PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE HÁBITAT, INFRAESTRUCTURA Y CREATIVIDAD

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



Plan de Trabajo de Integración Curricular

Evaluación de Vulnerabilidad Estructural Sísmica con Método FEMA y Establecimiento de Líneas de Acción Prioritarias aplicado al Segundo comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 “Patria” en Latacunga, provincia de Cotopaxi, integrando percepción de riesgo del personal

AUTOR:

Anthony Kennedy Cadena Pazmiño

TUTOR:

Joge Alexander Bucheli Garcia

QUITO DM, JUNIO DE 2026

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I 10

INTRODUCCION 10

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 11

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12

OBJETIVOS 13

OBJETIVO GENERAL: 13

OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 13

ALCANCE 13

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL Y CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA 15

2.1. Antecedentes del Riesgo Sísmico en Ecuador. 15

2.1.1 Actividad Sísmica 15

2.1.2 Eventos Sísmicos Históricos más Relevantes 16

2.1.3 Estudios de Evaluación y Vulnerabilidad Sísmica 17

2.2 Marco Normativo de la Gestión de Riegos 18

2.2.1 Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastre 2015-2030 18

2.4. Ley Orgánica de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (LOGIRD) 20

2.5 Caracterización de la Zona de Estudio y la Amenaza 22

2.5.1 Localización Geográfica de la Brigada N 9 “Patria” 23

2.5.2 Análisis de la Amenaza Sísmica en la Región 25

2.6 Caracterización de la Edificación 27

2.6.1 Tipología Estructural, Materiales, Uso y Ocupación 27

CAPÍTULO III: METODOLOGÍAS 29

3.1. Fundamentos Metodológicos. 29

3.1.1 Descripción del Método FEMA P-154 (2015) 30

Nivel 1: evaluación rápida estándar 31

Nivel 2: evaluación rápida detallada 31

3.1.2 Variables, Ponderaciones y Cálculo de Puntuación S. 31

Asignación de la puntuación base (S) 32

Identificación de variables y modificadores 32

Cálculo de puntuación finales S 32

Interpretación de la puntuación S 33

3.2. Instrumentos de recolección de datos. 34

3.2.1 Fichas MIDUVI(FEMA). 34

3.3 Metodología de la Investigación Social. 36

3.3.1 Diseño y Validación del Instrumento de Encuesta 36

3.3.2 Universo y Muestra del Personal. 37

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL SÍSMICA MÉTODO FEMA P-154 (Aplicado mediante manual MIDUVI) 38

4.1 Documentación fotográfica de registro técnico. 38

4.2. Aplicación del método. 41

4.2.1 Identificación de irregularidades estructurales. 46

4.2.2 Evaluación de elementos no estructurales. 46

4.3 Resultados del diagnóstico técnico. 51

4.3.1 Cálculo de la puntuación final S 51

4.3.2 Clasificación del riesgo estructural. 52

CAPÍTULO V: DIAGNÓSTICO DE LA PERCEPCIÓN DE RIESGO DEL PERSONAL 53

5.1. Resultados del diagnóstico social. 53

5.1.1 Nivel de conocimiento sobre la amenaza sísmica y rutas de evacuación. 53

5.1.2 Percepción de Vulnerabilidad de la Infraestructura (Comedor). 63

CAPÍTULO VI: ESTABLECIMIENTO DE LÍNEAS DE ACCIÓN PRIORITARIAS.. 68

6.1 Integración de resultados técnicos y sociales. 68

6.2. Líneas de acción estructurales 70

6.2.1 Recomendaciones de reforzamiento 70

6.2.2 Medidas de mitigación no estructural. 71

6.2.3 Recomendaciones Prioritarias para la Intervención. 73

6.3 Líneas de acción operativa. 73

6.3.1 Protocolos de alerta, evacuación y zonas seguras. 73

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 76

Conclusiones. 76

Recomendaciones 78

Bibliografía 79

Anexos 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización 24

Figura 2: Mapa Interactivo de la Zona 25

Figura 3: Mapa Interactivo de la Zona 26

Figura 4: Anexo 1 34

Figura 5: Anexo 2 35

Figura 6: Fotografía de la edificación 38

Figura 7: Plano en planta de la edificación 38

Figura 8: Fotografía de la edificación 39

Figura 9: Fotografía de la edificación 39

Figura 10: Fotografía de la edificación 39

Figura 11: Fotografía de la edificación 39

Figura 12: Fotografía de la edificación..... 40

Figura 13: Fotografía de la edificación.....40

Figura 14: Fotografía de la edificación…….40

Figura 15: Fotografía de la edificación…….41

Figura 16: Fotografía de la edificación…….41

Figura 17: Tabla 2 ASCE/SEI 42

Figura 18: Espectro de aceleraciones NEC 42

Figura 19: Espectro de aceleraciones de la zona de estructura..... 43

Figura 20: Tabla resumen de parámetros espectrales 43

Figura 21: Bloque 1 y 2 ficha MIDUVI 44

Figura 22: Bloque 3 ficha MIDUVI 45

Figura 23: Bloque 4 ficha MIDUVI 45

Figura 24: Bloque 1 y 2 ficha MIDUVI 47

Figura 25: Ficha 2 MIDUVI..... 48

Figura 26: Ficha 2 MIDUVI..... 48

Figura 27: Ficha 2 MIDUVI..... 49

Figura 28: Ficha 2 MIDUVI..... 50

Figura 29: Pregunta de encuesta..... 53

Figura 30: Pregunta de encuesta..... 54

Figura 31: Pregunta de encuesta..... 55

Figura 32: Pregunta de encuesta..... 56

Figura 33: Pregunta de encuesta..... 57

Figura 34: Pregunta de encuesta..... 58

Figura 35: Pregunta de encuesta 59

Figura 36: Pregunta de encuesta 60

Figura 37: Pregunta de encuesta 61

Figura 38: Pregunta de encuesta 62

Figura 39: Pregunta de encuesta 63

Figura 40: Pregunta de encuesta 64

Figura 41: Pregunta de encuesta 65

Figura 42: Pregunta de encuesta 66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de Calificación de Vulnerabilidad 52

Tabla 2: Matriz de Convergencia 69

RESUMEN

El Ecuador se encuentra en una zona de alta actividad sísmica, lo que exige la evaluación constante de infraestructuras esenciales. El presente trabajo de titulación tiene como objetivo determinar el nivel de vulnerabilidad estructural del Segundo Comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 “Patria” en Latacunga, mediante la aplicación de la metodología de tamizaje visual rápido FEMA P-154, estandarizada por el manual del MIDUVI (2022), e integrando la percepción de riesgo de los ocupantes. La investigación adoptó un enfoque mixto: en el componente técnico se aplicaron fichas de evaluación visual (Nivel 1 y 2), y en el componente social se realizaron encuestas al personal militar. Los resultados del tamizaje arrojaron una puntuación final de S=0.9, lo que teóricamente clasifica a la estructura como de baja vulnerabilidad según el método rápido. Sin embargo, la inspección in situ reveló patologías constructivas importantes como fisuras en mampostería, humedad severa y acero expuesto. Contrastantemente, el diagnóstico social evidenció una "paradoja de seguridad": aunque existe una alta conciencia del peligro sísmico, el 77.3% de los usuarios se siente inseguro dentro de la edificación y el 100% reportó falta de señalización. Como conclusión, se establecieron Líneas de Acción Prioritarias que sugieren escalar a una evaluación estructural detallada mediante ensayos destructivos y no destructivos, medidas de mitigación para elementos no estructurales y la implementación urgente de protocolos operativos de evacuación y señalética.

Palabras clave: Vulnerabilidad sísmica, FEMA P-154, MIDUVI, Gestión de Riesgos, Latacunga, Percepción de riesgo.

ABSTRACT

Ecuador is located in a zone of high seismic activity, which requires constant evaluation of essential infrastructure. The objective of this degree thesis is to determine the structural vulnerability level of the Second Dining Hall of the Special Forces Brigade No. 9 "Patria" in Latacunga, through the application of the FEMA P-154 rapid visual screening methodology, standardized by the MIDUVI manual (2022), and integrating the occupants' risk perception. The research adopted a mixed approach: visual evaluation forms (Level 1 and 2) were applied for the technical component, and surveys were conducted with military personnel for the social component. The screening results yielded a final score of S=0.9, theoretically classifying the structure as having low vulnerability according to the rapid method. However, the in situ inspection revealed significant construction pathologies such as masonry cracks, severe humidity, and exposed steel. Conversely, the social diagnosis evidenced a "safety paradox": although there is high awareness of seismic hazards, 77.3% of users feel unsafe inside the building, and 100% reported a lack of signage. In conclusion, Priority Action Lines were established suggesting an escalation to a detailed structural evaluation through destructive and non-destructive testing, mitigation measures for non-structural elements, and the urgent implementation of operational evacuation protocols and signage.

Keywords: Seismic vulnerability, FEMA P-154, MIDUVI, Risk Management, Latacunga, Risk perception.

CAPÍTULO I

INTRODUCCION

El Ecuador se encuentra en el cinturón de fuego del pacífico, esta región se caracteriza por la intensa actividad tectónica dada por la subducción de la placa de nazca bajo la placa sudamericana. Esta característica geodinámica expone al Ecuador a menos asísmica es constantes, acentuándose en la zona sierra centro. Específicamente, en la provincia de Cotopaxi, el cantón Latacunga, contempla un escenario aún más riesgoso dado a la interacción entre la alta peligrosidad sísmica y la amenaza del volcán Cotopaxi.

Por esta razón, las infraestructuras esenciales, como pueden ser instalaciones militares, tienen un rol crítico en respuesta y operatividad ante desastre. El presente trabajo se centra en una de esas edificaciones qué es el segundo comedor de la brigada de fuerzas especiales N 9 “patria”, una estructura de alta aglomeración humana y de uso continuo, aún dada su importancia estratégica, la edificación carecía de un diagnóstico técnico actualizado para determinar su comportamiento probable ante un escenario sísmico, esto generando incertidumbre de los ocupantes sobre su seguridad y funcionalidad.

La problemática se basa en la necesidad de identificar si existe vulnerabilidad en la edificación que pueda comprometer vidas humanas, esto no sólo bajo la perspectiva de la ingeniería estructural, sino que también se considera el factor humano bajo la preparación operativa. Para esto, el estudio aplica la metodología de evaluación rápida visual FEMA P-154, adoptada y estandarizada en el país mediante el manual MIDUVI. La herramienta permite un tamizaje eficiente para encontrar irregularidades, tipos de estructuración y patologías visibles.

Adicional a la evaluación rápida visual mediante fichas técnicas, sin corpora un diagnóstico de los usuarios, estos siendo de su percepción de riesgo, teniendo como objetivo

establecer líneas de acción prioritarias, al integrar hallazgos técnicos con las necesidades operativas del personal, proponiendo medidas de mitigación estructurales y no estructurales.

JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Este trabajo se justifica por la necesidad de evaluar las vulnerabilidades estructurales frente a los sismos en el Segundo Comedor de la Brigada "Patria", considerada una infraestructura esencial.

Basado en el contexto geotectónico, Ecuador se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una región que, debido a la subducción de placas, concentra cerca del 90% de la sismicidad global (USGS, 2023) Esta amenaza se acentúa en la zona de estudio, ya que el Instituto Geofísico (IGEPN, 2024) ha determinado que Cotopaxi presenta un alto peligro sísmico. Por lo tanto, el aporte clave de esta tesis radica en el diagnóstico técnico: la aplicación del Método FEMA (Rapid Visual Screening). Esta metodología de la Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA), permite cuantificar la vulnerabilidad a través de un análisis rápido que identifica con precisión las deficiencias estructurales críticas, como la presencia de pisos blandos o irregularidades en rigidez y masa que podrían comprometer la estabilidad del edificio en caso de un evento telúrico. Este diagnóstico de ingeniería es el respaldo científico esencial para cualquier medida correctiva.

