideró las normas metodológicas y estadísticas que evidencian de forma objetiva y real la información.

NÚMERO DE PISOS DE CONSTRUCCIÓN EN LAS VIVIENDAS

Pisos de Vivienda	
UN PISO	5
DOS PISOS	8
TRES PISOS	2
CUATRO PISOS	1
TOTAL	16

Tabla 9: Número de pisos.

Elaborado: (Posso,2021)



Gráfico 1: Clasificación por número de pisos.

Elaborado: (Posso,2021)

FUENTE: Encuesta a propietarios de vivienda de la Cooperativa de vivienda Reino de Quito.

El 50% corresponde a las viviendas de dos pisos, el 31% viviendas de un piso, seguidamente con el 13% las de tres pisos y con el 1,6% de cuatro pisos.

TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS VIVIENDAS

Tipología del Sistema Estructural	
C1	15
MX	1
TOTAL	16

Tabla 10: Tipología del sistema estructural.

Elaborado: (Posso,2021)



Gráfico 2: Tipología del sistema estructural.

Elaborado: (Posso,2021)

FUENTE: Encuesta a propietarios de vivienda de la Cooperativa de vivienda Reino de Quito.

El 94% de las viviendas son construcciones de pórticos de hormigón armado y el 6% de viviendas mixtas: madera - hormigón.

IRREGULARIDAD EN VIVIENDAS

Irregularidad	
IRREGULARIDAD VERTICAL	9
IRREGULARIDAD EN PLANTA Y VERTICAL	7
TOTAL	16

Tabla 11: Irregularidad en viviendas.

Elaborado: (Posso,2021)



Gráfico 3: Irregularidad en viviendas.

Elaborado: (Posso,2021)

FUENTE: Encuesta a propietarios de vivienda de la Cooperativa de vivienda Reino de Quito.

El 44% de las viviendas presentan irregularidad en planta y en el alzamiento vertical, mientras el 56% tienen solo irregularidad vertical.

PLANOS DE CONSTRUCCIÓN DE LAS VIVIENDAS

Planos Constructivos	
P. ESTRUCTURALES	0
P. ARQUITECTÓNICOS	2
SIN PLANOS	14
TOTAL	16

Tabla 12: Planos de Construcción.

Elaborado: (Posso,2021)



Gráfico 4: Planos de Construcción.

Elaborado: (Posso,2021)

FUENTE: Encuesta a propietarios de vivienda de la Cooperativa de vivienda Reino de Quito.

El 80% de las viviendas del sector no cuentan con planos de construcción tanto arquitectónicos como estructurales y un 12% disponen de planos arquitectónicos.

RESPONSABLE DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRA

Responsable de Obra	
PROFESIONAL	2
MAESTRO CONSTRUCTOR	14
TOTAL	16

Tabla 13: Responsable de la construcción.

Elaborado: (Posso,2021)



Gráfico 5: Responsable de la construcción.

Elaborado: (Posso,2021)

FUENTE: Encuesta a propietarios de vivienda de la Cooperativa de vivienda Reino de Quito.

La construcción de las viviendas en un 88% han sido a cargo de un maestro de obra, y en un 12% a cargo de un profesional.

AÑOS DE ANTIGÜEDAD DE LAS VIVIENDAS

Antigüedad de Viviendas	
< 20 años	1
21-30 años	8
31-40 años	7
TOTAL	16

Tabla 14: Años de antigüedad.

Elaborado: (Posso,2021)



Gráfico 6: Años de antigüedad.

Elaborado: (Posso,2021)

FUENTE: Encuesta a propietarios de vivienda de la Cooperativa de vivienda Reino de Quito.

El 50% de las viviendas del sector de la Cooperativa Reino de Quito tienen una antigüedad de 21 a 30 años, el 40% de 31 a 40 años y el 6% menos de 20 años.

ESTRUCTURA DE CIMENTACIÓN DE LA VIVIENDA

Cimentación Estimada	
INFORMACION PROBABLE	9
NO CONOCE	7
TOTAL	16

Tabla 15: Estructura de cimentación.

Elaborado: (Posso,2021)



Gráfico 7: Estructura de cimentación.

Elaborado: (Posso,2021)

FUENTE: Encuesta a propietarios de vivienda de la Cooperativa Reino de Quito.

La información en cuanto se refiere a la cimentación de las viviendas de parte de los propietarios, manifiestan dudas sobre las dimensiones de los plintos y representa el 56%, mientras que el 44% no recuerda y desconoce.

De las viviendas investigadas el 100 % de ellas no presentan reforzamiento en su estructura, a pesar de los cambios que se realizaron y que fueran referidas por sus propietarios.

En cuanto al uso de las viviendas, de la información proporcionada por los propietarios, en un 100 % se destina al uso habitacional.

4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA ENCUESTA Y APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA EVALUACIÓN RÁPIDA DE VULNERABILIDAD

Con la aplicación de la encuesta se recabó la información histórica, el levantamiento de materiales existentes, los daños y patologías de las viviendas, del sector investigado; a través del formulario en lo referente al diseño, ejecución, año de construcción, intervenciones o modificaciones, materiales, usos de la vivienda, caracterización e identificación de materiales existentes. En cuanto a la evaluación estructural se consideró la homogeneidad, irregularidad simetría en planta y alzamiento vertical.

El 88% de las viviendas carecen de planos arquitectónicos y estructurales, no fueron construidas con una planificación ni permisos de construcción; en lo referente al proceso de construcción se encargó a un maestro de obra, personas que no son profesionales que desconocen sobre normas y reglamentos que garanticen la seguridad, uso en el tiempo, habitabilidad de las mismas y únicamente el 12% son dirigidas y construidas por profesionales.

El 100% de las viviendas del sector de la Cooperativa, no cuentan con estudios de suelo, agravado por el criterio de sus propietarios, donde manifiestan que contratar los servicios profesionales y los estudios para la construcción son muy costosos, el trámite de permisos es compleja; de esta manera las consecuencias que deben asumir ante la presencia de un fuerte sismo serán catastróficas.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC – 2015, previene los daños que puedan sufrir las edificaciones, sean estos moderados o severos, pero en la realidad las viviendas del sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito se ve agravada por el riesgo sísmico, vulnerabilidad sísmica, puesto que el 100% de las estructuras no han sido reforzadas, sin embargo se pudo observar que estas han sido modificadas

y ampliadas, determinando que el 100% de viviendas son de alta vulnerabilidad, en base a los indicadores de patologías, del sistema estructural, el tipo de suelo, la altura e irregularidad tanto en planta como en alzamiento vertical, en la construcción son evidentes de acuerdo al estudio realizado.

El puntaje final **S**, grado de vulnerabilidad de cada vivienda se obtuvo de la suma algebraica de los datos de las valoraciones, de los modificadores recogidos en el formulario y se encuentran identificados con color en el espacio correspondiente.

El puntaje **S** se estableció en base a la norma FEMA 154, que estipula que si el valor de **S** es mayor a 2,5 la vivienda es de baja vulnerabilidad sísmica; si su valor **S** se encuentra en el parámetro 2 y 2,5 su vulnerabilidad es media y si la valoración de **S** es menor de 2, la vivienda es de alta vulnerabilidad y necesita de una evaluación especial por parte de un profesional en ingeniería estructura.

En consecuencia, las viviendas existentes del sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito de conformidad con el puntaje determinado de **S < 2**, son de alta vulnerabilidad.

CAPÍTULO V

5. ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO O MARTILLO DE REBOTE DE SMITH

5.1. ESPECIFICIDADES

Antes de realizar el ensayo y tomar el número de rebotes con el esclerómetro, el operador procedió a colocarse el equipo de protección adecuado como: guantes látex en las manos, gafas para cubrir sus ojos, un respirador (mascarilla), en los pies botas con punta de acero y un casco.

Para la determinación de la resistencia relativa de los elementos de la estructura de la vivienda de hormigón armado en el sitio; se aplicó la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 3121 y la norma ASTM-C805, utilizando un martillo de Smith o esclerómetro.

En consideración de la relación entre el número de rebote y la resistencia del hormigón, es proporcionada por la gráfica del fabricante del instrumento y que no se debe usar directamente, se adoptó la gráfica de la Norma ASTM-C805, para la determinación de la resistencia relativa del hormigón en columnas, vigas y losa de la estructura de la vivienda. Por otra parte, en este método de ensayo no destructivo en la estimación de la resistencia, fue necesario establecer la correlación entre la resistencia del hormigón, el número de rebote, el número de años de construcción puesto que se trata de una vivienda existente, fue necesario usar factores de corrección debido a la orientación del instrumento, aumentando la confiabilidad de la resistencia estimada. No se aplicó el método de ensayo que establece la norma ASTM C42, para extraer los núcleos o testigos de los elementos estructurales, puesto que ocasiona la destrucción o debilitamiento del sistema estructural de la vivienda que ya está construida, sin aplicar la norma NEC-2015 que estipula: “Se debe establecer la relación correlacionando los números de rebote obtenidos en la estructura, con las resistencias de núcleos extraídos de los mismos lugares”.

5.2. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PRUEBA

Antes de la selección de la superficie de prueba, para identificar los elementos estructurales de la vivienda, se elaboró planos arquitectónicos de las dos plantas, los mismos que comprenden 4 columnas esquineras, 8 columnas medianeras y 3

columnas centrales, una losa alivianada de 0.20 m de espesor, 22 vigas en banda, tanto en la planta baja y piso 2. Las dimensiones de las columnas son de 0.25 m x 0.20 m, las vigas de 0.20 m x 0.30 m.

Para la práctica del ensayo esclerométrico se seleccionaron aleatoriamente los elementos estructurales. Para planta baja, 3 columnas con la siguiente ubicación: una central C2, una esquinera D3 y una medianera B1; para el caso de las vigas en los ejes: EJE 1, EJE 2, EJE A y su losa; en el segundo piso: una columna esquinera A'1, una columna medianera A'2 y una columna central B2; las vigas en los ejes: EJE A'1, EJE A'2, EJE 1 y la segunda losa, según el siguiente detalle.

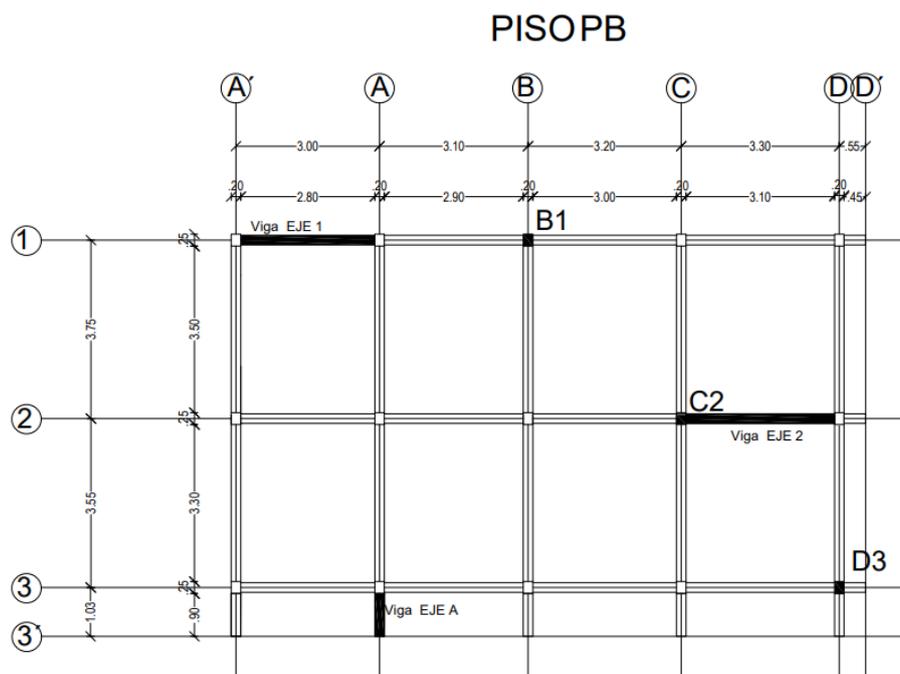


Ilustración 22: Planos de elementos ensayados con esclerómetro, en vivienda de muestra. Plano de PB y P2.

Fuente: (Posso,2021)

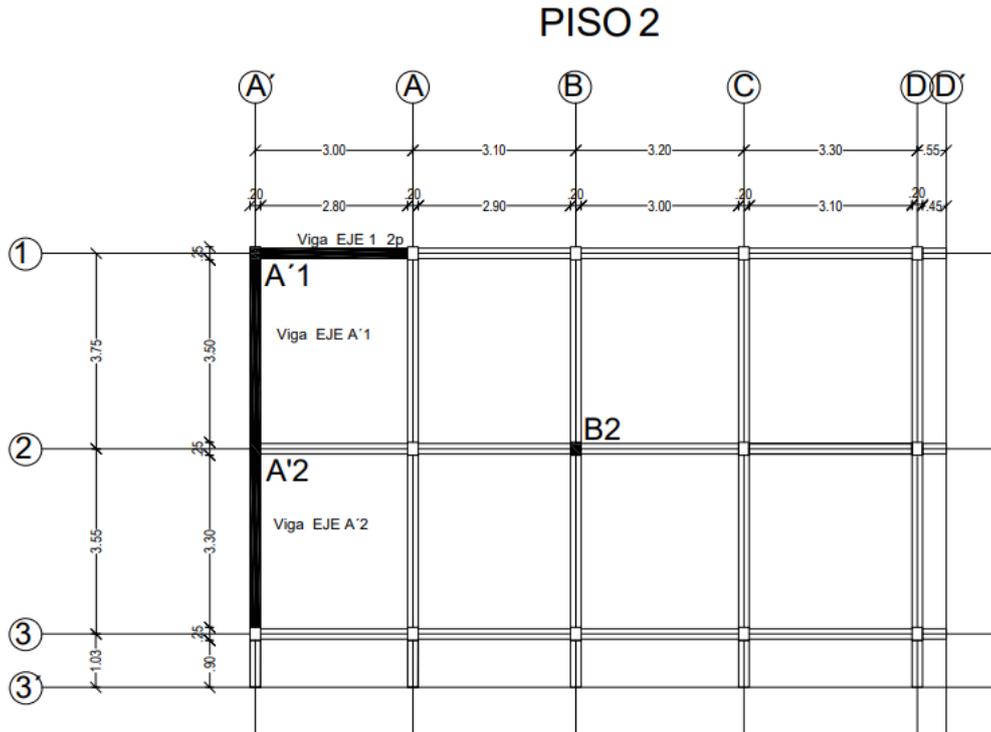


Ilustración 23: Planos de elementos ensayados con esclerómetro, en vivienda de muestra. Plano de PB y P2.

Fuente: (Posso,2021)

5.3. SUPERFICIE DE PRUEBA

Una vez seleccionado cada elemento estructural, se procede a ubicar la superficie de prueba, posteriormente se retira la capa de enlucido con un espesor aproximado de 3 cm a 4 cm, en una área de 30 cm x 30 cm, hasta llegar al hormigón en las columnas; para el caso de las vigas y la losa, el área de la superficie de las vigas es de 20 cm x 30 cm; después utilizando la piedra abrasiva se limpió y pulió la superficie, para luego trazar una cuadrícula de celdas de 25 mm x 25 mm, dejándola lista para la prueba de ensayo.

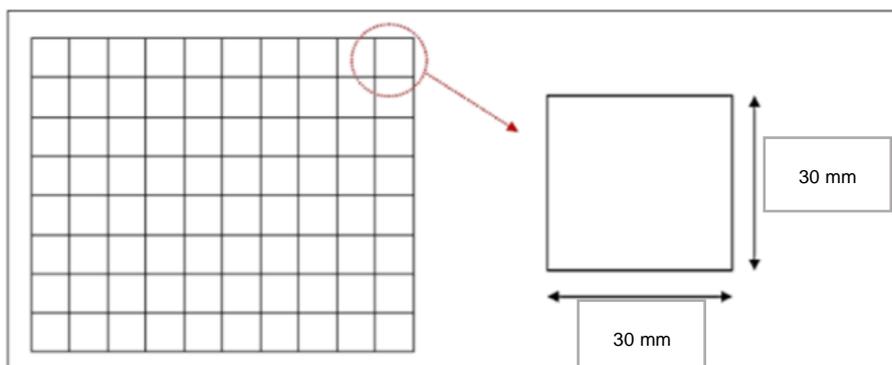


Ilustración 24: Cuadrícula de prueba para el índice de rebote.

Fuente: (Posso,2021)

5.4. PROCEDIMIENTO

Una vez que se ubicó y preparó la superficie de prueba de los elementos estructurales, seguidamente tomando el esclerómetro con las manos con una posición correcta del operador y con una dirección del émbolo tanto horizontal y vertical, se acerca el émbolo del aparato para golpear perpendicularmente sobre la superficie de prueba, con una distancia de 25 mm entre los puntos de impacto.

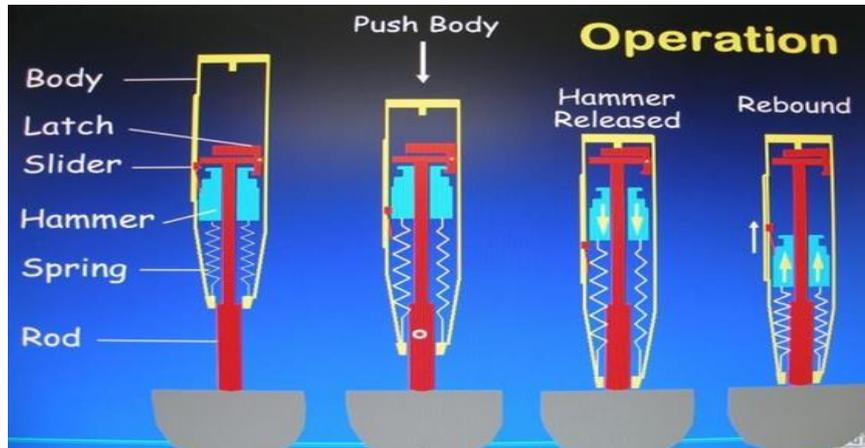


Ilustración 25: Operación del equipo.

Fuente: (Geotecnia, 2019)

Los valores de índice de rebote fueron tomados directamente de las lecturas que presenta el esclerómetro luego de impactar en la superficie del concreto, fue necesario oprimir el botón lateral del instrumento para bloquear el émbolo en su posición retraída, lecturas que se registraron en un número de diez rebotes, que corresponde aquellos que se encuentran dentro del área de prueba, se eliminaron lecturas que no ingresaron en un rango de más menos 6 unidades del promedio del conjunto de datos y que se señalan en siguiente gráfico:

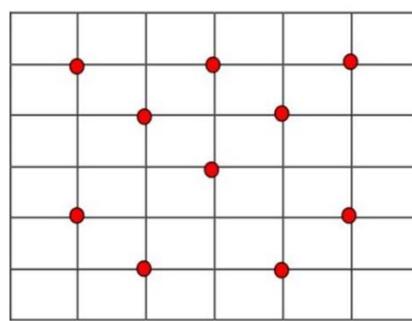


Ilustración 26: Malla con puntos de rebote.

Fuente: (Posso,2021)

5.5. TEORÍA DE CORRECCIONES

Corrección por desviación.

La resistencia del hormigón de un elemento del sistema estructural de una vivienda es uno solo, sin embargo, cuando se realiza el ensayo se obtienen varias lecturas y esto obedece al equipo y las deficiencias del operador, provocando que se genera una incertidumbre sobre los resultados del índice de rebote y la existencia de una variabilidad de los datos, después de ser analizados se establece una desviación estándar y un coeficiente de variación, para determinar el valor relativo de la resistencia.

Así por ejemplo si la desviación va de 2.4 a 3.4, el coeficiente de variabilidad es aproximadamente el 10%, lo que estadísticamente en la Campana de GAUSS, una desviación estándar $\alpha \pm 1$, se ubican el 68% de datos; un coeficiente de variación 1.0 representa el 95% igual a 1.96.

La fórmula a ocupar para la corrección por inclinación es a siguiente:

$$f_{e, est} = f_{e, IE} \times (1 \pm \alpha * V_{IE}) \quad (\text{Ec.11})$$

V_{IE} Coeficiente de variación. En nuestro caso es el 10%.

α Desviación estándar.

$f_{e, IE}$ Resistencia del índice de rebote.

Una vez realizada la corrección, procedemos a encontrar el valor relativo de la resistencia, mediante la gráfica obtenida del ASTM- C805.

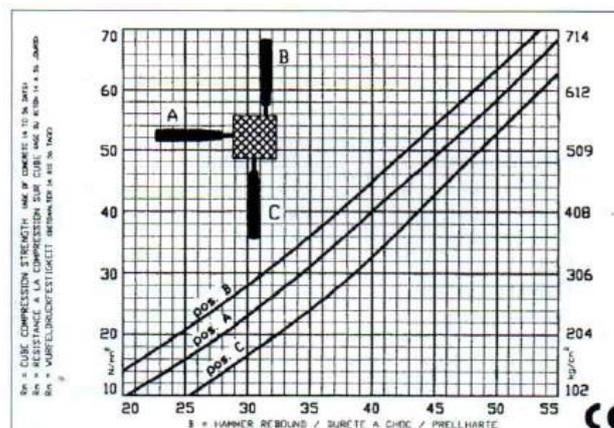


Ilustración 27: Gráfica del esclerómetro, para obtener la resistencia.

Fuente: (Proceq.SA, 2017)

Corrección por edad.

Para la corrección de la resistencia relativa del concreto por su edad, se consideró la norma japonesa, donde se aplica la siguiente fórmula de cálculo de la resistencia del índice de rebote promedio inicial.

$$F_{ci} = 0.098 * (-184 + 13 Ir) * \alpha_n \quad (\text{Ec.12})$$

F_c Resistencia del concreto.

Ir Índice de Rebote.

α_n factor de corrección de edad

Edad	10	20	28	50	100	150	200	300	500	1000	3000
n (días).											
α_n	1.55	1.12	1	0.87	0.78	0.74	0.72	0.7	0.67	0.65	0.63

α_n = factor de corrección de edad

Tabla 16: Factor de corrección por edad.

Fuente: (Norma Japonesa).

En base a la tabla anterior el factor de corrección para este caso es de 0.63, el mismo que al multiplicarse por la resistencia inicial se obtiene la resistencia final.

$$F_{cf} = F_{ci} * \alpha_n \quad (\text{Ec.13})$$

5.6. RESUMEN DE DATOS DEL ENSAYO DE ESCLERÓMETRO

Corrección por inclinación de elementos de planta baja.

	Elemento	Tipo	Temperatura	Característica de la superficie	Orientación (Grados)	Altura al punto de rebote	Fecha de ensayo	Hora	Rebotes										Promedio Índice Rebote	Desviación Estándar	Corrección por desviación estándar	Corrección Inclinación	Para grafica.	Resistencia en N/mm2	Resistencia en (kg/cm2)	Resistencia Promedio (kg/cm2)
									45	44	43	46	46	42	44	40	45	44								
Columnas de PB	COLUMNA CENTRAL C2	Hormigón Armado (25*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1 m	29/05/2021	03:01:00 p. m.	45	44	43	46	46	42	44	40	45	44	43.9	1.76	42.14	34.73	35	31.00	316.11	302.52
	COLUMNA MEDIANERA B1	Hormigón Armado (25*20 cm)	15 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.25 m	29/05/2021	03:12:00 p. m.	44	46	42	46	43	44	45	47	48	43	44.8	1.83	42.97	35.09	35	31.00	316.11	
	COLUMNA ESQUINERA D3	Hormigón Armado (25*20 cm)	13 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.2 m	29/05/2021	04:20:00 p. m.	42	38	38	44	41	42	42	42	40	40	40.9	1.81	39.09	32.00	32	27.00	275.32	
Vigas de PB	VIGA EJE.2	Hormigón Armado (20*20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.25 m	29/05/2021	05:28:00 p. m.	46	48	48	52	48	48	47	45	49	49	48	1.79	46.21	37.94	38	29.00	295.72	258.33
	VIGA EJE.A	Hormigón Armado (20*20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.25 m	29/05/2021	05:54:00 p. m.	43	45	43	44	40	45	43	46	42	45	43.6	1.69	41.91	34.85	35	24.00	244.73	
	VIGA EJE.1	Hormigón Armado (20*20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.2 m	29/05/2021	06:40:00 p. m.	34	36	37	37	33	32	35	32	34	36	34.6	1.80	36.40	29.85	30	23.00	234.54	
LOSA	LOSA	Hormigón Armado (20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	90°	2.5 m	29/05/2021	07:00:00 p. m.	35	34	33	34	37	34	37	38	35	36	35.3	1.55	33.75	28.51	29	27.00	275.32	275.32

Tabla 17: Corrección por inclinación de elementos de planta baja.

Elaboración: (Posso, 2021)

Fuente: (Ensayo Esclerométrico).

Corrección por inclinación de elementos del segundo piso.

	Elemento	Tipo	Temperatura	Característica de la superficie	Orientación (Grados)	Altura al punto de rebote	Fecha de ensayo	Hora	Rebotes										Promedio Índice Rebote	Desviación Estándar	Corrección por desviación estándar	Corrección Inclinación	Para grafica.	Resistencia en N/mm ²	Resistencia en kg/cm ²	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
									28	28	28	29	29	26	30	28	30	28								
Columnas de 2P	COLUMNA MEDIANERAA '2	Hormigón Armado (25*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.2 m	30/05/2021	01:13:00 p. m.	28	28	28	29	29	26	30	28	30	28	28.4	1.11	29.51	26.23	26	17.00	173.35	183.55
									-0.4	-0.4	-0.4	0.6	0.6	-2.4	1.6	-0.4	1.6	-0.4								
	COLUMNA ESQUINERA A '1	Hormigón Armado (25*20 cm)	15 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.15 m	30/05/2021	01:30:00 p. m.	32	30	30	31	32	26	32	31	31	28	30.3	1.85	32.15	26.21	26	17.00	173.35	
									1.7	-0.3	-0.3	0.7	1.7	-4.3	1.7	0.7	0.7	-2.3								
	COLUMNA CENTRAL B2	Hormigón Armado (25*20 cm)	13 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.15 m	30/05/2021	01:55:00 p. m.	34	35	35	32	34	32	35	34	32	35	33.8	1.25	32.55	28.49	28	20.00	203.94	
									0.2	1.2	1.2	-1.8	0.2	-1.8	1.2	0.2	-1.8	1.2								
Vigas de 2P	VIGA EJE A '1	Hormigón Armado (20*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	2.3 m	30/05/2021	12:34:00 p. m.	48	50	48	49	43	44	43	46	48	46	46.5	2.38	44.12	33.64	34	28.00	285.52	
									1.5	3.5	1.5	2.5	-3.5	-2.5	-3.5	-0.5	1.5	-0.5								
	VIGA EJE A '2	Hormigón Armado (20*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	2.3 m	30/05/2021	12:45:00 p. m.	40	40	43	38	38	35	40	36	40	36	38.6	2.33	40.93	31.39	31	25.00	254.93	
									1.4	1.4	4.4	-0.6	-0.6	-3.6	1.4	-2.6	1.4	-2.6								
	VIGA EJE.1	Hormigón Armado (20*20 cm)	13 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.3 m	30/05/2021	02:20:00 p. m.	42	45	42	43	44	43	42	46	44	43	43.4	1.28	42.12	36.73	37	27.00	275.32	
									-1.4	1.6	-1.4	-0.4	0.6	-0.4	-1.4	2.6	0.6	-0.4								
LOSA 2P	LOSA	Hormigón Armado (20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	90 °	0 m	29/05/2021	07:00:00 p. m.	30	29	28	29	32	29	32	33	30	31	30.3	1.55	28.75	24.28	24	20.00	203.94	
									-0.3	-1.3	-2.3	-1.3	1.7	-1.3	1.7	2.7	-0.3	0.7								

Tabla 18: Corrección por inclinación de elementos del segundo piso.

Elaboración: (Posso, 2021)

Fuente: (Ensayo Esclerométrico).

Corrección por edad de elementos de planta baja.

	Elemento	Tipo	Temperatura	Característica de la superficie	Orientación (Grados)	Altura al punto de rebote	Fecha de ensayo	Hora	Rebotes										Promedio Índice Rebote	Desviación Estándar	Corrección por desviación estándar	f'c(Japón)(kg/cm ²)	factor por edad (días)	Factor de corrección por edad (αn)	Corrección por edad f'c (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
									45	44	43	46	46	42	44	40	45	44								
Columnas de PB	COLUMNA CENTRAL C2	Hormigón Armado (25*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1 m	29/05/2021	03:01:00 p. m.	45	44	43	46	46	42	44	40	45	44	43.9	1.76	42.14	363.60	3000	0.63	229.07	222.98
									1.1	0.1	-0.9	2.1	2.1	-1.9	0.1	-3.9	1.1	0.1								
	COLUMNA MEDIANERA B1	Hormigón Armado (25*20 cm)	15 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.25 m	29/05/2021	03:12:00 p. m.	44	46	42	46	43	44	45	47	48	43	44.8	1.83	42.97	374.32	300	0.63	235.82	
									-0.8	1.2	-2.8	1.2	-1.8	-0.8	0.2	2.2	3.2	-1.8								
	COLUMNA ESQUINERA D3	Hormigón Armado (25*20 cm)	13 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.2 m	29/05/2021	04:20:00 p. m.	42	38	38	44	41	42	42	42	40	40	40.9	1.81	39.09	323.90	3000	0.63	204.06	
									1.1	-2.9	-2.9	3.1	0.1	1.1	1.1	1.1	-0.9	-0.9								
Vigas de PB	VIGA EJE.2	Hormigón Armado (20*20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.25 m	29/05/2021	05:28:00 p. m.	46	48	48	52	48	48	47	45	49	49	48	1.79	46.21	416.46	3000	0.63	262.37	
									-2	0	0	4	0	0	-1	-3	1	1								
	VIGA EJE.A	Hormigón Armado (20*20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.25 m	29/05/2021	05:54:00 p. m.	43	45	43	44	40	45	43	46	42	45	43.6	1.69	41.91	360.65	300	0.63	227.21	
									-0.6	1.4	-0.6	0.4	-3.6	1.4	-0.6	2.4	-1.6	1.4								
	VIGA EJE.1	Hormigón Armado (20*20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.2 m	29/05/2021	06:40:00 p. m.	34	36	37	37	33	32	35	32	34	36	34.6	1.80	36.40	289.00	3000	0.63	182.07	
									-0.6	1.4	2.4	2.4	-1.6	-2.6	0.4	-2.6	-0.6	1.4								
LOSA	LOSA	Hormigón Armado (20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	90°	2.5 m	29/05/2021	07:00:00 p. m.	40	39	38	39	42	39	42	43	40	41	40.3	1.55	38.75	319.50	3000	0.63	201.29	
									-0.3	-1.3	-2.3	-1.3	1.7	-1.3	1.7	2.7	-0.3	0.7								

Tabla 19: Corrección por edad de elementos de planta baja.

Elaboración: (Posso, 2021)

Fuente: (Ensayo Esclerométrico).

Corrección por edad de los elementos del segundo piso.

	Elemento	Tipo	Temperatura	Característica de la superficie	Orientación (Grados)	Altura al punto de rebote	Fecha de ensayo	Hora	Rebotes												Promedio Índice Rebote	Desviación Estándar	Corrección por desviación estándar	F'c(Japón)(kg/cm ²)	factor por edad (días)	Factor de corrección por edad (αn)	Corrección por edad F'c (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
									28	28	28	29	29	26	30	28	30	28	30	28								
Columnas de 2P	COLUMNA MEDIANERAA 2	Hormigón Armado (25*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.2 m	30/05/2021	01:13:00 p. m.	28	28	28	29	29	26	30	28	30	28	28.4	1.11	29.51	199.54	3000	0.63	125.71	141.18		
									-0.4	-0.4	-0.4	0.6	0.6	-2.4	1.6	-0.4	1.6	-0.4										
	COLUMNA ESQUINERA A 1	Hormigón Armado (25*20 cm)	15 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.15 m	30/05/2021	01:30:00 p. m.	32	30	30	31	32	26	32	31	31	28	30.3	1.85	32.15	233.75	300	0.63	147.26			
									1.7	-0.3	-0.3	0.7	1.7	-4.3	1.7	0.7	0.7	-2.3										
	COLUMNA CENTRAL B2	Hormigón Armado (25*20 cm)	13 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	1.15 m	30/05/2021	01:55:00 p. m.	34	35	35	32	34	32	35	34	32	35	33.8	1.25	32.55	239.00	3000	0.63	150.57			
									0.2	1.2	1.2	-1.8	0.2	-1.8	1.2	0.2	-1.8	1.2										
Vigas de 2P	VIGA EJE A 1	Hormigón Armado (20*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	2.3 m	30/05/2021	12:34:00 p. m.	48	50	48	49	43	44	43	46	48	46	46.5	2.38	44.12	389.34	3000	0.63	245.28			
									1.5	3.5	1.5	2.5	-3.5	-2.5	-3.5	-0.5	1.5	-0.5										
	VIGA EJE A 2	Hormigón Armado (20*20 cm)	16 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	180 °	2.3 m	30/05/2021	12:45:00 p. m.	40	40	43	38	38	35	40	36	40	36	38.6	2.33	40.93	347.89	300	0.63	219.17			
									1.4	1.4	4.4	-0.6	-0.6	-3.6	1.4	-2.6	1.4	-2.6										
	VIGA EJE.1	Hormigón Armado (20*20 cm)	13 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	360 °	2.3 m	30/05/2021	02:20:00 p. m.	42	45	42	43	44	43	42	46	44	43	43.4	1.28	42.12	363.31	3000	0.63	228.88			
									-1.4	1.6	-1.4	-0.4	0.6	-0.4	-1.4	2.6	0.6	-0.4										
LOSA 2P	LOSA	Hormigón Armado (20 cm)	11 °c	Retirada de enlucido y pulida con piedra abrasiva.	90 °	0 m	29/05/2021	07:00:00 p. m.	30	29	28	29	32	29	32	33	30	31	30.3	1.55	28.75	189.59	3000	0.63	119.44			
									-0.3	-1.3	-2.3	-1.3	1.7	-1.3	1.7	2.7	-0.3	0.7										

Tabla 20: Corrección por edad de elementos del segundo piso.

Elaboración: (Posso, 2021)

Fuente: (Ensayo Esclerométrico).

RESISTENCIA RELATIVA DEL HORMIGÓN DE LOS ELEMENTOS POR FACTORES DE CORRECCIÓN EN PB

FACTOR DE CORRECCIÓN POR INCLINACIÓN Y POR EDAD. PLANTA BAJA		
ELEMENTO	INCLINACIÓN	POR EDAD
COLUMNA	302,52 Kg/cm ²	222,98 Kg/cm ²
VIGA	258,33 Kg/cm ²	223,88 Kg/cm ²
LOSA	275,32 kg/cm ²	201.29 kg/cm ²

Tabla 21: Factor corrección por inclinación y por edad PB.

Elaboración: (Posso, 2021)

Fuente: (Ensayo Esclerométrico).

RESISTENCIA RELATIVA DEL HORMIGÓN DE LOS ELEMENTOS POR FACTORES DE CORRECCIÓN EN PISO 2

FACTOR DE CORRECCIÓN POR INCLINACIÓN Y POR EDAD. PLANTA ALTA		
ELEMENTO	INCLINACIÓN	POR EDAD
COLUMNA	183,55 Kg/cm ²	141,18 Kg/cm ²
VIGA	271,93 Kg/cm ²	231,11 Kg/cm ²
LOSA	203,94 Kg/cm ²	119,44 Kg/cm ²

Tabla 22: Factor corrección por inclinación y por edad 2P.

Elaboración: (Posso, 2021)

Fuente: (Ensayo Esclerométrico).

5.7. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO

A los valores de resistencia relativa determinada en el ensayo del esclerómetro de los elementos estructurales de la vivienda del Sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, se aplicó el factor de corrección por edad, obteniendo los siguientes resultados: 222,98 Kg/cm² de resistencia relativa para las columnas, 223,88 Kg/cm² en las vigas y 201,29 Kg/cm² para la losa en la planta baja. En el segundo piso o planta alta encontramos, 141,18 Kg/cm² resistencia relativa en las columnas, 231,11 Kg/cm² correspondiente a las vigas y 119,44 Kg/cm² de resistencia de la losa.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-HM, establece que el valor mínimo del hormigón normal es $f'c = 21$ Mpa, equivalente a 214,07 Kg/cm²; se observa que los elementos de la planta baja están dentro de la normativa, pero las columnas y losa del segundo piso tienen valores inferiores.

De los resultados del valor de la resistencia relativa del hormigón, tenemos que la resistencia de los elementos de mayor edad es mayor y los valores de la resistencia del concreto de menor edad es menor, lo que concuerda con la resistencia relativa obtenida en el segundo piso, que fue construido muchos años después que la planta baja.

CAPÍTULO VI

6. EVALUACIÓN POR MÉTODO ESTÁTICO LINEAL Y NO LINEAL

6.1. ANÁLISIS DE CARGA SÍSMICA CON NEC-SE-DS

Para el análisis se ha seguido las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC – 2015, NEC-SE-DS Peligro Sísmico, Diseño Sismo resistente del 2015.

6.1.1. OBTENCIÓN DE DATOS

Primero se verifica la ubicación de la vivienda en análisis, se encuentra en la Provincia Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito, ciudad de Quito, Sector Reino de Quito.

Obtenido de NEC – 2015, Sección 10.2. Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z; factor Z= 0,4. Pág.104, con el factor Z se procede a encontrar la caracterización del peligro sísmico, definiéndose como alta y en la **Zona de Peligro Sísmico V. Obtenido de NEC – 2015, Sección 3.1. Zonas sísmicas y curvas de peligro sísmico. Tabla 1. Pág.27.**

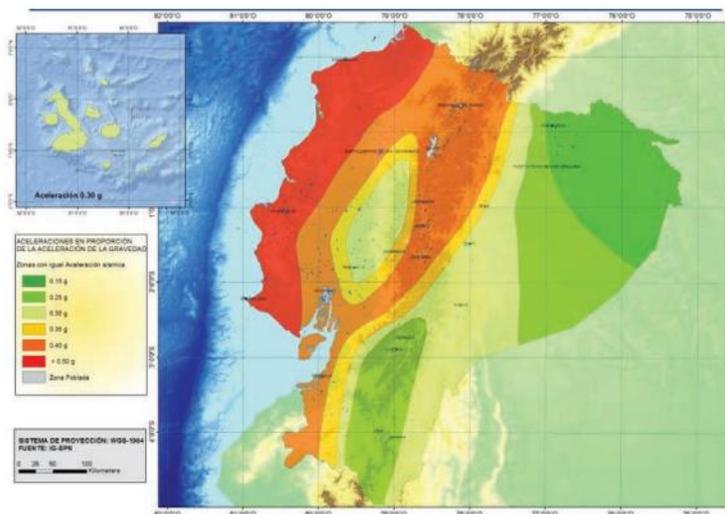


Ilustración 28: Zonas Sísmicas del Ecuador.

Fuente: (NEC, 2015)

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

Tabla 23: Valores del factor Z.

Fuente: (NEC, 2015)

Seguidamente buscar información sobre el tipo de suelo, encontrando que son lugares caracterizados por Tipos de Suelos D. Después con la zona V y el tipo de suelo, se encuentran los coeficientes de perfil de suelo.

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

Tabla 24: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto F_a .

Fuente: (NEC, 2015)

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

Tabla 25: Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca F_d .

Fuente: (NEC, 2015)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Tabla 26: Comportamiento no lineal de los suelos F_s .

Fuente: (NEC, 2015)

Fa: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto. **Fa=1,2.**

Fd: amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca. **Fd=1,19.**

Fs: comportamiento no lineal de los suelos. **Fs=1,28.**

Obtenido de NEC - 2015. Sección 3.2.2. Coeficientes de perfil de suelo Fa, Fd y Fs. Tabla 3, Tabla 4, Tabla 5.

El factor r , es usado en el espectro de diseño elástico, cuyos valores dependen de la ubicación geográfica del proyecto:

$r = 1$ para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E. Se asume **$r = 1$** porque el tipo de suelo es D. **Obtenido NEC - 2015. Sección 3.3.1. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones. Pág. 34.**

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

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

$r = 1.5$ para tipo de suelo E.

Ilustración 29: El factor r .

Fuente: (NEC, 2015)

Se definieron los valores de la relación de amplificación espectral, η que varían dependiendo de la región del Ecuador, adoptando los siguientes valores:

$\eta = 2.48$: Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos. **Obtenido NEC - 2015. Sección 3.3.1. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones. Pág. 34.**

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

Ilustración 30: relación de amplificación espectral.

Fuente: (NEC, 2015)

Para encontrar el C_t y α . Se tomará de tipos de estructura, pórticos especiales de hormigón armado. **$C_t = 0.055$ y $\alpha = 0.9$. Obtenido NEC - 2015. Sección 6.3.3. Determinación del período de vibración T. Pág. 62.**

Tipo de estructura	C_t	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 rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Tabla 27: Tipo de estructuras.

Fuente: (NEC, 2015)

H_n es igual a la altura de la vivienda, en este caso la altura de la primera planta es de 2,25 m y la segunda planta de 2,3 m. Con losas de 20 cm de espesor se obtiene una altura final de 4,95 m.

6.1.2. CÁLCULO DEL PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACIÓN (T), PERIODOS LÍMITES EN EL ESPECTRO SÍSMICO ELÁSTICO (Tc, To)

Con los datos obtenidos previamente.

$$1. T = Ct * Hn^\alpha \quad (\text{Ec. 14})$$

Fórmula, obtenida de NEC - 2015. Sección 6.3.3. Determinación del período de vibración T. Método 1. Pág. 62.

Aplicando la ecuación 14, se obtiene el valor del periodo fundamental de vibración T.

$$T = 0.055 * 4.95^{0.9} = 0.232 \text{ seg}$$

$$2. Tc = 0.55 * Fs * \frac{Fd}{Fa} \quad (\text{Ec. 15})$$

Fórmula, obtenida de NEC - 2015. Sección 3.3.1. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones. Pág. 34.

Mediante la ecuación 15, se obtiene el valor del período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño. Tc.

$$Tc = 0.55 * 1.19 * \frac{1.28}{1.2} = 0.698 \text{ seg}$$

$$3. To = 0.1 * Fs * \frac{Fd}{Fa} \quad (\text{Ec. 16})$$

Fórmula, obtenida de NEC - 2015. Sección 3.3.1. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones. Pág. 35.

$$To = 0.1 * 1.19 * \frac{1.28}{1.2} = 0.1269 \text{ seg}$$

Con la ecuación 16, se obtiene el valor del período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño. To.

6.1.3. CÁLCULO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA ELÁSTICO DE ACELERACIONES (Sa)

$$1. Sa = n * Z * Fa \quad \text{para } 0 < T < Tc \quad (\text{Ec.17})$$

$0 < 0.232 < 0.698$ *Cumple la primera condición.*

2. $Sa = n * Z * Fa * \left(\frac{Tc}{T}\right)^r$ para $T > Tc$ **No cumple condición. (Ec.18)**

Fórmula, obtenida de NEC - 2015. Sección 3.3.1. Espectro elástico horizontal de diseño en aceleraciones. Pág. 34.

Para el cálculo del espectro de respuesta elástico de aceleraciones, se emplea la ecuación 17.

$Sa = n * Z * Fa = 2.48 * 0.4 * 1.2 = 1.19$

6.2. CÁLCULO DE CORTANTE BASAL CON NEC-SE-DS

6.2.1. OBTENCIÓN DE DATOS

Para el cortante basal se necesita ocupar los valores antes encontrados y determinar los siguientes datos:

Esta vivienda entra en la categoría de otras estructuras, por lo tanto, tiene un factor de importancia $I = 1$. **Obtenido NEC - 2015. Sección 4.1. Categoría de edificio y coeficiente de importancia I. Tabla 6. Pág. 39.**

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

Tabla 28: Tipo uso, destino e importancia de la estructura.

Fuente: (NEC, 2015)

Se encuentra $\phi_p = 1$ y $\phi_e = 0,9$ coeficientes que dependen de la configuración estructural, para el caso de la vivienda presenta una irregularidad en elevación, por una mala distribución de masa y en este caso el coeficiente es 0,9. Para el otro coeficiente se

ocupa 1 ya que no existe irregularidad en planta. **Obtenido de NEC - 2015. Sección 5.2. Regularidad/configuración estructural. Tabla 11 y 14. Pág. 48 y 51.**

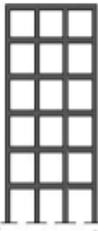
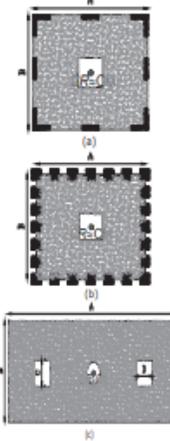
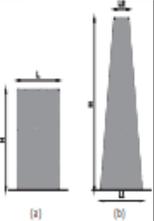
CONFIGURACIÓN EN ELEVACIÓN $\phi_e=1$		CONFIGURACIÓN EN PLANTA $\phi_p=1$	
La altura de entrespacio y la configuración vertical de sistemas aporticados, es constante en todos los niveles. $\phi_e=1$		La configuración en planta ideal en un sistema estructural es cuando el Centro de Rigidez es semejante al Centro de Masa. $\phi_p=1$	
La dimensión del muro permanece constante a lo largo de su altura o varía de forma proporcional. $\phi_e=1$			

Tabla 29: Configuraciones estructurales recomendadas.

Fuente: (NEC, 2015)

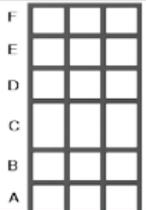
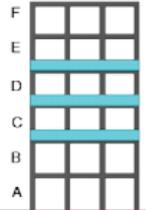
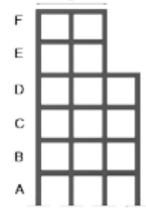
<p>Tipo 1 - Piso flexible $\phi_e=0.9$ Rigidez $K_i < 0.70$ Rigidez K_o $Rigidez < 0.80 \left(\frac{K_o + K_i + K_j}{3} \right)$</p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio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

Tabla 30: Coeficientes de irregularidad en elevación.

Fuente: (NEC, 2015)

R es el coeficiente de reducción de respuesta, para este caso es un sistema de pórticos resistentes a momento de hormigón armado con vigas banda, **R= 3**. **Obtenido NEC - 2015. Sección 6.3.4. Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica R. Tabla 16. Pág. 65.**

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 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la NEC-SE-HM con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
Muros estructurales portantes	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

Tabla 31: Coeficientes R para sistemas estructurales de ductilidad limitada.

Fuente: (NEC, 2015)

Se necesita calcular la carga sísmica Reactiva **W**.

6.2.2. CARGAS DE CÁLCULO (W)

Carga viva.

La carga viva directamente la obtendremos de la Tabla 9 NEC - 2015, que se detalla a continuación.

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m ²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares		
Habitaciones	2.00	
Salones de uso público y sus corredores	4.80	

Tabla 32: Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas.

Fuente: (NEC, 2015)

Transformando las unidades se obtiene un valor de 204 kg/m².

Carga muerta.

Para el cálculo de las cargas permanentes o muertas que gravitan sobre el piso, se han considerado los siguientes pesos específicos para los materiales, que nos proporciona la NEC - 2015. Pesos específicos que se transformaron según se presenta a continuación.

1 KN/m ³	100 kg/m ³	
22 KN/m ³	x= 2200 kg/m ³	

Hormigón armado 2400 Kg/m³

Hormigón simple 2200 Kg/m³

Recubrimientos 20 Kg/m²/cm. de espesor

Para el cálculo del peso de mampostería, se tomó en cuenta el artículo científico: PUCE ISSN: 2528-8156. N.106. “Determinación de la Carga Permanente Correspondiente a Distintos Tipos de Mamposterías en Edificaciones de Vivienda”. Pág. 149. Que corresponde al bloque prensado de 15 cm. (PUCE, 2018)

		Bloque prensado			Bloque alivianado		Ladrillo	
Ancho nominal (cm)		10	15	20	10	15	8	
Número de mampuestos (por m ²)		11,34	11,34	11,34	12,79	12,79	30,36	
Peso individual del mampuesto (kg)		8,44	10,94	14,12	4,65	6,30	6,23	
Mortero de unión (m ³)		0,0246	0,0369	0,0492	0,0225	0,0367	0,0315	
Mortero de enlucido (m ³)		0,0400	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400	0,0400	
Espesor de pared (m)		0,140	0,190	0,240	0,125	0,179	0,199	
Mortero	Dosificación	Densidad (kg/m ³)	Peso por m ² de pared de mampostería (kg/m ²)					
Arena de Guayllabamba	1:3	1827,03	211,18	261,93	320,44	171,13	218,28	317,29
	1:4	1764,28						
Arena fina	1:3	1778,00	206,62	256,77	314,68	166,68	213,13	312,39
	1:4	1680,46						
Polvo amarillo	1:3	1675,20	201,39	250,28	306,92	161,66	206,64	306,44
	1:4	1612,82						
Valor máximo de peso por m ² (kg/m ²)			211,18	261,93	320,44	171,13	218,28	317,29

Tabla 33: Peso por m2 de mampostería.

Fuente: (PUCE, 2018)

Determinación de carga muerta de la losa para 1 m2.

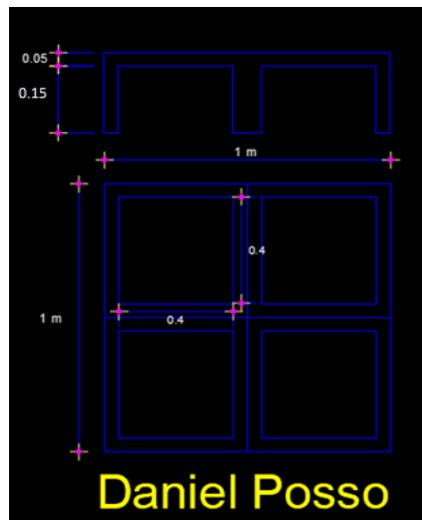


Ilustración 31: Carga muerta de losa alivianada para 1m2.

Elaboración: (Posso,2021).

En base a la ilustración 31, donde se detalla cada uno de los elementos y con la información previa de los pesos específicos, se calcula el peso de la losa.

$$\text{Nervio} = 0.1 \text{ m} * 0.15 \text{ m} * 3.6 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 129.6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carpeta} = 0.05 \text{ m} * 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 120 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Alivianamientos} = 8 \text{ bloques} * 10.94 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 87.52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Nervios	129.6	kg/m ²
Carpeta de Compresión	120	kg/m ²
Alivianamientos	87.52	kg/m ²
Peso Propio de Losa	337.12	kg/m²

Tabla 34: Peso propio de la losa.

Elaboración. (Posso,2021)

Determinación de carga permanente manual.

Para el cálculo de las cargas permanentes, se han considerado los siguientes pesos específicos para los materiales que nos proporciona la NEC - 2015

Primer Piso.

$$\text{Enlucidos y Masillados de } e = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m} * 2200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 88 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Recubrimientos de } e = 2 \text{ cm} = 2 * 21 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 42 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Enlucidos y masillados	88	kg/m ²
Recubrimiento piso	42	kg/m ²
Peso mampostería	200	kg/m ²
Peso Instalaciones	80	kg/m ²
Carga permanente	410	kg/m²

Tabla 35: Carga permanente piso 1.

Elaboración. (Posso,2021)

Segundo Piso.

La carga varía ya que en el segundo piso se tiene una terraza.

Enlucidos y masillados	60	kg/m ²
Recubrimiento piso	40	kg/m ²
Peso mampostería	50	kg/m ²
Carga permanente	150	kg/m²

Tabla 36: Carga permanente piso 1.

Elaboración. (Posso,2021)

Con las cargas obtenidas de los pisos 1 y 2, se calcula la carga gravitacional para cada uno de los pisos:

Carga gravitacional para el primer piso.

a) Peso propio de la losa	337.12 Kg/m ²
b) Carga permanente	410 Kg/m ²
TOTAL CARGA MUERTA (a+b)	747.12 Kg/m ²
CARGA VIVA	204 Kg/m ²
(D + L) Carga de servicio	951.12 Kg/m ²

Carga gravitacional para el segundo piso.

a) Peso propio de la losa	337.12 Kg/m ²
b) Carga permanente	150 Kg/m ²
TOTAL CARGA MUERTA (a+b)	487.12 Kg/m ²
CARGA VIVA	204 Kg/m ²
(D + L) Carga de servicio	691.12 Kg/m ²

Para el cálculo del Cortante Basal se consideran las recomendaciones de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC - 2015. NEC-SE-DS Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente 2015.

De acuerdo con la norma el Cortante Basal de Diseño se calcula:

$$V = \frac{I * S_a(T_a)}{R * \phi_p * \phi_E} * W \quad (\text{Ec.2})$$

Donde se calcula el Cs que es el coeficiente a usar en el modelamiento.

$$V = C_s * W \quad (\text{Ec.19})$$

$$C_s = \frac{I * S_a}{R * \phi_p * \phi_E} \quad (\text{Ec.20})$$

Para el cálculo del coeficiente Cs, se aplica la ecuación 20. Para el SAP 2000.

$$C_s = \frac{1 * 1.1904}{3 * 1 * 0.9} = 0.44$$

El cortante basal es el 44 % del peso reactivo.

W es el peso muerto total de la vivienda, donde se calcula el área de cada losa, para luego multiplicar por la carga de servicio que está en kg/m²:

Cálculo de W, para la primera losa:

$$W = 96 \text{ m}^2 * 951.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 91307.52 \text{ kg} = 91.307 \text{ Ton}$$

Cálculo de W, para la segunda losa:

$$W = 109.54 \text{ m}^2 * 691.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 75705.28 \text{ kg} = 75.705 \text{ Ton}$$

W Total.

$$W = 91.307 + 75.705 = 167.012 \text{ Ton}$$

Carga total 167.012 Ton

6.2.3. CORTANTE BASAL

Para obtener el cortante basal, se aplica la ecuación 19.

$$V = 0.44 * 167.012 \text{ Ton} = 73.633 \text{ Ton}$$

El cortante basal se distribuye en altura de acuerdo al párrafo 6.3.5 de la NEC-DS 2015 y para lo cual necesitamos el coeficiente k (Coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura T) que depende del periodo de la estructura.

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

Tabla 37: Valores de K.

Fuente: (NEC, 2015)

El periodo T es 0.232 < 0,5 se adopta un valor de K=1.

Distribución del Cortante Basal.

Se obtiene la cantidad real del Cortante Basal distribuido por piso, donde primeramente se hace la relación entre el cortante en la base con el peso por piso, después el cortante en la base con la altura, en base a estas dos relaciones se calculan los porcentajes de las mismas, después se promedian, para llegar a tener la afectación en porcentajes al piso, así interrelacionado la altura y la masa, finalmente determinando el valor real de distribución de cortante basal.

Pisos	MASA (Ton)	V respecto a la masa (kg)	ALTURA (m)	V respecto a la altura (kg)	% de masa	% de altura	% Promedio de afectacion V	V distribuido por piso. (Ton)
2P	91.307	40256.2418	4.75	49262.0059	0.54670922	0.67	0.60786165	44.7591238
PB	75.705	33377.4933	2.35	24371.7292	0.45329078	0.33	0.39213835	28.8746113
TOTAL	167.01	73633.7351	7.1	73633.7351	1	1	1	73.6337351

Tabla 38: Distribución Cortante Basal.

Elaboración. (Posso,2021)

6.3. CÁLCULO DEL ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICA CON NEC-SE-DS 2015

6.3.1. ESPECTRO DE DISEÑO ELÁSTICO

Este espectro de diseño elástico se ocupará en el análisis de la estructura, que podrá soportar sismos de gran intensidad sin daño. Inicialmente para construir la gráfica se debe obtener los valores de **To** y **Tc**, ya que estos serán los límites de la meseta, previamente calculados con las ecuaciones 16 y 17 respectivamente y el punto de inicio se calculará con la ecuación 21.

$$S a i = Z * F a \quad (\text{Ec.21})$$

- $S a i = 0.4 * 1.2 = 0.48 g$
- $T c = 0.698 \text{ seg.}$
- $T o = 0.1269 \text{ seg.}$

Usando el resultado de la primera fórmula de $Sa_i = 0.48 \text{ g}$ para el primer punto, después para la meseta $Sa = 1.1904 \text{ g}$, ya calculado con la ecuación 17; calculada la meseta se asignará un periodo 0.1 s y se aplicará la fórmula:

$$Sa = n * z * Fa * \left(\frac{Tc}{T \text{ asignado}} \right)^r \quad (\text{Ec. 22})$$

finalmente se asignará el tiempo que requiere para obtener la curva, quedando construido el espectro de respuesta elástico de aceleraciones.

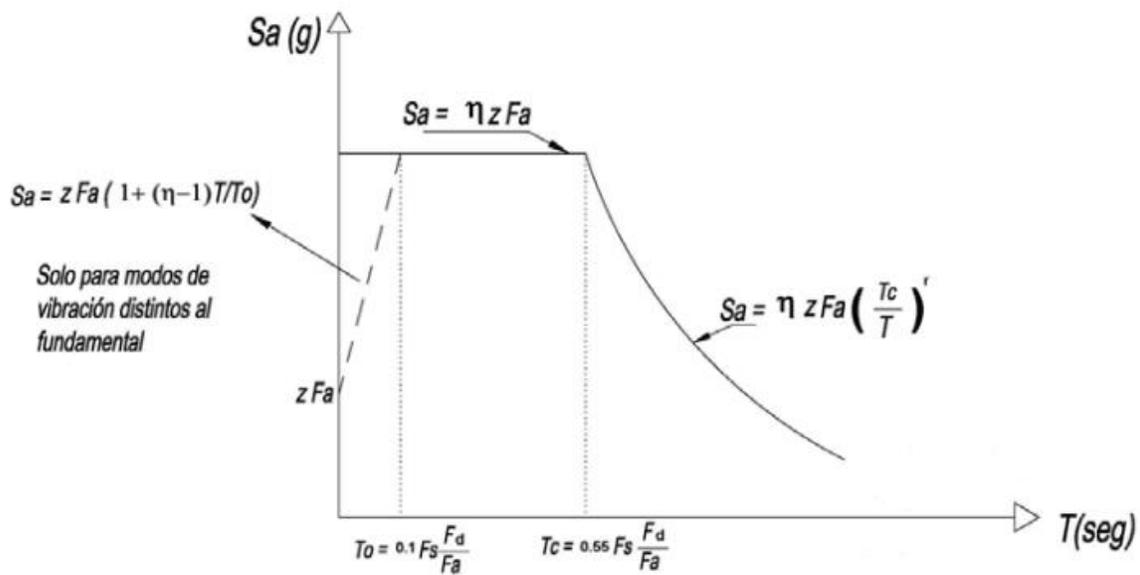


Ilustración 32: Espectro de Diseño Elástico.

Fuente: (NEC, 2015)

6.3.2. ESPECTRO DE DISEÑO INELÁSTICO

En el espectro de diseño inelástico o reducido se considera un factor de reducción de las fuerzas sísmicas, para la disipación de la energía, puesto que se requiere sea lo suficientemente dúctil. En base a la norma NEC - 2015, donde se especifica que con el coeficiente del Cortante Basal y el Sa obtenido del espectro elástico, se arma el Espectro de Diseño Inelástico, que se presenta en la siguiente ilustración.

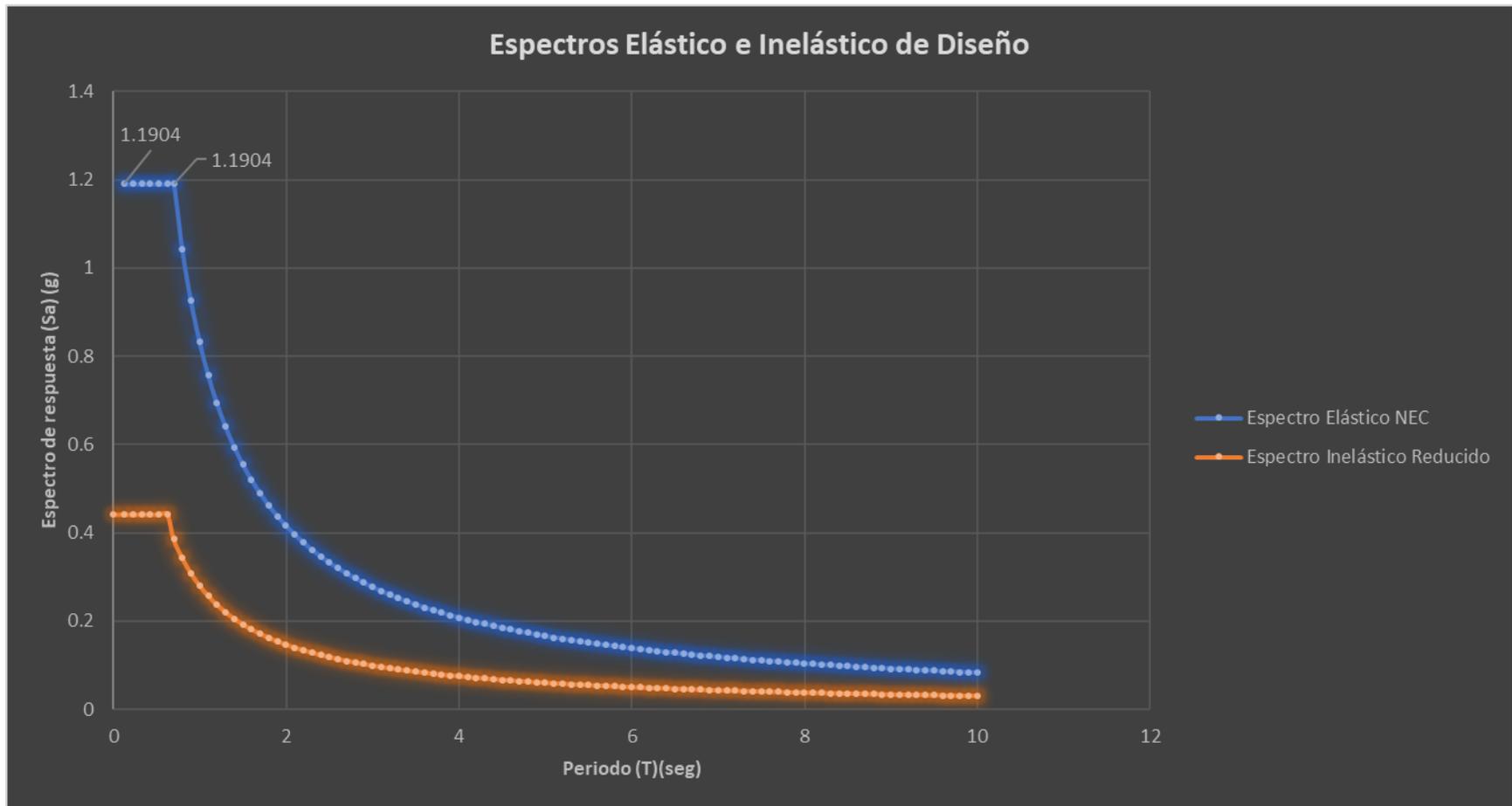


Ilustración 33: Espectros de Diseño.

Elaboración: (Posso,2021)

6.4. MATERIALES

Los materiales que se han adoptado en el diseño para la construcción de los diferentes elementos estructurales constitutivos de la estructura de hormigón son:

6.4.1. HORMIGÓN

Como resultado del ensayo del esclerómetro se obtienen las resistencias: 222,98 Kg/cm² para las columnas, 223,88 Kg/cm² en las vigas y 201,29 Kg/cm² para la losa en la planta baja. En el segundo piso o planta alta encontramos 141,18 Kg/cm² resistencia relativa en las columnas, 231,11 Kg/cm² correspondiente a las vigas y 119,44 Kg/cm² de resistencia de la losa. Resistencias que se ocupan en el modelamiento.

6.4.2. ACERO DE REFUERZO

Para el acero de refuerzo en varillas se ocupará un $F_y = 4.200 \text{ Kg/cm}^2$ y el valor especificado de $F_u = 6300 \text{ kg/cm}^2$.

6.5. DESARROLLO DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL

6.5.1. MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA SAP 2000

➤ Primero se abre el programa, dar clic en **New Model**, a continuación, en la ventana que se despliega elegir la opción de **Grid Only**, que ayudará a dibujar los ejes tanto en X como en Y de la vivienda.

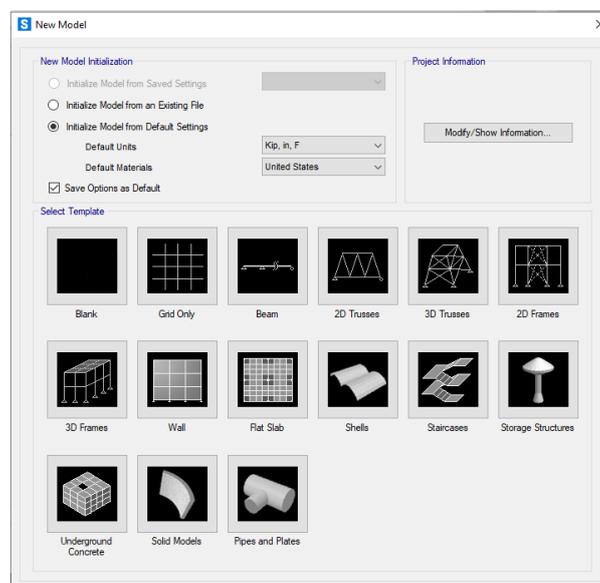


Ilustración 34: New Model.

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En el siguiente recuadro se procede a completar el número de ejes, en X son 6; en Y son 4, y en Z 2 que es el número de pisos de la vivienda y para los niveles son 3, contando el nivel 0,0. Después presionar en Ok.

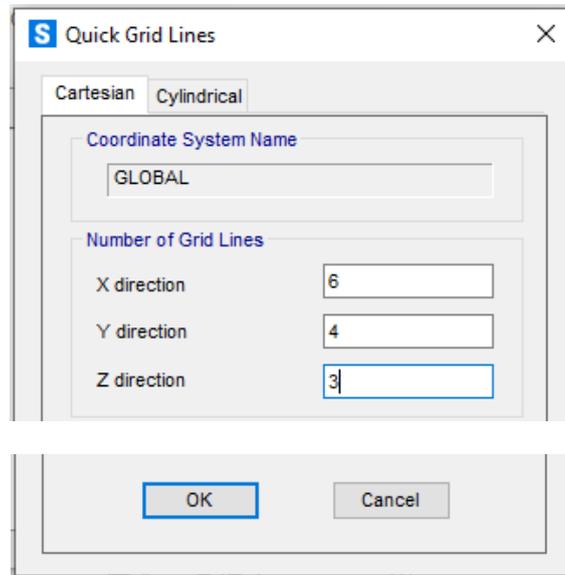


Ilustración 35: Quick Grid Lines

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Una vez creado el modelo, se cambia las unidades en las que usted considere trabajar, seguidamente dar clic derecho en la pantalla y seleccionar **Edit Grid Data**, posteriormente **Modify/Show System**, donde con la opción de **Spacing**, se ingresan las distancias adecuadas para cada eje y el orden. Finalmente, se obtienen los ejes y nomenclatura adecuada.

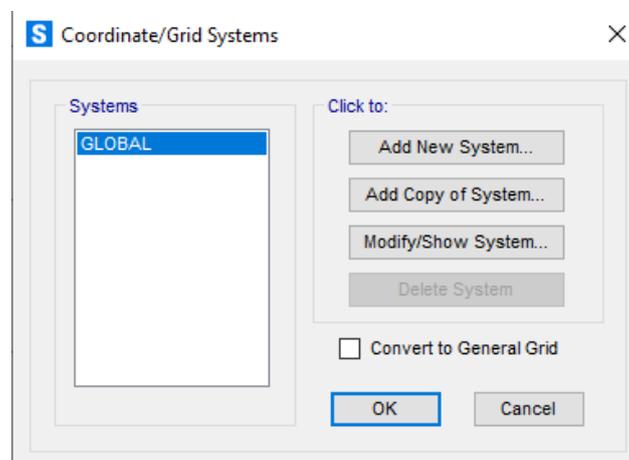


Ilustración 36: Coordinate/Grid Systems

Elaboración: (Posso,2021)

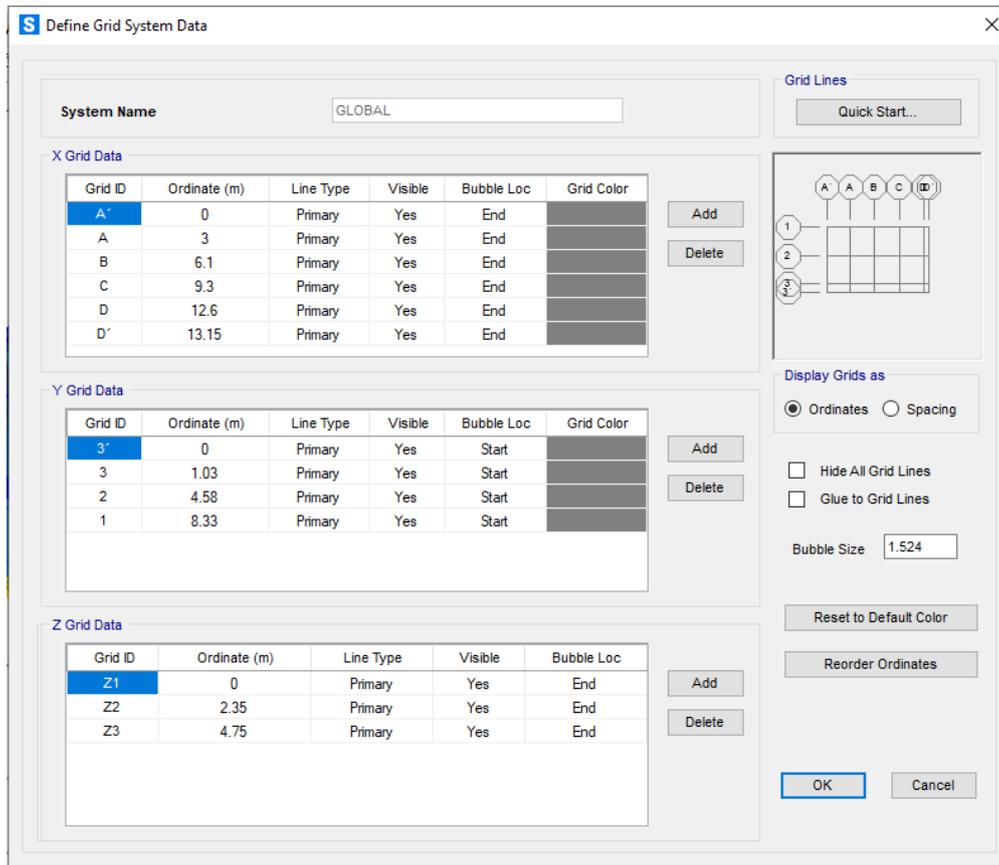


Ilustración 37: Define Grid System Data

Elaboración: (Posso,2021)

Ahora para definir los materiales a ocupar, en este caso el hormigón previamente encontrado mediante el ensayo del esclerómetro, donde se determinó que la resistencia relativa de los elementos estructurales de la vivienda son: 222,98=223 Kg/cm² de resistencia relativa para las columnas de planta baja, 201,29 =201 Kg/cm² para la losa y vigas en la planta baja; en el segundo piso o planta alta encontramos 141,18=141 Kg/cm² resistencia relativa en las columnas, 119,44=220 Kg/cm² de resistencia de la losa y vigas.