El valor propositivo de este trabajo se alinea con la gestión integral del riesgo, contribuyendo directamente al Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 (UNDRR, 2015), especialmente en las prioridades de comprender el riesgo y mejorar la preparación. La investigación está diseñada para culminar en el Establecimiento de Líneas de Acción Prioritarias, un producto concreto y aplicable que surge de la integración crítica de

hallazgos. La inclusión de la percepción de riesgo del personal no es una desviación hacia un modelo de gestión más amplio, sino un diagnóstico social complementario que asegura la viabilidad operativa de las recomendaciones técnicas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Ecuador, la gestión integral del riesgo de desastres es una obligación del estado ante la inminente amenaza sísmica, está clasificada como alta debido a la ubicación geográfica del país que se encuentra en la zona de subducción entre las placas tectónicas, dentro del cinturón de fuego del pacífico (USGS, 2023). Está amenaza fue determinada para la región de Cotopaxi por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN, 2024), justificando el por qué evaluar las vulnerabilidades estructurales en infraestructura clave. El Segundo Comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales N° 9 "Patria" constituye una edificación esencial la cual, debido a su función operativa y su alta ocupación humana, necesita la aplicación rigurosa de metodologías de ingeniería civil para que su desempeño sea garantizado ante eventos sísmicos. Aun así, existen deficiencias en la aplicación de metodologías específicas para el diagnóstico preliminar de riesgo en este tipo de edificaciones.

El problema base de este trabajo se centra en la carencia de un diagnóstico técnico de la estructura. Esta edificación esta desprovista de una evaluación de vulnerabilidad estructural sísmica calificada mediante el método estandarizado FEMA (Federal Emergency Management Agency). Tal ausencia de análisis impide determinar con certeza el nivel de susceptibilidad al daño y la existencia de patologías constructivas. Al no poseer la puntuación final de vulnerabilidad, conlleva al desconocimiento de las posibles características peligrosas presentes en la edificación como; piso blando, columnas cortas o irregularidades de rigidez y masa; estas al

concentrar grandes cantidades de energía sísmica, aumentarían la posibilidad de colapso, daño severo o pérdidas operacionales (FEMA P-154).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar el nivel de vulnerabilidad estructural del segundo comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales N°9 "Patria", con base a la metodología de evaluación visual rápida establecida en el "manual de procedimiento administrativo y técnico para la evaluación de las edificaciones" del MIDUVI (2022), basado en la metodología FEMA y la valoración de percepción de riesgos del personal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Identificar y caracterizar la amenaza sísmica predominante en Latacunga, y caracterizar la edificación según su tipología estructural y uso.

2. Determinar la vulnerabilidad estructural del comedor mediante la inspección visual rápida de MIDUVI con fichas técnicas basadas en la metodología FEMA.

3. Determinar la percepción de riesgo y la capacidad de respuesta del personal a través de encuestas.

4. Establecer las Líneas de Acción Prioritarias para la mitigación y respuesta sísmica, integrando los resultados (MIDUVI "FEMA") y la percepción social.

ALCANCE

El alcance de ese trabajo se encuentra delimitado por el tema y los objetivos planteados, manteniendo su enfoque en el diagnóstico de ingeniería y la formulación de una propuesta

técnica preliminar. El estudio se realiza al Segundo Comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales N.º 9 “Patria”, ubicado en la ciudad de Latacunga, provincia de Cotopaxi, el cual no contempla fases de ejecución de las medidas propuesta. El trabajo está definido por un carácter académico, enfocado en generar un diagnóstico estructural y una base técnica para futuras intervenciones.

El presente estudio tiene un alcance de diagnóstico y proposición, centrado en la aplicación de la metodología FEMA P-154 qué evalúa la estructura de una forma visual rápida, esta permite determinar la vulnerabilidad sísmica mediante una observación estandarizado (Federal Emergency Management Agency, P-154: Rapid Visual Screening, 2015). De manera paralela se caracterizará la amenaza sísmica en la zona de Latacunga utilizando fuentes oficiales de registros, como el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN), el cual proporciona información actualizada de peligrosidad sísmica regional (IGEPN, Monitoreo sísmico y volcánico de Cotopaxi, 2024; USGS, Tectonic Summary of South America Subduction Zone, 2023).

En la fase analítica, se ejecutará la evaluación de vulnerabilidad del comedor mediante una inspección in situ, considerando parámetros definidos por las fichas FEMA P-154, y con ello obtener la puntuación final de vulnerabilidad, después de determinar la susceptibilidad al daño que puede tener la estructura. El resultado del diagnóstico se complementará con un pequeño análisis social, realizado bajo la aplicación de encuestas al personal que utiliza la instalación, con el fin de saber el nivel de percepción de riesgo y preparación ante emergencias en concordancia con las recomendaciones del Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015–2030 (UNDRR, 2015). Finalmente, con los resultados técnicos y sociales, se dará una propuesta propositiva en la cual se establezca líneas de acción prioritarias integrando ambos enfoques.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL Y CARACTERIZACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA

Para poder comprender los antecedentes de riesgos sísmicos en el Ecuador primero se debe abordar el fenómeno de los sismos y su origen. Para ello, es importante entender que los movimientos sísmicos son manifestaciones dinámicas del interior del planeta, debido al desplazamiento constante de las placas tectónicas, por lo tanto, es un sistema dinámico que siempre se encuentra en transformación y movimiento. La geología consideraba que el planeta y las estructuras que lo conforman siempre se mantenían inmóviles, pero los avances tecnológicos del sigo XX han demostrado que la formaron y reubicación de los continentes se debe a este sistema dinámico continuo (IGEPN, 2023).

2.1. Antecedentes del Riesgo Sísmico en Ecuador.

2.1.1 Actividad Sísmica

Ecuador se encuentra en una zona tectónica de alta actividad, ésta se encuentra remarcada por la subducción de la placa de Nazca bajo de la Sudamericana. Por esta convergencia, la energía descompresión que se acumula necesita liberarse mediante el deslizamiento de las placas dando origen a terremotos, y creado una amenaza sísmica latente en el país (Yepes, 2016). La sismicidad no es solamente la interfaz de subducción, también son las fallas corticales que se encuentran en la región de los Andes, esto incrementa el peligro sísmico (Yepes, 2016).

La actividad sísmica en el Ecuador la contempla eventos de gran magnitud asociados a mega fallas como también sismos con menor magnitud, pero más destructivos cerca de las zonas Andinas, esto muestra que los riesgos sísmicos no tienen solo una cara si no algunas:

profundidad, magnitud del evento, geología local, vulnerabilidad estructural, distancia al epicentro (Baize, 2020).

Modelos actuales de amenazas sísmicas muestran que el Ecuador tiene probabilidades altas de tener fuertes sacudidas en pequeños plazos de tiempo (Project, 2023).

2.1.2 Eventos Sísmicos Históricos más Relevantes

A lo largo del siglo XX y XXI, el Ecuador ha tenido múltiples terremotos que marcaron la historia del país. Uno de ellos, el sismo de 16 de abril del 2016 (magnitud Mw 7.8) en la costa de Manabí, específicamente en la ciudad de pedernales, demostró la alta vulnerabilidad de los edificios y la capacidad de provocar daños severos y pérdidas de vidas humanas (Beauval, 2018). De igual manera, en los catálogos históricos (1767-1868) permite estimar que sismos de magnitudes de 7.0 a 8.0 ocurrieron en la región andina del Ecuador, acentuando la persistencia del riesgo en el país (Beauval, 2018).

Uno de los terremotos más importantes se dio de igual manera cerca del lugar de estudio, siendo este cierra centro específicamente en la ciudad de Ambato, ese terremoto ocurrió en 1949 y fue otro hito por su alto nivel destructivo y pérdidas humanas ya que se contabilizó más de 6000 fallecidos y más de 10000 personas se quedaron sin vivienda, esto confirma qué eventos moderados a fuertes provocan daños significativos y crisis en zonas urbanas andinas.

Al hablar de eventos sísmicos notables en el Ecuador tampoco se puede dejar de lado el terremoto que sacudió la ciudad de Riobamba, Ambato y Latacunga en 1698 del cual no se tiene datos exactos pero según los registros provocó gran destrucción de casas e iglesias y un aproximado de 7000 muertos; se tiene también el terremoto de 1757 igualmente en la ciudad de Latacunga el cual provocó una destrucción considerable de varias estructuras y que dejó un saldo

aproximado de 4000 fallecidos; También se puede mencionar el terremoto de 1797 que se dio en la ciudad de Riobamba, este provocó la destrucción total de la ciudad, y con esto el traslado de la ciudad a otro sitio, se considera que aproximadamente hubo entre 13000 y 31000 muertos, adicional, esto provocó epidemias y tuvo un impacto socioeconómico tan elevado que el Ecuador tardó en recuperarse. (Daniel Espinosa, 2018)

Los antecedentes no sólo muestran que los terremotos de mayor magnitud pueden ocurrir, sino también los de moderada generando daños graves en puntos localizados, por lo cual la evaluación de vulnerabilidad debe considerar todas las escalas de eventos (Bethoux, 2011).

En retrospectiva se debe conocer los episodios sísmicos históricos para fortalecer el argumento de la necesidad de evaluar la vulnerabilidad sísmica de la estructura de estudio.

2.1.3 Estudios de Evaluación y Vulnerabilidad Sísmica

En años anteriores, se han generado modelos de peligrosidad sísmica probabilística para el país estos integran catálogos de sismos, modelos de fuentes sísmicas y atenuación de onda, estos con la finalidad de generar mapas de aceleración esperada y espectros de diseño para su uso en la ingeniería civil (Beauval, 2018).

Los estudios muestran que la aceleración que se espera en el suelo en muchas zonas del Ecuador es más alta, esto afectando directamente en el diseño sísmico de las estructuras (Courboulex, 2022).

2.2 Marco Normativo de la Gestión de Riegos

2.2.1 Marco de Sendai para la Reducción de Riesgos de Desastre 2015-2030

El Marco de Sendai para la reducción de riesgos de desastres, (2015, 2030) fue implementado durante la Tercera Conferencia Mundial sobre Reducción de Riesgo de Desastres, que se dio en Sendai Japón del 14 al 18 de marzo de 2015, siendo un instrumento que sucede al Marco de Acción de Hyogo (2005- 2015). El Marco de Sendai dio un cambio drástico al enfoque: de la simple gestión de desastres a una norma integral que reduce el riesgo de desastres (UNISDR).

El Marco de Sendai no sólo se centra en Amenaza naturales, también ve amenazas de origen tecnológico, antrópico y biológico, que hacen hincapié en evitar la generación de riesgos nuevos conjunto con la reducción de los que ya existen (UNISDR)

Origen e historia

La estrategia Yakohama (1994) y el Marco de Acción de Hyogo (2005-2015) fueron los antecesores y bases del Marco Sendai, que fueron generados por el Form mundial de gestión de riesgos, los dos dieron aportes importantes, pero al pasar del tiempo, se notó que aún existían brechas significativas en la reducción de riesgos. Por esta razón el Marco de Sendai inicia con el reconocimiento siguiente “la resiliencia es la reducción de riesgos, deben integrarse al desarrollo sostenible” (UNISDR).

Éste giro es muy relevante, ya que no sólo se trata de actuar ante eventos, ahora trata de anticipar, intervenir en prevención, y anexar la reducción del riesgo. Con estos antecedentes, una evaluación estructural no se ve aislada, pero debe converger con políticas, normativas, y con procesos que traten de reducir el riesgo de desastres.

Prioridades de acción

El Marco de Sendai propone cuatro prioridades de acción

1- Comprender el riesgo de desastres: es necesario recopilar, analizar y difundir información del peligro, exposición, vulnerabilidad e impacto (UNISDR).
2- Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionarlo: se debe establecer marcos institucionales, asignar responsabilidades o recursos, alianzas públicas y privadas, sin dejar al lado la participación comunitaria (UNISDR).
3- Intervenir en la reducción de riesgos desastres: este aumenta la resiliencia y abarca medidas estructurales como no estructurales (UNISDR)
4- Aumentar la preparación para casos de desastres: para poder dar una respuesta rápida y eficaz en la rehabilitación y reconstrucción (UNISDR).

Con estas cuatro prioridades contempladas en el Marco Sendai se da a rentender que la prioridad en el análisis no sólo es evaluar la vulnerabilidad física de la infraestructura.

Metas y vinculación al desarrollo estructural

El Marco Sendai establece siete metas globales, estas metas comprometen a los estados asociados a alcanzarlas en 2030, metas como reducir la mortalidad, reducción de pérdidas económicas por desastres, y maximizar la cobertura de alertas tempranas (UNDRR, 2023).

Como ejemplo se puede tomar la meta “reducir el número de afectación de individuos por desastres” esto se conecta con la evaluación cuantitativa de personas que podrían ser afectas si una estructura fuera afectada por un sismo de gran magnitud.

En América latina tanto como en el caribe, se ha podido visualizar que, aunque con esta herramienta se puede proporcionar un buen marco de referencia, la adherencia presenta desafíos debido a la desigualdad, la gobernanza y los recursos (Mayleen Cabral Ramirez, 2025)

2.3 Instrumentos para evaluación de edificaciones existen (MIDUVI)

Adicional de los Marcos internacionales (Marco de Sendai) y la normativa nacional (LOGIRD), se cuenta con desarrollados instrumentos técnico para calcular el nivel de riesgo al nivel de infraestructura, en este tema, el ministerio de desarrollo urbano y vivienda desarrollo el "manual de procedimiento administrativo y técnico para la evaluación de edificaciones" (MIDUVI, 2022), este tira un enfoque de evaluación visual rápida que está propuesto en la metodología FEMA P-154, lo que cambia es que en la del (MIDUVI, 2022) tratan de incorporar criterios adaptados al contexto del país (FEMA, 2015) (MIDUVI, 2022).

Esta metodología permite de manera preliminar clasificar edificaciones ya existentes a partir de tipología estructural, irregularidades en planta o elevación, condiciones del sitio, teniendo como objetivo identificar estructuras hoy que requieran una evaluación más detallada, hoy o que tenga como prioridad intervenciones rápidas, estas con concordancia en el enfoque preventivo y de reducción de riesgo promovido por el LOGIRD y el marco Sendai. (UNDRR, 2023)

2.4. Ley Orgánica de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (LOGIRD)

La ley orgánica para la gestión integral de riesgos de desastres en la actualidad es el principal marco jurídico del Ecuador en temas de gestión de riesgos. Esta fue implementada por la asamblea nacional el 23 de enero del 2024 (Ecuador, 2024) (Medranda, 2024).

Esta ley completa un hueco histórico, durante muchos años, el Ecuador tenía disposiciones dispersas en la constitución, normativas sectoriales y decretos ejecutivos, pero no contaba con una ley específica que regule integralmente el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos de Desastres. La aprobación de esta ley es una respuesta al aprendizaje que dejó los desastres recientes, haciendo hincapié y con especial énfasis en el terremoto de Pedernales en el año 2016, adicional a otros eventos hidro meteorológicos y volcánicos que puso en mira debilidades en la prevención, planificación territorial, y protección de infraestructura esencial (Triviño, 2024) (Peña, 2025).

Desde un ángulo jurídico, esta ley proporciona mandatos constitucionales que vinculan el derecho a la vida, un ambiente sano, y la plena seguridad ante amenazas naturales y antrópicas. Esta ley establece que tiene como objetivo normar procesos de planificación, organización y articulación de políticas y servicios para el conocimiento, previsión, prevención, mitigación, respuesta y recuperación ante emergencias, catástrofes, desastres, pandemia y endemia. También se encarga de regular el funcionamiento del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Integral del Riesgo de Desastres (Ecuador, 2024) (SNGR-102-2024., 2024).

Desde el punto de vista práctico, esta ley tiene fines claros, reducir pérdidas humanas, reducir pérdidas económicas ocasionadas por desastres, proteger a los individuos, comunidades y la naturaleza, así como también incorporar la gestión de riesgo como una base en el desarrollo. Esto indica que todos los niveles de gobierno deben tener un análisis del riesgo de desastres, incluido el riesgo sísmico, en los planes de infraestructura, ordenamiento territorial y servicios públicos (Ecuador, 2024) (Planificación, 2024).

Esa también ayuda a consolidar la estructura y competencias del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Integral del Riesgo de Desastres con una proyección de 15 años a lo

menos, está siendo la base para la planificación de desarrollo y la inversión pública. Esta debe tener como base la información técnica sobre amenazas, vulnerabilidad y exposición, debe incluir estudios de peligros sísmicos, microzonificación y evaluación de vulnerabilidad en infraestructura. Con ello, se puede articular el trabajo de instituciones como el Instituto Geofísico y profesionales en el campo de la ingeniería civil con las decisiones de políticas públicas (Ecuador, 2024) (UNDRR, 2023).

Esta ley, de igual manera da disposiciones de estrategia financiera para el riesgo de desastres, que están orientadas a salvaguardar recursos para la respuesta, recuperación y reconstrucción (Ecuador, 2024) (SNGR-102-2024., 2024).

Esta ley es la conexión entre el marco internacional (Marco Sendai) y la práctica de evaluación de vulnerabilidad estructural sísmica, ya que al tratarse de una infraestructura esencial que pertenece a una institución pública, el Segundo Comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales, vendría a entrar en el ámbito de aplicación de la ley, por lo tanto, el desempeño que tenga esta estructura durante un sismo tiene grandes implicaciones sobre su operatividad luego de un evento sísmico, la protección del personal y el cumplimiento de las obligaciones del estado es reducir el riesgo. Por esta razón y en términos normativos se debe realizar un diagnóstico estructural y de proponer líneas de acción prioritarias.

2.5 Caracterización de la Zona de Estudio y la Amenaza

La zona de estudio se centra en las instalaciones de la Brigada de Fuerzas Especiales N9 Patria, localizada en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Esta zona está caracterizada por la combinación particular de amenazas geodinámicas, por un lado, está dentro del cinturón andino asociado a la subducción de la Placa de Nazca bajo la Sudamericana, esto genera alta

peligrosidad sísmica, por otro lado, se cuenta con la presencia del volcán Cotopaxi, este volcán considerado uno de mayor riesgo del país (IG-EPN, Mapa de amenaza volcánica del volcán Cotopaxi., s.f.).

Desde el ángulo de peligro sísmico, los mapas que fueron desarrollados por el instituto geofísico de la escuela politécnica nacional (IG-EPN) hacen notar que gran parte de la sierra centro, incluyendo la provincia de Cotopaxi, tiene valores de aceleración pico de suelo (PGA) del orden de 0.30-0.40 g para periodos de retorno de 475 años, estos teniendo incrementos para niveles de diseño más exigentes de 2475 años que se usa para infraestructura de uso esencial (IG-EPN, Mapa interactivo de peligro sísmico en Ecuador, s.f.). Los valores mostrados son consistentes con lo requerido por la norma ecuatoriana de construcción, y esto confirma que Latacunga se encuentra en una zona de alta amenaza sísmica.

Plataformas de análisis global como *Think Hazard* clasifican la zona en donde se encuentra el cantón de Latacunga con un nivel alto de amenaza sísmica, esto indica una probabilidad alta de ocurrencia de sacudidas que generarían daños considerables a la infraestructura si esta llega a presentar vulnerabilidades estructurales (ThinkHazard!, s.f.).

La combinación de peligrosidad sísmica alta, la presencia del volcán Cotopaxi (activo) y concentración de infraestructura estratégica hace que esta zona de estudio sea importante para realizar una evaluación de vulnerabilidad estructural sísmica.

2.5.1 Localización Geográfica de la Brigada N 9 "Patria"

La Brigada de Fuerzas Especiales N 9 "Patria" está ubicada en la zona del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, diversas referencias señalan que se encuentra en el kilómetro 24 de la vía Latacunga-La Maná, ubicada en una zona rural que se caracteriza por presencia de

comunidades agrícolas y recién, esto da una zona de transición del valle interandino (Ecuatoriano, s.f.)

Está brigada pertenece a la jurisdicción de Cotopaxi, cuya capital es Latacunga, esta ciudad se localiza al norte del volcán Cotopaxi. La cercanía de la infraestructura ha dicho volcán da la información de que la brigada está dentro de la zona potencialmente afectada por fenómenos que podría desencadenar la erupción del volcán (IG-EPN, Mapas de peligro sísmico, s.f.)

El segundo comedor se encuentra localizado dentro del complejo militar con las siguientes coordenadas geográficas (Zona: 17m-Este: 764789.44m-Sur: 9905664.25m-Elevacion:2868m)

Figura 1: Localización

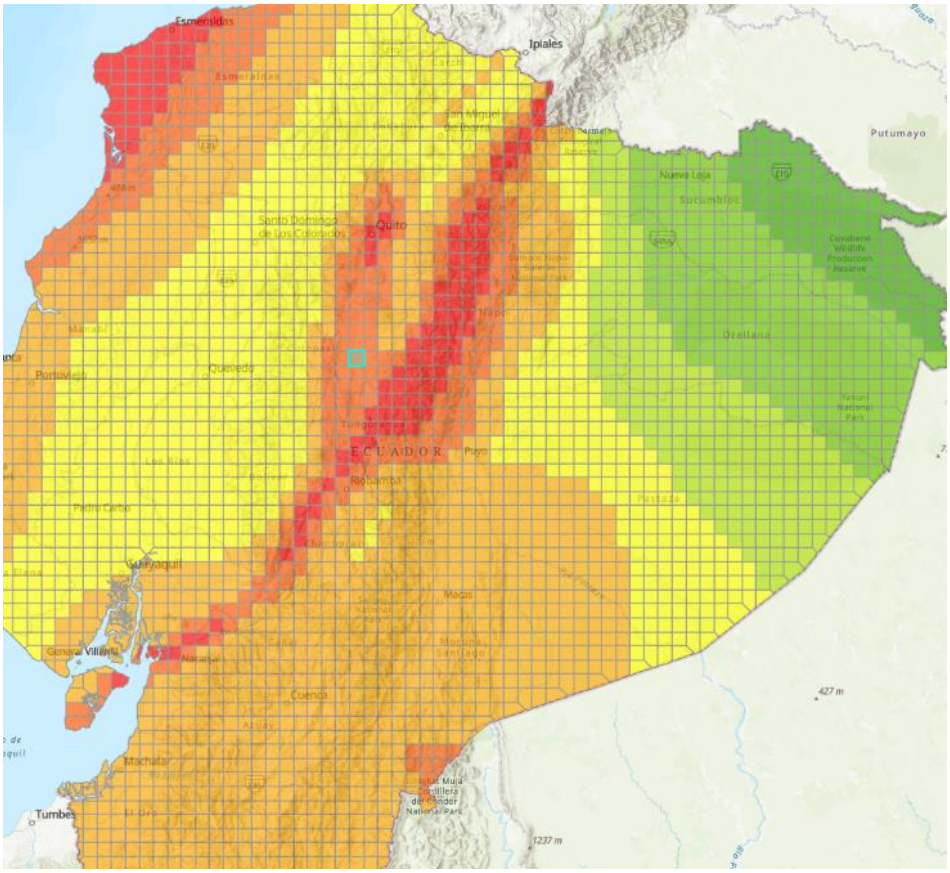


Nota: Ubicación geográfica (Zona: 17m-Este: 764789.44m-Sur: 9905664.25m-Elevacion:2868m) (IG-EPN, Mapas de peligro sísmico, s.f.)