Como módulo de elasticidad del hormigón, debe asumirse el valor obtenido de la tesis antes analizada de Cabrera Alejandro, que es:

$$E_c = 12400 \sqrt{f'_c} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad \text{(Ec.2)}$$

Para el caso del acero se trabajará como lo menciona la NEC- 2015, donde refiere ocupar un límite de fluencia $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ y resistencia a tracción $f_u=6300 \text{ kg/cm}^2$.

➤ Con las características de los materiales, proceda a crear cada uno de ellos, en la barra superior seleccione **Define**, después **Materials** y en el recuadro que se despliega dar clic en **Add New Material**.

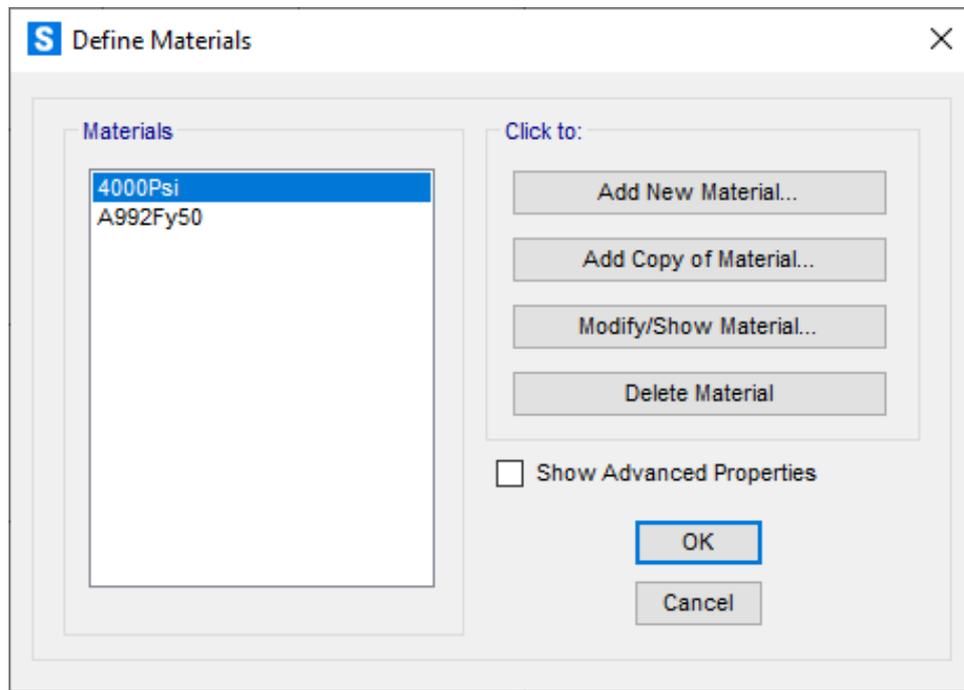


Ilustración 38: Define Materials

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la nueva ventana que se despliega seleccionar el tipo **Concrete** y **User**.

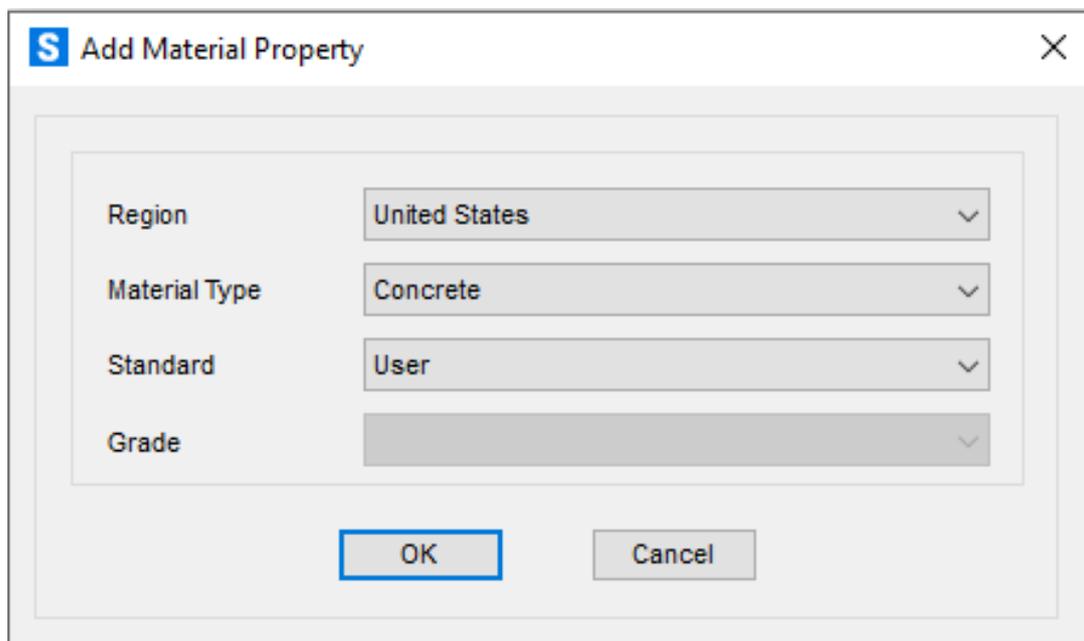


Ilustración 39: Add Material Property

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Se desplegará una nueva ventana donde primero, se debe colocar el nombre, para poder identificar de manera fácil, las características que se necesite al momento de modelar. Como es el caso de las columnas de la primera planta, que tiene una resistencia del hormigón de 223 kg/cm², además del módulo de elasticidad.

S Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: f'c= 223 kg/cm² (C. PB)

Material Type: Concrete

Material Grade: fc 4000 psi

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.403E-03

Mass per Unit Volume: 2.450E-06

Units

Kgf, cm, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 12400*sqr(223)

Poisson, U: 0.2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 77154.79

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, fc: 223

Expected Concrete Compressive Strength: 223

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Ilustración 40: Material Property Data

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para el caso del acero en tipo elegir **Rebar**.

S Add Material Property

Region: United States

Material Type: Rebar

Standard: ASTM A615

Grade: Grade 60

OK Cancel

Ilustración 41: Add Material Property

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana desplegada primero se coloca el nombre, para identificar y posteriormente usar las características al momento de modelar. Como es el caso de las columnas y vigas que tendrán acero de refuerzo con un $f_y=4200$ kg/cm² y $f_u=6300$ kg/cm².

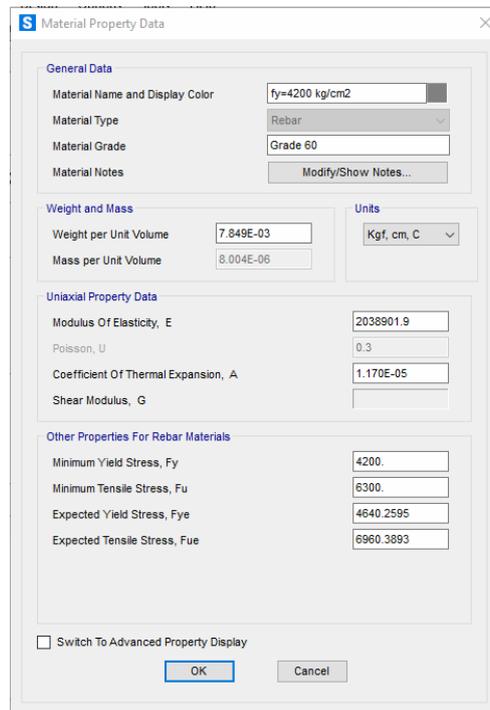


Ilustración 42: Material Property Data

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Una vez creados los materiales, proceda a generar copias con **Add Copy of Materials**, para cambiar las resistencias que se necesitan para los diferentes elementos, para llegar al resultado óptimo con todas las resistencias de hormigón y acero para el diseño.

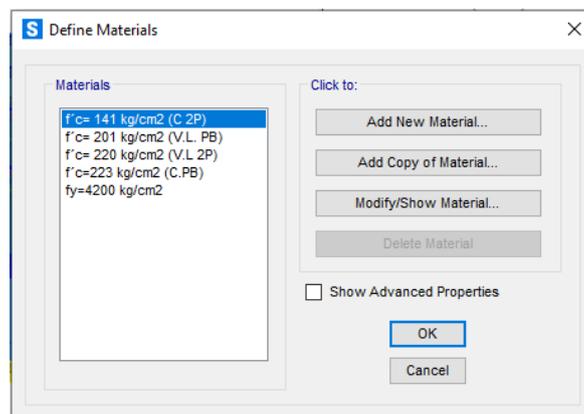


Ilustración 43: Define Materials

Elaboración: (Posso,2021)

Una vez determinadas las características de cada uno de los materiales, se procede a crear los elementos estructurales, que en el caso de columnas tenemos secciones de 20 x 25 cm tanto en planta baja como el segundo piso, las vigas de 20 x 30 cm en las dos plantas y una losa alivianada de 20 cm de espesor en sus dos plantas. Pero se colocará la resistencia de cada elemento, que se determinó previamente en las características de los materiales.

Para el modelamiento se realizó el cálculo de la losa equivalente, ya que se contaba con una losa alivianada con bloque de 15x20x40 cm y su carpeta de compresión, que se detalla a continuación:

Altura Mínima de la carpeta de compresión.

L1	50	cm
e	4.166666667	cm
Asumido	5	cm

$$e = \frac{L1}{12} = 4.1667 \text{ cm}$$

(Ec. 23)

Centro de gravedad entre las dos figuras el nervio y la carpeta de compresión.

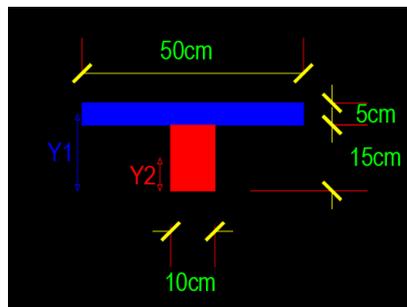


Figura	b	h	Área(cm ²)	y(cm)	A*y(cm ³)
1	50	5	250	17.5	4375
2	10	15	150	7.5	1125
Sumatoria			400		5500

\bar{y}	13.75	cm
-----------	-------	----

$$\bar{y} = \frac{\sum A*y}{\sum \text{Área}} = \frac{5500}{400} = 13.75 \text{ cm}$$

(Ec. 24)

Cálculo de la inercia con el teorema Steiner con respecto al centro de gravedad.

$$I = \frac{b*h^3}{12} + \text{área1} * (\text{brazo1})^2 + \frac{b*h^3}{12} + \text{área2} * (\text{brazo2})^2 \quad (\text{Ec. 25})$$

$$I = \frac{50 \text{ cm} * (5\text{cm})^3}{12} + 250 \text{ cm}^2 * (17.5 - 13.75)^2 + \frac{10 \text{ cm} * (15\text{cm})^3}{12} + 150 \text{ cm}^2 * (13.75 - 7.5)^2 = 12708.33 \text{ cm}^4$$

I	12708.33	cm ⁴
---	----------	-----------------

Cálculo de la altura equivalente de la losa maciza.

b	50	cm
h	14.50	cm

$$h = \sqrt[3]{\frac{I * 12}{b}} = \sqrt[3]{\frac{12708.33 * 12}{50}} = 14.5 \text{ cm}$$

(Ec.26)

➤ Proceda a crear los elementos, primero empezar con las columnas ir a la barra superior dar clic en **Define**, después **Section Properties**, escoja **Frame Properties** . Posteriormente seleccione **Add New Property**.

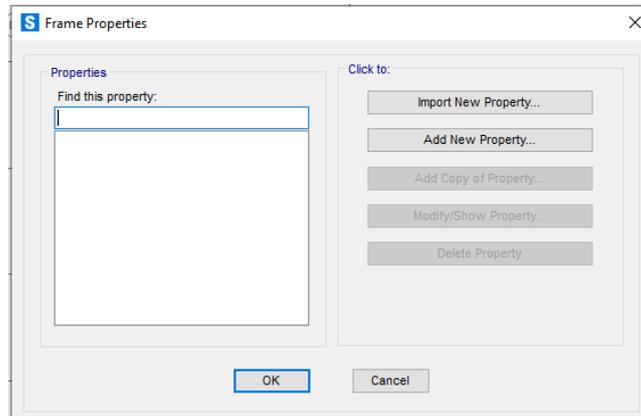


Ilustración 44:Frame Properties.

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana que se despliega tanto para columnas como vigas, seleccionar **Concrete** y **Rectangular** ya que según sus características a diseñar son de hormigón armado.

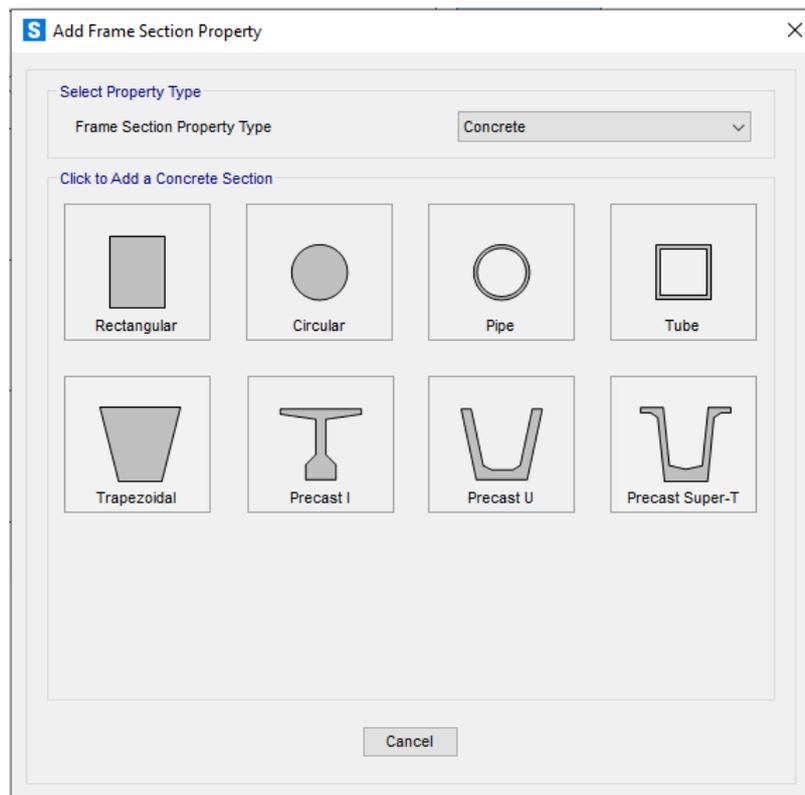


Ilustración 45: Add Frame Section Property

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Se desplegará una nueva ventana donde primero debe colocar el nombre, para poderlo identificar de manera fácil, además ingresar las medidas en cm que tiene cada elemento, la base y su altura.

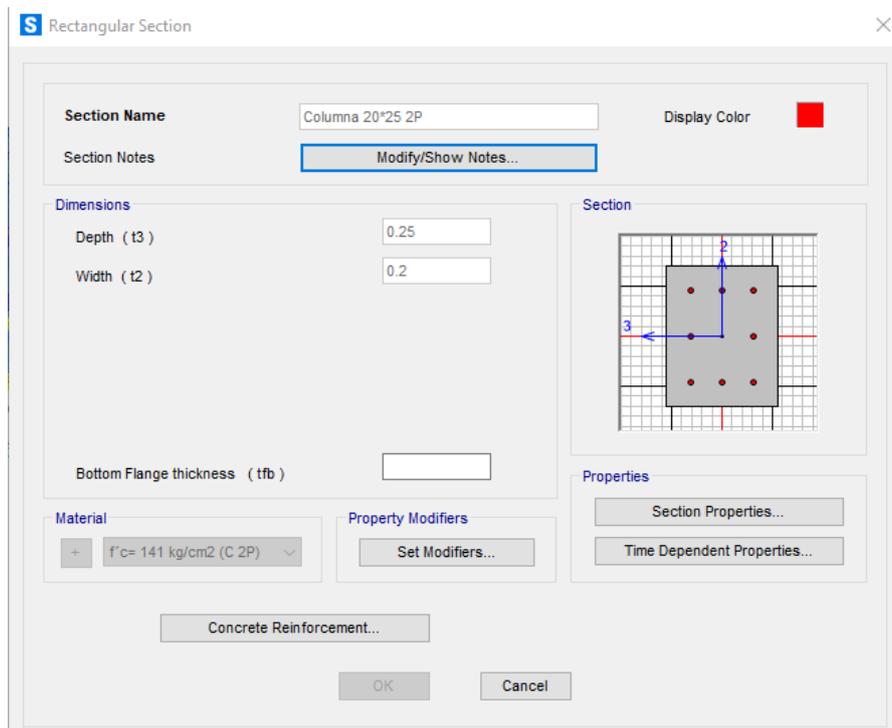


Ilustración 46: Rectangular Section

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la pestaña de **Set Modifiers** se ingresa la Inercia de las secciones agrietadas, según la NEC – 2015, en el caso de columnas se ocupará $0.8 I_g$.

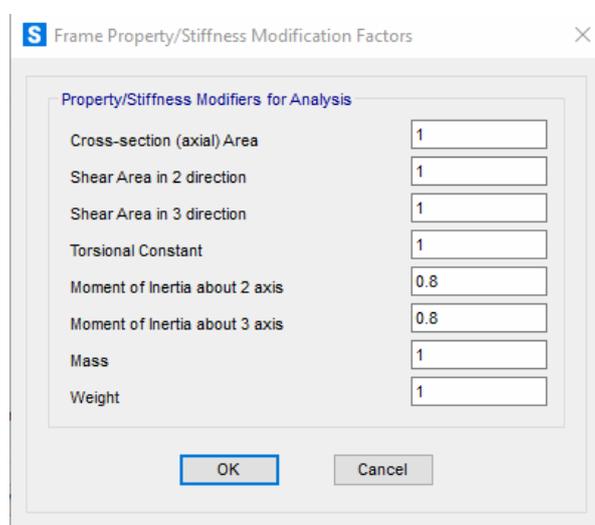


Ilustración 47: Frame Property/ Stiffness Modification Factors

Elaboración: (Posso,2021)

Para encontrar la cantidad de acero adecuada, se realizó los cálculos previos en base a la norma NEC - 2015 y con ayuda de la ilustración 48, que contiene los diámetros nominales y el área de acero.

Fluencia: 4.200 kg/cm² Tracción: 6.300 kg/cm²	Diámetro nominal	12 mm	16	18	20	22	25	28	32
	Área = πr ²	1.1310 cm ²	2.0106	2.5447	3.1416	3.8013	4.9088	6.1575	8.0425
	Perímetro = 2πr	3.7699 cm	5.0266	5.6549	6.2832	6.9115	7.8540	8.7965	10.0531
	Masa	0.888 kg/m	1.578	1.998	2.466	2.984	3.853	4.834	6.313
	Masa de 1 varilla								
	de 6 m	5.328 kg	9.468	11.988	14.796	17.904	23.118	29.004	37.878
	de 9 m	7.992 kg	14.202	17.982	22.194	26.856	34.677	43.506	56.817
	de 12 m	10.656 kg	18.936	23.976	29.592	35.808	46.236	58.008	75.756
	Número de varillas en 45.36 kg (1 quintal)								
		8.513 de 6 m	4.791	3.784	3.066	2.533	1.962	1.564	1.198
	5.676 de 9 m	3.194	2.523	2.044	1.689	1.308	1.043	0.798	
	4.257 de 12 m	2.395	1.892	1.533	1.267	0.981	0.782	0.599	

Ilustración 48: Cuadro de especificaciones técnicas en el acero

Fuente: (ADELCA, 2019)

Para el caso de columnas según la NEC - 2015 se tiene que usar el 1 % del área gruesa de la columna detallada a continuación.

Columnas			
Base (cm)	Altura (cm)	Área Gruesa (cm ²)	1% Acero (cm ²)
20	25	500	5

Diametro (mm)	Área Nominal (cm ²)	N. Barras	Acero (cm ²)	
12	1.13	6	6.78	ok

Resultado Asmin 6Φ12mm

El acero de refuerzo superior e inferior en las vigas, según NEC - 2015 se usará la ecuación 10:

$$Asmin = \frac{f_y}{14} * b * d = \frac{4200}{14} * 30 * 17 = 1.7 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 10})$$

Datos	
Recubrimiento	3 cm
f _y	4200 kg/cm ²

Vigas			
Base (cm)	Altura (cm)	d=h-rec (cm)	Asmin (cm ²)
30	20	17	1.70

Diametro (mm)	Área Nominal (cm ²)	N. Barras	Acero (cm ²)	
12	1.13	3	3.39	ok

Resultado Asmin 3Φ12mm Superior de viga
Resultado Asmin 3Φ12mm Inferior de viga

➤ En este paso ingresar el área de acero de refuerzo obtenida según la NEC – 2015, que es del 1 % del área gruesa y para los estribos de 8 mm cada 10 cm, para las columnas, que según el cálculo fue de 6 Φ 12 mm de acero de refuerzo, estribos de 8 mm cada 10 cm. También colocar el recubrimiento de 3 cm. Un punto importante es seleccionar **Reinforcement to be Checked**, ya que se va a revisar y no diseñar porque es vivienda existente.

Ilustración 49: Reinforcement Data

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Nuevamente repetir el proceso seleccionar **Concrete** y **Rectangular**, por sus características a diseñar son de hormigón armado, después colocar el nombre, para este caso de las vigas ingresar las medidas en cm que tiene el elemento.

Ilustración 50: Rectangular Section

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la pestaña de **Set Modifiers** se ingresará la Inercia de las secciones agrietadas, según la NEC-2015 que especifica, se usará inercias agrietadas $0.5 I_g$ en vigas, pero en este caso las vigas tienen el valor de la inercia de la sección transversal total será de $1 I_g$, debido que se debe considerar la contribución de la losa de piso como aporte de rigidez a la misma, además por tratarse de ser una losa alivianada con vigas bandas que se encuentran monolíticamente unidas.

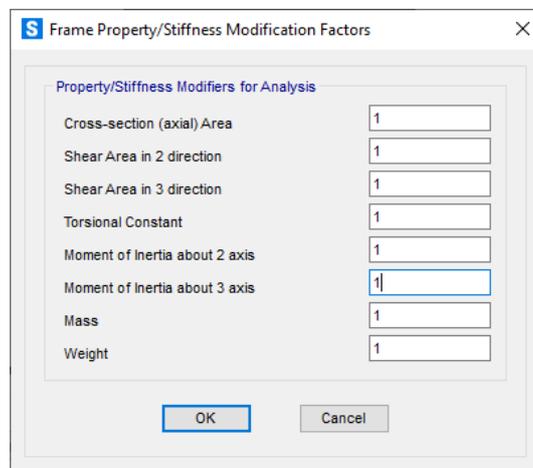


Ilustración 51: Frame Property/ Stiffness Modification Factors

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Aquí se ingresará el área de acero de refuerzo para vigas, que según la NEC- 2015 tanto para el acero superior como inferior se ocupará la fórmula de $14/f_y * b * d$, para los estribos de 8 mm cada 5 cm en zona confinada y 10 cm en zona no confinada, para las vigas, que según el cálculo fue de $6 \Phi 12$ mm de acero de refuerzo, estribos de 8 mm cada 5 cm y 10 cm. Un punto importante es seleccionar **Beam**. No olvidar de colocar el recubrimiento de 3 cm en la parte superior e inferior.

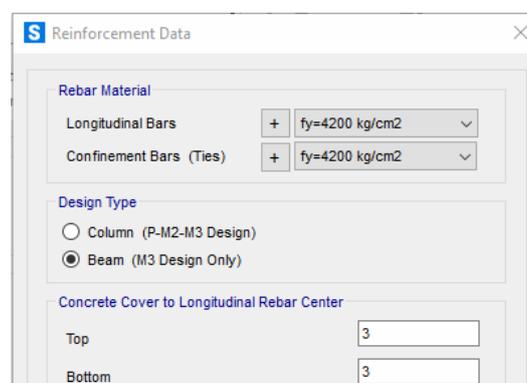


Ilustración 52: Reinforcement Data

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Una vez creados los elementos, genere copias con **Add Copy of Property** para cambiar las resistencias por cuanto los elementos de planta baja, son diferentes a los de planta alta, para llegar al resultado óptimo con todas las resistencias de hormigón y acero para el diseño.

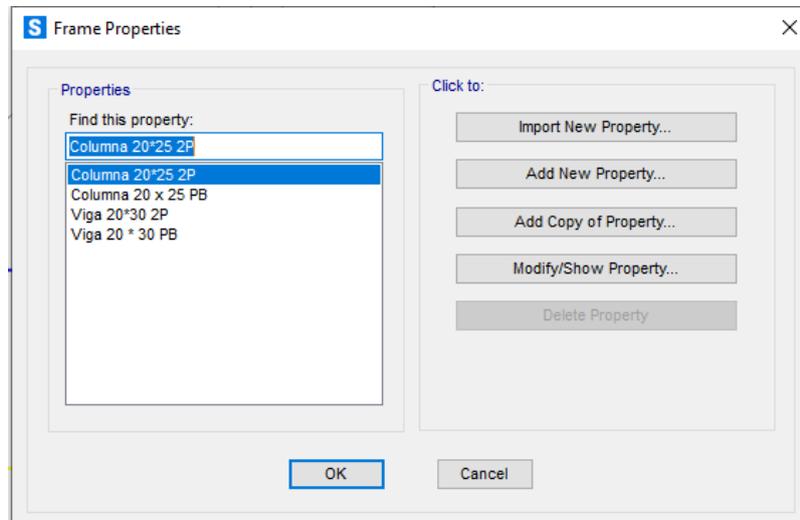


Ilustración 53: Frame Properties

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para crear las losas alivianadas de 20 cm de espesor; previamente se crea una losa maciza equivalente, luego ir a la barra superior, dar clic en **Define**, después **Section Properties**, escoger **Area Sections** y seleccione en **Add New Section**.

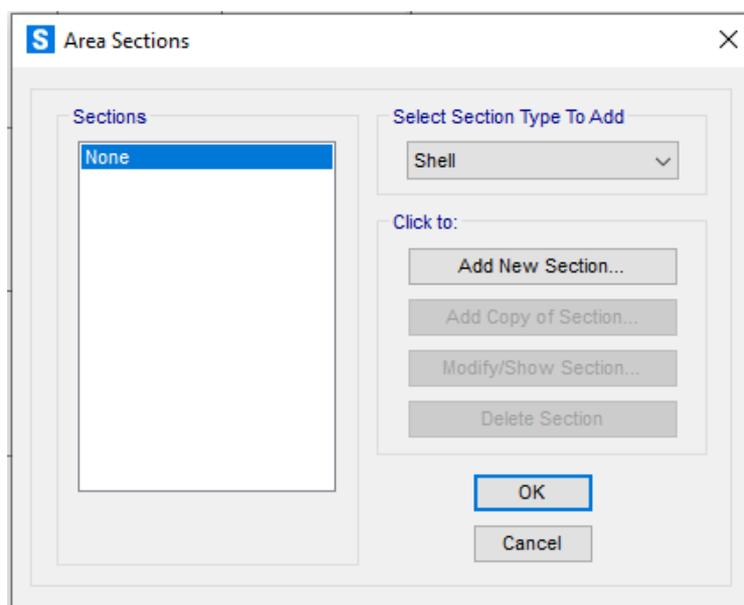


Ilustración 54: Area Sections

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Se desplegará una nueva ventana, donde escribirá el nombre, coloque la altura equivalente de la losa maciza obtenida previamente de 14,50 cm, la resistencia del hormigón que es de 201 kg/cm² y el tipo que es una **Membrane**.

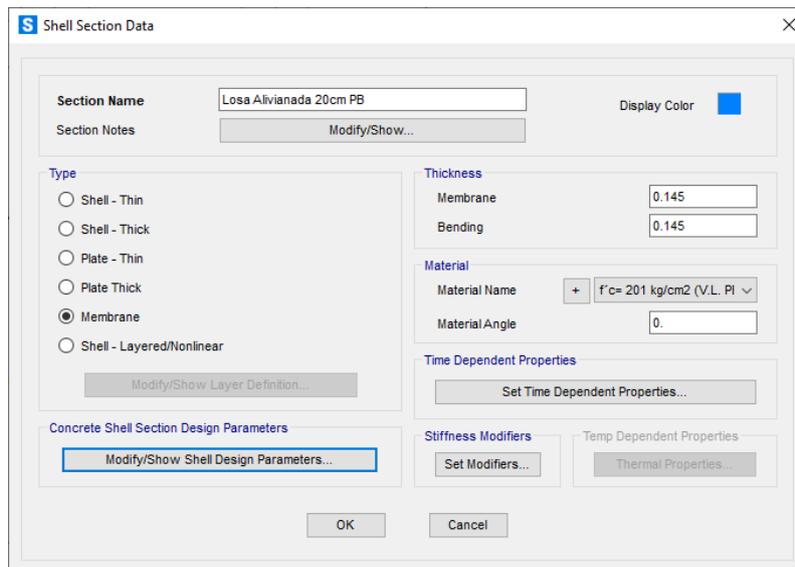


Ilustración 55: Shell Section Data

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Una vez creada la losa se generarán copias con **Add New Section**, para cambiar la resistencia de la planta alta ya que el espesor es el mismo, pero la resistencia diferente, finalmente llegar al resultado óptimo con todas las resistencias de hormigón.

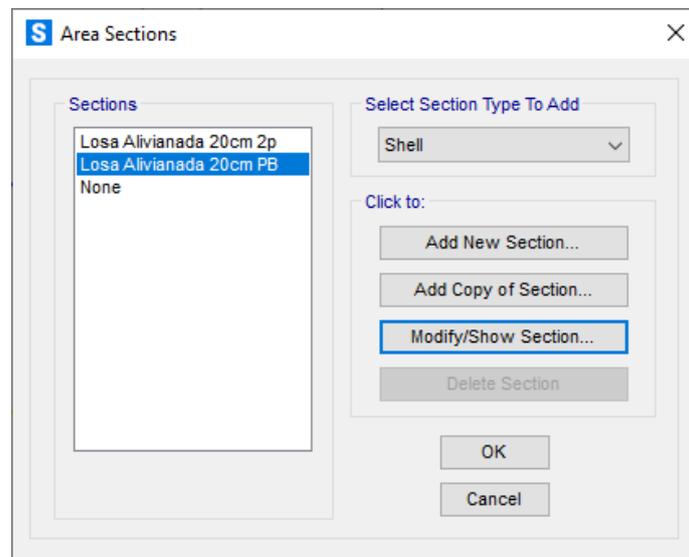


Ilustración 56: Area Sections

Elaboración: (Posso,2021)

Una vez creados todos los elementos, hay que modelarlos, primero en la vista XZ se inserta las columnas para replicar en el cruce de ejes, después en la vista XY se dibujan todas las vigas, tanto en el primer piso como en el segundo piso, para finalizar se inserta la losa; proceso que a continuación se describe:

➤ Para dibujar cada una de las columnas en el plano XZ según las características y propiedades, seleccione **Draw Frame/Cable**, dibuje cada elemento y verifique en la tabla de **Properties of Object** sea la adecuada, después dibuje cada elemento de planta baja y alta.

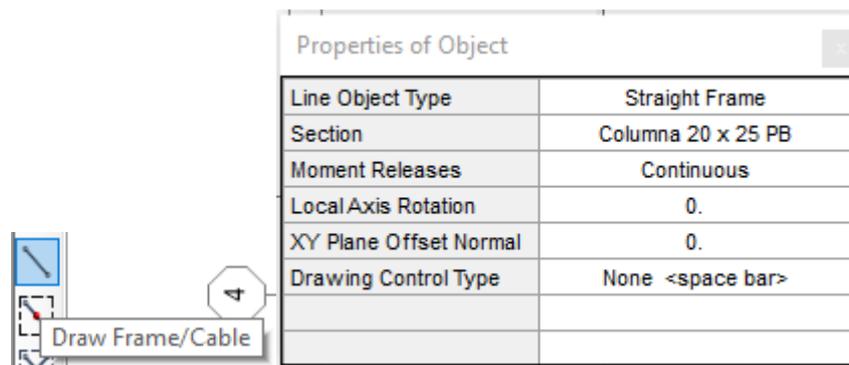


Ilustración 57: Draw Frame/Cable.

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Una vez creadas las columnas se señalan todas y dirigirse a la barra superior, de clic en **Edit**, seleccione **Replicate** y en la ventana que se despliega copiar las columnas en el Eje Y, ingresando la distancia a la cual se desea copiar. Para obtener todas las columnas.

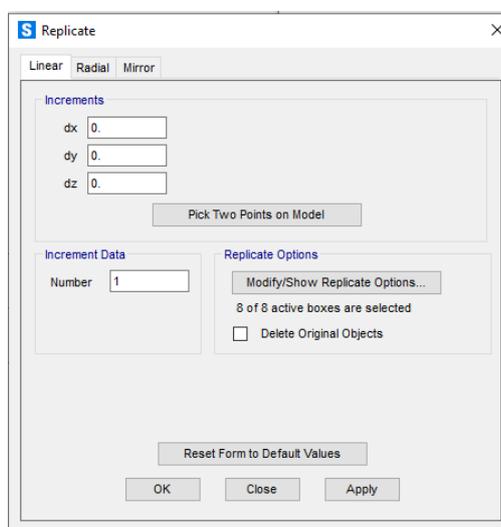


Ilustración 58: Replicate

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para dibujar las vigas en el plano XY según las características y propiedades, se selecciona **Quick Draw Frame/Cable**, luego dibujar cada elemento, ir verificando en la tabla de **Properties of Object** sea la adecuada, dibuje cada elemento de planta baja, sube al siguiente piso y repita el proceso. Quedando así dibujadas las vigas.

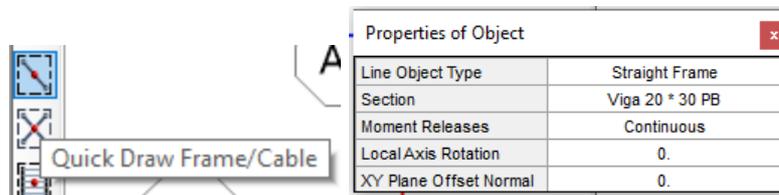


Ilustración 59: Quick Draw Frame/Cable

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para dibujar las losas en el plano XY, seleccione **Draw Rectangular Area**, para dibujar la losa por paneles entre vigas, ir verificando en la tabla de **Properties of Object** que sea la adecuada, dibuje en cada planta, tanto baja como alta. Quedando de esta manera dibujadas las losas.

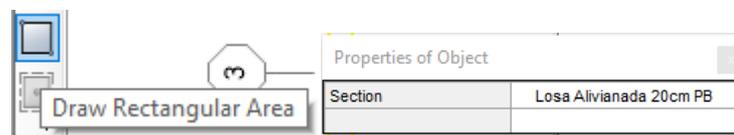


Ilustración 60: Draw Rectangular Area

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para terminar, si se quiere que el modelo tenga clasificado por colores las secciones, dar clic en **Set Display Options**, en **General Options**, marque **Sections**, luego **Extrude** y dar clic en aplicar para poder observar un modelo más ordenado.