2.5.2 Análisis de la Amenaza Sísmica en la Región

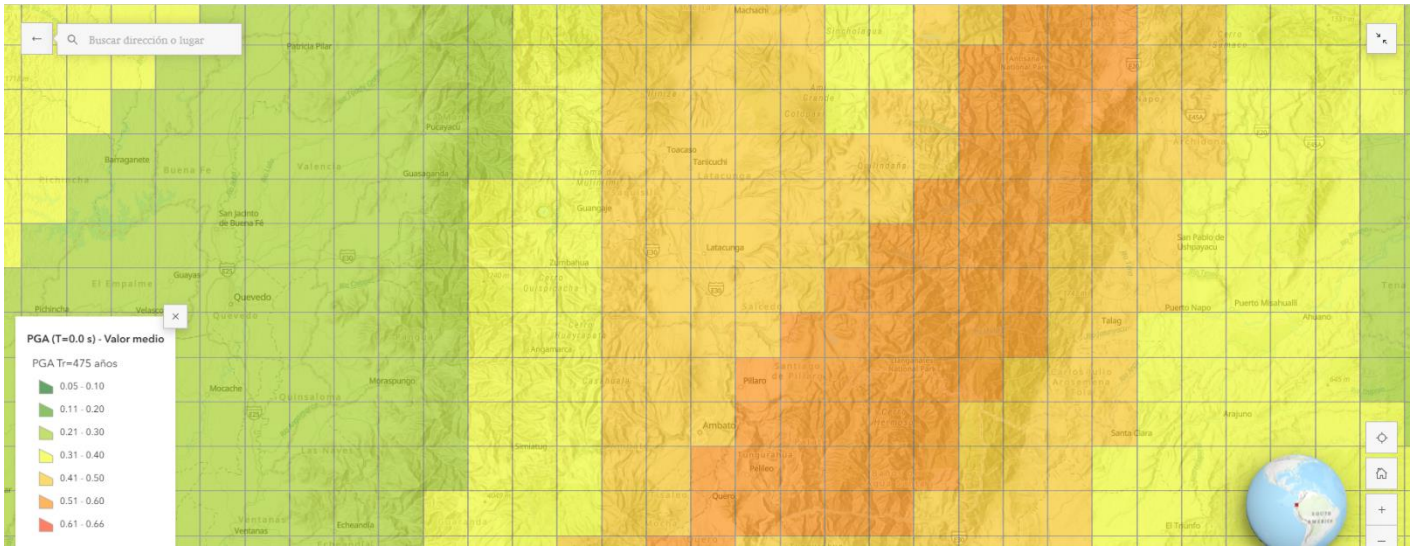
El análisis de amenaza sísmica de Latacunga tiene como sustento los modelos desarrollados por el instituto geofísico de la escuela politécnica nacional como también en estudios regionales de amenaza y rigurosidad, los mapas de primero presentan la distribución espacial de la aceleración PGA y otros parámetros del espectro en diferentes periodos de retorno (475 y 2475 años) (IG-EPN, Mapa interactivo de peligro sísmico en Ecuador, s.f.)

Figura 2: *Mapa Interactivo de la Zona*



Nota: Mapa donde encontramos la zona sísmica de la edificación de estudio (IG-EPN, Mapas de peligro sísmico, s.f.)

Figura 3: *Mapa Interactivo de la Zona*



Nota: Mapa donde encontramos la zona sísmica de la edificación de estudio (IG-EPN, Mapas de peligro sísmico, s.f.)

En el mapa anterior se puede evidenciar que el cantón Latacunga se encuentra dentro de una franja de elevada peligrosidad, los valores de PGA para un periodo de retorno de 475 años, son comparables a rangos de otras ciudades andinas con antecedentes sísmicos altos. Para el periodo de retorno de 2475 años, periodo requerido para el diseño de edificaciones de uso esencial las aceleraciones aumentan, esto refuerza la necesidad de un criterio de diseño y una evaluación más estricta (IG-EPN, Mapas de peligro sísmico, s.f.).

Los estudios específicos de vulnerabilidad sísmica en la zona de Latacunga ponen como evidencia que una parte importante de esta, tienen niveles de vulnerabilidad de moderada a alta, esto especialmente en estructuras que fueron construidas sin mampostería reforzada y también en construcciones informales que son recurrentes en el país, esto eleva el riesgo de daño bajo escenarios sísmicos moderados (Medwave., 2023)

Este trabajo se centra en una sola edificación que se encuentra dentro de una instalación militar, aun así, es relevante conocer que esta estructura tiene similitud en el entorno de amenaza que puede tener las demás mientras estructuras del cantón. Por esta razón el nivel de peligro sísmico es clave para una oportuna evaluación de vulnerabilidad estructural.

En retrospectiva, la zona en la que se ubica la infraestructura de estudio coincide con una alta amenaza sísmica, está reconocida en los mapas de peligro y que tiene una exposición relevante a la población, con lo antes dicho, se justifica el por qué aplicar la metodología para una oportuna evaluación de vulnerabilidad.

2.6 Caracterización de la Edificación

Una caracterización de la infraestructura es el paso previo para poder usar hoy cualquier metodología de evaluación de vulnerabilidad, en el caso de estudio qué es el segundo comedor de la brigada de fuerzas especiales N 9, la caracterización debe tener en cuenta la información geométrica, funcional, estructural y de ocupación, así como también el estado de conservación e intervenciones que se le hayan hecho a lo largo del tiempo.

Esta edificación está destinada a la preparación y servicio de alimentos del personal militar, y ya que tiene alta aglomeración de personal puede considerarse una instalación de uso esencial, teniendo en cuenta que está vinculada al bienestar y operatividad del personal.

2.6.1 Tipología Estructural, Materiales, Uso y Ocupación

La caracterización constituye un paso previo indispensable para la evaluación de vulnerabilidad sísmica, esta permite identificar el sistema resistente, el camino de cargas, los materiales predominantes y las condiciones de uso y ocupación que influyen en la exposición y

en el desempeño esperado ante las solicitaciones sísmica.-en el enfoque RVS esta información se registra de forma estandarizada y así poder clasificar la tipología estructural y reconocer condiciones que se asocian a mayor susceptibilidad de daño (FEMA, 2015).

En el caso del Ecuador, el manual MIDUVI adopta esta metodología de evaluación visual como parte del procedimiento para edificaciones estatales, manteniendo la filosofía de la identificación rápida de condiciones reales que ayuda a priorizar decisiones posteriores (MIDUVI, 2022).

Tipología estructural

Con la información in situ, el segundo comedor corresponde a una edificación que tiene un sistema porticado (vigas y columnas) de hormigón armado que se complementa con cerramientos de mampostería, estos funcionan como elementos de partición y en algunos casos pueden interactuar con el marco estructural durante un sismo. Para la clasificación por tipología según la metodología FEMA, una edificación con marco de concreto y muros de relleno se clasifica como “concrete frame with masonry infill”.

Número de niveles: 1

Año aproximado de construcción: 2016.

Sistema de entrepiso: losa de hormigón.

Configuración en planta: rectangular.

Materiales predominantes

los materiales predominantes que se pueden observar con responden a: hormigón armado en elementos principales como vigas y columnas, acero de refuerzo embebido en el concreto,

mampostería de bloqueo como cerramiento; esto en él tamizaje RVS es de suma importancia y ya que se asocia a comportamientos sísmicos esperados y a patrones de daños recurrente; adicionalmente, se puede identificar componentes de acabados, que son no estructurales, pero que inciden en el riesgo de lesiones y en la continuidad operativa: si a los falsos, luminarias, ventanales grandes.

Uso y ocupación

el segundo comedor cumple una función de uso residencial para el personal, lo que implica un uso frecuente y una concentración no temporal de los ocupantes en horas específicas, en términos de riesgo la ocupación importa por 2 razones: define la exposición humana y condiciona prioridades de gestión.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍAS

Este trabajo adopta el enfoque de evaluación visual rápida que fue desarrollado en la metodología FEMA P-154, sin embargo, la aplicación, formatos y criterios de clasificación se evaluarán mediante el manual de procedimiento administrativo y técnico para la evaluación de edificaciones, elaborado por él MIDUVI (2022), con base a FEMA P-154, siendo la adaptación ecuatoriana de la evaluación, ya se emplean parámetros acordes a las características de Ecuador. (MIDUVI, 2022)

3.1. Fundamentos Metodológicos.

La evaluación de vulnerabilidad sísmica estructural del Segundo Comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales está basada en la metodología Rapid Visual Screening (RVS) que fue propuesta por la agencia federal para el manejo de emergencias de los Estados Unidos (FEMA), dicha metodología tiene la función de permitir una evaluación rápida de edificación, con ello

identificar edificaciones que pueden ser peligrosas y dar paso a un estudio más detallado (P-154, 2015)

Este método tiene como base una inspección desde el exterior, que se complementa con información del edificio qué puede ser básica: sistema estructural, altura, año de construcción, condiciones del terreno, presencia de patologías, pisos blandos, columnas cortas o irregularidades de rigidez. A estas combinaciones de características se le asigna una puntuación numérica, está ajustada con modificadores hasta obtener la vulnerabilidad denominada S (P-154, 2015) (P-155, 2015) (MIDUVI, 2022)

Esta metodología hoy se ha aplicado en varios países ampliamente, como una manera de diagnosticar de manera preliminar el riesgo sísmico, tanto como en viviendas o en infraestructuras públicas. En América latina se muestra su uso para evaluar viviendas rurales y urbano, hospitales y edificaciones institucionales, se usa generalmente por su rapidez y adaptabilidad al contexto local (Loor-Loor, 2021) (Mora-Albán, 2025)

El método FEMA P-154 puede adaptarse en el caso específico de la edificación del estudio, con los resultados de este y en conjunto a la percepción del personal se puede interpretar la vulnerabilidad no sólo de manera aislada sino dentro del Marco Sendai.

3.1.1 Descripción del Método FEMA P-154 (2015).

La metodología FEMA P-154, incorpora evidencia empírica del desempeño sísmico bajo diferentes tipologías estructurales, también formularios revisados y una guía complementaria de respaldo técnico (P-154, 2015) (P-155, 2015). Esta propone dos niveles principales de evaluación:

Nivel 1: evaluación rápida estándar

Está basada en una visita rápida de la edificación, en conjunto con el evaluador y el formulario que está estandarizado. El formulario consigna el tipo de sistema estructural, su altura, el tipo de terreno, presencia de patologías, que aumentan la vulnerabilidad y observaciones relevantes sobre la conservación del edificio, con estos datos se obtiene una primera puntuación S qué clasificaría el edificio según el riesgo (P-154, 2015) (P-155, 2015)

Nivel 2: evaluación rápida detallada

Esta es utilizada cuando se requiere una mayor precisión, pero sin llegar a un análisis detallado completo. El evaluador tiene más tiempo, puede entrar en la edificación, revisar planos, revisar con mayor detalle su geometría, configuración en planta, así como elementos no estructurales críticos (P-154, 2015)

En los 2 niveles vistos anteriormente, la metodología se centra en clasificar los edificios según su vulnerabilidad relativa, de esta manera se prioriza recursos para estudios más detallados o intervenciones de reforzamiento, esta metodología se implementó para evaluaciones urbanas de gran magnitud, pero se puede aplicar en casos puntuales (P-155, 2015)

3.1.2 Variables, Ponderaciones y Cálculo de Puntuación S.

El método FEMA P-154 se centra en un sistema de puntuación el cual estima de forma relativa la vulnerabilidad sísmica de la estructura frente a una sacudida intensa de una manera resumida se basa en los siguientes pasos: (FEMA, 2015) (Porter, 2015)

Asignación de la puntuación base (S)

Toda edificación se clasifica primero en su tipología estructural como, por ejemplo; marcos de concreto armado de baja altura, mampostería no reforzada, etc., a cada tipo se le asigna una puntuación denominada base S, esta da el desempeño esperado bajo un sismo.

Identificación de variables y modificadores

La puntuación S se le aplican modificadores que están asociados a variables que aumentan o disminuyen la vulnerabilidad.

- Altura y esbeltez del edificio
- Condiciones del terreno
- Irregularidad de planta
- Irregularidad de altura
- Presencia de columnas cortas
- Estado en mantenimiento y posible deterioro visible
- Elementos no estructurales pesados o mal anclados (P-154, 2015) (P-155, 2015) (MIDUVI, 2022)

Estas variables se pueden ajustar y dan como resultado positivo negativo, la cual se va sumando o restando de la puntuación S y esto dice si la vulnerabilidad aumenta o reduce.