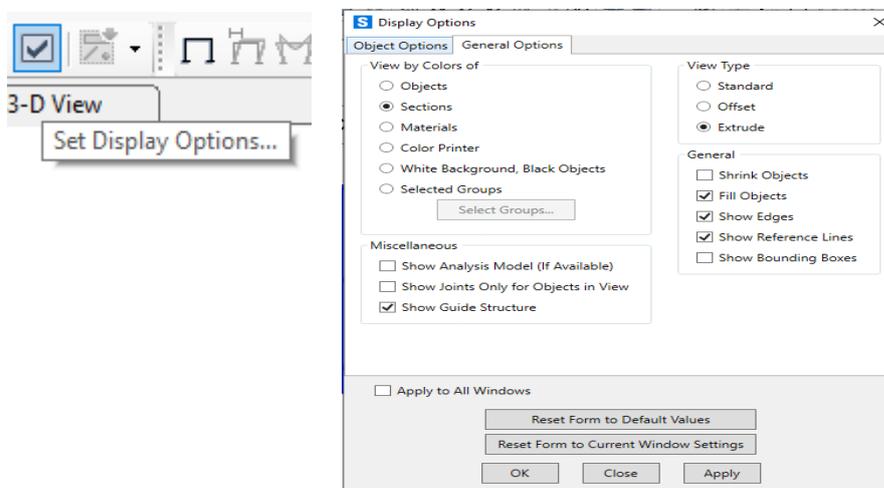


Ilustración 61: Display Options

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para culminar esta etapa se presenta el modelo de la vivienda.

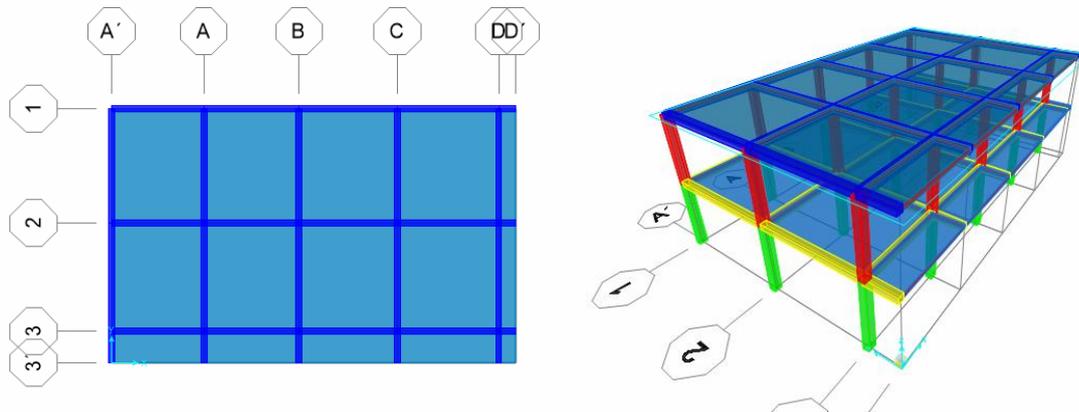


Ilustración 62: Modelo SAP 2000

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Continúe con el cargado de los patrones de carga, agregando uno a uno, según las cargas aplicadas, como son: peso propio, carga muerta, carga viva y sismo en sentido X como en Y. Para ingresar cada patrón dar clic en **Add New Load Pattern**.

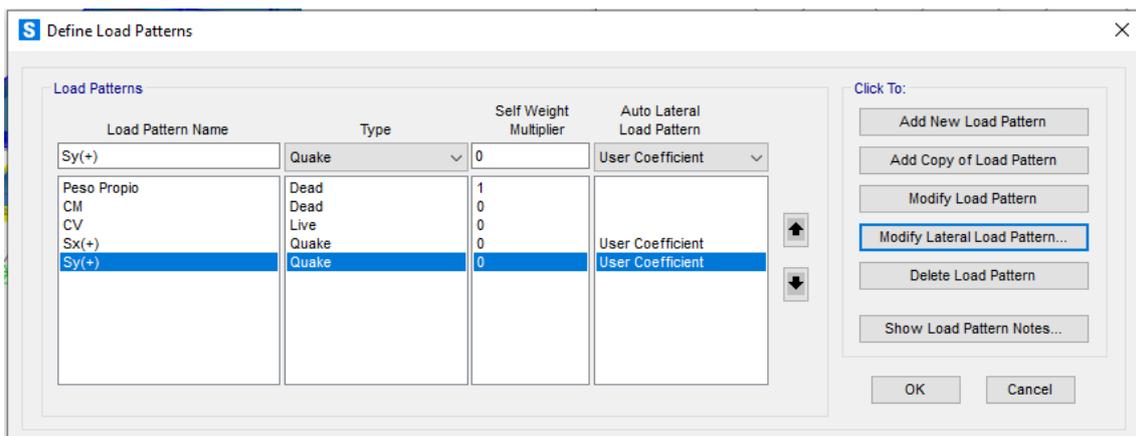


Ilustración 63: Define Load Patterns

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Una vez cargado el sismo (Sx y Sy), dar clic en **Modify Lateral Load Pattern**, además en cada patrón se deberá colocar la dirección, sea X o Y según corresponda, también se coloca el coeficiente del cortante basal que es 0,44 y para el caso de la excentricidad accidental para el método lineal estático, según especifica la NEC-15 es del 10%. Valor que se ingresó en el programa.

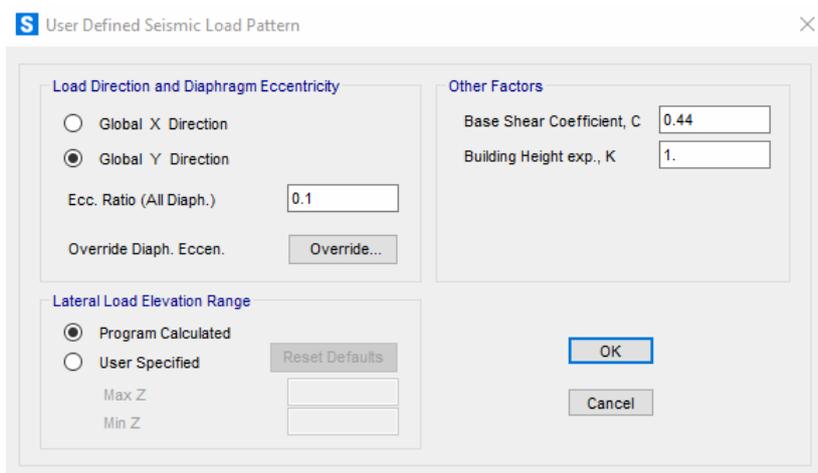
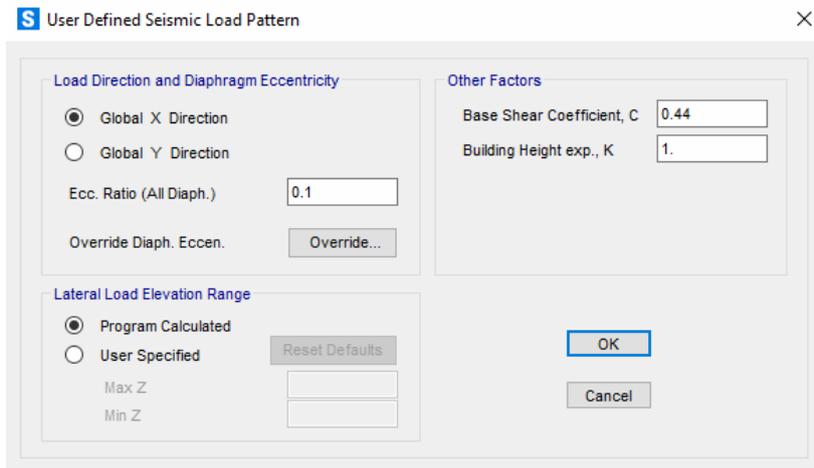


Ilustración 64: User Defined Seismic load Pattern

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para la colocación de la fuente de masa, en la barra superior dar clic en **Define**, después **Mass Source**, luego seleccionar en **Add New Mass Source**.

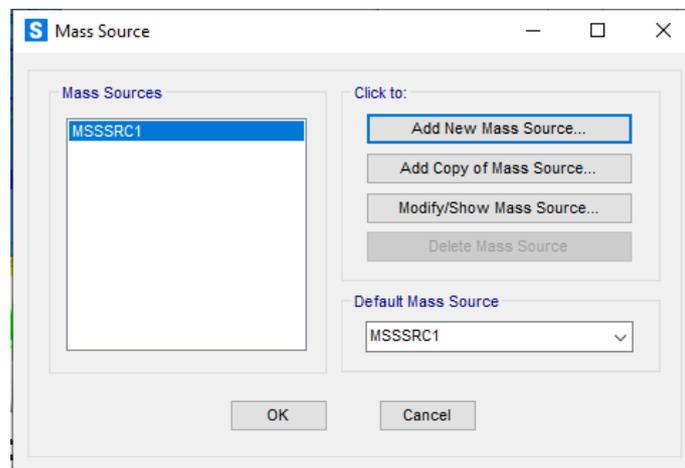


Ilustración 65: Mass Source

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana que se despliega, marcar la opción de **Specified Load Pattern**, en donde se elige los patrones de carga que el programa considera para el análisis, en este caso la carga muerta y el peso propio con un factor de **1**, que considera el 100% de masa de estos patrones. Para guardar las características dar clic en **OK**.

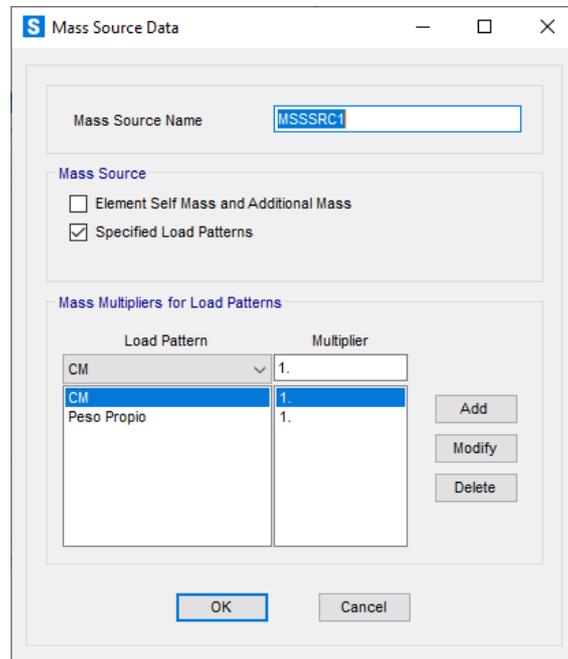


Ilustración 66: Mass Source Data

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para colocar las cargas en las losas modeladas previamente, seleccione las losas y en el panel superior dar clic en **Assign**, luego selecciona **Area Loads**, seguido en **Uniform (Shell)...**

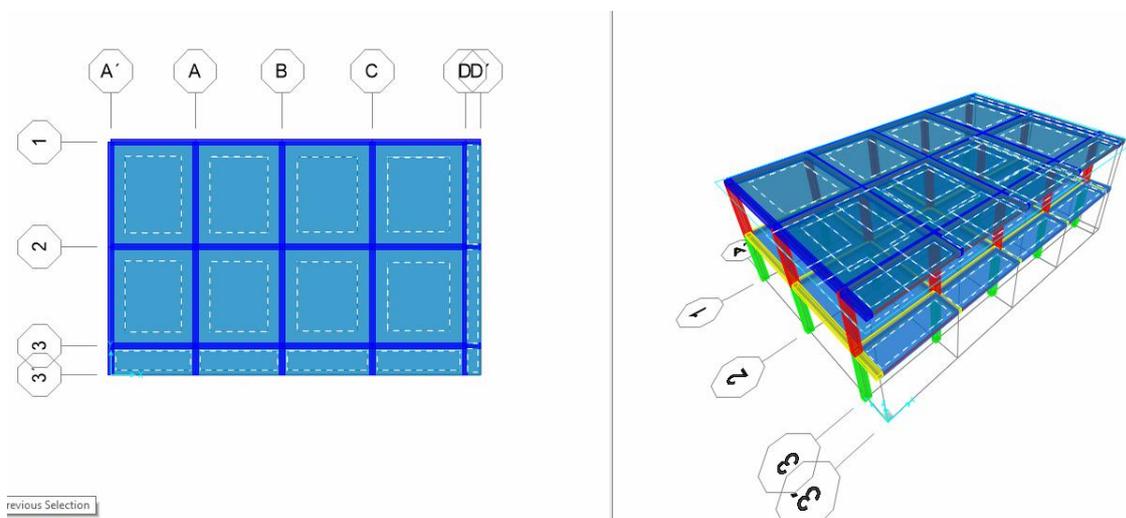


Ilustración 67: Cargas en Losas.

Elaboración: (Posso,2021)

En la ventana que se despliega, seleccione el tipo de carga e ingrese el valor de la carga viva y carga muerta. Tomando en cuenta que en el primer piso se considera la carga muerta al 100 % y en el segundo piso al ser una terraza no se considera el peso de instalaciones, como también el peso de mampostería, sólo se tomará en cuenta $\frac{1}{4}$ del peso total de la mampostería. Cálculo elaborado previamente.

Valores de cargas de primera losa.

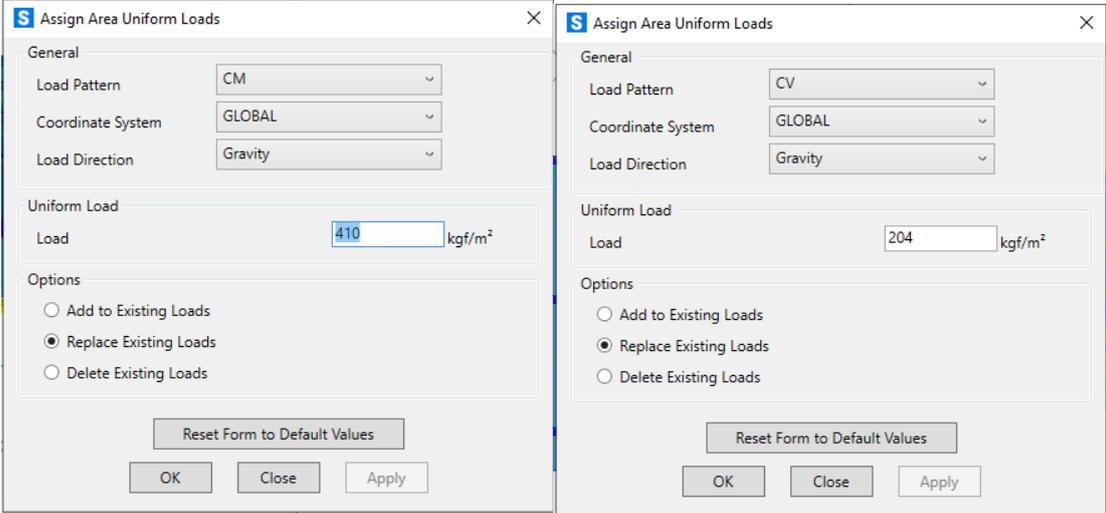


Ilustración 68: Assign Area Uniform Loads. Losa planta baja.

Elaboración: (Posso,2021)

Valores de cargas de segunda losa.

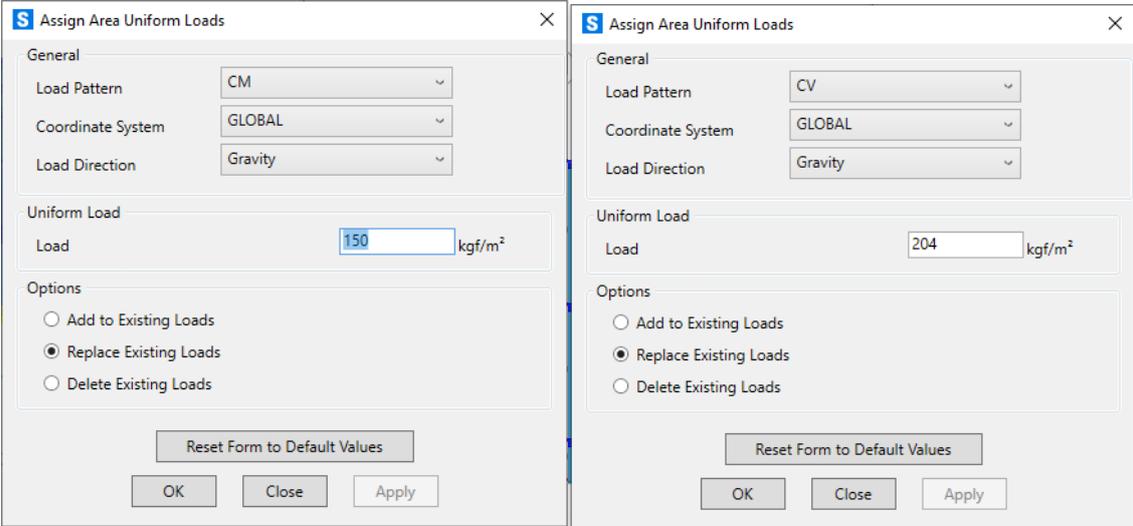


Ilustración 69: Assign Area Uniform Loads. Losa planta alta.

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para crear los apoyos de la estructura ubíquese en el nivel cero, donde se seleccionan los puntos de apoyo y en el panel superior dar clic en **Assign**, escoja **Joint** y presione en **Restraints**.

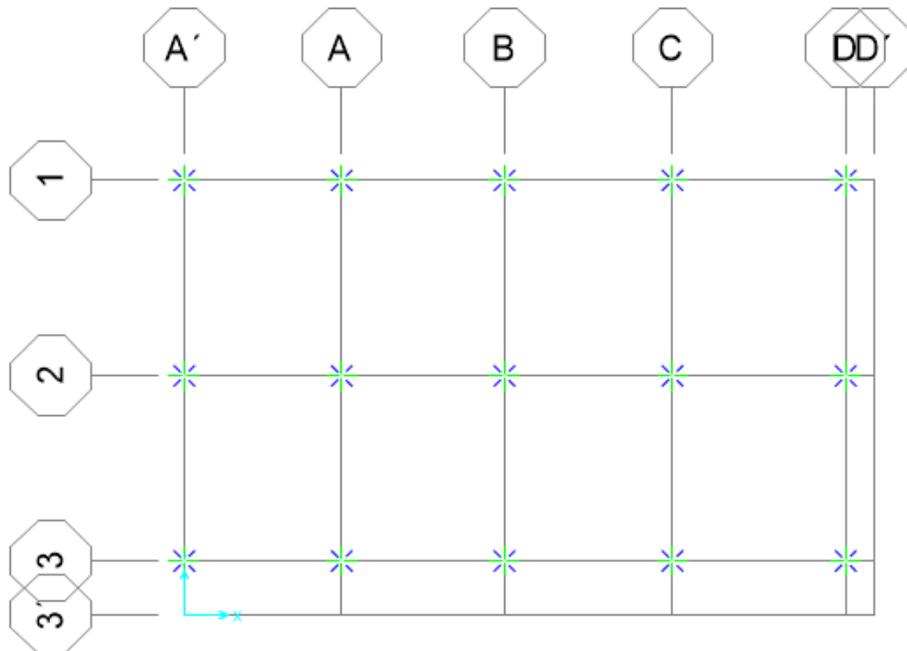


Ilustración 70: Restraints.

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana que se despliega proceda a seleccionar el tipo de apoyo, para este caso es empotrado **Fixed** y dar clic en **Ok**.

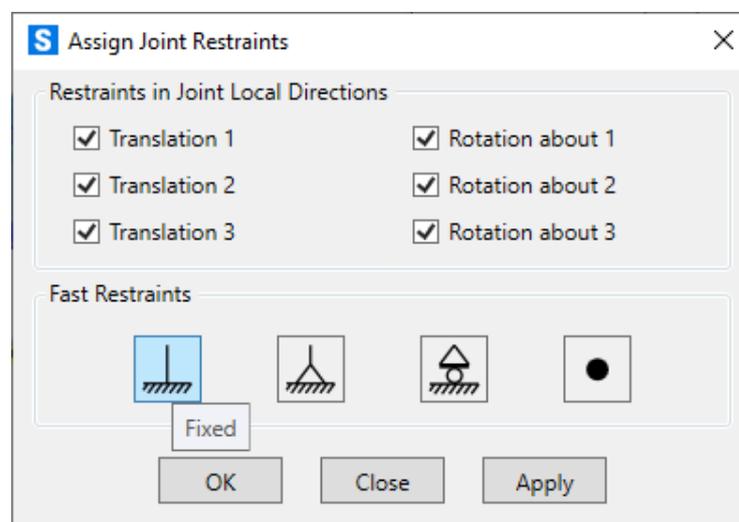


Ilustración 71: Assign Joint Restraints..

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para crear los diafragmas en las losas, en la barra superior dar clic en **Define**, después **Joints Constraints**, posteriormente seleccionar el tipo de restricción en **Diaphragm** y dar clic en **Add New Constraint**.

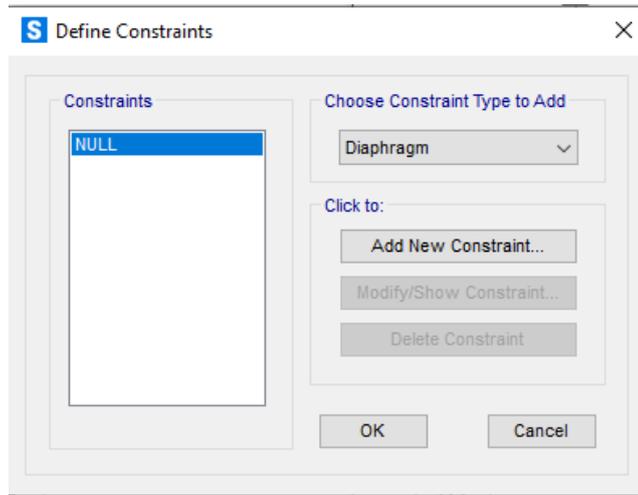


Ilustración 72: Define Constraints.

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana que se despliega, proceder a verificar se encuentre en eje Z y asigne un diafragma a cada nivel. Luego clic en **Ok**.

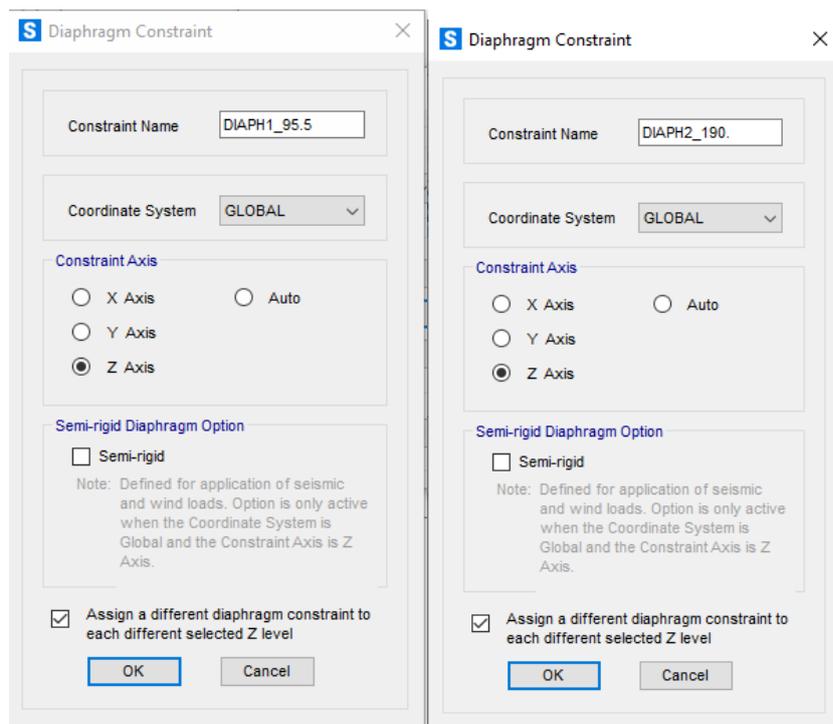


Ilustración 73: Diaphragm Constraint

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para asignar los diafragmas, seleccionar las losas de cada piso, posteriormente en el panel superior dar clic en **Assign**, escoger **Joint**, presionar en **Constraints**. Después seleccione el diafragma correspondiente a cada piso, para terminar de clic en **Apply** y **Ok**.

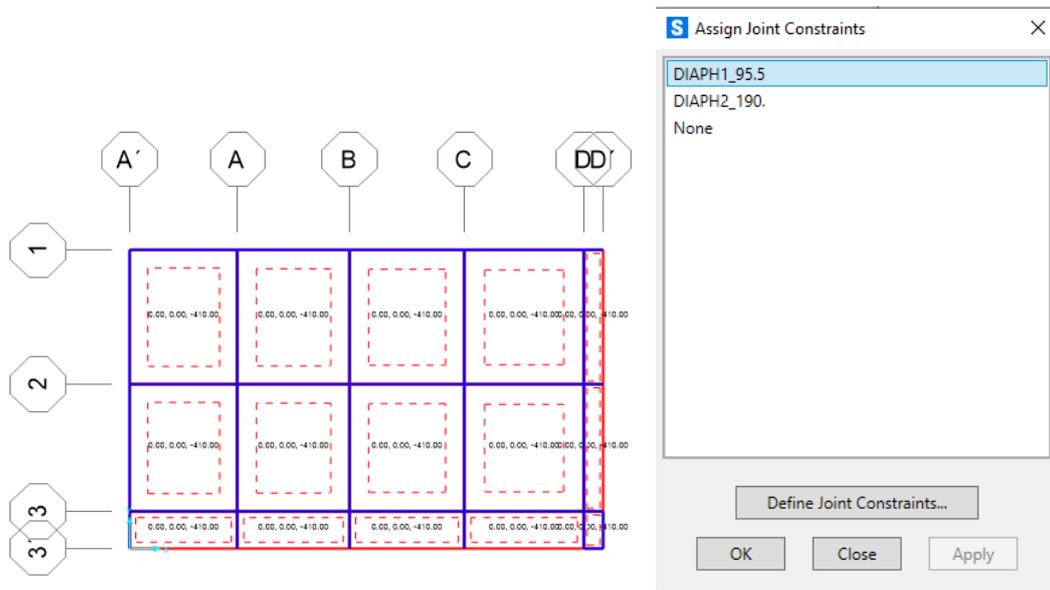


Ilustración 74: Assign Joint Constraints

Elaboración: (Posso,2021)

Al momento de agregar un diafragma, se logra que la estructura trabaje como un solo cuerpo, además permite que todos los puntos de los elementos estructurales tengan el mismo desplazamiento, llegando a tener un diafragma rígido por cada nivel.

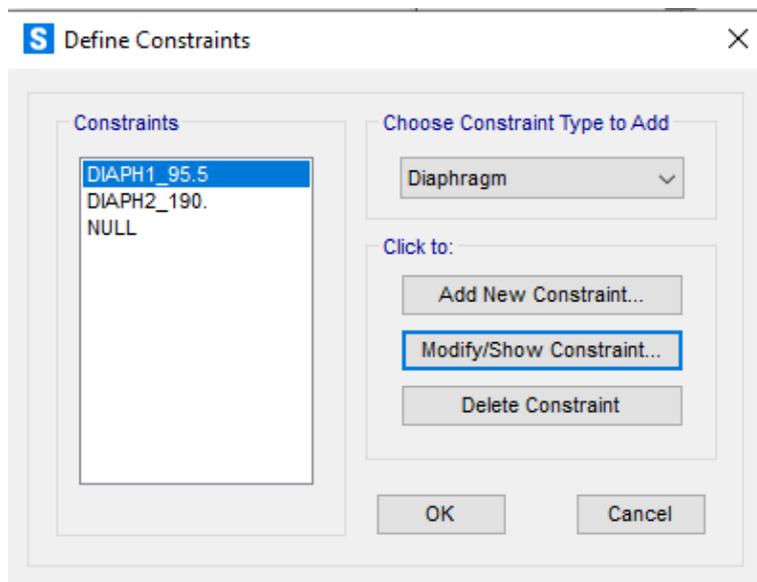


Ilustración 75: Define Constraint

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para crear los brazos rígidos, en el panel superior dar clic en **Select**, luego escoja **Select**, después presione en **Properties** y finalmente **Frame Sections**. En la ventana que se despliega seleccione vigas y columnas, presione **Select** y **Close**.

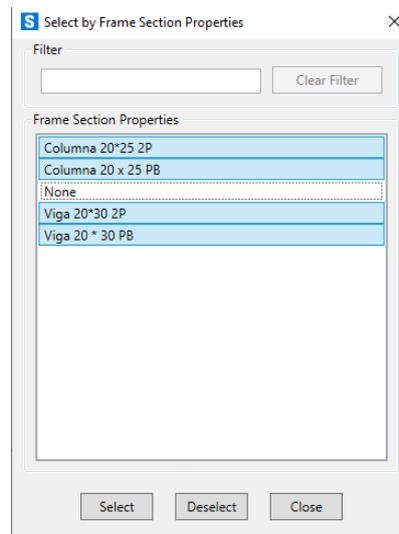


Ilustración 76: Select by Frame Section Properties

Elaboración: (Posso,2021)

Para los sectores de rigidez infinita entre los elementos estructurales, se debe considerar que no existen nudos infinitamente rígidos, por lo que siendo conservadores se ocupará el factor de zona rígida del 50%, considerándolos como nudos flexibles. Con este factor las fuerzas internas se calcularán en la cara de los elementos y tomando en cuenta la rigidez que aportan los nudos a la estructura.

➤ Con los elementos seleccionados, en el panel superior dar clic en **Assign**, escoja **Frame**, presione en **End (Length) Offsets**, se despliega una ventana donde debe colocar un factor de rigidez de 0.5. En este paso se determinan los brazos rígidos de los elementos estructurales como columnas y vigas.

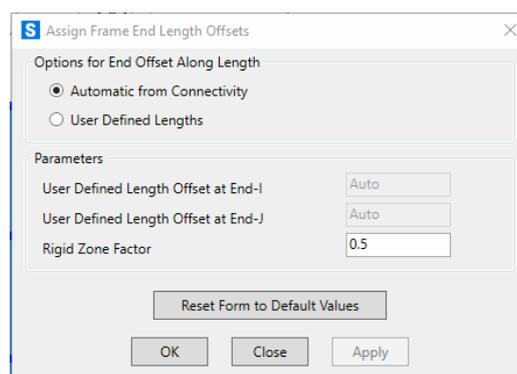


Ilustración 77: Assign Frame End Length Offsets

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para la carga manual del espectro, se ingresa desde un bloc de notas que contiene los períodos y **Sa** del Espectro de Diseño Inelástico calculado según Norma NEC - 2015. Primero en la barra superior dar clic en **Define**, después **Functions**, posteriormente seleccione **Response Spectrum**. A continuación en la ventana que se despliega elija el tipo de función **From File** y para terminar presione en **Add New Function**.

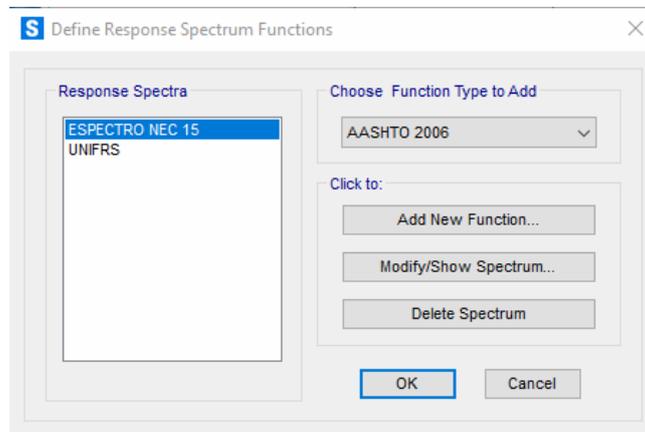


Ilustración 78: Define Response Spectrum Functions

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana que se despliega, dar clic en **Convert to User Defined**.

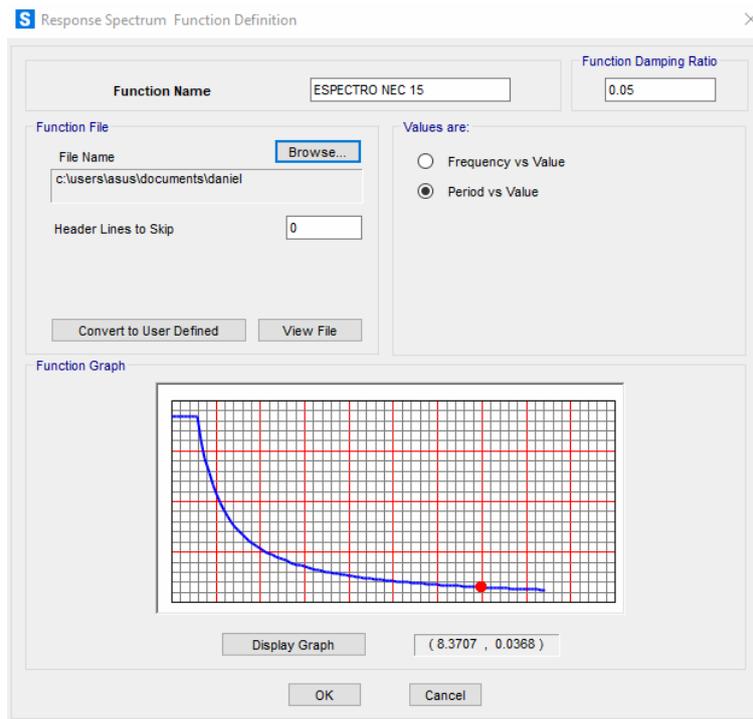


Ilustración 79: Response Spectrum Functions

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Ahora ya procesados los datos ingresados, observe el Espectro de Diseño Inelástico que se ocupará en el estudio. Presione en **Ok**.

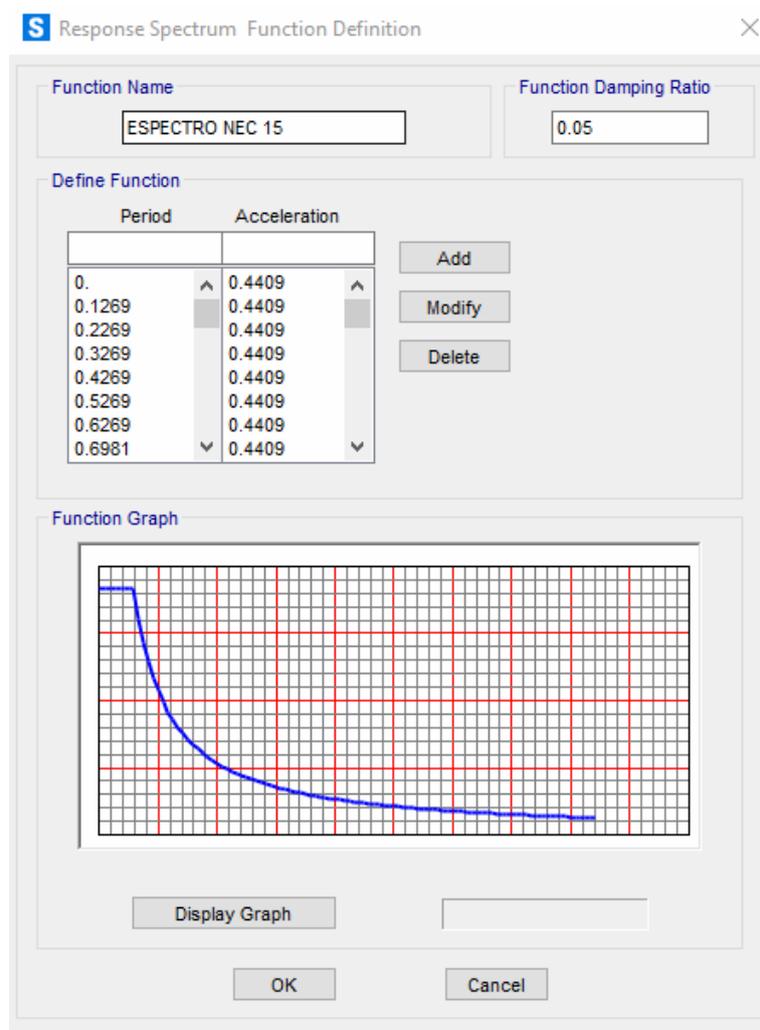


Ilustración 80: Espectro de deseo Inelástico

Elaboración: (Posso,2021)

Nota: Hay que verificar que los valores ingresados sean los mismos que se presentan en el espectro.

➤ Ahora ingrese los casos de diseño de carga (Load Case Data) uno a uno, verificando cada una de sus características y factores, luego en la barra superior dar clic en **Define**, después en **Load Cases...**, posteriormente en la ventana que se despliega elija **Add New Load Case...**

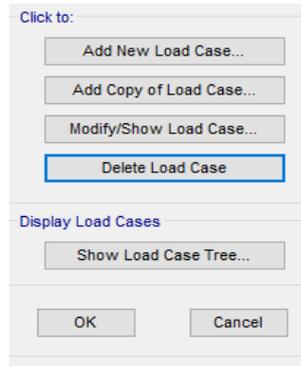


Ilustración 81: Load Case

Elaboración: (Posso,2021)

Para el caso de las cargas de sismos, su factor será de **1** y de tipo **Static**, además el análisis a realizar es **Linear**.

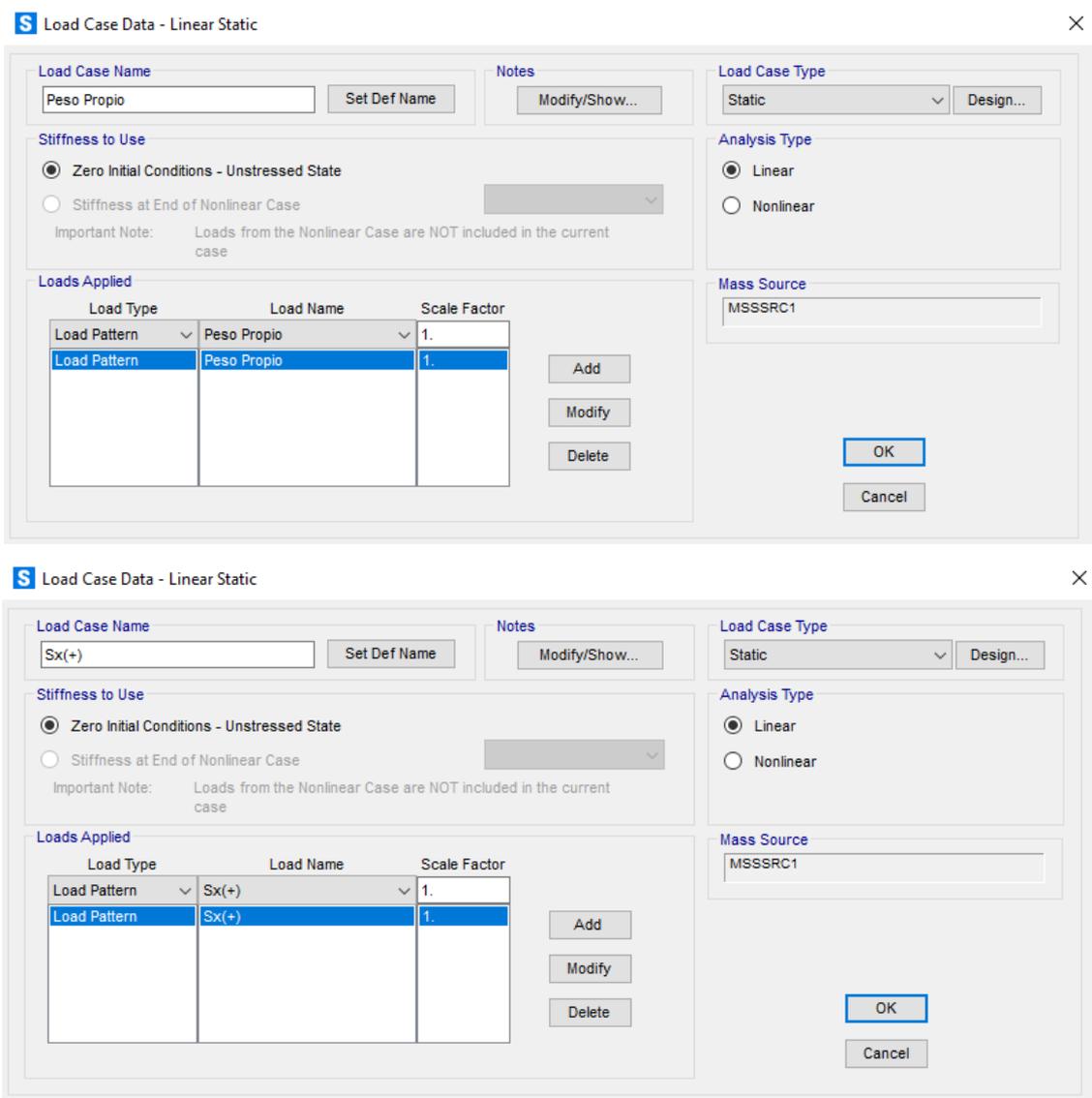


Ilustración 82: Load Case Data-Linear Static

Elaboración: (Posso,2021)

Para el caso de los espectros en X y Y, el factor será de 9.81, el tipo **Response Spectrum**, la combinación modal **CQC** y la combinación direccional **SRSS**. Con la diferencia que para el caso del Espectro en Y, se coloca en **Load Name U2**.

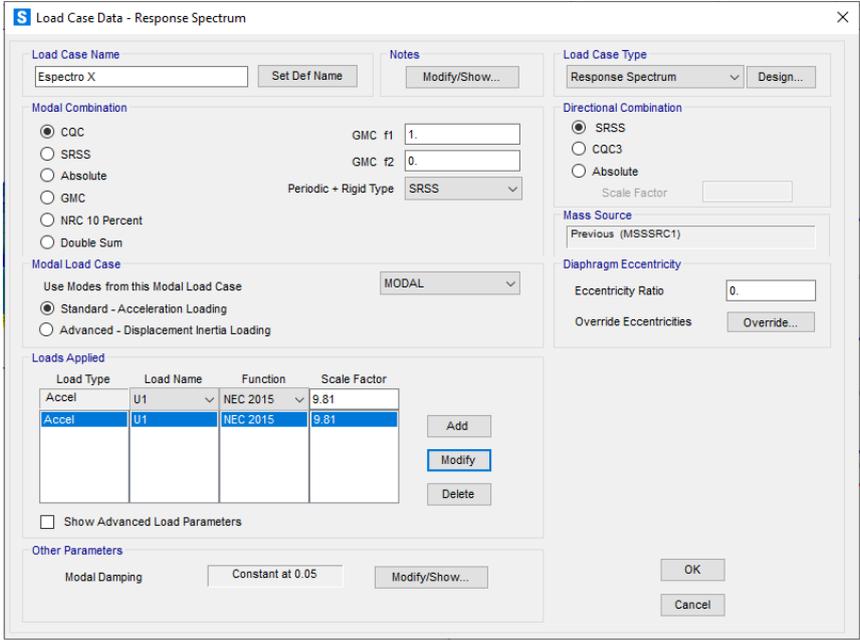


Ilustración 83: Load Case Data-Response Spectrum

Elaboración: (Posso,2021)

Nota: En este paso se le permite actuar al espectro de diseño inelástico tomando en cuenta que el sentido de las fuerzas sísmicas es: Desplazamiento U1 en X; Desplazamiento U2 en Y y Desplazamiento U3 en Z, el factor de escala de 9.81 es la gravedad, de esta manera se conserva el coeficiente de frecuencia y el amortiguamiento modal de la estructura.

➤ Finalmente se presentan los casos de diseño de carga. Luego dar clic en **Ok**.

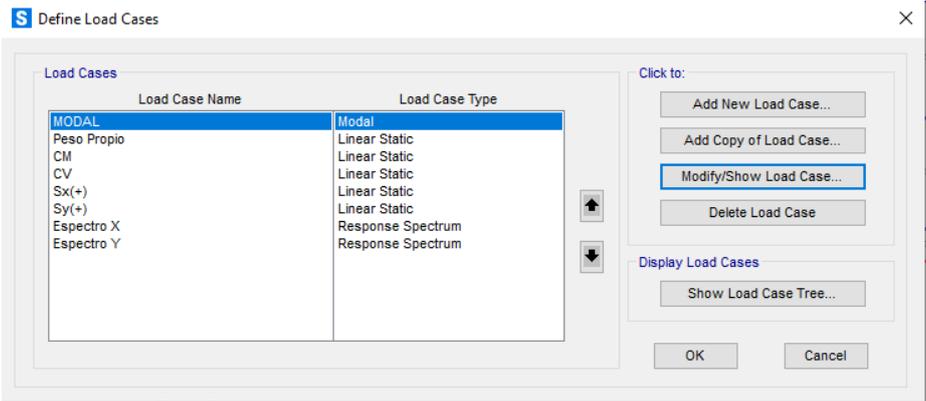


Ilustración 84: Define Load Cases

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para las combinaciones de carga generadas automáticamente, en la barra superior dar clic en **Define**, después en **Load Combinations...** y seleccione la opción de **Add New Combo...**

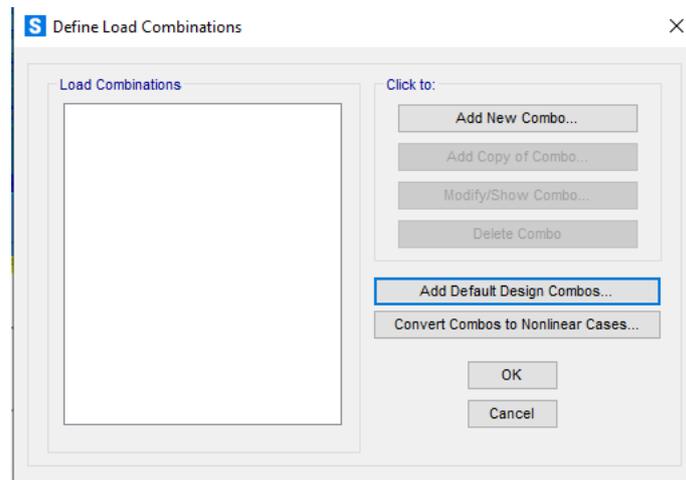


Ilustración 85: Define Load Combinations

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana que se despliega elija **Concrete Frame Design**, posteriormente **Set load Combination Data...**

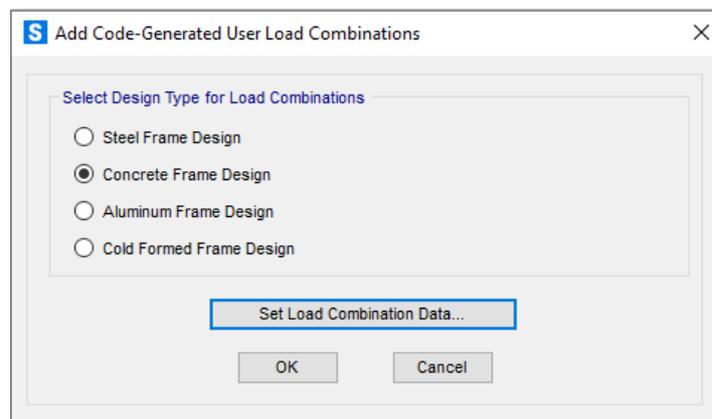


Ilustración 86: Add Code- Generated User Load Combinations

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la nueva ventana, se despliegan las combinaciones, que según la norma NEC - 2015 Cargas No Sísmicas son 10 combinaciones, a continuación verifique una a una que cada combinación sea la adecuada; si no es la deseada, modifique mediante la opción **Modify/Show Combo...**

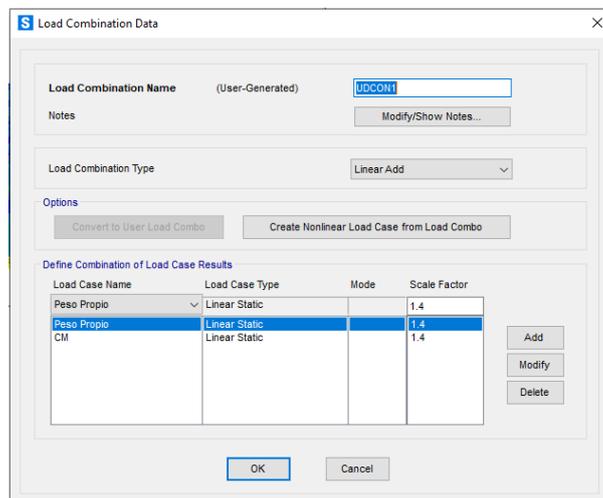
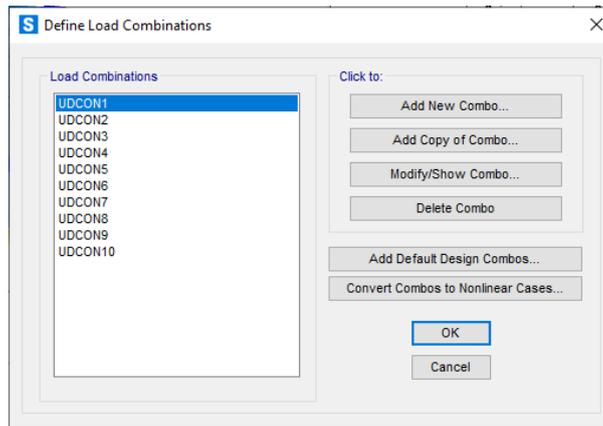


Ilustración 87: Define Load Combinations

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Finalmente, para el análisis de resultados obtenidos, proceda a correr el programa.

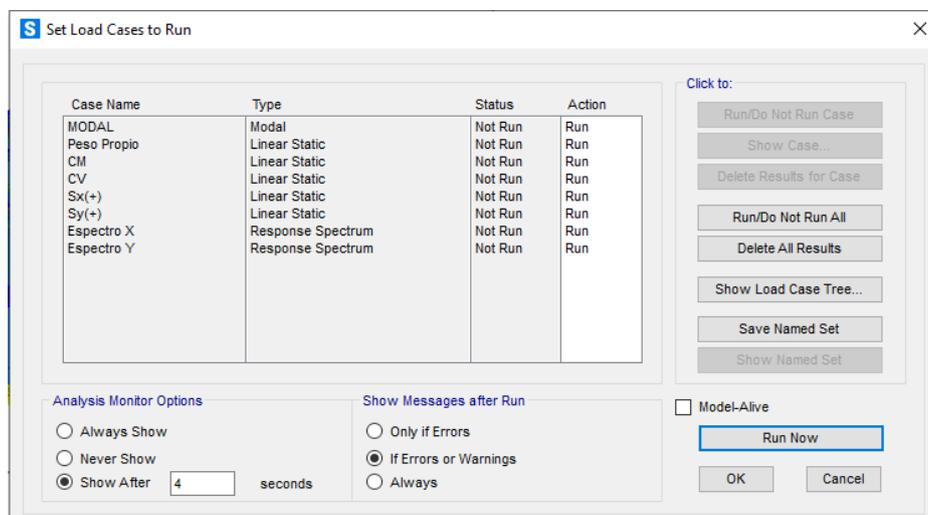


Ilustración 88: Set Load Cases to Run

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para obtener los resultados de análisis del programa, en la barra superior dar clic en **Display**, después **Shows Tables**, en la ventana que se despliega obtendrá todas las tablas y características del modelo y marque según corresponda.

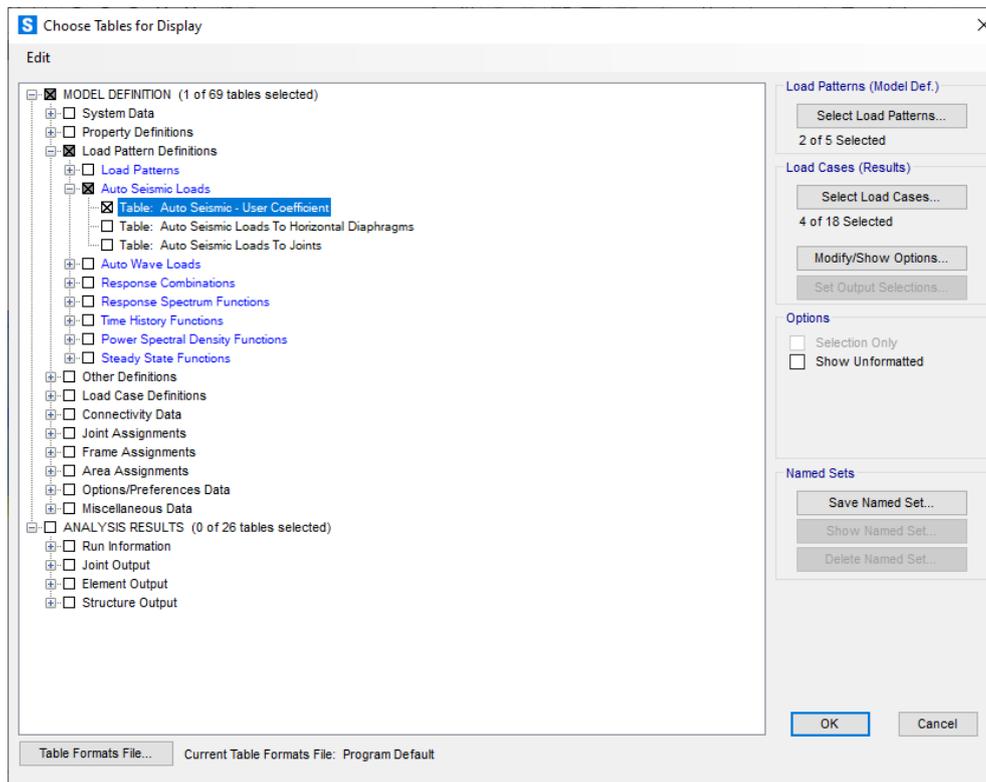


Ilustración 89: Choose Tables for Display

Elaboración: (Posso,2021)

6.5.2. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DEL MÉTODO ESTÁTICO LINEAL

6.5.2.1. VERIFICACIÓN DEL PESO MANUAL CON LA DEL PROGRAMA SAP 2000

En este análisis se realiza la verificación del peso previamente calculado manualmente de la estructura, en la sección 6.2.2, Cargas de cálculo (W); con el peso obtenido en el programa SAP 2000.

Resumen de cálculo del peso manual de la estructura.

$$W = 96 \text{ m}^2 * 951.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 91307.52 \text{ kg} = 91.307 \text{ Ton}$$

Cálculo de W, para la segunda losa:

$$W = 109.54 \text{ m}^2 * 691.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 75705.28 \text{ kg} = 75.705 \text{ Ton}$$

W Total

$$W = 91.307 + 75.705 = 167.012 \text{ Ton}$$

Peso de la estructura total obtenido en el programa.

S Auto Seismic - User Coefficient								
File View Edit Format-Filter-Sort Select Options								
Units: As Noted						Auto Seismic - User Coefficient		
Filter:								
	LoadPat Text	Dir Text	PercentEcc Unitless	EccOverride	UserZ Yes/No	C Unitless	K Unitless	WeightUsed
▶	Sx(+)	X	0.1	No	No	0.44	1	167.9513
	Sy(+)	Y	0.1	No	No	0.44	1	167.9513

Ilustración 90: Peso SAP 2000.

Elaboración: (Posso,2021)

Como se observa el peso calculado manualmente es de 167.012 Ton y el peso en el programa es de 167.95 Ton, de esta manera se verifica que el cálculo manual con el cálculo del modelo coinciden, comprobándose que se encuentran bien elaborados.

167.01	167.95	
Variación =		0.56 %

La pequeña variación del 0.56 % se presenta, porque el programa toma los datos más exactos tanto en área como en cargas.

6.5.2.2. VERIFICACIÓN DE FUERZAS LATERALES CALCULADAS MANUALMENTE CON LA FUERZAS DEL PROGRAMA SAP 2000

En este punto se realiza la verificación de las fuerzas laterales calculadas manualmente previamente en la sección 6.2.2, Cargas de cálculo (W); correspondiente a la distribución del Cortante Basal, con la obtenida en el programa SAP 2000.

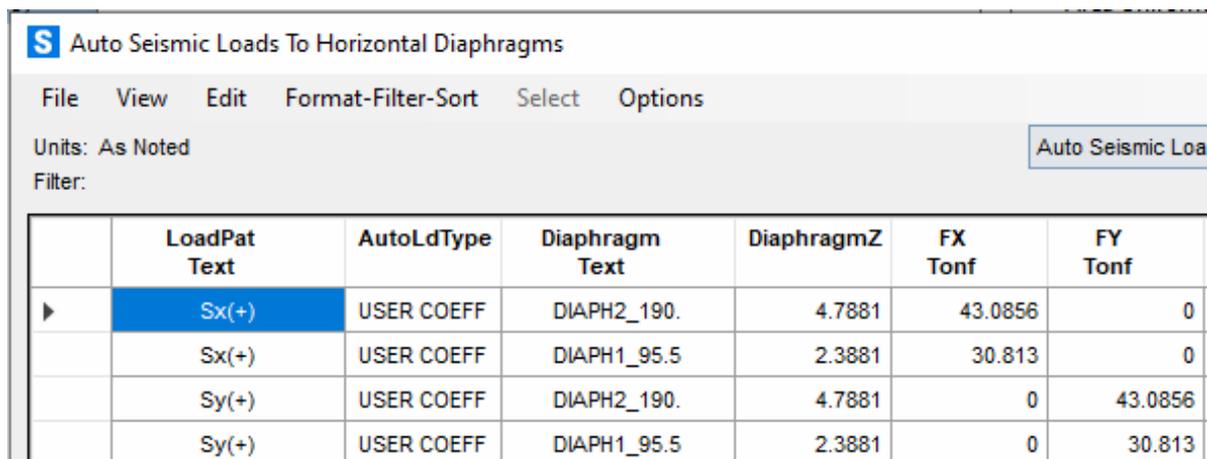
Distribución del Cortante Basal manualmente por cada piso

Pisos	MASA (Ton)	V respecto a la masa (kg)	ALTURA (m)	V respecto a la altura (kg)	% de masa	% de altura	% Promedio de afectacion V	V distribuido por piso. (Ton)
2P	91.307	40256.2418	4.75	49262.0059	0.54670922	0.67	0.60786165	44.7591238
PB	75.705	33377.4933	2.35	24371.7292	0.45329078	0.33	0.39213835	28.8746113
TOTAL	167.01	73633.7351	7.1	73633.7351	1	1	1	73.6337351

Tabla 39: Verificación de fuerzas laterales.

Elaboración: (Posso,2021)

Distribución del Cortante Basal manualmente por cada piso



LoadPat Text	AutoLdType	Diaphragm Text	DiaphragmZ	FX Tonf	FY Tonf
Sx(+)	USER COEFF	DIAPH2_190.	4.7881	43.0856	0
Sx(+)	USER COEFF	DIAPH1_95.5	2.3881	30.813	0
Sy(+)	USER COEFF	DIAPH2_190.	4.7881	0	43.0856
Sy(+)	USER COEFF	DIAPH1_95.5	2.3881	0	30.813

Ilustración 91: Fuerzas Laterales SAP 2000.

Elaboración: (Posso,2021)

Para la verificación de los resultados se realiza un cuadro comparativo donde se aprecia que la variación es 0.36 %, es mínima como se explicó anteriormente, que el programa toma datos exactos.

Comprobación de Fuerzas Laterales			
Piso	Resultados SAP (Ton)	Cálculo Manual (Ton)	Observación
2P	43.09	44.76	ok
PB	30.81	28.87	ok
Σ	73.9	73.63	ok
	Variación=		0.36 %

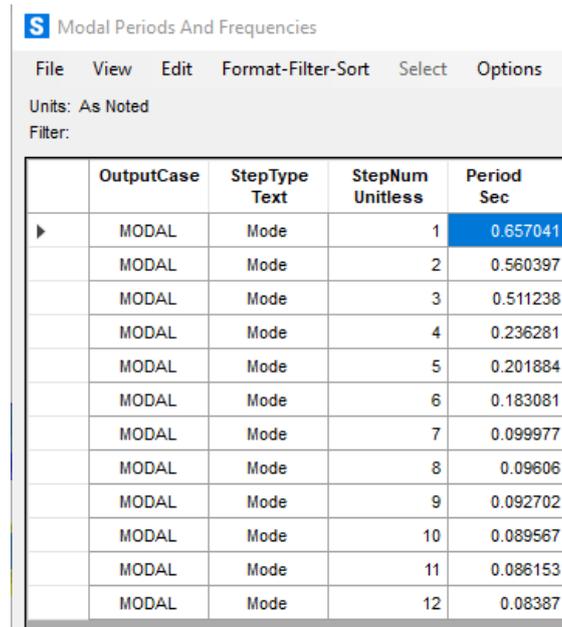
Tabla 40: Comparación de cargas laterales.

Elaboración: (Posso,2021)

6.5.2.3. COMPARACIÓN DEL PERIODO DE VIBRACIÓN DE LA NEC-2015 CON EL PROGRAMA SAP 2000

Se realizará una comparación entre el periodo de vibración obtenido en el programa SAP 2000, con el periodo de vibración obtenido en base a la Norma NEC - 2015, previamente descrito en la sección 6.1.2, CÁLCULO DE T, TC, TO.

Periodo de vibración obtenido en el programa SAP 2000.



The screenshot shows the 'Modal Periods And Frequencies' window in SAP 2000. The window title is 'S Modal Periods And Frequencies'. The menu bar includes 'File', 'View', 'Edit', 'Format-Filter-Sort', 'Select', and 'Options'. Below the menu bar, it says 'Units: As Noted' and 'Filter:'. The main area contains a table with the following columns: 'OutputCase', 'StepType Text', 'StepNum Unitless', and 'Period Sec'. The table lists 12 modes, with the first mode (StepNum 1) highlighted in blue, showing a period of 0.657041 seconds.

	OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec
▶	MODAL	Mode	1	0.657041
	MODAL	Mode	2	0.560397
	MODAL	Mode	3	0.511238
	MODAL	Mode	4	0.236281
	MODAL	Mode	5	0.201884
	MODAL	Mode	6	0.183081
	MODAL	Mode	7	0.099977
	MODAL	Mode	8	0.09606
	MODAL	Mode	9	0.092702
	MODAL	Mode	10	0.089567
	MODAL	Mode	11	0.086153
	MODAL	Mode	12	0.08387

Ilustración 92: Periodo de Vibración. SAP 2000.

Elaboración: (Posso,2021)

Periodo obtenido en base a la NORMA NEC-2015.

Según la NORMA NEC – 2015, el periodo de vibración calculado en base al método 1 se obtuvo un resultado de:

T = 0.232 segundos.

Como segundo paso en la NORMA NEC - 2015, el método 2 de cálculo del periodo de vibración, especifica que el periodo fundamental **T_a** no podrá ser mayor en un 30% al valor de **T** calculado previamente en el método 1, en base a la norma nuestra estructura tiene que estar por debajo de este periodo de vibración **T_a**.

$$T_{max}(T_a) = T * 1.3 = 0.2332 * 1.3 = 0.316 \text{ s} \quad \text{(Ec.27)}$$

Como se puede observar nuestro periodo no cumple, por cuanto el periodo máximo es de 0.32 s y el obtenido es de 0.657 s, determinando que la estructura sobrepasa en el doble al máximo periodo, de esta manera la estructura se considera inestable.

6.5.2.4. COMPROBACIÓN PARTICIPACIÓN DE LA MASA MODAL

En este paso se comprueba que según la Norma NEC - 2015, sección 6.2; todos los modos que involucren la participación de una masa modal acumulada deben ser de al menos el 90% de la masa total de la estructura, en cada una de las direcciones horizontales principales consideradas. (NEC, 2015)

S Modal Load Participation Ratios					
File View Edit Format-Filter-Sort Select Options					
Units: As Noted					
Filter:					
	OutputCase	ItemType Text	Item Text	Static Percent	Dynamic Percent
▶	MODAL	Acceleration	UX	99.9999	99.9765
	MODAL	Acceleration	UY	99.9997	99.978

Ilustración 93: Participación de masa modal. SAP 2000.

Elaboración: (Posso,2021)

Como se observa en todas las direcciones horizontales son mayores al 90 %, en este caso cumple con la norma NEC - 2015.

6.5.2.5. CORRECCIÓN DEL CORTANTE BASAL

Procederemos a verificar si el cortante en la base, cumple con las condiciones que nos impone la Norma NEC - 2015, sección 6.2 página 56; que especifica:

- < 80% del Cortante Basal V obtenido por el método estático (estructuras regulares)
- < 85% del Cortante Basal V obtenido por el método estático (estructuras irregulares).

Resultado de SAP 2000.

S Base Reactions					
File View Edit Format-Filter-Sort Select Options					
Units: As Noted					
Filter:					
	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf
▶	Sx(+)	LinStatic		-73.8986	4.07E-12
	Sy(+)	LinStatic		-1.406E-11	-73.8986
	Espectro X	LinRespSpec	Max	58.5934	5.3138
	Espectro Y	LinRespSpec	Max	5.3138	64.9187

Ilustración 94: Base Reactions. SAP 2000. Sin Corrección.

Elaboración: (Posso,2021)

En función de los resultados del programa SAP 2000, no cumplen por lo que se procede con el ajuste del Corte Basal de los resultados obtenidos.

$$\text{Para X} \quad \frac{\text{Espectro X}}{S_x} * 100 = \frac{58.5934}{73.8986} * 100 = 79.89 \% \quad \text{(Ec.28)}$$

Para Y
$$\frac{Espectro Y}{S_y} * 100 = \frac{64.9187}{73.8986} * 100 = 87.85 \% \quad (Ec.29)$$

Como la estructura presenta irregularidad vertical, debe tener un 85 %, por lo que se procede con la corrección para X que no cumple.

Corrección en X
$$\frac{S_x}{Espectro X} * 9.81 = \frac{73.8986}{58.5934} * 9.81 = 12.3725 \quad (Ec.30)$$

Este factor cambiaremos en el factor de escala en Espectro X.

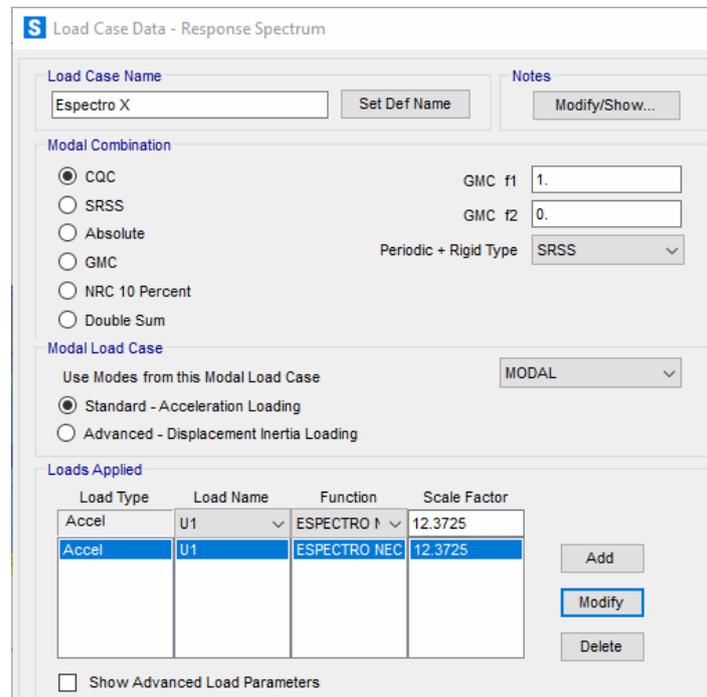


Ilustración 95: Load Case Data-Response Spectrum. Corrección.

Elaboración: (Posso,2021)

Una vez cambiado este factor se corrige el cortante en la base.

	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX Tonf	GlobalFY Tonf
▶	Sx(+)	LinStatic		-73.8986	-1.299E-12
	Sy(+)	LinStatic		-1.564E-11	-73.8986
	Espectro X	LinRespSpec	Max	73.8988	6.7018
	Espectro Y	LinRespSpec	Max	5.3138	64.9187

Ilustración 96: Base Reactions. SAP 2000. Con Corrección.

Elaboración: (Posso,2021)

6.5.2.6. VERIFICACIÓN DE DERIVAS

En la verificación de derivas de piso, se elegirá una esquina de la estructura que en nuestro caso es la intercesión de los ejes 1 A', donde tenemos que identificar los nodos en los cuales se aplicarán las fuerzas laterales, como nodo del primer piso es el punto 31 y nodo del segundo piso es el punto 5. En estos puntos se verificará las deformaciones de las derivas elásticas, para calcular el desplazamiento entrepiso se resta el desplazamiento del segundo piso con el del primer piso y se divide para la altura. Como se explica en la Norma NEC - 2015, posteriormente se calculará la deriva inelástica máxima, en base a la siguiente ecuación obtenida de NEC - 2015.

$$\text{Deriva Inelástica máxima}(\Delta M) = 0.75 * R * \Delta e \quad \text{(Ec.31)}$$

Posterior a este cálculo se verificará si cumple con el límite permisible de derivas de piso, que según la Norma NEC - 2015, Sección 4.2.2. pág. 40; el límite para estructuras de hormigón armado es de 0.02

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

Tabla 41: Valores de derivas máximas en estructuras.

Fuente: (NEC 2015)

TABLE: Joint Displacements				
Joint	OutputCase	CaseType	U1	U2
Text	Text	Text	m	m
5	Sx(+)	LinStatic	0.046354	0.004589
5	Sy(+)	LinStatic	-0.011554	0.046838
31	Sx(+)	LinStatic	0.022908	0.002292
31	Sy(+)	LinStatic	-0.005775	0.02315

Tabla 42: Tabla de desplazamientos de los puntos 31 y 5. SAP 2000

Elaboración: (Posso,2021)

$$\text{Derivas Elásticas } (\Delta e) X = \frac{P5.Sx - P31.Sx}{hpiso} = \frac{0.046 - 0.023}{2.35 \text{ m}} = 0.0098 \quad \text{(Ec.32)}$$

$$\text{Derivas Elásticas } (\Delta e) Y = \frac{P5.Sy - P31.Sy}{hpiso} = \frac{0.047 - 0.023}{2.25 \text{ m}} = 0.0107 \quad \text{(Ec.33)}$$

$$\text{Deriva Inelástica máxima}(\Delta M) X = 0.75 * R * \Delta e = 0.75 * 3 * 0.098 = 0.022$$

$$\text{Deriva Inelástica máxima}(\Delta M) Y = 0.75 * R * \Delta e = 0.75 * 3 * 0.0107 = 0.024$$

Tabla de Desplazamientos en los puntos 31 y 5. SAP 2000			
	PUNTOS	SISMO (X)	SISMO (Y)
		U1	U2
Desplazamiento en el 2do piso	5	0.046	0.047
Desplazamiento en el 1er piso	31	0.023	0.023
Derivas Elásticas (Δe)		0.00978723	0.01066667
Derivas Inelásticas Máximas (ΔM)		0.022	0.024
$\delta < 0,02$		COLAPSO	COLAPSO

Tabla 43: Tabla de verificación de derivas máximas.

Elaboración: (Posso,2021)

En la tabla se puede apreciar que el resultado de las derivas inelásticas máximas de piso no se cumple en ningún sentido, por estar por encima del límite permisible de derivas de 0.02 contemplado en la NEC-2015, por lo que la estructura es inestable y podría colapsar.

6.6. DESARROLLO DEL MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL

6.6.1. MODELAMIENTO EN EL PROGRAMA SAP 2000

Para la modelación del método Estático no Lineal, se sigue el mismo procedimiento que el Método Estático Lineal, con las excepciones de que no se colocará diafragmas, ni brazos rígidos, además de los siguientes cambios:

➤ En la fuente de masa a diferencia de la anterior se agrega la carga viva, de la siguiente manera: en la barra superior dar clic en **Define**, después **Mass Source**, posteriormente seleccione en **Modify/Show Mass Source**.