Cálculo de puntuación finales S

Esta puntuación S se obtiene de la siguiente expresión:

$$S = So + \sum(\Delta Si)$$

Donde delta S representa a los modificadores de cada variable que se considere

Interpretación de la puntuación S

Si S tiene valores más altos, en general, tiene menor probabilidad de colapso bajo un sismo de diseño, al contrario, si refleja valores bajos indica que tiene una vulnerabilidad mayor, algunos autores derivan la puntuación a una aproximación a la probabilidad de colapso (P-154, 2015) (P-155, 2015) (MIDUVI, 2022)

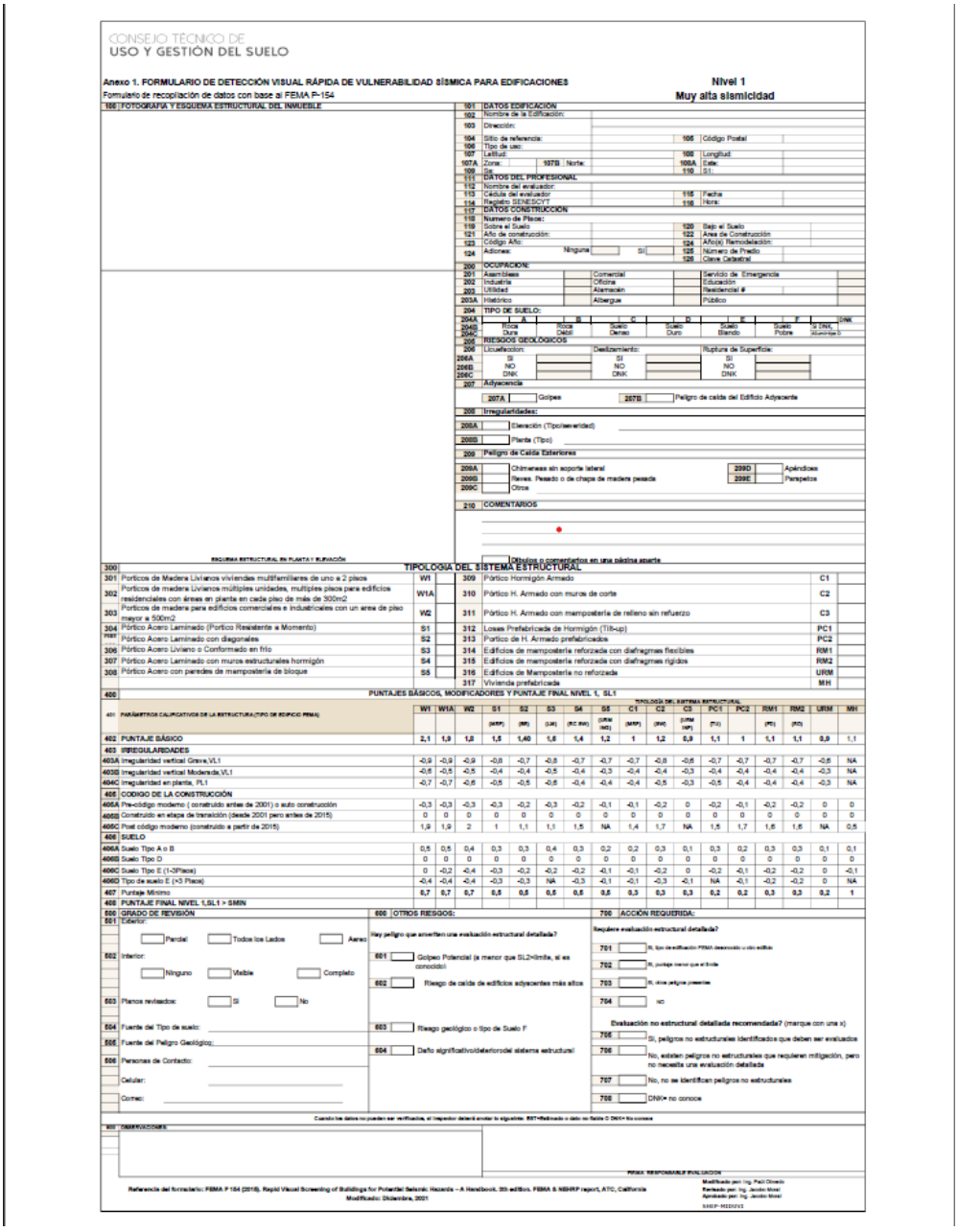
En ese trabajo la puntuación S obtenida será utilizada para

- Clasificar el nivel de vulnerabilidad estructural
- Comparar el resultado con rangos de referencia propuestos en la literatura
- Fundamental a propuestas de líneas de acción prioritaria

3.2. Instrumentos de recolección de datos.

3.2.1 Fichas MIDUVI(FEMA).

Figura 4: *Anexo 1*



CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES — **Nivel 1**
Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154 — **Muy alta sismicidad**

100 FOTOGRAFÍA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE

101 DATOS EDIFICACIÓN
102 Nombre de la Edificación:
103 Dirección:
104 Sitio de referencia: — 105 Código Postal
106 Tipo de uso:
107 Latitud: — 108 Longitud:
107A Zona: — 107B Norte: — 108A Este:
109 Dia: — 110 S1:

111 DATOS DEL PROFESIONAL
112 Nombre del evaluador:
113 Cédula del evaluador — 115 Fecha
114 Registro SENESCYT — 116 Hora:

117 DATOS CONSTRUCCIÓN
118 Numero de Pisos:
119 Sobre el Suelo — 120 Bajo el Suelo
121 Año de construcción: — 122 Area de Construcción
123 Código Año: — 124 Año(s) Remodelación
124 Adicnes: Ninguna SI — 125 Número de Predio
126 Clave Catastral

200 OCUPACIÓN:
201 Asambleas — Comercial — Servicio de Emergencia
202 Industria — Oficina — Educación
203 Utilidad — Alamacén — Residencial #
203A Histórico — Albergue — Público
204 TIPO DE SUELO:

	A	B	C	D	E	F	DNK
204A/204B/204C	Roca Dura	Roca Dábil	Suelo Denso	Suelo Duro	Suelo Blando	Suelo Pobre	SI DNK Asumir tipo D

205 RIESGOS GEOLÓGICOS

206	Licuefacción:	Deslizamiento:	Ruptura de Superficie:
206A	SI	SI	SI
206B	NO	NO	NO
206C	DNK	DNK	DNK

207 Adyacencia
207A Golpes — 207B Peligro de caida del Edificio Adyacente
208 Irregularidades:
208A Elevación (Tipo/severidad)
208B Planta (Tipo)
209 Peligro de Caida Exteriores
209A Chimeneas sin soporte lateral — 209D Apéndices
209B Reves. Pesado o de chapa de madera pesada — 209E Parapetos
209C Otros
210 COMENTARIOS

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN — Detalles o comentarios en una página aparte

300 TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

301	Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1	309	Pórtico Hormigón Armado	C1
302	Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m2	W1A	310	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2
303	Porticos de madera para edificios comerciales e industriales con un area de piso mayor a 500m2	W2	311	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3
304	Pórtico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1	312	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1
305	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2	313	Portico de H. Armado prefabricados	PC2
306	Pórtico Acero Liviano o Conformado en frio	S3	314	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1
307	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4	315	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rigidos	RM2
308	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5	316	Edificios de Mampostería no reforzada	URM
			317	Vivienda prefabricada	MH

400 PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

401	PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
		W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM INF)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (FD)	URM	MH
402	PUNTAJE BÁSICO	2,1	1,9	1,8	1,5	1,40	1,6	1,4	1,2	1	1,2	0,9	1,1	1	1,1	1,1	0,9	1,1
403	IRREGULARIDADES																	
403A	Irregularidad vertical Grave,VL1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,8	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	NA
403B	Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
404C	Irregularidad en planta, PL1	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
405	CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
405A	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	0
405B	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405C	Post código moderno (construido a partir de 2015)	1,9	1,9	2	1	1,1	1,1	1,5	NA	1,4	1,7	NA	1,5	1,7	1,6	1,6	NA	0,5
406	SUELO																	
406A	Suelo Tipo A o B	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
406B	Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406C	Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,1
406D	Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	NA	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	NA	-0,1	-0,2	-0,2	0	NA
407	Puntaje Mínimo	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	1
408	PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN																	

500 GRADO DE REVISIÓN
501 Exterior:
Parcial — Todos los Lados — Aereo
502 Interior:
Ninguno — Visible — Completo
503 Planos revisados: SI — No
504 Fuente del Tipo de suelo:
505 Fuente del Peligro Geológico:
506 Personas de Contacto:
Celular:
Correo:

600 OTROS RIESGOS:
Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?
601 Golpeo Potencial (a menor que SL2>limite, si es conocido)
602 Riesgo de caida de edificios adyacentes más altos
603 Riesgo geológico o tipo de Suelo F
604 Daño significativo/deterioro del sistema estructural

700 ACCIÓN REQUERIDA:
Requiere evaluación estructural detallada?
701 SI, tipo de edificación FEMA determinado o sitio edificio
702 SI, puntaje menor que el limite
703 SI, otros peligros presentes
704 NO
Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)
705 SI, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
706 No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
707 No, no se identifican peligros no estructurales
708 DNK= no conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: RST=Rehusado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 OBSERVACIONES

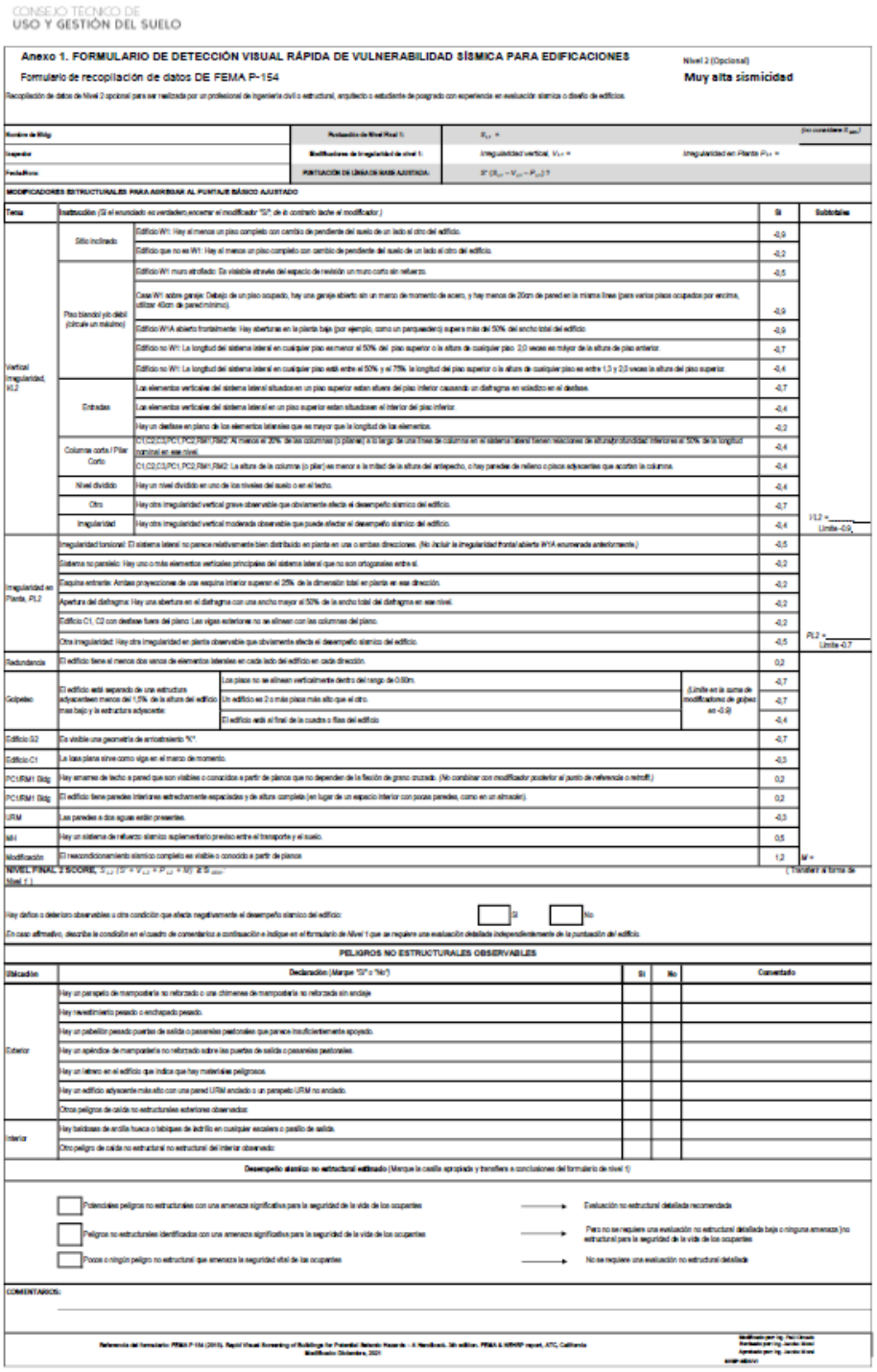
FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN

Referencia del formulario: FEMA P-154 (2015), Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook, 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Paúl Olmedo
Revisado por: Ing. Jacobo Moral
Aprobado por: Ing. Jacobo Moral
SNGP- MIDUVI

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 1 (MIDUVI, 2022)

Figura 5: *Anexo 2*



CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES

Nivel 2 (Opcional)

Formulario de recopilación de datos DE FEMA P-154

Muy alta sismicidad

Recopilación de datos de Nivel 2 opcional para ser realizada por un profesional de ingeniería civil o estructural, arquitecto o estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre de Bldg:	Puntuación de Nivel Final S:	S_{L1} =	(no considere S_{MIN})
Inspector:	Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =	Irregularidad en Planta P_{L1} =
Fecha/Hora:	PUNTUACIÓN DE LÍNEAS BASE AJUSTADA:	$S^* (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1})$?	