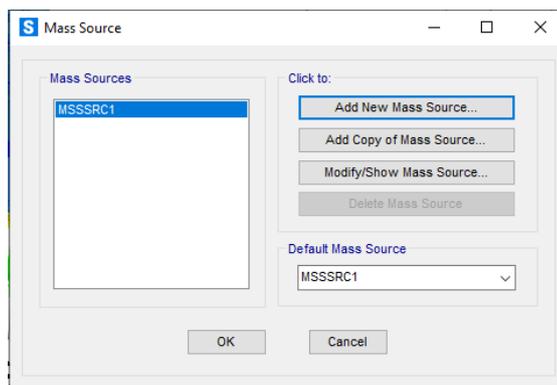


Ilustración 97: Mass Source

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la nueva ventana que se despliega, marcar la opción **Specified Load Pattern**, luego elija los patrones de carga que se consideran en el análisis, en este caso es la carga muerta y el peso propio con un factor de **1** y la carga viva con un factor de **0.25**. Para guardar estas características dar clic en **OK**.

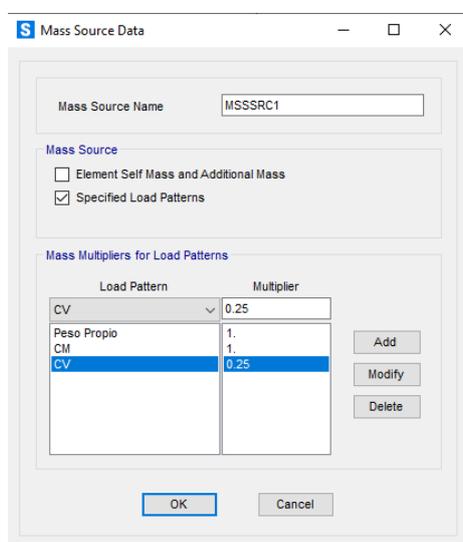


Ilustración 98: Mass Source Data

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para la carga manual del espectro, se ingresa desde un bloc de notas que contiene los períodos y **Sa** del Espectro de Diseño Inelástico calculado según Norma NEC - 2015. Primero en la barra superior dar clic en **Define**, después **Functions**, posteriormente seleccione **Response Spectrum**. A continuación en la ventana que se despliega elija el tipo de función **From File** y para terminar presione en **Add New Function**.

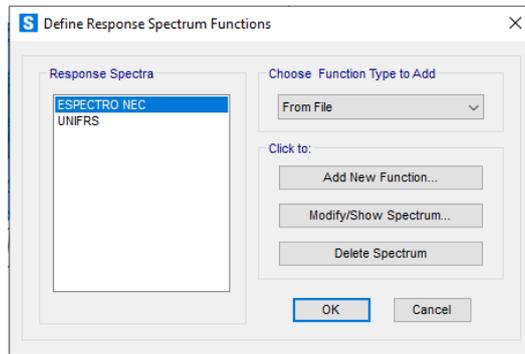


Ilustración 99: Define Response Spectrum Function

Elaboración: (Posso,2021)

➤ En la ventana que se despliega, dar clic en **Convert to User Defined**.

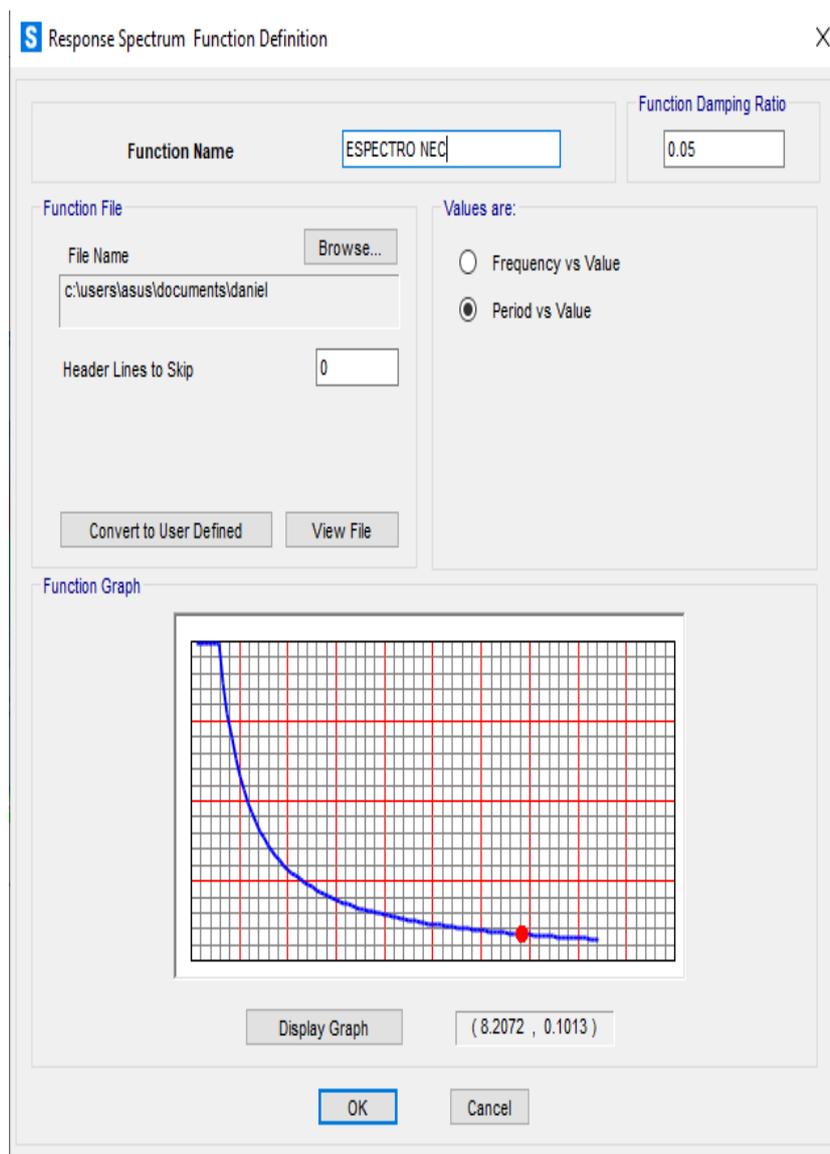


Ilustración 100: Response Spectrum Function Definition

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Procesados los datos ingresados, observe el Espectro de Diseño Elástico que se ocupará en el estudio. Presione en **Ok**.

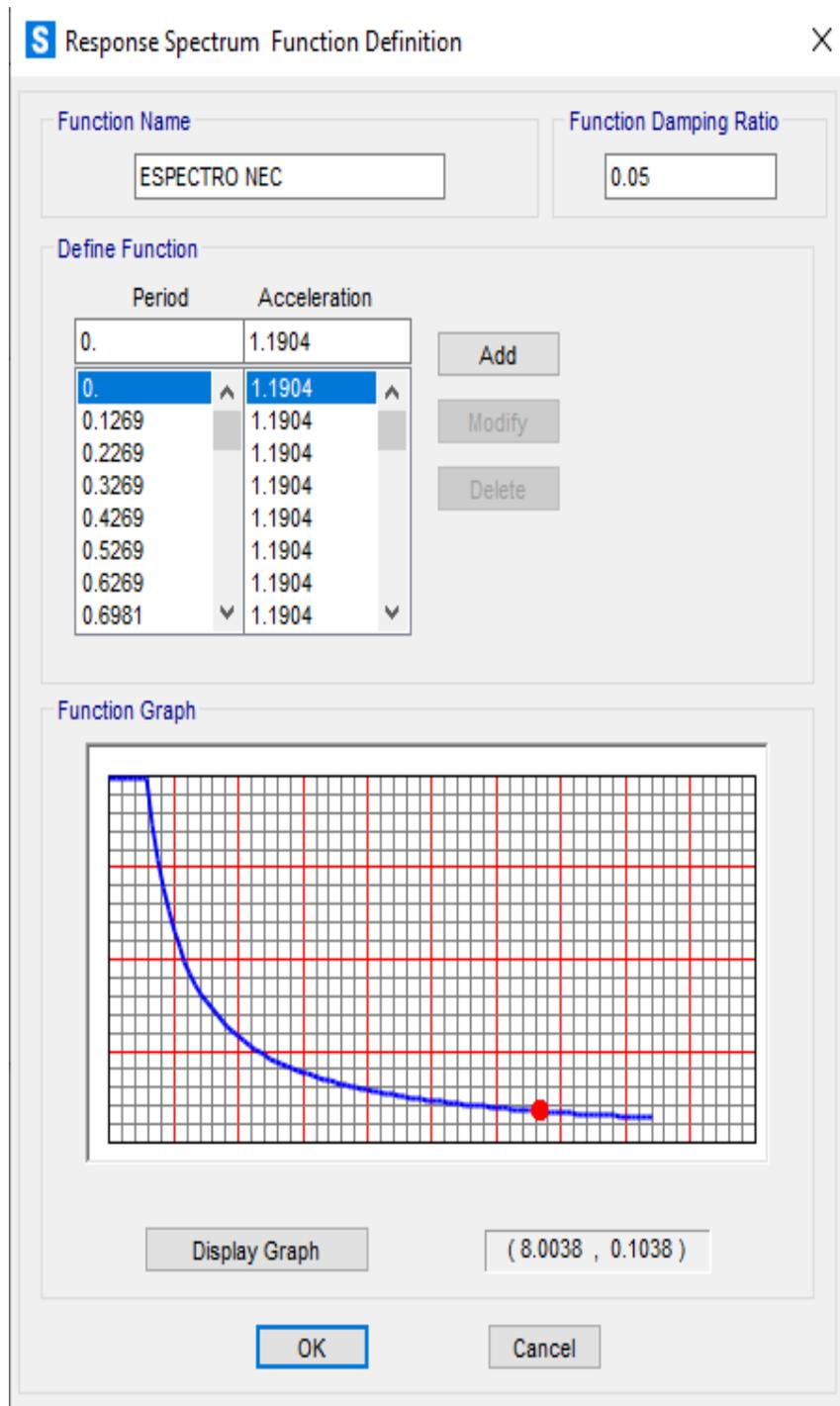


Ilustración 101: Espectro de Diseño Elástico.

Elaboración: (Posso,2021)

Nota: Hay que verificar que los valores ingresados sean los mismos que se despliegan.

➤ Ingrese los casos de diseño de carga (Load Case Data) uno a uno, verificando cada una de sus características y factores, luego en la barra superior dar clic en **Define**, después en **Load Cases...**, posteriormente en la ventana que se despliega elija **Add New Load Case...**

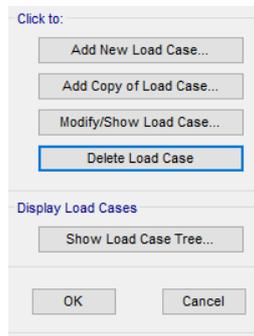


Ilustración 102: Load Case

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para el caso de las cargas de sismos, su factor será de **1** y de tipo **Static**, además el análisis a realizar es **Linear**.

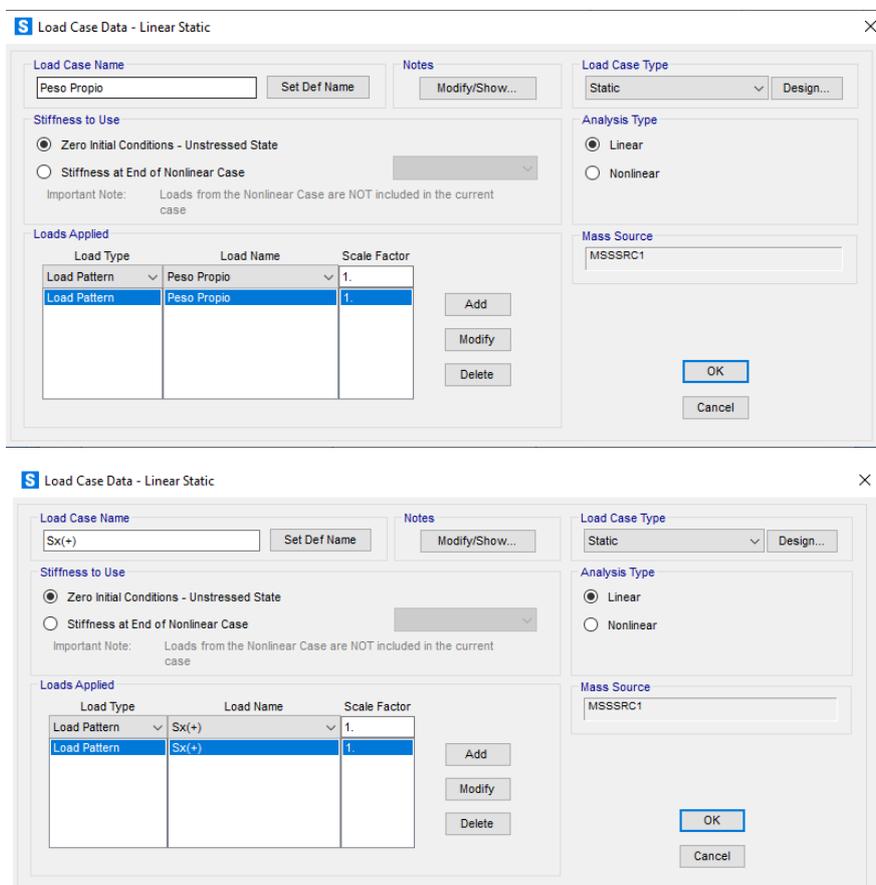


Ilustración 103: Load Case Data-Linear Static

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para el caso de la carga gravitacional no lineal, se tiene diferentes cargas, cada una con su factor, donde la carga muerta y peso propio se toma un factor **1.1** y la carga viva un factor de $0.25 \cdot 1.1 = 0.275$, estas son de tipo **Static** y el análisis a realizar es **NonLinear**.

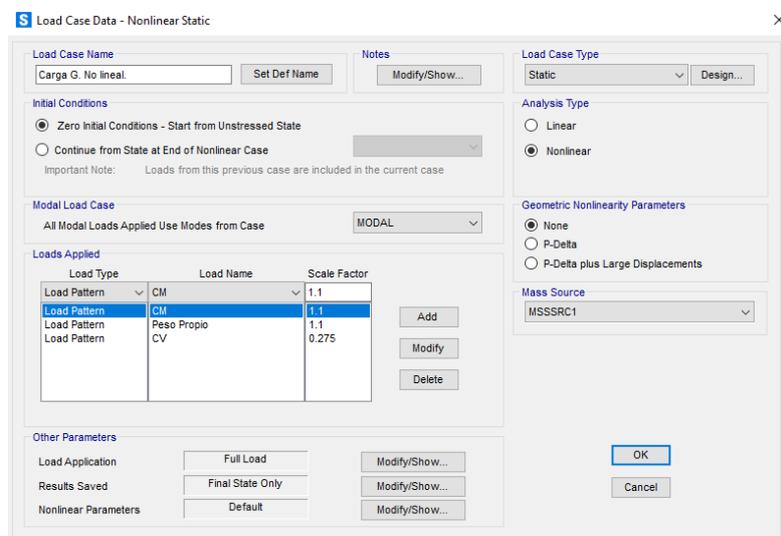


Ilustración 104: Load Case Data-Nonlinear Static

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para los casos PUSHOVER X y Y, la condición inicial es de **Continue from State at End of Nonlinear Case**, tomar en cuenta **Carga G. No lineal**, se ingresará un factor **-1** por el sentido de la gráfica; es de tipo **Static** y el análisis a realizar es **NonLinear**, además se considerará **P-Delta**.

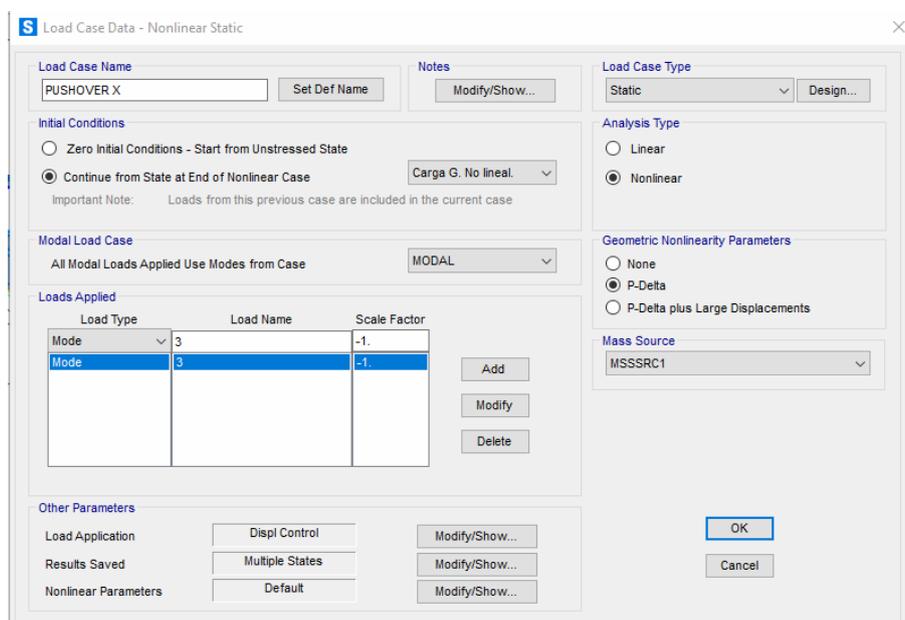


Ilustración 105: Load Case Data-Nonlinear Static X

Elaboración: (Posso,2021)

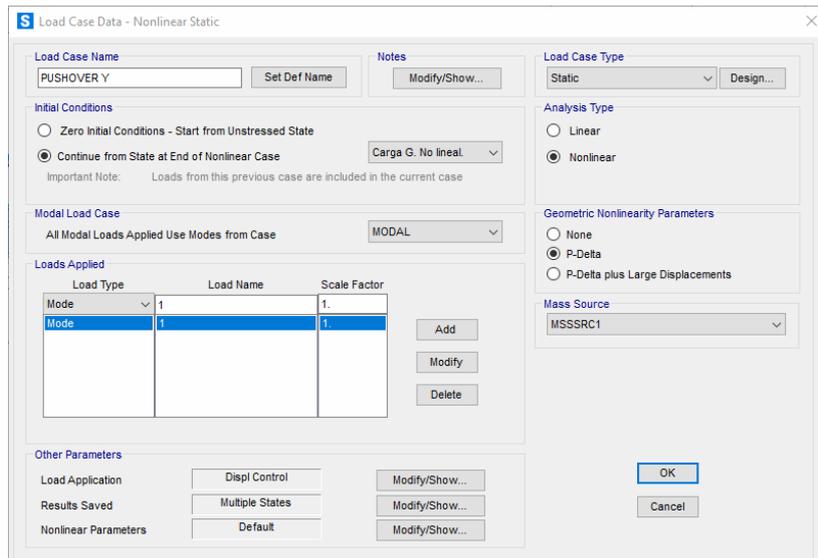


Ilustración 106: Load Case Data-Nonlinear Static Y

Elaboración: (Posso,2021)

Nota: En **load name** cambie para Pushover **X** mode 3 y Pushover en **Y** mode 1, ya que estos modos tienen mayor Participación Modal (Modal Participating Mass Ratios).

➤ En **Load Application** se tiene que poner las magnitudes de desplazamiento, en sentido **U1** para **X** y **U2** para **Y**. El punto analizado es el 11.

Según la FEMA 440 en lo referente a las magnitudes de desplazamiento, se considera el 4 % de la altura total de la estructura, que para este caso la altura total es de 4.95 m y el 4% es igual a 0.2m. De acuerdo al siguiente cálculo:

$$Des = h * 0.04 = 4.95 \text{ m} * 0.04 = 0.2 \text{ m} . \quad (\text{Ec. 34})$$

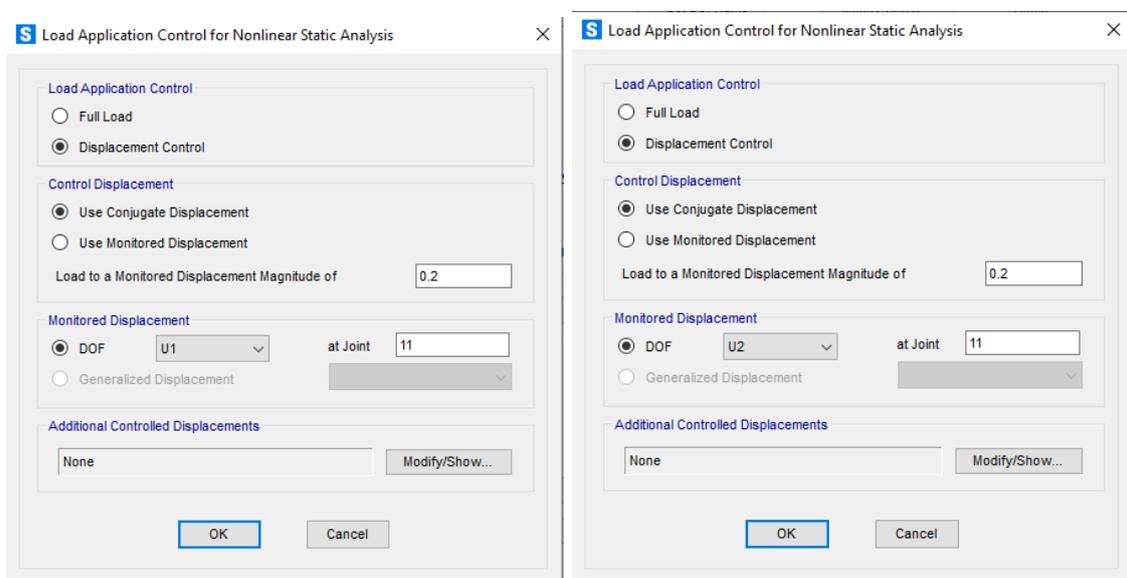


Ilustración 107: Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

Elaboración: (Posso,2021)

- Se presentan los casos de diseño de carga. Luego dar clic en **Ok**.

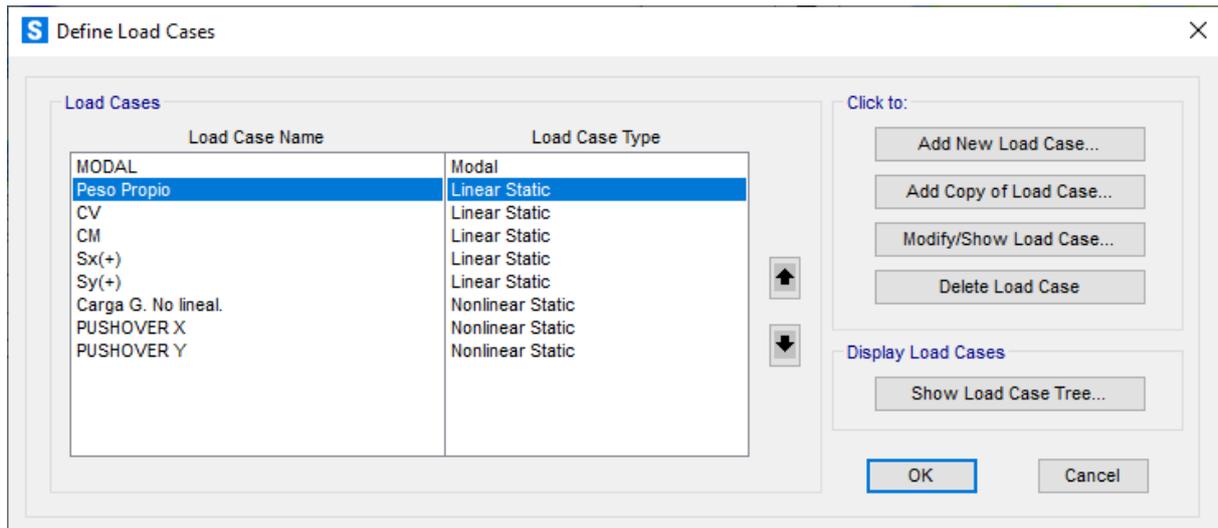


Ilustración 108: Define Load Cases

Elaboración: (Posso,2021)

- El siguiente paso es muy importante, puesto que se crean las rótulas plásticas tanto para columnas como vigas de la estructura analizada. En el panel superior dar clic en **Select**, después escoger **Select**, luego presionar en **Properties** y finalmente **Frame Sections**. En la ventana que se despliega seleccione columnas, a continuación presione **Select** y **Close**, así crea las rótulas de las columnas y para vigas repita este proceso.

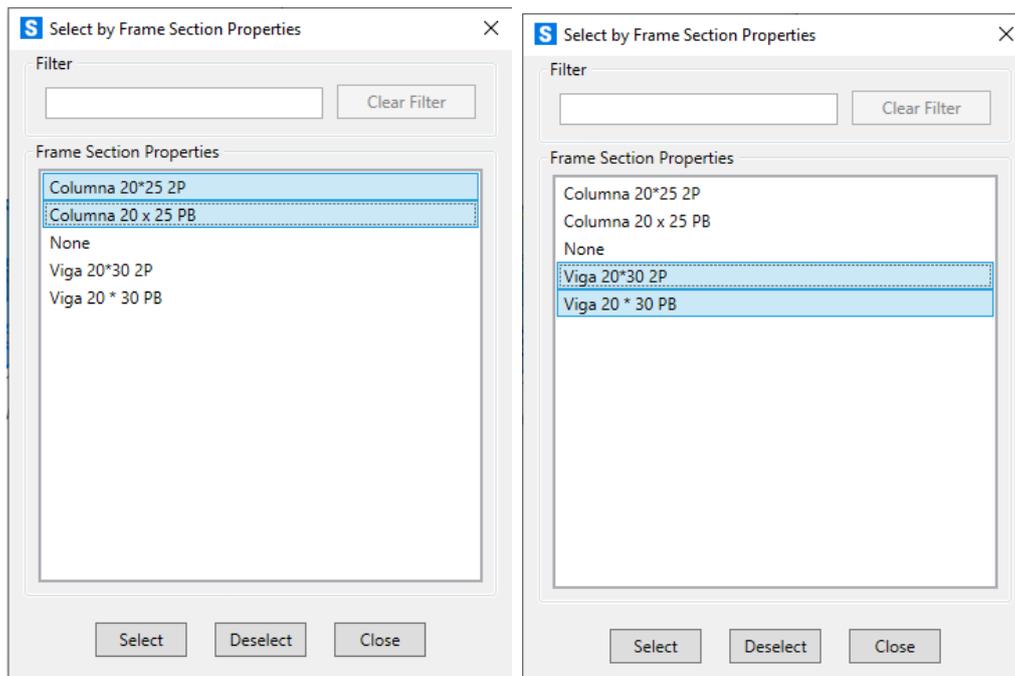


Ilustración 109: Select by Frame Section Properties

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Seleccionados los elementos, ir al panel superior dar clic en **Assign**, después escoja **Frame**, luego presione en **Hinges**. En la ventana que se despliega ingresar para cada caso un porcentaje relativo de longitud de 0.05 y 0.95, en tipo **Relative To Clear**, a continuación, presione **Add Hinge**.

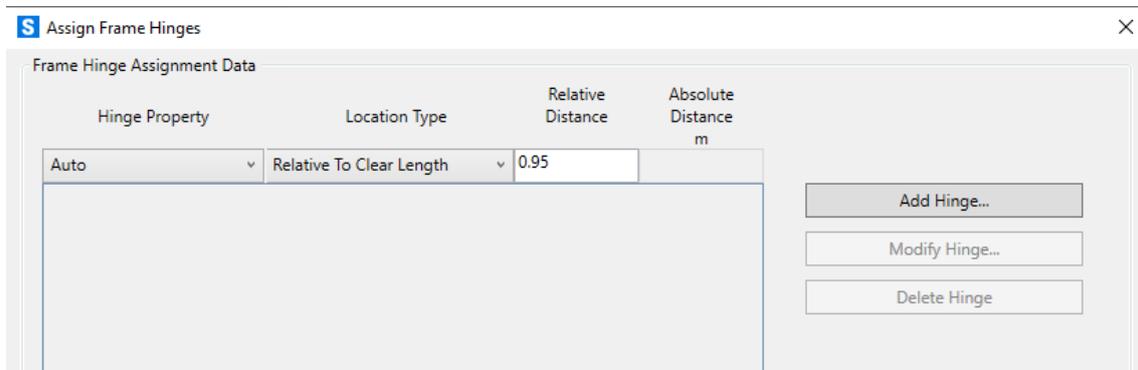


Ilustración 110: Assign Frame Hinges

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para el caso de las columnas de la estructura, en **Hinge table** seleccione **Tabla 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)**, en el grado de libertad elegir **P-M2-M3**, en valores de P se elige **Case/Combo**, seleccione **PUSHOVER X** y para terminar dar clic en **OK**.

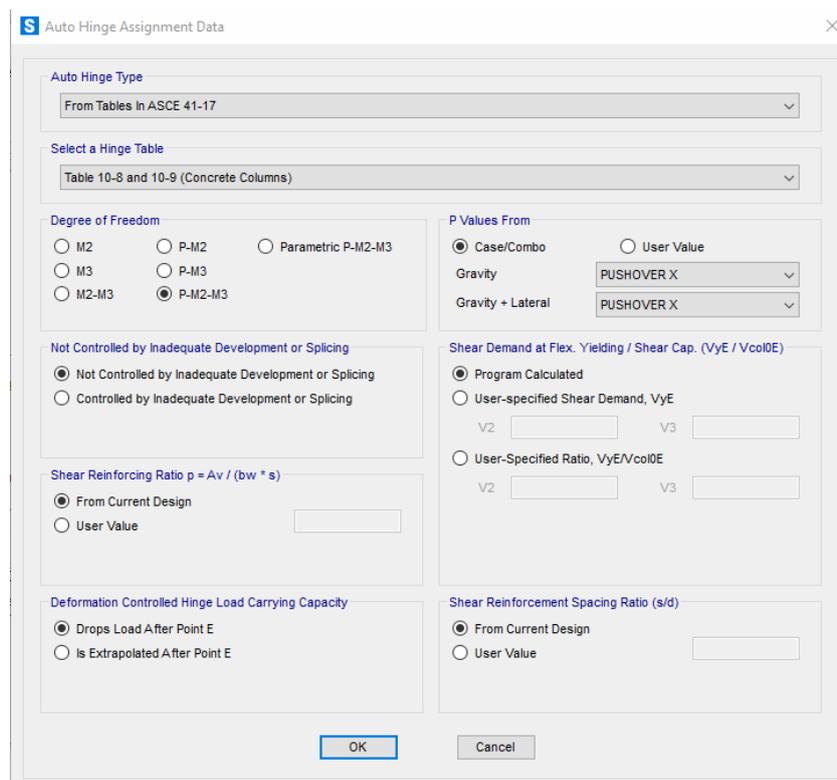


Ilustración 111: Auto Hinge Assignment Data X

Elaboración: (Posso,2021)

Repetir el anterior paso, solo que esta vez elegir **PUSHOVER Y**.

Ilustración 112: Auto Hinge Assignment Data Y

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Una vez creados los datos de asignación de rótulas plásticas, se obtienen 4 porcentajes relativos de longitud, siendo dos para el Pushover en X y dos para el Pushover en Y.

Hinge Property	Location Type	Relative Distance	Absolute Distance m
Auto	Relative To Clear Length	0.95	
Auto P-M2-M3	Relative To Clear Length	0.95	
Auto P-M2-M3	Relative To Clear Length	0.05	
Auto P-M2-M3	Relative To Clear Length	0.05	
Auto P-M2-M3	Relative To Clear Length	0.95	

Buttons: Add Hinge..., Modify Hinge..., Delete Hinge

Note: Hold the Ctrl key down when clicking the Modify button to Modify or Show the Auto hinge properties of the selected hinge

Current Hinge Information
 Type: From Tables In ASCE 41-17
 Table: Table 10-8 and 10-9 (Concrete Columns)
 DOF: P-M2-M3

Options
 Add Specified Hinge Assigns to Existing Hinge Assigns
 Replace Existing Hinge Assigns with Specified Hinge Assigns

Existing Hinge Assignments on Currently Selected Frame Objects
 Number of Selected Frame Objects: 30
 Total Number of Hinges on All Selected Frame Objects: 120
 All 120 existing hinge assignments will be removed when the above hinge assignment is applied

Fill Form with Hinges on Selected Frame Object

Buttons: OK, Close, Apply

Ilustración 113: Assign Frame Hinges

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Para el caso de las vigas de la estructura, en **Hinge table** elegir **Tabla 10-7 (Concrete Beams-Flexure)**, en el grado de libertad elegir **M3**, en valores de P se elige **Case/Combo**, seleccione **Carga G No Lineal** y para grabar dar clic en **OK**.

Ilustración 114: Auto Hinge Assignment Data Y

Elaboración: (Posso,2021)

➤ Ya asignadas las rótulas plásticas de las vigas, se obtienen 2 porcentajes relativos de longitud, puesto que son dos para la **Carga G No Lineal**.

Hinge Property	Location Type	Relative Distance	Absolute Distance m
Auto	Relative To Clear Length	0.05	
Auto M3	Relative To Clear Length	0.95	
Auto M3	Relative To Clear Length	0.05	

Ilustración 115: Assign Frame Hinges

Elaboración: (Posso,2021)

6.6.2. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO DEL MÉTODO ESTÁTICO NO LINEAL

6.6.2.1. CURVAS PUSHOVER (Reacción en la base vs desplazamiento en el techo).

PUSHOVER X. SAP 2000.

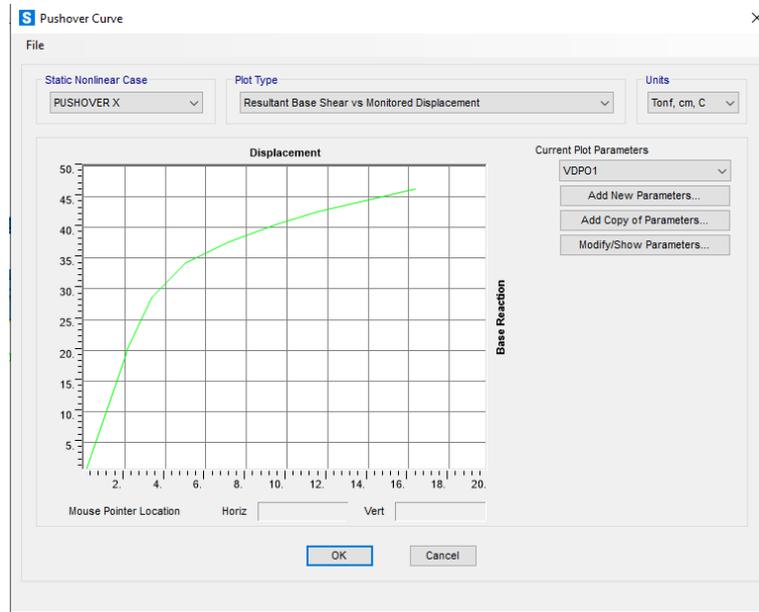


Ilustración 116: Pushover en X. SAP2000

Elaboración: (Posso,2021)

PUSHOVER X. EXCEL.