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO

Tema	Instrucción: (Si el enunciado es verdadero, encerrar el modificador "Sí" de lo contrario tache el modificador.)			Si	Subtotales
Vertical Irregularidad, VL2	Sitio inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado al otro del edificio.		-0,9	
		Edificio que no es W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado al otro del edificio.		-0,2	
	Piso blando/ piso débil (cálcule un máximo)	Edificio W1 muro atrofiado: Es visible através del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.		-0,5	
		Casa W1 sobre garaje: Debajo de un piso soopado, hay una garaje abierto sin un marco de momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados por encima, utilizar 40cm de pared mínimo).		-0,9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (por ejemplo, como un perpasadero) supera más del 50% del ancho total del edificio.		-0,9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50% del piso superior o la altura de cualquier piso 2,0 veces es mayor de la altura de piso anterior.		-0,7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.		-0,4	
	Entradas	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior estan afuera del piso inferior causando un diafragma en voladizo en el diafase.		-0,7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior estan situadoses el interior del piso inferior.		-0,4	
		Hay un diafase en plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.		-0,2	
	Columnas corta / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas [o pilares] a lo largo de una línea de columna en el sistema lateral tienen relaciones de altura/profundidad inferiores al 50% de la longitud nominal en ese nivel.		-0,4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna [o pilar] es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acorten la columna.		-0,4	
	Nivel dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles del suelo o en el techo.		-0,4	
	Otro	Hay otra irregularidad vertical grave observable que obviamente efecta el desempeño sísmico del edificio.		-0,7	
	Irregularidad	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede efectar el desempeño sísmico del edificio.		-0,4	VL2 = Límite -0,9
Irregularidad en Planta, PL2	Irregularidad torsional: El sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. (No incluir la irregularidad Frontal abierta W1A enumerada anteriormente.)			-0,5	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.			-0,2	
	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en ese dirección.			-0,2	
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con una ancho mayor al 50% de la ancho total del diafragma en ese nivel.			-0,2	
	Edificio C1, C2 con diafase fuera del plano: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas del plano.			-0,2	
	Otra irregularidad: Hay otra irregularidad en planta observable que obviamente efecta el desempeño sísmico del edificio.			-0,5	PL2 = Límite -0,7
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.			0,2	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacentean menos del 1,5% de la altura del edificio más bajo y la estructura adyacente:	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m.	(Límite en la suma de modificadores de golpeo en -0,9)	-0,7	
		Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0,7	
		El edificio está al final de la cuadra o filas del edificio		-0,4	
Edificio S2	Es visible una geometría de arriostramiento "K".			-0,7	
Edificio C1	La losa plana sirve como viga en el marco de momento.			-0,3	
PC1/RM1 Bldg	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos a partir de planos que no dependen de la fleción de grano cruzado. (No combinar con modificador posterior al punto de referencia o retrofit.)			0,2	
PC1/RM1 Bldg	El edificio tiene paredes interiores estrechamente espaciadas y de altura completa (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).			0,2	
URM	Las paredes a dos aguas están presentes.			-0,3	
MH	Hay un sistema de refuerzo sísmico suplementario previsto entre el trasporte y el suelo.			0,5	
Modificación	El reacondicionamiento sísmico completo es visible o conocido a partir de planos			1,2	MF =

NIVEL FINAL 2 SCORE, S_{L2} $[S^* + V_{L2} + P_{L2} + MF] \geq S_{MIN}$ (Transferir a forma de Nivel 1)

Hay daños o deterioro observables u otra condición que efecta negativamente el desempeño sísmico del edificio: ☐ Sí ☐ No

En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente de la puntuación del edificio.

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES

Ubicación	Declaración (Marque "Sí" o "No")	Sí	No	Comentado
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzado o una chimenea de mampostería no reforzada sin anclaje			
	Hay revestimiento pesado o enchapado pesado.			
	Hay un pabellón pesado puertas de salida o pasarelas peatonales que parece insuficientemente apoyado.			
	Hay un apéndice de mampostería no reforzado sobre las puertas de salida o pasarelas peatonales.			
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos.			
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM anclado o un parapeto URM no anclado.			
	Otros peligros de caída no estructurales exteriores observados:			
Interior	Hay baldosas de arcilla hueca o bloques de ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.			
	Otro peligro de caída no estructural no estructural del interior observado:			

Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla apropiada y transfiera a conclusiones del formulario de nivel 1)

☐ Potenciales peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Evaluación no estructural detallada recomendada

☐ Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Para no se requiere una evaluación no estructural detallada baja o ninguna amenaza) no estructural para la seguridad de la vida de los ocupantes

☐ Pocos o ningún peligro no estructural que amenaza la seguridad vital de las ocupantes → No se requiere una evaluación no estructural detallada

COMENTARIOS:

Referencia del formulario: FEMA P-154 (2015), Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook, 3th edition, FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Paul Ullauri
Revisado por: Ing. Jacobo Arteaga
Aprobado por: Ing. Jacobo Arteaga
MIDUVI

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 2 (MIDUVI, 2022)

3.3 Metodología de la Investigación Social.

El diagnóstico de percepción de riesgo del personal se la realizó mediante un cuestionario estructurado, que se desarrolló de un enfoque cuantitativo, con alcance descriptivo, este tipo de encuestas se utilizan cuando las variables no se manipulan a libertad y la información se recoge para describir tendencias, nivel de percepción y patrones en respuesta de una población específica (Sampieri, 2014), teniendo como objetivo medir la percepción de riesgo de los ocupantes, enfocándose en 2 dimensiones:

1. Conocimiento de amenazas y evacuación
2. Percepción de la vulnerabilidad física del edificio

Está información de carácter social se integra como complemento al diagnóstico técnico de la vulnerabilidad que se aplicó mediante el manual de revisión visual rápida elaborado por él (MIDUVI, 2022), teniendo el propósito de complementar el análisis con un componente humano.

3.3.1 Diseño y Validación del Instrumento de Encuesta

El tipo de instrumento para el diagnóstico de la percepción de riesgo de los habitantes del segundo comedor que se utilizó es una encuesta estructurada de preguntas cerradas (si/no) y opción múltiple, con el objetivo de recopilar información cualitativa y cuantitativa sobre la percepción de seguridad que complemente la inspección visual.

Las preguntas se estructuraron a partir de variables definidas en el marco metodológico como pueden ser condiciones del edificio, evidencias de deterioro, intervenciones y uso, en las encuestas podemos obtener información como: datos generales, uso y ocupación, mantenimiento y conservación, percepción de seguridad y observaciones.

Las preguntas son tipo Likert esto para facilitar la sistematización de datos y así poder cuantificar las actitudes y niveles de percepción, es decir tienen una escala de 1 a 5, según (Sampieri, 2014) los ítems tienen que ser presentados en forma de afirmaciones lo cual logra medir la reacción de los encuestados. Los cuales son:

Nunca:1, rara vez: 2, a veces: 3, frecuente: 4 y muy frecuente:5

3.3.2 Universo y Muestra del Personal.

La información que se levantó se hizo con la participación de 22 habitantes, esto representa un 25.2% de la población estimada que habita el comedor, siendo estas 87 ocupantes; para las muestras se estuvo el criterio de muestra no probabilístico por conveniencia (Manterola, 2017) (Sampieri, 2014), esto se justifica por la poca accesibilidad de los sujetos y restricciones de seguridad del lugar de estudio. El tamaño de muestra se puede considerar suficiente para poder identificar percepción de riesgo crítico y así validar la vulnerabilidad social.

CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL SÍSMICA MÉTODO FEMA P-154 (Aplicado mediante manual MIDUVI)

4.1 Documentación fotográfica de registro técnico.

Figura 6: *Fotografía de la edificación*



Figura 7: *Plano en planta de la edificación*

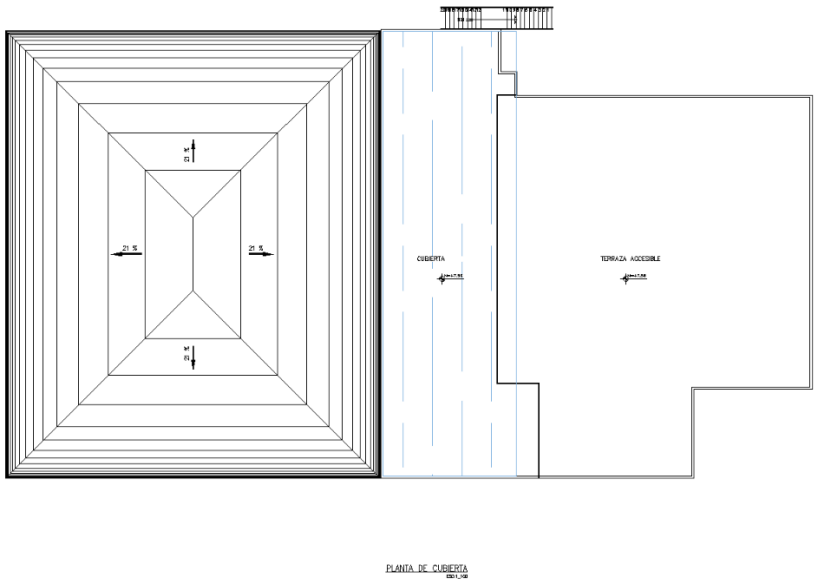


Figura 8: *Fotografía de la edificación*

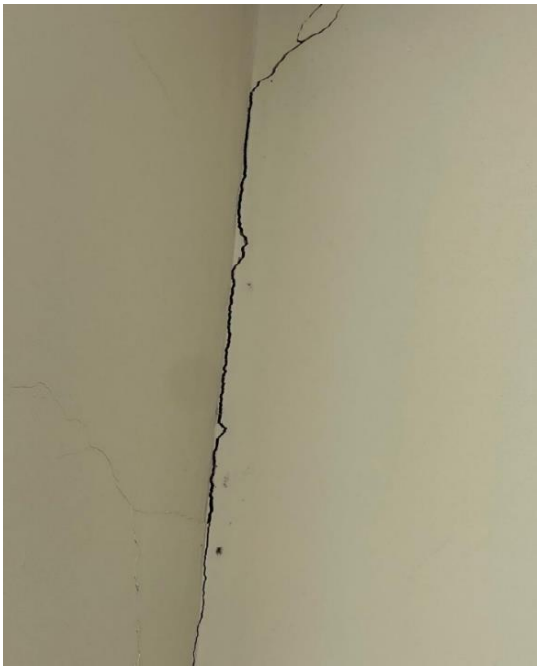


Figura 9: *Fotografía de la edificación*



Figura 10: *Fotografía de la edificación*



Figura 11: *Fotografía de la edificación*



Figura 12: *Fotografía de la edificación*



Figura 13:*Fotografía de la edificación*



Figura 14: *Fotografía de la edificación*



Figura 15: *Fotografía de la edificación*



Figura 16: *Fotografía de la edificación*



4.2. Aplicación del método.

Según el manual lo primero que se debe realizar es el espectro de aceleraciones de la zona donde se encuentra la estructura de análisis, teniendo el espectro y sus valores de SS y S1 el manual indica que se clasifique en función de la tabla 2 de la ASCE/SEI 41-13, en la cual se especifica los intervalos le aceleraciones en periodos cortos de 0.2 segundos y periodos largos de 1.0 segundo. (MIDUVI, 2022) (FEMA, 2015)

Figura 17: *Tabla 2 ASCE/SEI*

Tabla 2.
Determinación de la región sísmica a partir de la respuesta de aceleración espectral para un MCER (fuente ASCE/SEI 41-13)

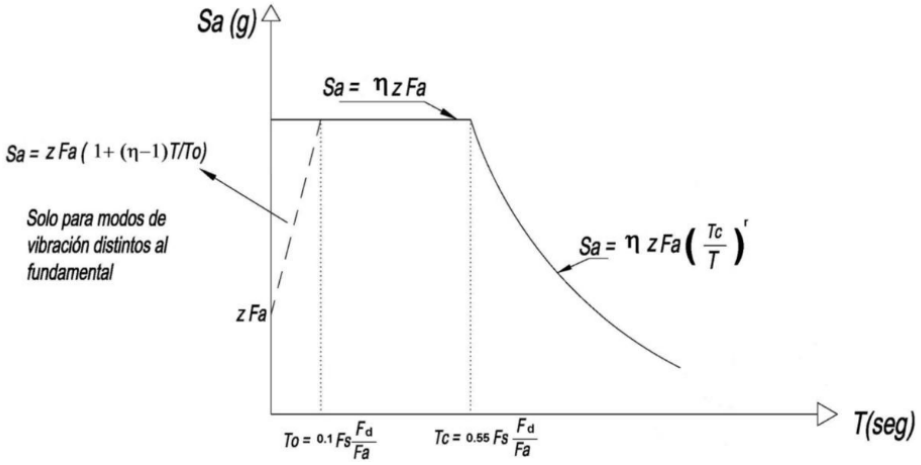
Región sísmica	Respuesta de aceleración espectral, Ss (período corto, o 0.2 segundos)	Respuesta de aceleración espectral, S1 (período largo, o 1.0 segundo)
Baja	Ss < 0.250g	S1 < 0.10g
Moderada	0.250g ≤ Ss < 0.50 g	0.100g ≤ S1 < 0.200g
Moderadamente alta	0.500g ≤ Ss < 1.00g	0.200g ≤ S1 < 0.400g
Alta	1.000g ≤ Ss < 1.50g	0.400g ≤ S1 < 0.600g
Muy alta	Ss ≥ 1.500g	S1 ≥ 0.600g

Nota: g= Aceleración de la gravedad en dirección horizontal

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 1 (MIDUVI, 2022)

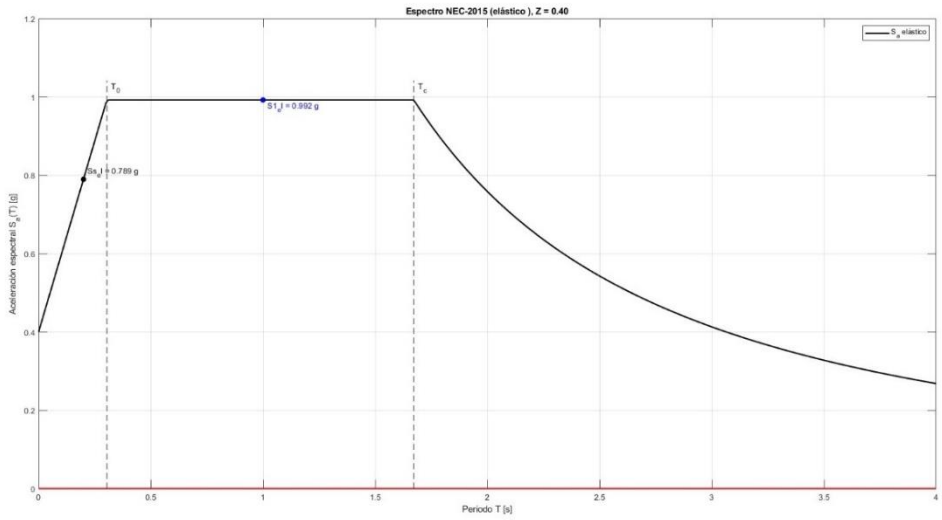
El espectro de aceleraciones se lo puede determinar según la norma ecuatoriana de la construcción 2015 (NEC-15).

Figura 18: *Espectro de aceleraciones NEC*



Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 1 (MIDUVI, 2022)

Figura 19: *Espectro de aceleraciones de la zona de estructura*



Nota: Elaborado por Anthony Cadena

Figura 20: *Tabla resumen de parámetros espectrales*

Resumen de parámetros espectrales

NEC-2015 | Espectro elástico | Sitio: Atacunga/Latacunga (Cotopaxi) | Suelo: Tipo E

Parámetro	Valor	Unidad
Z	0.4000	
F_a	1.0000	
F_d	1.6000	
F_s	1.9000	
\eta	2.4800	
r	1.5000	
T_0	0.3040	s
T_c	1.6720	s
S_s (T=0.2s)	0.7895	g
S_1 (T=1.0s)	0.9920	g

Nota: valores expresados como fracción de g.

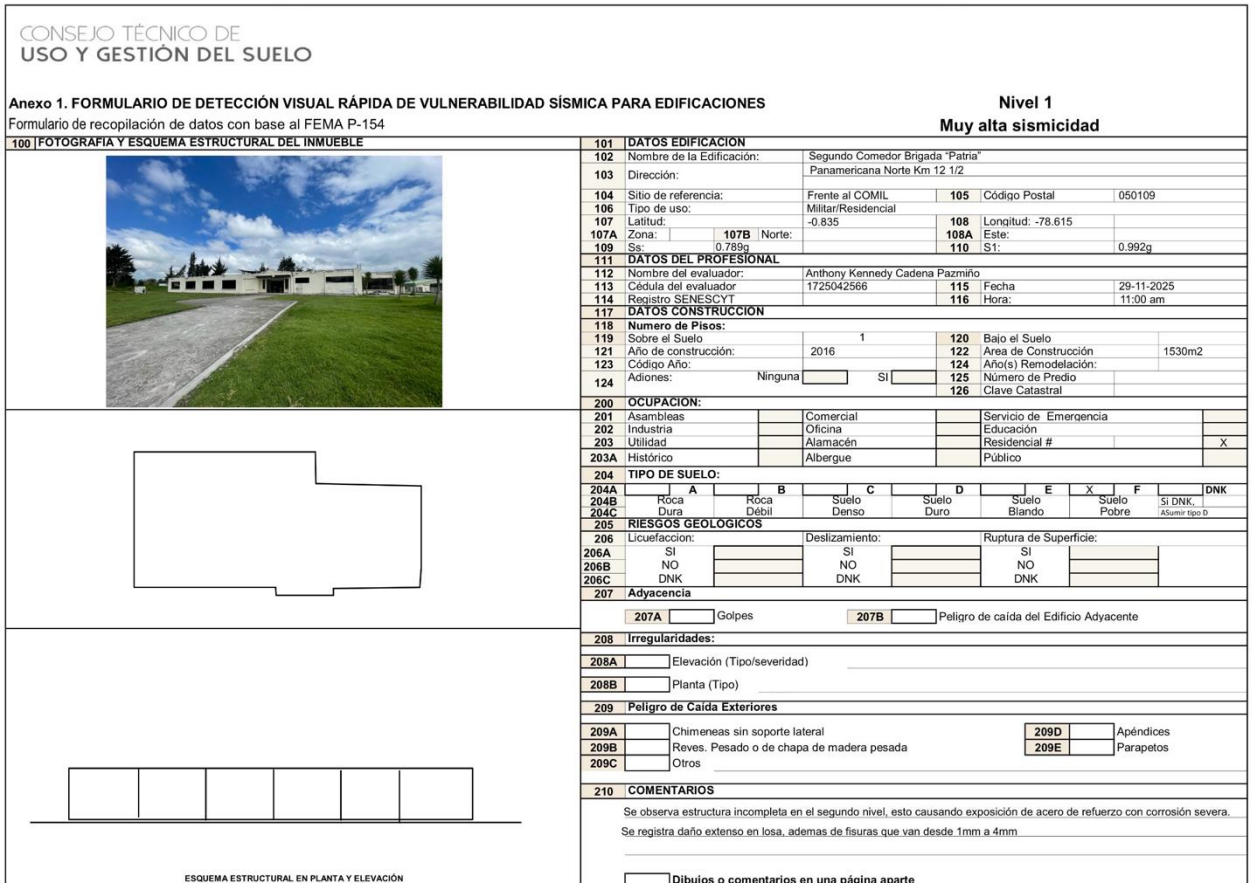
Definiciones (siglas)

Z:	Factor de zona sísmica.
F_a:	Amplificación para periodos cortos.
F_d:	Factor asociado a periodos largos/desplazamiento.
F_s:	Factor de suelo (controla T0 y Tc).
\eta:	Amplificación regional (p.ej., Sierra).
r:	Exponente de decaimiento (rama > Tc).
T_0:	Inicio de meseta.
T_c:	Fin de meseta / cambio de rama.
S_s:	S_a(T=0.2 s) del espectro del sitio.
S_1:	S_a(T=1.0 s) del espectro del sitio.

Nota: Elaborado por Anthony Cadena

Al obtener el SS de 0,789 y el S1 de 0,992 verificamos que debemos escoger el formulario de “zona sísmica” muy alta, por lo cual se procede hacer la inspección y llenar la ficha correspondiente; la ficha se puede dividir en bloques:

Figura 21: *Bloque 1 y 2 ficha MIDUVI*



CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES — **Nivel 1**

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154 — **Muy alta sismicidad**

100 FOTOGRAFIA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE

ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN

101	**DATOS EDIFICACION**				
102	Nombre de la Edificación:	Segundo Comedor Brigada “Patria”			
103	Dirección:	Panamericana Norte Km 12 1/2			
104	Sitio de referencia:	Frente al COMIL	105	Código Postal	050109
106	Tipo de uso:	Militar/Residencial			
107	Latitud:	-0.835	108	Longitud: -78.615	
107A	Zona:	107B Norte:	108A	Este:	
109	Ss:	0.789g	110	S1:	0.992g
111	**DATOS DEL PROFESIONAL**				
112	Nombre del evaluador:	Anthony Kennedy Cadena Pazmiño			
113	Cédula del evaluador	1725042566	115	Fecha	29-11-2025
114	Registro SENESCYT		116	Hora:	11:00 am
117	**DATOS CONSTRUCCION**				
118	**Numero de Pisos:**				
119	Sobre el Suelo	1	120	Bajo el Suelo	
121	Año de construcción:	2016	122	Area de Construcción	1530m2
123	Código Año:		124	Año(s) Remodelación:	
124	Adiones: Ninguna	Si	125	Número de Predio	
			126	Clave Catastral	

200	**OCUPACION:**										
201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia						
202	Industria		Oficina		Educación						
203	Utilidad		Alamacén		Residencial #						
203A	Histórico		Albergue		Público						
204	**TIPO DE SUELO:**										
204A		A		B		C		D		E	X F DNK
204B		Roca Dura		Roca Débil		Suelo Denso		Suelo Duro		Suelo Blando	Suelo Pobre Si DNK, ASumir tipo D
204C											
205	**RIESGOS GEOLOGICOS**										
206	Licuefaccion:		Deslizamiento:		Ruptura de Superficie:						
206A	SI		SI		SI						
206B	NO		NO		NO						
206C	DNK		DNK		DNK						
207	**Adyacencia**										
	207A	Golpes		207B	Peligro de caída del Edificio Adyacente						
208	**Irregularidades:**										
208A	Elevación (Tipo/severidad)										
208B	Planta (Tipo)										
209	**Peligro de Caída Exteriores**										
209A	Chimeneas sin soporte lateral				209D	Apéndices					
209B	Reves. Pesado o de chapa de madera pesada				209E	Parapetos					
209C	Otros										
210	**COMENTARIOS**										

Se observa estructura incompleta en el segundo nivel, esto causando exposición de acero de refuerzo con corrosión severa.

Se registra daño extenso en losa, ademas de fisuras que van desde 1mm a 4mm

Dibujos o comentarios en una página aparte

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 1 (MIDUVI, 2022)

En el formulario nivel 1, en el bloque 1 y 2, se debe llenar los datos de información de la estructura como pueden ser: datos de construcción, ocupación, tipo de suelo, riesgos geológicos, irregularidades.