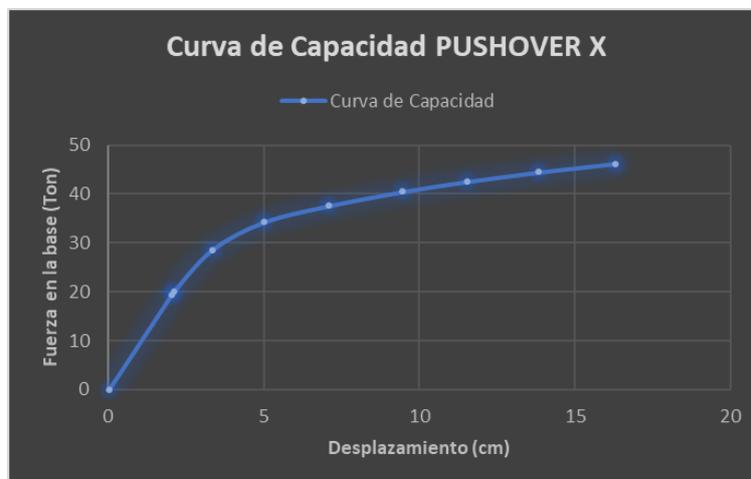


Ilustración 117: Pushover en X. Excel

Elaboración: (Posso,2021)

Con el análisis de esta curva de capacidad, se mide la capacidad de la estructura para resistir las fuerzas y deformaciones por el sismo en sentido en X.

PUSHOVER Y. SAP 2000.

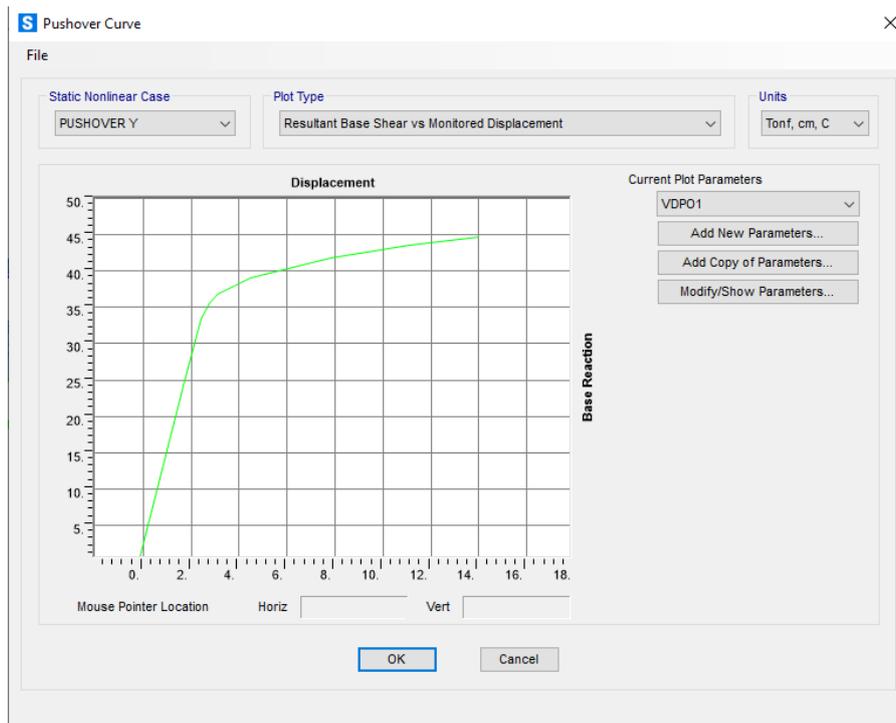


Ilustración 118: Pushover en Y. SAP2000

Elaboración: (Posso,2021)

PUSHOVER Y. EXCEL.

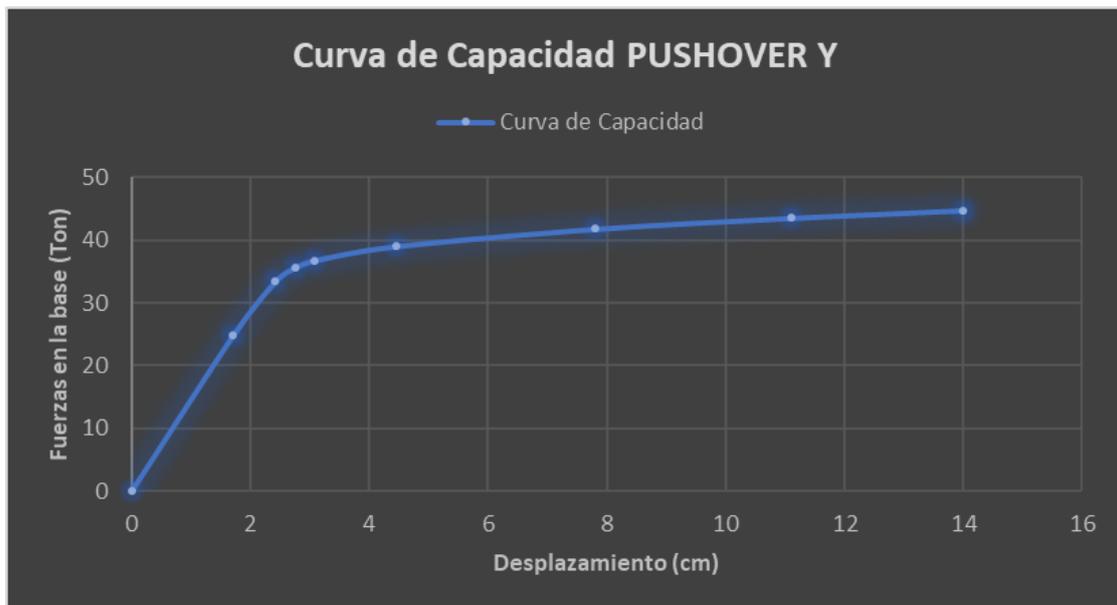


Ilustración 119: Pushover en Y. Excel

Elaboración: (Posso,2021)

Con el análisis de esta curva de capacidad, se mide la capacidad de la estructura para resistir las fuerzas y deformaciones por el sismo en sentido en Y.

En base al documento analizado de VULNERABILIDAD SÍSMICA DE QUITO ECUADOR, FASE I: CURVAS DE CAPACIDAD DE LAS TIPOLOGÍAS ESTRUCTURALES, PROYECTO GEM – SARA, en el cual se identifican las curvas de capacidad Tipología 3, características para estas estructuras y que corresponde al presente caso de estudio. En la ilustración 120 y 121, se observan las curvas de capacidad de los modelos matemáticos, que representan la variabilidad de la tipología 3.

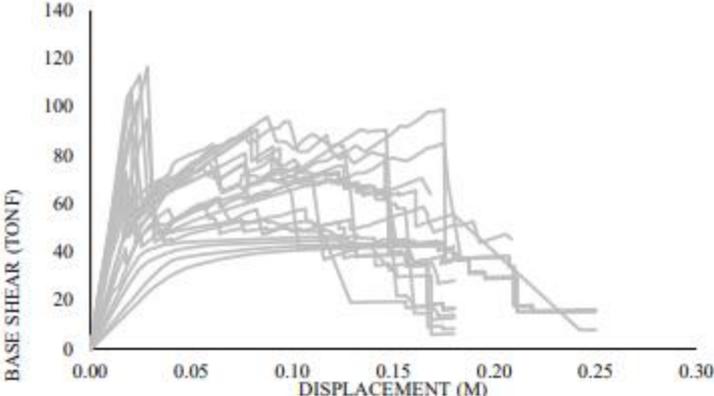


Ilustración 120: Curvas de capacidad. Tipología 3.

Fuente: (CELI, 2018)

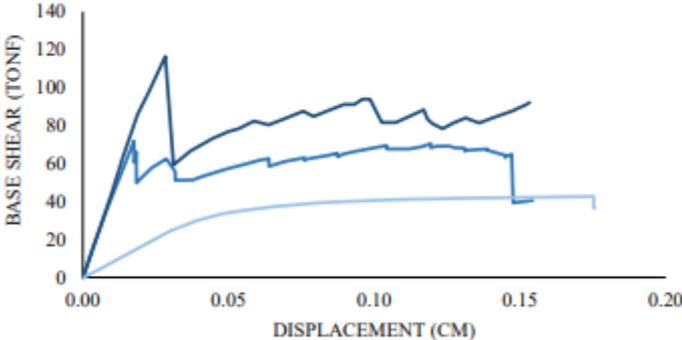


Ilustración 121: Curvas de capacidad. Tipología. MAX, MED, MIN.

Fuente: (CELI, 2018)

Comparando estas curvas de capacidad características de tipología 3, con las obtenidas en el programa SAP 2000 ilustración 116 y 118, se puede observar que son similares a la curva de capacidad mínima de la ilustración 121.

6.6.2.2. REPRESENTACIÓN DE LA CURVA Y PUNTO DE DESEMPEÑO. LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE FEMA 440. PUSHOVER X. SAP 2000.

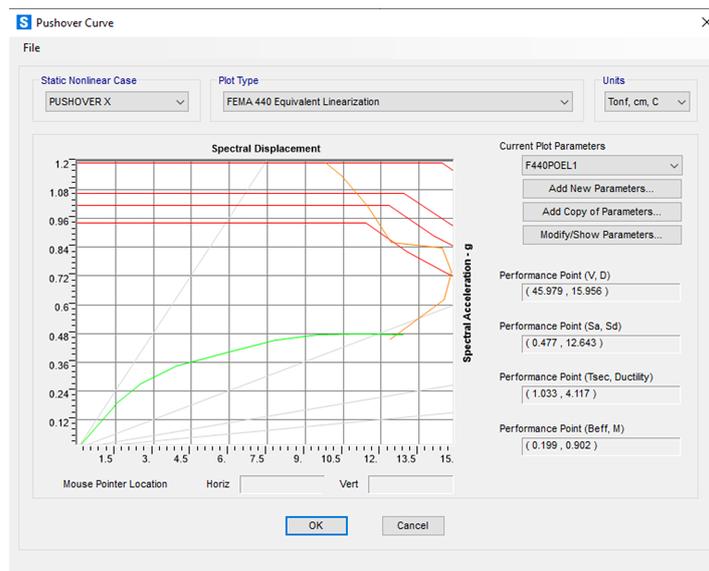


Ilustración 122: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover X. SAP 2000.

Elaboración: (Posso,2021)

LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE FEMA 440. PUSHOVER X. EXCEL.

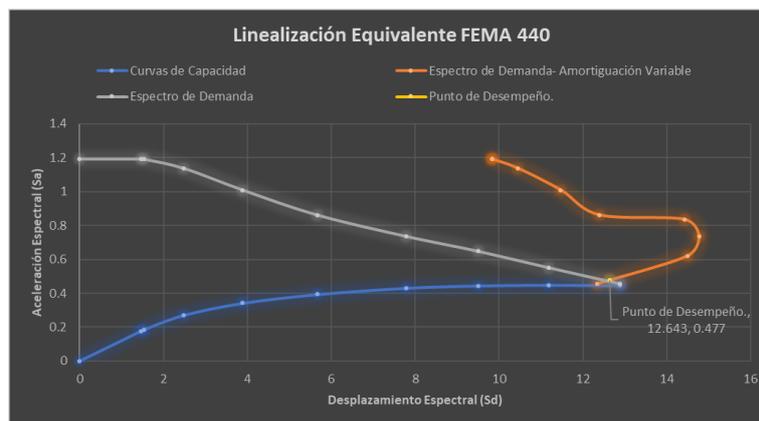


Ilustración 123: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover X. Excel.

Elaboración: (Posso,2021)

En base a la ilustración 123 de linealización de la FEMA 440, página 48, se llega a determinar que las coordenadas del punto de desempeño de la estructura **Sa/Sd**, tiene valores de: 0.477/12.643 respectivamente. Donde la proyección del valor **Sd** o Espectro de Desplazamiento, determina el valor máximo que el techo de la estructura podrá desplazarse. Además, la Curva de Capacidad no se cruza con el Espectro de Demanda, donde se aprecia que la estructura podría colapsar, en el análisis del Pushover X.

LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE FEMA 440. PUSHOVER Y. SAP 2000.

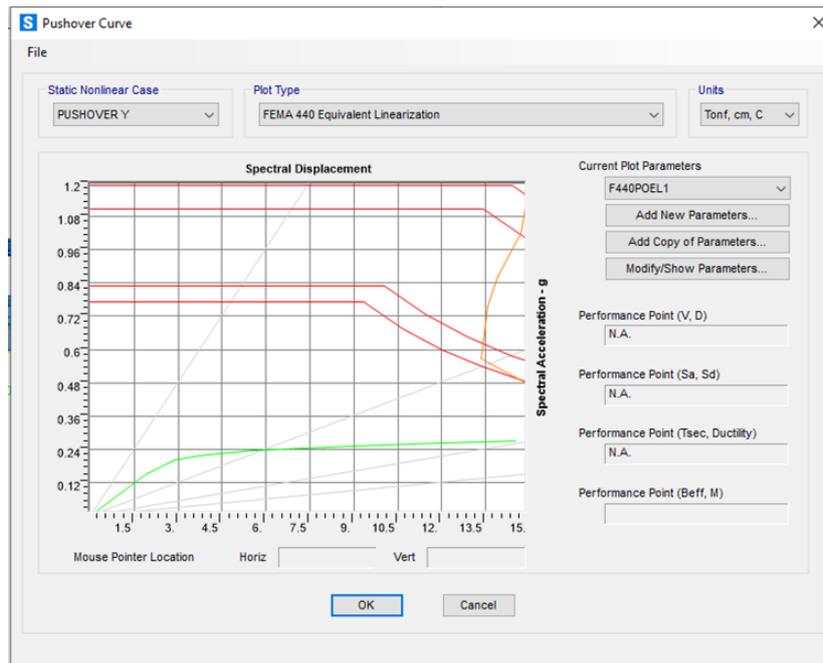


Ilustración 124: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover Y. SAP 2000.

Elaboración: (Posso,2021)

LINEALIZACIÓN EQUIVALENTE FEMA 440. PUSHOVER Y. EXCEL.

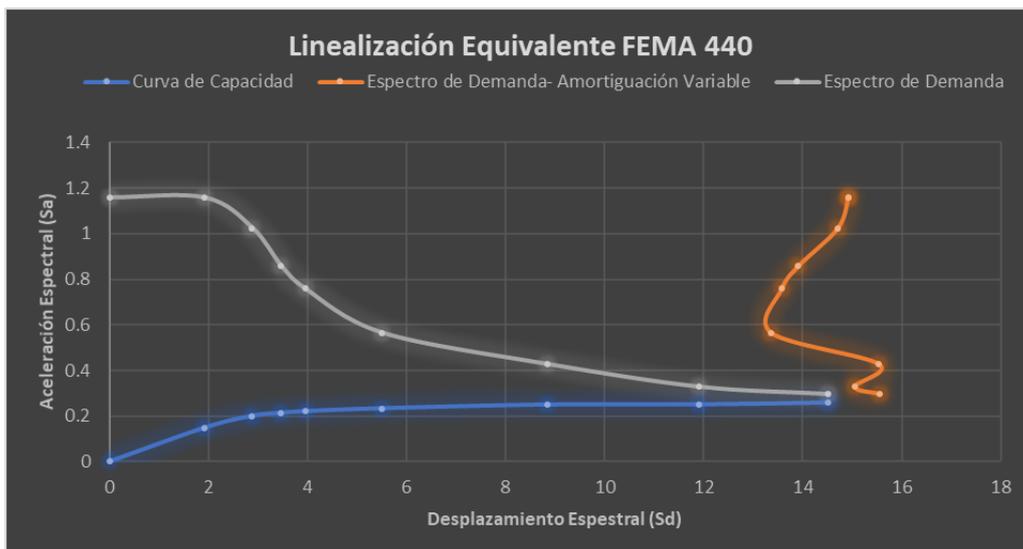


Ilustración 125: Linealización equivalente FEMA 440. Pushover Y. Excel.

Elaboración: (Posso,2021)

Como se observa en la ilustración 125 la Curva de Capacidad, no se cruza con el Espectro de Demanda, ni con el espectro de Demanda con Amortiguación variable, de esta manera se llega a determinar que la estructura podría colapsar, en el análisis del Pushover Y.

6.6.2.3. NIVELES DE DESEMPEÑO Y DE RIESGO SÍSMICO.

La norma ASCE/SEI 41-17, establece una metodología sismo-resistente en base a proyectos basados en el desempeño, de esta forma se implementan en la selección de uno o más Objetivos de Desempeño para la edificación, además se especifica los Niveles de Desempeño y Niveles de Riesgo Sísmico. El desempeño resulta de la combinación de los componentes estructurales y no estructurales, que se expresa como un estado de daño discreto: Ocupación inmediata (IO), Control de daños, Seguridad a la vida (LS), Seguridad limitada para prevenir la falla catastrófica o colapso (CP). (ASCE-41, 2017)

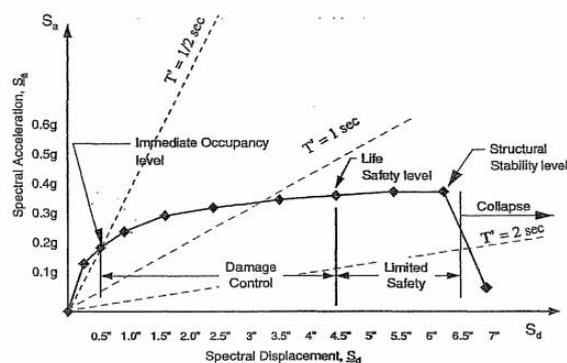


Ilustración 126: Espectro de Capacidad Típica.

Fuente: (ATC-40, 1996)

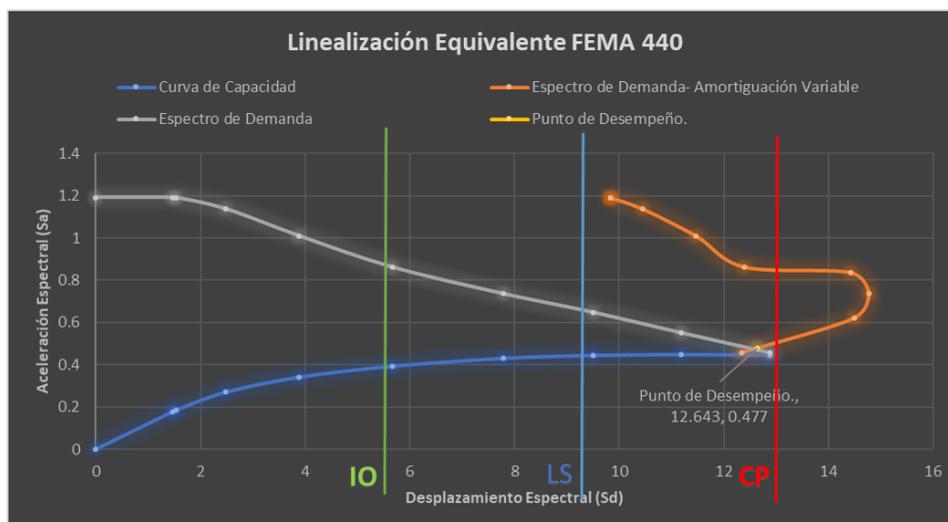


Ilustración 127: Niveles de Desempeño.

Elaboración: (Posso, 2021)

El punto de desempeño en base a la ilustración 127 y con la ayuda de la norma ASCE/SEI 41-17, se puede apreciar que se encuentra en Seguridad limitada para prevenir la falla catastrófica o colapso (CP).

6.6.2.4. IDENTIFICACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS EN EL MODELO

PUSHOVER X.

TABLE: Pushover Capacity Curve								
LoadCase	Step	Displacement	BaseForce	AtolO	IOtoLS	LStoCP	BeyondCP	Total
Text	Unitless	cm	Tonf	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
PUSHOVER X	0	0.041975	0	248	0	0	0	248
PUSHOVER X	1	2.041975	19.3027	248	0	0	0	248
PUSHOVER X	2	2.120169	20.0574	248	0	0	0	248
PUSHOVER X	3	3.357606	28.5847	248	0	0	0	248
PUSHOVER X	4	5.017372	34.2427	248	0	0	0	248
PUSHOVER X	5	7.102545	37.5767	230	18	0	0	248
PUSHOVER X	6	9.450237	40.4457	220	28	0	0	248
PUSHOVER X	7	11.533714	42.5245	197	51	0	0	248
PUSHOVER X	8	13.822761	44.4513	186	52	8	2	248
PUSHOVER X	9	16.308169	46.231	175	63	8	2	248

Tabla 44: Pushover X.

Elaboración: (Posso,2021)

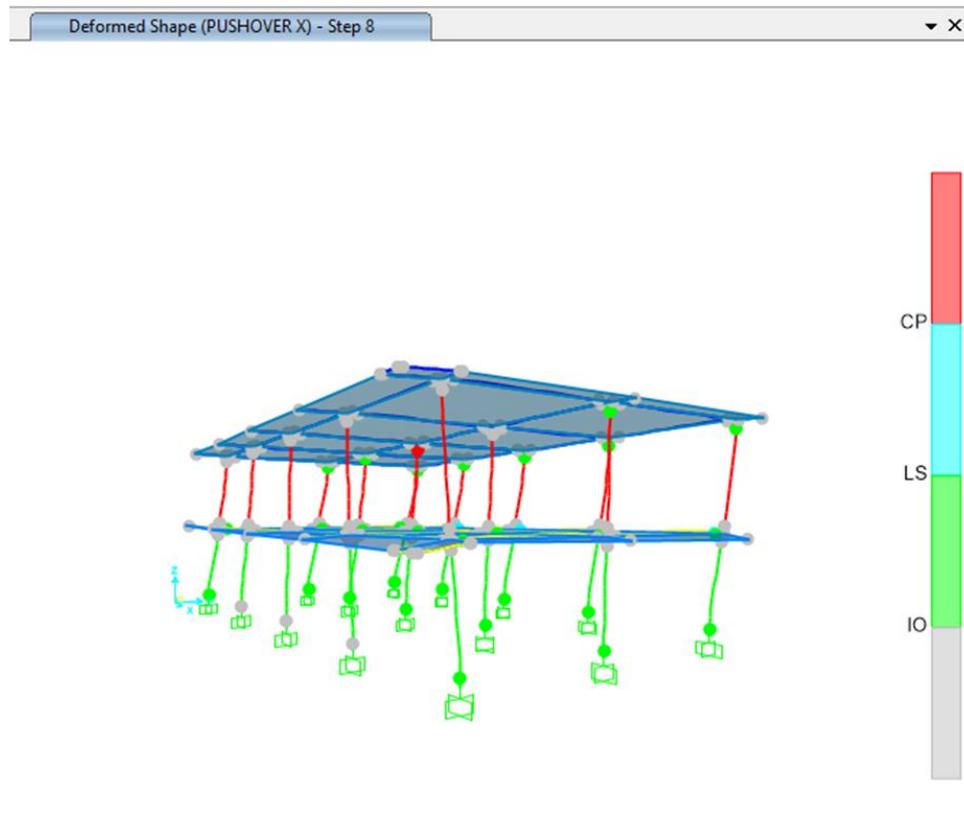


Ilustración 128: Rótulas Plásticas. Pushover X.

Elaboración: (Posso,2021)

En el octavo paso aparecen rótulas plásticas en las columnas del segundo piso, generando el posible colapso de la estructura con un desplazamiento de 13.83 cm y fuerza de 44.45 Ton.

PUSHOVER Y.

TABLE: Pushover Capacity Curve								
LoadCase	Step	Displacement	BaseForce	AtoIO	IOtoLS	LStoCP	BeyondCP	Total
Text	Unitless	cm	Tonf	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
PUSHOVER Y	0	0	0	248	0	0	0	248
PUSHOVER Y	1	1.709565	24.8445	248	0	0	0	248
PUSHOVER Y	2	2.42606	33.4789	248	0	0	0	248
PUSHOVER Y	3	2.750355	35.5854	248	0	0	0	248
PUSHOVER Y	4	3.088856	36.774	247	1	0	0	248
PUSHOVER Y	5	4.454241	38.9961	230	14	0	4	248
PUSHOVER Y	6	7.809114	41.7719	190	46	4	8	248

Tabla 45: Pushover Y.

Elaboración: (Posso,2021)

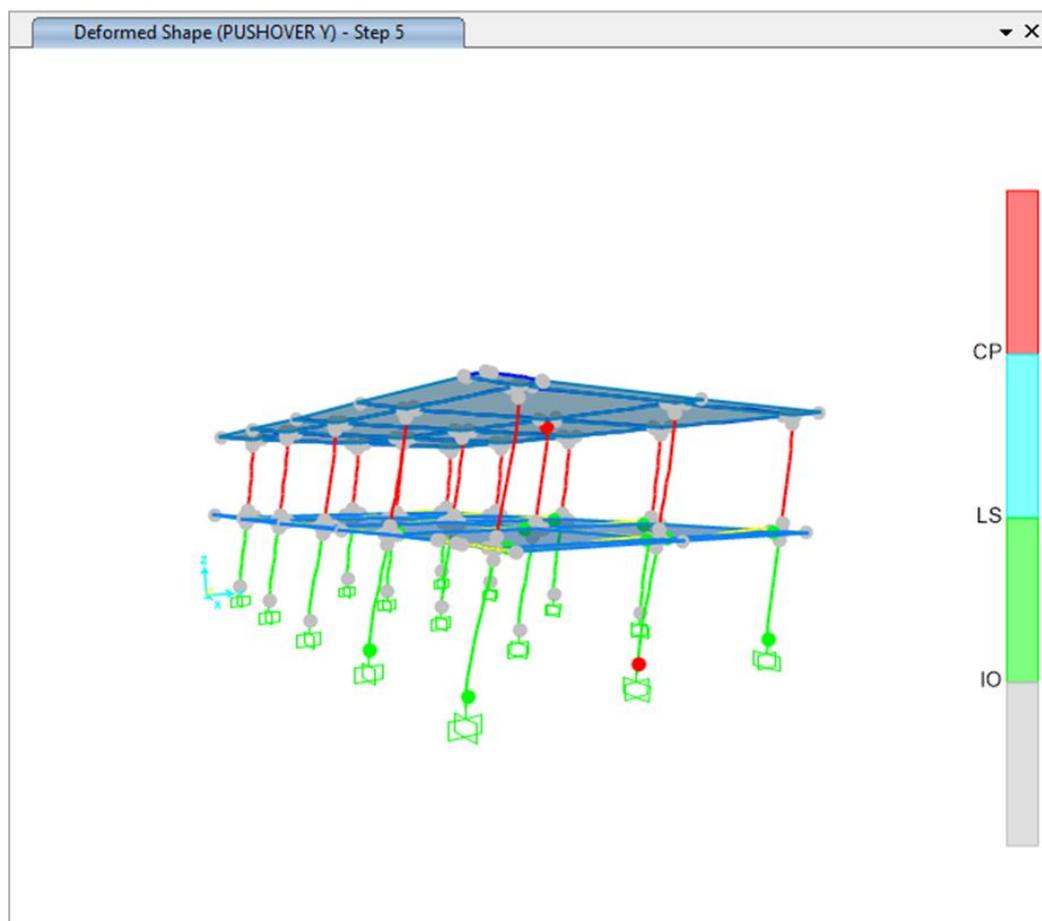


Ilustración 129: Rótulas Plásticas. Pushover Y.

Elaboración: (Posso,2021)

En el quinto paso se presentan rótulas plásticas en las columnas del primer piso, generando el posible colapso de la estructura con un desplazamiento de 4.45 cm y fuerza de 38.99 Ton.

6.7. ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

La evaluación visual rápida mediante el formulario FEMA 154 determina el grado de vulnerabilidad de manera empírica, basada en la observación del estado de la vivienda, cuyo resultado no es confiable, por cuanto con la aplicación de este proceso, no se puede conocer la resistencia del hormigón armado del sistema estructural, tampoco evaluar la demanda de capacidad o punto de desempeño; por lo cual esta evaluación únicamente constituye un referente o diagnóstico para profundizar en un estudio más detallado, más aún si se trata de viviendas existentes que no disponen de cálculos ni diseños estructurales y la falta de intervención de un profesional en la construcción.

Si se realiza una comparación entre la evaluación visual rápida con los métodos estático lineal y no lineal, se denota una gran diferencia en cuanto al procedimiento y la confiabilidad de los resultados obtenidos, debido a que estos métodos disponen de un conocimiento más técnico y científico y un modelo matemático de programación (SAP2000), que dan un resultado más real sobre estado de vulnerabilidad de la vivienda, como es el caso del análisis estático lineal que permite obtener las derivas máximas inelásticas por piso, que luego al ser comparadas con el límite de deriva máxima inelástica de la NEC-2015, se conoce si la estructura es inestable y vulnerable a la acción sísmica; por otra parte el análisis estático no lineal incorpora al proceso las características no lineales de la relación fuerza – deformación de los elementos y componentes, siendo este proceso el más efectivo, puesto que determina la curva de capacidad y punto de desempeño de la estructura, llegando a predecir la probabilidad de colapso de la vivienda.

En la evaluación del grado de vulnerabilidad de la vivienda, si bien los tres procesos aplicados dieron como resultado que la vivienda de estudio es de alta vulnerabilidad y alto riesgo sísmico, el análisis estático no lineal es un método de mayor confiabilidad para el estudio de vulnerabilidad, por cuanto entrega resultados más detallados sobre el estado de la estructura, su comportamiento y respuesta ante una amenaza sísmica.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

- Ecuador se encuentra ubicado en una zona de alto peligro sísmico y durante su historia ha sufrido eventos sísmicos que han ocasionado grandes daños a las edificaciones, viviendas, pérdidas económicas y humanas. Ante la presencia de un sismo de conformidad con los estudios realizados sobre la vulnerabilidad de las viviendas en el Distrito Metropolitano provocarían graves daños, en mucho de los casos ocasiona el colapso de las mismas, por lo cual se generaría el aumento del déficit habitacional, desplazamiento de los vecinos a otros barrios, pérdida de recursos económicos y lo más grave la pérdida de la vida de muchas personas.
- Los datos obtenidos sobre las viviendas en el Distrito Metropolitano de Quito, mencionan que el 70% son informales y que ante la presencia de un sismo de mayor intensidad el 80% sufrirían daños severos y un 40% pueden colapsar por encontrarse en zonas de alto riesgo sísmico. Realidad que la mayoría de los vecinos de la Cooperativa Reino de Quito, desconoce la vulnerabilidad de sus viviendas y el peligro al cual se encuentran expuestos.
- Las viviendas del sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito no cuentan con especificaciones técnicas y procesos, que se requieren en la planificación y ejecución de la construcción. Convirtiendo a estas edificaciones en informales y altamente vulnerables, según los datos obtenidos en las encuestas.
- Los propietarios de las viviendas, sostienen que al contratar los servicios profesionales y los estudios para la construcción son muy costosos. Sin embargo, los vecinos no están conscientes de las consecuencias que deben asumir ante la presencia de un fuerte sismo, por cuanto se destruirían sus viviendas y ocasionaría grandes pérdidas de vidas humanas y económicas; que por el contrario si se cuenta con un profesional, se asegura la estructura y habitabilidad, invirtiendo un pequeño recurso económico, comparado con el valor total de la vivienda si esta colapsa.
- Las viviendas existentes en un sector de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, según el resultado de la evaluación visual de vulnerabilidad sísmica, sus construcciones tienen muchos años de uso, un promedio de vida útil de 31 años, lo

que requiere un mantenimiento periódico para ir compensando las patologías que se presentan y evitar su deterioro constante.

- La aplicación de evaluación visual rápida de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones determinó el grado de vulnerabilidad $S < 2$, valor que establece que las viviendas son altamente vulnerables, de esta manera existe la probabilidad que pueden sufrir graves daños y posible colapso de su estructura.

- La variabilidad de resultados de la resistencia relativa obtenidos en el ensayo del esclerómetro obedecen a factores, que no tienen que ver con la resistencia del hormigón, puesto que la resistencia es una sola y los diferentes datos obtenidos en un mismo elemento estructural son debido a: el equipo de medición, la experiencia del operador, la posición del mismo al momento de impactar, el área donde se practica el ensayo, rugosidad, porosidad, temperatura y presencia de elementos extraños que se presentan en el hormigón entre otros.

- En el ensayo del esclerómetro, para obtener el índice de rebote IR, se realiza un cálculo promedio de lecturas del esclerómetro, luego se determina la desviación estándar debido a que existe una variabilidad (dispersión de datos), con lo cual se establece un valor de resistencia relativa del concreto más aproximado al real.

- El valor del índice de rebote es un intervalo o grupo de datos, que permite establecer el valor de la resistencia relativa del hormigón in situ en un rango de \pm la desviación, con respecto al valor de la lectura del esclerómetro. Lo cual provoca incertidumbre y que pueden ocasionar errores en el proceso de determinación del resultado.

- A los valores de resistencia relativa determinada en el ensayo del esclerómetro de los elementos estructurales de la vivienda, se aplicó el factor de corrección por edad, obteniendo los siguientes resultados: 222,98 Kg/cm² de resistencia relativa para las columnas, 223,88 Kg/cm² en las vigas y 201,29 Kg/cm² para la losa en la planta baja. En el segundo piso o planta alta encontramos, 141,18 Kg/cm² resistencia relativa en las columnas, 231,11 Kg/cm² correspondiente a las vigas y 119,44 Kg/cm² de resistencia de la losa, valores que en la planta baja cumplen con la norma, pero en la planta alta son resistencias muy bajas.

- En cuanto al peso calculado de la estructura no existe mayor variación entre el cálculo manual y del programa SAP 2000, puesto que el obtenido manualmente es 167.01 Ton y el peso en el programa es 167.95 Ton, con una diferencia de 0.56 %, esto se debe a que el programa toma los datos más exactos tanto en área como en cargas.
- Los valores calculados para el Cortante Basal, presentan una mínima variación, puesto que en el programa SAP 2000 es 73.9 Ton, mientras que para el cálculo manual es 73.63 Ton, con una pequeña diferencia de 0.36 % y se debe a que el programa toma valores exactos, con un número de cifras significativas mayor.
- El periodo de vibración de estructura obtenido en el programa SAP 2000 es de 0.657 s, si se compara con el periodo máximo de 0.32 s, establecido por la Norma NEC - 2015, se establece que la estructura sobrepasa en el doble al periodo máximo de vibración y de esta manera la estructura de la vivienda es inestable.
- La deriva inelástica máxima de piso en el sentido X, es de 0.022, si se compara con el límite de deriva máxima inelástica de la NEC – 2015 con valor de 0.02, es mayor y la estructura podría colapsar. Mientras que la deriva máxima de piso en el sentido Y, es de 0.024, de igual forma no cumple con el límite máximo de deriva inelástica establecido, existiendo la probabilidad que la vivienda colapse.
- Si se compara las curvas de capacidad obtenidas mediante el análisis del Método Estático no Lineal en el programa SAP 2000, con las curvas de capacidad características tipología 3, determinadas en el Proyecto GEM – SARA, observando que los PUSHOVER X y Y son similares a la curva de capacidad mínima, que se ilustra en el proyecto.
- Del análisis del método de linealización equivalente FEMA 440, para el caso de Pushover Y, se visualiza en la gráfica que la Curva de Capacidad, no se intercepta con el Espectro de Demanda, ni con el espectro de Demanda con Amortiguación variable, con lo cual podemos estimar que la estructura podría colapsar antes de llegar al punto de desempeño.
- Del análisis del método de linealización equivalente FEMA 440, para el caso de Pushover X, se visualiza en la gráfica que la Curva de Capacidad, se intercepta primero con el espectro de Demanda de Amortiguación variable, de esta manera proporcionando un punto de desempeño, con este análisis podemos estimar que las coordenadas del punto de desempeño de la estructura son **Sa;Sd** (0.477;12.643) y

considerando los niveles de desempeño y riesgo sísmico, se puede apreciar que nuestra estructura se encuentra en Seguridad limitada para prevenir la falla catastrófica o colapso (CP).

- Con el modelamiento y el análisis del Pushover en **X**, se identifican rótulas plásticas en el octavo paso en las columnas del segundo piso, provocando el posible colapso de la estructura con un desplazamiento de 13.83 cm y fuerza de 44.45 Ton. Para el caso de Pushover en **Y** en el quinto paso se identifican rótulas plásticas en las columnas del primer piso, generando el posible colapso de la estructura con un desplazamiento de 4.45 cm y fuerza de 38.99 Ton.
- La evaluación visual rápida del grado de vulnerabilidad de la viviendas, mediante la aplicación del FEMA 154, se estableció cualitativamente que esta vivienda es altamente vulnerable y de alto riesgo sísmico; en concordancia con el análisis de Método Estático Lineal, mediante el modelamiento en SAP 2000 y en base a las derivas máximas inelásticas, se llega al resultado que la vivienda en la dirección del sismo en X como en Y, es inestable pudiendo colapsar y que para mayor seguridad de los resultados, se realiza el análisis del Método Estático no Lineal, confirmándose que la vivienda en el Pushover Y, podría colapsar sin llegar a la demanda solicitada, en cambio en el Pushover en X la estructura tiene un punto de desempeño, pero de igual forma existe la posibilidad de colapso. En definitiva, las viviendas tienen un alto grado de vulnerabilidad, existiendo la posibilidad de colapso.

7.2. RECOMENDACIONES

- Prevenir y disminuir el impacto del riesgo sísmico debe ser un compromiso, de los propietarios de las viviendas y responsabilidad de las autoridades, organismos de profesionales y del Estado; por otra parte, existen normas y reglamentos como la NEC - 2015, que contiene todas especificaciones técnicas para el diseño, ejecución, control y evaluación de las construcciones y deben ser de fiel cumplimiento por parte de los propietarios y profesionales a cargo.
- Los gobiernos en sus Planes de Vivienda para cubrir la demanda, deben impulsar programas de construcción de viviendas populares, para personas de escasos recursos económicos, como objetivo primordial y cumplimiento con las normas de construcción, con materiales de alta calidad y el control de un profesional en su ejecución.

- Los Gobiernos Autónomos Descentralizados GAD, aprueben ordenanzas y reglamentaciones para el uso del suelo y normatividad de la construcción de viviendas, evitando en definitiva que exista incumplimiento de normas, ordenanzas, regulaciones; mediante el control y fiscalización, de esta manera reducir el incremento de barrios irregulares, viviendas informales sin planificación urbana, servicios básicos insuficientes y problemas en la movilidad.
- La Secretaría General de Riesgos debe implementar campañas para el conocimiento y concientización de los riesgos a los que se encuentran expuestos los moradores, considerando el inminente peligro sísmico, vulnerabilidad de sus viviendas, por su ubicación en una zona de alta sismicidad, estar sobre la Falla Geológica de Quito, la ocurrencia de un fuerte sismo, la baja resistencia de los materiales empleados en la construcción y el tipo de suelo donde se asientan, según se pudo establecer en este estudio.
- La identificación del grado de vulnerabilidad de las viviendas del sector y los resultados del proceso de la presente evaluación, puede servir para el diseño de Proyectos de Mitigación de Riesgos Sísmicos del barrio.
- Sería necesario ampliar este estudio de vulnerabilidad con una población y muestra más representativa de las viviendas de la Cooperativa de Vivienda Reino de Quito, a través de la utilización de técnicas más modernas, software e instrumentos digitalizados y ultrasonido; debido a las limitaciones de tiempo y recursos económicos que demandan en la actualidad.
- Existe una gran limitación al realizar una evaluación visual rápida en la determinación del grado de vulnerabilidad de las viviendas existentes, cuando no se cuentan con los diseños, cálculos estructurales y estudio de suelo o la falta de la intervención de un profesional en la construcción, lo cual obliga a realizar el estudio de vulnerabilidad recurriendo a procesos como: un ensayo con el esclerómetro, Análisis Estático Lineal y Análisis Estático no Lineal. Con el propósito de mejorar los resultados del estudio en cuanto al comportamiento y desempeño de la vivienda. A futuro de ser necesario de un profesional experto en la construcción, para un reforzamiento adecuado de las viviendas.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Adelina, G. (2020). Así es el Taal, uno de los volcanes más curiosos y amenazadores del cinturón de fuego. <http://hdl.handle.net/10261/224492>, 1.
- ASCE-41. (2017). *ASCE/SEI 41-17*.
- ATC-40. (1996). *ATC-40*. California.
- BBC. (2016). Terremoto de magnitud 7.8 grados en la zona costera de Ecuador deja más de 600 muertos. *BBC News*.
- Cabrera, A. (2014). Módulo de elasticidad de hormigones de peso normal empleados en Ecuador. Quito: Universidad Politécnica Nacional.
- Cárdenas, H. P. (2016). *DESARROLLOS METODOLÓGICOS Y APLICACIONES HACIA EL CÁLCULO DE LA PELIGROSIDAD SÍSMICA EN EL ECUADOR CONTINENTAL Y ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO EN LA CIUDAD DE QUITO*. Quito.
- Cárdenas, P. (2016). *Comparación técnica de estructuras metálicas, analizadas mediante el método lineal de segundo orden y análisis estático no lineal (pushover)*. Quito: Universidad Católica del Ecuador.
- Carvajal, A. M. (15 de agosto de 2019). El 45% de las casas informales de Quito tiene mayor riesgo sísmico. *EL COMERCIO*, pág. primera.
- CELI, P. A. (2018). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE QUITO ECUADOR, FASE I. GEM - SARA. *PUCE*, 46-48 Y 55-59.
- Dirección de Comunicación Social, M. (2014). *RIESGO SÍSMICO, EVALUACIÓN, REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS*. QUITO: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.
- EPN, I. G. (2013). Riesgo sísmico de Ecuador. *El Planeta Azul*, 1-2.
- ETSAC. (2015). Obtenido de https://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Investigacion/Terremotos/QUE_ES.htm
- FACIL, G. (2000). *GEOLOGÍA DE QUITO FALLAS Y SISMICIDAD*. QUITO: <https://geotecniafacil.com/geologia-fallas-quito>.

- FACIL, G. (2000). GEOLOGÍA DE QUITO Y FALLAS DE SISMICIDAD. *GEOTECNIA FACIL*, 1.
- GEOGRAPHIC, N. (2012). PLACAS TECTÓNICAS. *NATIONAL GEOGRAPHIC*, 1.
- Geotecnia, M. (2019). MARTILLO SCHMIDT (ESCLERÓMETRO). *Mercado*.
- González, M. B. (2018). Las erupciones Volcánicas y sus consecuencias en la costa del pacífico. Nicaragua.
- INEN. (2015). Hormigón Endurecido, Determinación del Número de Rebote, Método de ensayo. Quito, Ecuador.
- INSTITUTO GEOFÍSICO, E. P. (2014). *Sismo de Quito 12 de agosto 2014*. Quito: Departamento de Geofísica.
- Martínez, P. Q. (2016). ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA. *Revista de Ingeniería Sísmica No. 94 1-26 (2016)*, 1-4.
- Mejía, G. &. (2018). *LA TIERRA TIEMBLA*. SANTIAGO DE CHILE: CUADERNOS SOFIA.
- NEC. (2015). Guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.
- NEWS, C. (2018). Medición de sismos y terremotos. *Ar Bries*, 1.
- Oliva, J. (2017). *Curvas de capacidad y fragilidad estructural de tipologías comúnmente usadas en El Salvador*. . El Salvador: Universidad de El Salvador.
- Pinzón, O. (2015). *Análisis no lineal de edificaciones conceptos básicos e implicaciones*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Proceq.SA. (2017). Martillo para ensayos Manual de operación. Suiza: Ringstrasse 2.
- PUCE. (2018). Determinación de la Carga Permanente Correspondiente a Distintos Tipos de Mamposterías en Edificaciones de Vivienda. *N.106*, 149.
- Quishpe, D. (2011). *ESPECTROS PARA EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO ASOCIADOS A LAS FALLAS DE: QUITO Y NANEGALITO*. Quito: ESPE.
- Raffino, M. E. (2020). *"Escala de Richter"*. Argentina.

- Rivera, N. R. (2012). La definición y medición de la vulnerabilidad social. Un enfoque normativo. *Geografía humana*, 1-5.
- Rodríguez R, J. (20 de Marzo de 2019). Diseño estructural sismo resistente de un aula de computación en la escuela Agustín Pincay. *Tesis*. Jipijapa, Manabí, Ecuador: UNESUM.
- Santana, R. (28 de marzo de 2013). *Ingeniería Antisísmica*. Huancayo.
- Secretaría de Gestión de Riesgo MIDUVI, SGR. (2016). *Guía práctica para evaluación sísmica*. Quito: Diseño, diagramación e impresión, imprenta activa.
- Segovia, G. (2021). Terremotos: magnitud e intensidad. <http://www.geologiadeseovia.info/terremotos-magnitud-intensidad>, 1.
- Serrano, A. (2017). Formalización empresarial hacia la construcción. *Espacios*.
- Valverde, J. (2017). *MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA DE LOS SUELOS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE QUITO*. Quito.
- Villamil, K. (2018). *Comparación del método lineal elástico estático y método lineal dinámico en estructuras porticadas en concreto reforzado*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Weebly. (2016). Un terremoto ocurrido en los Andes ecuatorianos un 5 de agosto de 1949.
- Zapata, J. (2018). Municipio y Academia actualizarán la microzonificación sísmica en Quito. *Quito Informa*, 1-4.

9. ANEXOS

9.1. CUESTIONARIOS DE ENCUESTAS APLICADAS A VIVIENDAS DEL SECTOR.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Teresa de Jesús Salgado Granja</i>
Número de Pisos:	<i>2</i>
Número de Casa:	<i>5 19-10</i>
Antigüedad de construcción:	<i>35 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana de color amarillento con lamas</i>
Realizado por:	<i>Daniel Ponce</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	<i>1,2 x 1,2 m</i>
Profundidad:	<i>1,4 m</i>
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad y filtraciones en lora.</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Luis Alberto Bagan Jimen</i>
Número de Pisos:	<i>2</i>
Número de Casa:	<i>5 19-15</i>
Antigüedad de construcción:	<i>36 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>Acabado de enlucido y Bloque.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Ponce</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	<i>1 x 1 m</i>
Profundidad:	<i>1,5 m</i>
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>María Lavides</i>
Número de Pisos:	<i>1</i>
Número de Casa:	<i>De 11-2</i>
Antigüedad de construcción:	<i>31 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana color beige.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Porro</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	<i>1,5 x 1,2 m</i>
Profundidad:	<i>1,5 m</i>
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	_____
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Arnulfo Salgado Garrido</i>
Número de Pisos:	<i>2</i>
Número de Casa:	<i>5 19-38</i>
Antigüedad de construcción:	<i>36 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana de color amarillos con blancos.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Porro</i>
Marca que 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:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	_____
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Carlos Jery</i>
Número de Pisos:	<i>1</i>
Número de Casa:	<i>Lote 791</i>
Antigüedad de construcción:	<i>21 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>Acabado de pulcrido</i>
Realizado por:	<i>Daniel Porro</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	<i>1,5 x 1,5 m</i>
Profundidad:	<i>2 m</i>
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	_____
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Jorge Lucero</i>
Número de Pisos:	<i>1</i>
Número de Casa:	<i>5 19-28</i>
Antigüedad de construcción:	<i>20 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>Bochada con fachalita</i>
Realizado por:	<i>Daniel Porro</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	<i>1,2 x 1,2 m</i>
Profundidad:	<i>1,5 m</i>
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	_____
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Pera Enrique Varona Herrera.</i>
Número de Pisos:	<i>3</i>
Número de Casa:	<i>5 19-46</i>
Antigüedad de construcción:	<i>30 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana de color verde.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Pono.</i>
Marca que 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><i>Vivienda</i></u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar: <u><i>Humedad.</i></u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Cristóbal Rodríguez.</i>
Número de Pisos:	<i>4</i>
Número de Casa:	<i>5 19-45</i>
Antigüedad de construcción:	<i>1ra. 37 años 2da. 20 años (clases)</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana color azul.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Pono.</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Dimensión: <u><i>1,9 x 1,8 m</i></u>	
Profundidad: <u><i>2 m</i></u>	
5. Uso de la edificación: <u><i>Vivienda.</i></u>	
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar: <u><i>Humedad</i></u>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Alfonso Gramal</i>
Número de Pisos:	<i>3</i>
Número de Casa:	<i>5 19-57</i>
Antigüedad de construcción:	<i>23 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>Fachada de cerámica</i>
Realizado por:	<i>Daniel Ponso</i>
Marca que con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input 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 checked="" type="checkbox"/> Maestro Constructor <input type="checkbox"/>
4. Tiene conocimiento sobre la cimentación de su casa?	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	<i>1,2 x 1,2 m</i>
Profundidad:	<i>1,5 m</i>
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	_____
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>María Collaguazo</i>
Número de Pisos:	<i>2</i>
Número de Casa:	<i>5 19-58</i>
Antigüedad de construcción:	<i>32 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana color blanco con rojo.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Ponso</i>
Marca que 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:	_____
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	_____
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	Especificar: <i>Humedad</i>

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	José Morillo
Número de Pisos:	2
Número de Casa:	5 19-64
Antigüedad de construcción:	38 años
Referencia básica visual de la edificación:	Lava amarilla con tomate
Realizado por:	Daniel Ponce
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Dimensión:	1x1m
Profundidad:	1.2 m
5. Uso de la edificación:	Vivienda
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar:	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar:	Humedad.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	Carmen Alvarez
Número de Pisos:	2
Número de Casa:	5 19-87
Antigüedad de construcción:	30 años
Referencia básica visual de la edificación:	Lava color rojo con durazno.
Realizado por:	Daniel Ponce.
Marca que 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"/>
Especificar:	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar:	Humedad, filtración en lava.

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Joni Lando</i>
Número de Pisos:	<i>1</i>
Número de Casa:	<i>519-88</i>
Antigüedad de construcción:	<i>25 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>lana con cerámica rosada</i>
Realizado por:	<i>Daniel Porro</i>
Marca que 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:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar: <i>Humedad</i>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Emma Villamorán</i>
Número de Pisos:	<i>2</i>
Número de Casa:	<i>Lote 778</i>
Antigüedad de construcción:	<i>2 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>Acabado en enlucido</i>
Realizado por:	<i>Daniel Porro</i>
Marca que con una X según la respuesta obtenida.	
1. Su vivienda tiene planos arquitectónicos?	
SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input 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 checked="" type="checkbox"/>	Maestro Constructor <input 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:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar: <i>Humedad</i>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Lera Alberto Flores</i>
Número de Pisos:	<i>2</i>
Número de Casa:	<i>519-111</i>
Antigüedad de construcción:	<i>38 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>Lera color rosado.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Loro</i>
Marca que 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 checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
Dimensión: <i>1 x 1 m</i>	
Profundidad: <i>1,5 m</i>	
5. Uso de la edificación:	<i>Vivienda</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar: <i>Humedad.</i>	

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK	
ENCUESTA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA	
Datos Personales	
Nombre del propietario:	<i>Gabriel Guzmán</i>
Número de Pisos:	<i>1</i>
Número de Casa:	<i>519-136</i>
Antigüedad de construcción:	<i>30 años</i>
Referencia básica visual de la edificación:	<i>Lera color durazgo.</i>
Realizado por:	<i>Daniel Loro</i>
Marca que 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:	<i>Vivienda.</i>
6. Ha realizado un reforzamiento en la estructura.	
SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>
Especificar: _____	
7. Qué tipo de patología (problemas) ha encontrado en su vivienda.	
Especificar: <i>Humedad.</i>	

9.2. FORMULARIOS DE EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
													DATOS DE LA EDIFICACIÓN 1	
													Dirección: Calle Suquillo S 19-171, Los Criollos.	
Nombre de la edificación: Casa														
Sitio de referencia: Camino a LLOA														
Tipo de uso: Vivienda														
Fecha de evaluación: 22/05/2021														
Año de construcción: 1996														
Año de remodelación: Ninguna														
Área de construcción (m2): 220														
Número de pisos: 2														
DATOS DEL PROFESIONAL														
Nombre del evaluador: Daniel Posso														
C.I.: 1750018150														
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK														
														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3									
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con muros estructurales de hormigón armado	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	-0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	1,4	1,4	1	1,6	1	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	-0,6	-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														
					1,9									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial											X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad													
S > 2,5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES:														
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.														

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES														
													DATOS DE LA EDIFICACIÓN 2	
													Dirección: Calle Suquillo S 19-180, Los Criollos	
Nombre de la edificación: Casa														
Sitio de referencia: Camino a LLOA														
Tipo de uso: Vivienda														
Fecha de evaluación: 22/05/2021														
Año de construcción: 1986														
Año de remodelación: Ninguna														
Área de construcción (m2): 116.67														
Número de pisos: 1														
DATOS DEL PROFESIONAL														
Nombre del evaluador: Daniel Posso														
C.I.: 1750018150														
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK														
														
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL														
Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3									
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4									
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5									
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S														
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5	
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2	
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN														
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4	
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8	
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN														
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-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														
					1,9									
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA														
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial											X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad													
S > 2,5	Baja vulnerabilidad													
OBSERVACIONES:														
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.														

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 3	
Dirección: Calle Suquillo S 19-176.	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1991	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 117.04	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	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	-1,5	-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													
													0,4
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 4	
Dirección: Calle Suquillo S 19-156	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 2001	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 294	Número de pisos: 3

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	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	-1,5	-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													
													1,3
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 5	
Dirección: Calle Suquillo, S/N.	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1991	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 150	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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 Acero Doblado en frío	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

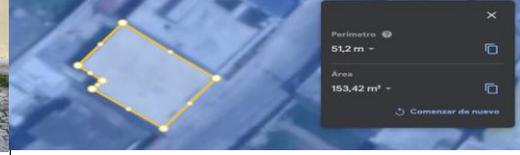
OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 6	
Dirección: Calle Suquillo S 19-136	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1991	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 153.42	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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 Acero Doblado en frío	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

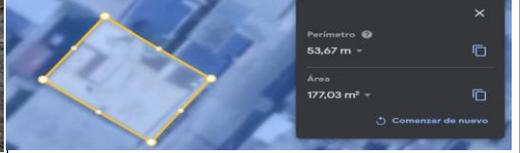
OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 7	
Dirección: Calle Suquillo S 19-122	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 2001	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 354	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												X
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

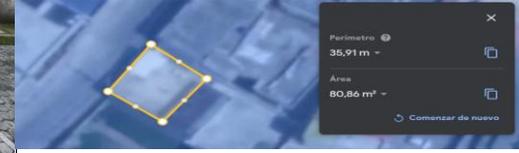
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 8	
Dirección: Calle Suquillo S 19-119.	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1991	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 80.86	Número de pisos: 1

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX			Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												X
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 11	
Dirección: Calle Suquillo Lote 778.	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 2019	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 213.12	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-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													
					1,8								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

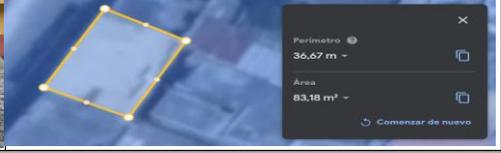
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 12	
Dirección: Calle Suquillo S 19-101	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1984	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 166.36	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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

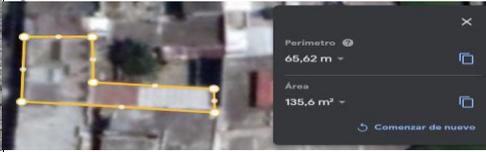
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8

PUNTAJE FINAL, S													
					0,4								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial												
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
			DATOS DE LA EDIFICACIÓN 13										
			Dirección: Calle Suquillo 5 19-88										
			Nombre de la edificación: Casa										
			Sitio de referencia: Camino a LLOA										
			Tipo de uso: Vivienda			Fecha de evaluación: 22/05/2021							
Año de construcción: 1993			Año de remodelación: Ninguna										
Área de construcción (m2): 111.38			Número de pisos: 1										
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador: Daniel Posso													
C.I.: 1750018150													
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK													
			DATOS DE LA EDIFICACIÓN 14										
			Dirección: Calle Suquillo 5 19-87										
			Nombre de la edificación: Casa										
			Sitio de referencia: Camino a LLOA										
			Tipo de uso: Vivienda			Fecha de evaluación: 22/05/2021							
Año de construcción: 1991			Año de remodelación: Ninguna										
Área de construcción (m2): 195.6			Número de pisos: 2										
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador: Daniel Posso													
C.I.: 1750018150													
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	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		Pórtico Acero Doblado en frío	S3								
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4								
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5								
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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													
					0,4								
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:													
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.													

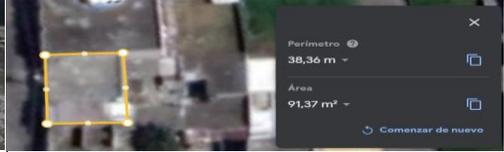
EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
			DATOS DE LA EDIFICACIÓN 14										
			Dirección: Calle Suquillo 5 19-87										
			Nombre de la edificación: Casa										
			Sitio de referencia: Camino a LLOA										
			Tipo de uso: Vivienda			Fecha de evaluación: 22/05/2021							
Año de construcción: 1991			Año de remodelación: Ninguna										
Área de construcción (m2): 195.6			Número de pisos: 2										
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador: Daniel Posso													
C.I.: 1750018150													
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK													
			DATOS DE LA EDIFICACIÓN 14										
			Dirección: Calle Suquillo 5 19-87										
			Nombre de la edificación: Casa										
			Sitio de referencia: Camino a LLOA										
			Tipo de uso: Vivienda			Fecha de evaluación: 22/05/2021							
Año de construcción: 1991			Año de remodelación: Ninguna										
Área de construcción (m2): 195.6			Número de pisos: 2										
DATOS DEL PROFESIONAL													
Nombre del evaluador: Daniel Posso													
C.I.: 1750018150													
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK													
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	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		Pórtico Acero Doblado en frío	S3								
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4								
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5								
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8
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	-1,5	-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													
													-0,3
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												
OBSERVACIONES:													
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.													

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 15	
Dirección: Calle Suquillo S 19-79	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1985	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 91.37	Número de pisos: 1

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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	
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad
S > 2,5	Baja vulnerabilidad

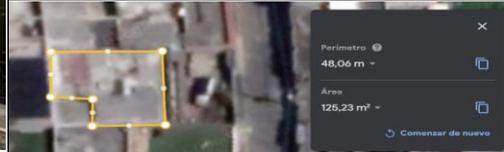
OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 16	
Dirección: Calle Suquillo S 19-72	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1196	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 187.23	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado			S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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	
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad
S > 2,5	Baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

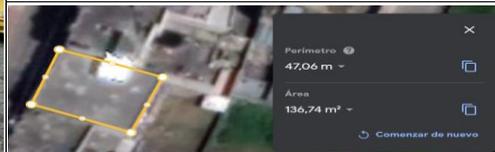


DATOS DE LA EDIFICACIÓN 17
 Dirección: Calle Suquillo S 19-67

Nombre de la edificación: Casa
 Sitio de referencia: Camino a LLOA

Tipo de uso: Vivienda Fecha de evaluación: 22/05/2021
 Año de construcción: 1996 Año de remodelación: Ninguna
 Área de construcción (m2): 272.74 Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: Daniel Posso
 C.I.: 1750018150
 Registro SENESCYT: Estudiante UISEK



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado		Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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		
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad	
S > 2,5	Baja vulnerabilidad	

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

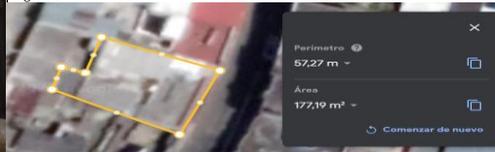


DATOS DE LA EDIFICACIÓN 18
 Dirección: Calle Suquillo S 19-64

Nombre de la edificación: Casa
 Sitio de referencia: Camino a LLOA

Tipo de uso: Vivienda Fecha de evaluación: 22/05/2021
 Año de construcción: 1983 Año de remodelación: Ninguna
 Área de construcción (m2): 354.38 Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: Daniel Posso
 C.I.: 1750018150
 Registro SENESCYT: Estudiante UISEK



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado		Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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		
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad	
S > 2,5	Baja vulnerabilidad	

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 19	
Dirección: Calle Suquillo S 19-58	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1989	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 248.98	Número de pisos: 2
DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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														
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X			
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad													
S > 2,5	Baja vulnerabilidad													

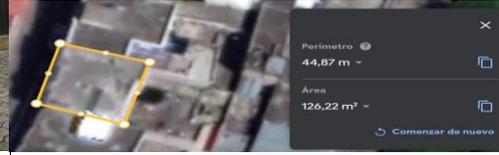
OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 20	
Dirección: Calle Suquillo S 19-57	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1998	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 378.66	Número de pisos: 3
DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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														
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X			
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad													
S > 2,5	Baja vulnerabilidad													

OBSERVACIONES:

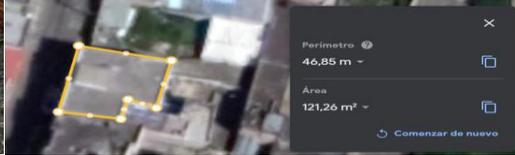
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 21	
Dirección: Calle Suquillo S 19-45	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1984	Año de remodelación: 2006
Área de construcción (m2): 368.78	Número de pisos: 4

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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		S4	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
			PC	H. Armado prefabricado	Pórtico Acero con paredes mampostería

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

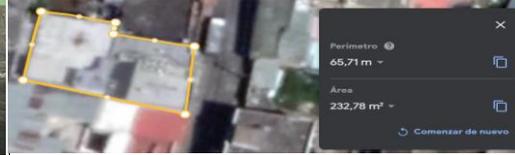
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 22	
Dirección: Calle Suquillo S 19-46	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1191	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 465.56	Número de pisos: 3

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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		S4	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
			PC	H. Armado prefabricado	Pórtico Acero con paredes mampostería

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial										X		
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

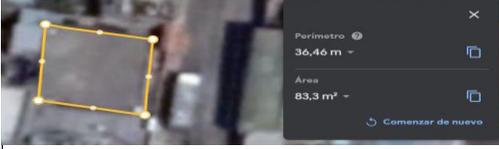


DATOS DE LA EDIFICACIÓN 23
 Dirección: Calle Suquillo S 19-28

Nombre de la edificación: Casa
 Sitio de referencia: Camino a LLOA

Tipo de uso: Vivienda Fecha de evaluación: 22/05/2021
 Año de construcción: 2001 Año de remodelación: Ninguna
 Área de construcción (m2): 83.3 Número de pisos: 1

DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: Daniel Posso
 C.I.: 1750018150
 Registro SENESCYT: Estudiante UISEK



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
				Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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	-1,5	-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	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1	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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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

					1,8								
--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X	<i>DANIG</i>
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad		
S > 2,5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES

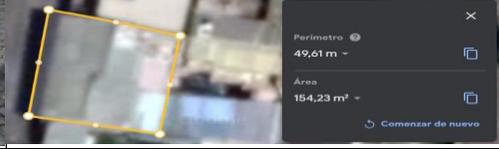


DATOS DE LA EDIFICACIÓN 24
 Dirección: Calle Suquillo S 19-27

Nombre de la edificación: Casa
 Sitio de referencia: Camino a LLOA

Tipo de uso: Vivienda Fecha de evaluación: 22/05/2021
 Año de construcción: 1984 Año de remodelación: Ninguna
 Área de construcción (m2): 308.46 Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL
 Nombre del evaluador: Daniel Posso
 C.I.: 1750018150
 Registro SENESCYT: Estudiante UISEK



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado	S1
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico H.Armado con muros estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
				Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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	-1,5	-1,5	-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

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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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

							-0,3						
--	--	--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X	<i>DANIG</i>
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad		
S > 2,5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES:

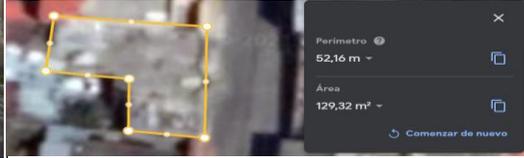
FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 25	
Dirección: Calle Suquillo Lote 791	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 2000	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 129.32	Número de pisos: 1

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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

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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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	0,4	N/A	0,4	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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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

					-0,1								
--	--	--	--	--	------	--	--	--	--	--	--	--	--

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X	
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad		
S > 2,5	Baja vulnerabilidad		

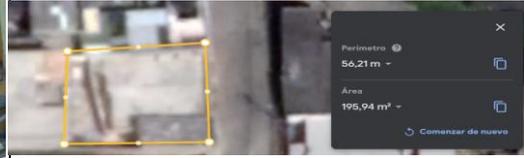
OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 26	
Dirección: Calle Toylla S 19-38.	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1985	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 391.88	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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

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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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	0,4	N/A	0,4	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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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

	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
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	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
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

					0,4								
--	--	--	--	--	-----	--	--	--	--	--	--	--	--

GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA

S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial	X	
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad		
S > 2,5	Baja vulnerabilidad		

OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 27	
Dirección: Calle Vicente Angos Oe 11-2	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1990	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 151.7	Número de pisos: 1
DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial							X					
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 28	
Dirección: Calle Suquillo S 19-15, Vicente Angos.	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1985	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 276.52	Número de pisos: 2
DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero con paredes mampostería	S5

PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S

Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2

ALTURA DE LA EDIFICACIÓN

Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8

IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN

Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-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													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial							X					
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												

OBSERVACIONES:

FORMULARIO OBTENIDO DE LA GUÍA PRÁCTICA PARA EVALUACIÓN SÍSMICA Y REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LA NEC 2015.

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 29	
Dirección: Calle Suquillo S 19-10, Vicente Angos.	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1986	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 239.76	Número de pisos: 2

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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 muros estructurales	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con mamostería confinada sin refuerzo	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado		Pórtico Acero con paredes mamostería	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	-1,5	-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	-0,6	-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	
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad
S > 2,5	Baja vulnerabilidad

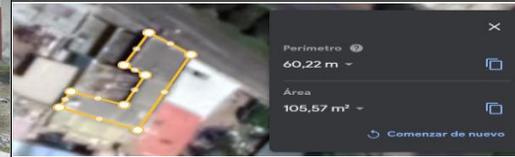
OBSERVACIONES:

EVALUACIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES



DATOS DE LA EDIFICACIÓN 30	
Dirección: Calle Vicente Angos Oe 10-235	
Nombre de la edificación: Casa	
Sitio de referencia: Camino a LLOA	
Tipo de uso: Vivienda	Fecha de evaluación: 22/05/2021
Año de construcción: 1991	Año de remodelación: Ninguna
Área de construcción (m2): 221.14	Número de pisos: 3

DATOS DEL PROFESIONAL	
Nombre del evaluador: Daniel Posso	
C.I.: 1750018150	
Registro SENESCYT: Estudiante UISEK	



TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

Madera	W1	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 muros estructurales	C3	Pórtico Acero Doblado en frío	S3
Mixta-Acero-hormigón o mixto, madera-hormigón	MX	Pórtico H.Armado con mamostería confinada sin refuerzo	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado	S4
		H. Armado prefabricado		Pórtico Acero con paredes mamostería	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	-1,5	-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	-0,6	-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	
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad
S > 2,5	Baja vulnerabilidad

OBSERVACIONES:

9.3. ANEXOS DEL ENSAYO DEL ESCLERÓMETRO.

		
<p>Índice de rebote columna medianera B1 planta baja.</p>	<p>Índice de rebote columna central 2C planta baja.</p>	<p>Columna esquinera D3 planta baja.</p>



Viga EJE 1, planta baja.



Viga EJE A, planta baja.



Viga EJE 2, planta baja.



Preparación de superficie de prueba con piedra abrasiva, losa 2P.



Preparación área de prueba losa planta alta.



Índice de rebote losa, planta alta.



Entrevista al señor José Morillo,
exdirigente de la Cooperativa Reino de
Quito.



Entrevista al señor Luis Bazán, socio y
operador de Maquinaria Cooperativa
Reino de Quito.



Entrevista al señor Flores, socio
fundador Cooperativa Reino de Quito.



Preparación del área de superficie de prueba columna 2C planta baja.



Preparación del área de superficie de prueba columna D3, planta baja.



Preparación área de superficie de prueba columna B1, planta baja.



Aplicación de encuesta a propietarios de vivienda Cooperativa Reino de Quito.



Preparación del área de superficie de prueba columna C2, con piedra abrasiva.



Preparación del área de superficie de prueba columna D3.



Preparación del área de superficie de prueba columna B1.



Preparación del área de prueba viga
EJE 1, planta baja.



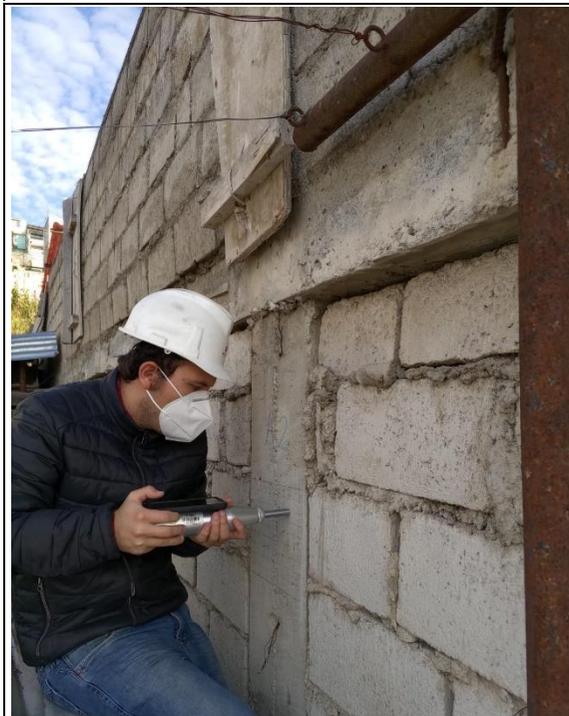
Preparación del área de prueba viga
EJE A, planta baja.



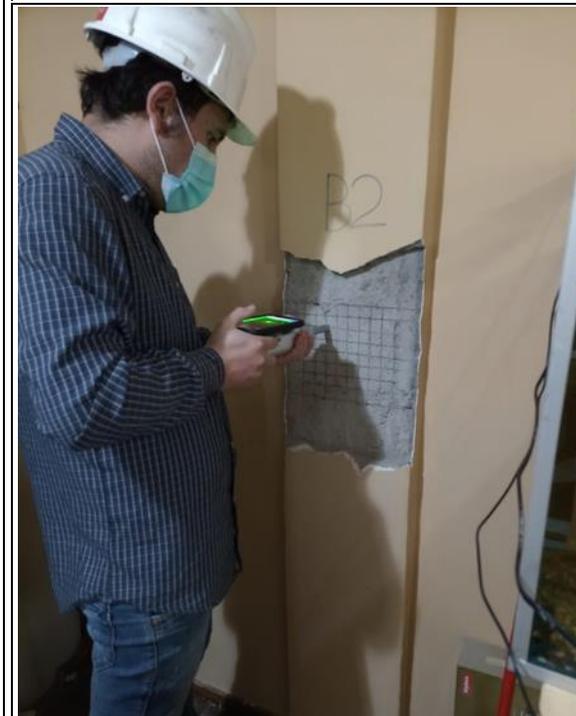
Preparación del área de prueba viga
EJE 2, planta baja.



Índices de rebote columna esquinera
A'1, planta alta.



Índices de rebote columna medianera
A'2, planta alta.



Índice de rebote columna central B2,
planta alta.



Índice de rebote Viga A'2, planta alta.



Índice de rebote Viga EJE 1 2p, planta alta.



Índice de rebote Viga EJE A'1.



Preparación del área de prueba
columna A'2, planta alta.



Preparación del área de prueba
columna central B2, planta alta.



Preparación del área de prueba viga A'2
planta alta.



Edificaciones con patologías Cooperativa Reino de Quito.



Edificaciones con irregularidades en planta y alzamiento vertical