Figura 22: *Bloque 3 ficha MIDUVI*

300	TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL						
301	Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1		309	Pórtico Hormigón Armado	C1	
302	Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m2	W1A		310	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2	
303	Porticos de madera para edificios comerciales e industricales con un area de piso mayor a 500m2	W2		311	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3	x
304	Pórtico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1		312	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1	
[illegible]	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2		313	Portico de H. Armado prefabricados	PC2	
306	Pórtico Acero Liviano o Conformado en frío	S3		314	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1	
307	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4		315	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rigidos	RM2	
308	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5		316	Edificios de Mampostería no reforzada	URM	
				317	Vivienda prefabricada	MH	

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 1 (MIDUVI, 2022)

En la tipología del sistema estructural se marca la casilla 311 ya que tenemos un pórtico de hormigón armado, pero con mampostería de relleno sin refuerzo (MIDUVI, 2022)

Figura 23: *Bloque 4 ficha MIDUVI*

400	PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1																
		TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL															
401	PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM ING)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
402	**PUNTAJE BÁSICO**	2,1	1,9	1,8	1,5	1,40	1,6	1,4	1,2	1	1,2	0,9	1,1	1	1,1	1,1	0,9	1,1
403	**IRREGULARIDADES**																	
403A	Irregularidad vertical Grave,VL1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,8	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	NA
403B	Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
404C	Irregularidad en planta, PL1	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
405	**CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**																	
405A	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	X	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	0
405B	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405C	Post código moderno (construido a partir de 2015)	1,9	1,9	2	1	1,1	1,1	1,5	NA	1,4	1,7	NA	1,5	1,7	1,6	1,6	NA	0,5
406	**SUELO**																	
406A	Suelo Tipo A o B	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
406B	Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406C	Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	X	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,1
406D	Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	NA	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	NA	-0,1	-0,2	-0,2	0	NA
407	Puntaje Mínimo	**0,7**	**0,7**	**0,7**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,5**	**0,3**	**0,3**	**0,3**	**0,2**	**0,2**	**0,3**	**0,3**	**0,2**	**1**
408	**PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN**											0.9						

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 1 (MIDUVI, 2022)

Al tener el tipo de sistema estructural se puede ingresar al bloque número cuatro en el cual se penaliza la edificación según la irregularidad que tenga, qué código se usó para su construcción y en qué tipo de suelo está construido. (MIDUVI, 2022)

Bloque 400 denominado puntajes básicos, modificadores y puntaje final; se escoge el tipo de tipología de sistema estructural y se restan puntos según corresponda.

4.2.1 Identificación de irregularidades estructurales.

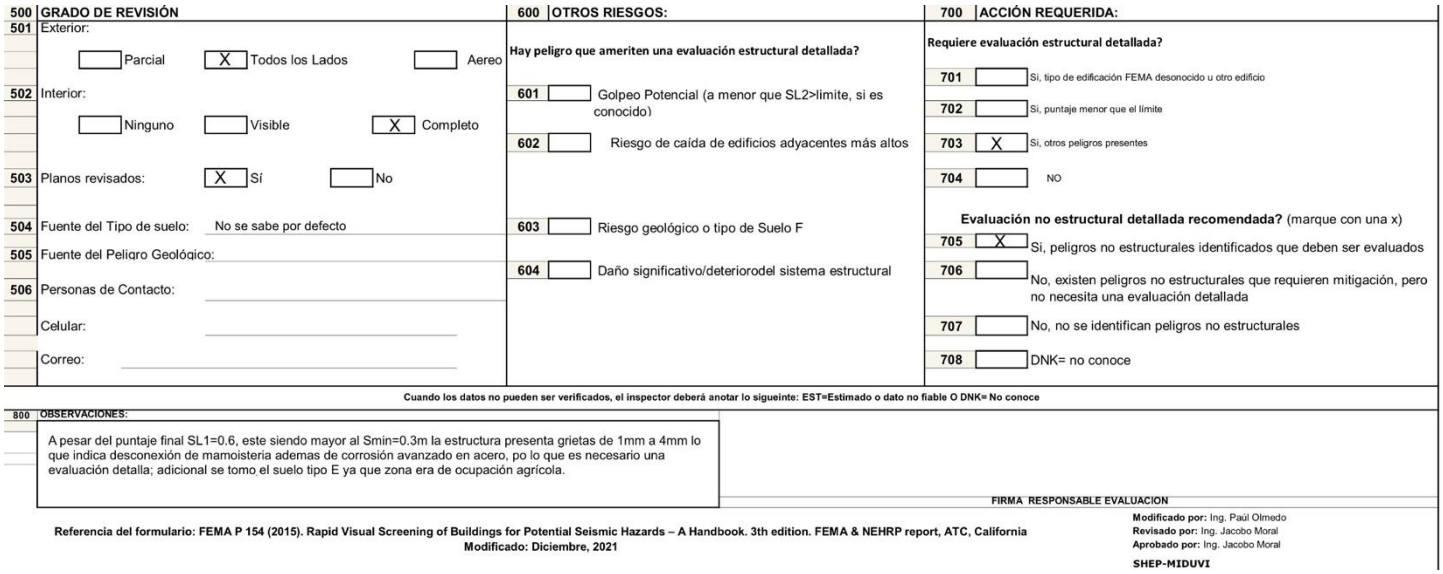
A partir de la figura número 7 se puede observar que la edificación es una configuración geométrica en forma de “L” y según la norma MIDUVI (FEMA P-154) y en la NEC-SE-DS clasifican cómo irregularidad en planta por esquinas entrantes, al tener esta asimetría se crea una excentricidad entre el centro de masas y el centro de rigidez al pasar un evento sísmico, lo que genera momentos torcedores los cuales la estructura debe resistir, esto indica que la estructura debe ser penalizada en la evaluación rápida visual, con esto reduciendo su puntuación final S. (FEMA, 2015) (MIDUVI, 2022), pero al momento de hacer la inspección visual se puede detectar que la estructura tiene juntas sísmicas, esto separándola en dos estructuras independientes, se comportarían como dos estructuras cuadradas, por lo cual no se debe restar ningún punto en la ficha.

4.2.2 Evaluación de elementos no estructurales.

En el interior de la estructura, en la figura 10 se pudo observar fallas en el cielo raso, en las figuras 8, 9, 11, 13 y 14 se puede observar grietas longitudinales severas que van desde 2 mm a 4 mm, en las figuras 10 y 15 se puede observar manchas de humedad activa estás provocadas por filtraciones de la losa.

La metodología FEMA P-154, incorpora evidencia empírica del desempeño sísmico bajo diferentes tipologías estructurales, también formularios revisados y una guía complementaria de respaldo técnico (P-154, 2015) (P-155, 2015). Esta propone dos niveles principales de evaluación:

Figura 24: *Bloque 1 y 2 ficha MIDUVI*



500 **GRADO DE REVISIÓN**

501 Exterior:

[ ] Parcial [X] Todos los Lados [ ] Aereo

502 Interior:

[ ] Ninguno [ ] Visible [X] Completo

503 Planos revisados: [X] Sí [ ] No

504 Fuente del Tipo de suelo: No se sabe por defecto

505 Fuente del Peligro Geológico:

506 Personas de Contacto:

Celular:

Correo:

600 **OTROS RIESGOS:**

Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?

601 [ ] Golpeo Potencial (a menor que SL2>limite, si es conocido)

602 [ ] Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos

603 [ ] Riesgo geológico o tipo de Suelo F

604 [ ] Daño significativo/deteriorodel sistema estructural

700 **ACCIÓN REQUERIDA:**

Requiere evaluación estructural detallada?

701 [ ] Si, tipo de edificación FEMA desonocido u otro edificio

702 [ ] Si, puntaje menor que el límite

703 [X] Si, otros peligros presentes

704 [ ] NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)

705 [X] Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

706 [ ] No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

707 [ ] No, no se identifican peligros no estructurales

708 [ ] DNK= no conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo sigueinte: EST=Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 **OBSERVACIONES:**

A pesar del puntaje final SL1=0.6, este siendo mayor al Smin=0.3m la estructura presenta grietas de 1mm a 4mm lo que indica desconexión de mamoisteria ademas de corrosión avanzado en acero, po lo que es necesario una evaluación detalla; adicional se tomo el suelo tipo E ya que zona era de ocupación agrícola.

FIRMA RESPONSABLE EVALUACION

Referencia del formulario: FEMA P 154 (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook. 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Paúl Olmedo
Revisado por: Ing. Jacobo Moral
Aprobado por: Ing. Jacobo Moral

SHEP-MIDUVI

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 1 (MIDUVI, 2022)

Al terminar de llenar la primera ficha en su totalidad se puede poner observaciones más detalladas, y pasar a la segunda ficha, está siendo un poco más rigurosa que la primera. (MIDUVI, 2022)

Figura 25: *Ficha 2 MIDUVI*

CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES

Formulario de recopilación de datos DE FEMA P-154

Nivel 2 (Opcional)

Muy alta sismicidad

Recopilación de datos de Nivel 2 opcional para ser realizada por un profesional de ingeniería civil o estructural, arquitecto o estudiante de posgrado con experiencia en evaluación sísmica o diseño de edificios.

Nombre de Bldg:	**Puntuación de Nivel Final 1:**	S_{L1} = 0.9		*(no considere S_{MIN})*
Inspector	**Modificadores de irregularidad de nivel 1:**	*Irregularidad vertical,* V_{L1} =	*Irregularidad en Planta* P_{L1} =	
Fecha/Hora:	**PUNTUACIÓN DE LÍNEA DE BASE AJUSTADA:**	$S' (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1})$?		

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 2 (MIDUVI, 2022)

Al entrar al formulario nivel 2 lo primero que se hace es devolver los puntos que se restaron a la estructura en el nivel uno. En este caso no se debe devolverl nada ya que en el formulario número uno no se castigó de ninguna manera, por lo cual se mantiene con su puntuación de 0.9. (MIDUVI, 2022)

Figura 26: *Ficha 2 MIDUVI*

MODIFICADORES ESTRUCTURALES PARA AGREGAR AL PUNTAJE BÁSICO AJUSTADO

Tema	Instrucción *(Si el enunciado es verdadero,encerrar el modificador "Si"; de lo contrario tache el modificador.)*		Sí	Subtotales
Vertical Irregularidad, *VL2*	Sitio inclinado	Edificio W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado al otro del edificio.	-0,9	
		Edificio que no es W1: Hay al menos un piso completo con cambio de pendiente del suelo de un lado al otro del edificio.	-0,2	
	Piso blandol y/o débil *(circule un máximo)*	Edificio W1 muro atrofiado: Es visisble através del espacio de revisión un muro corto sin refuerzo.	-0,5	
		Casa W1 sobre garaje: Debajo de un piso ocupado, hay una garaje abierto sin un marco de momento de acero, y hay menos de 20cm de pared en la misma línea (para varios pisos ocupados por encima, utilizar 40cm de pared mínimo).	-0,9	
		Edificio W1A abierto frontalmente: Hay aberturas en la planta baja (por ejemplo, como un parqueadero) supera más del 50% del ancho total del edificio	-0,9	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso es menor al 50% del piso superior o la altura de cualquier piso 2,0 veces es mayor de la altura de piso anterior.	-0,7	
		Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,4	
	Entradas	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior estan afuera del piso inferior causando un diafragma en voladizo en el desfase.	-0,7	
		Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior estan situadosen el interior del piso inferior.	-0,4	
		Hay un desfase en plano de los elementos laterales que es mayor que la longitud de los elementos.	-0,2	
	Columna corta / Pilar Corto	C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: Al menos el 20% de las columnas (o pilares) a lo largo de una línea de columna en el sistema lateral tienen relaciones de altura/profundidad inferiores al 50% de la longitud nominal en ese nivel.	-0,4	
		C1,C2,C3,PC1,PC2,RM1,RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,4	
	Nivel dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles del suelo o en el techo.	-0,4	
	Otro	Hay otra irregularidad vertical grave observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.	-0,7	
	Irregularidad	Hay otra irregularidad vertical moderada observable que puede afectar el desempeño sísmico del edificio.	-0,4	*VL2* =_____ Límite -0.9
Irregularidad en Planta, *PL2*	Irregularidad torsional: El sistema lateral no parece relativamente bien distribuido en planta en una o ambas direcciones. *(No incluir la irregularidad frontal abierta W1A enumerada anteriormente.)*		-0,5	
	Sistema no paralelo: Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.		-0,2	
	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.		-0,2	
	Apertura del diafragma: Hay una abertura en el diafragma con una ancho mayor al 50% de la ancho total del diafragma en ese nivel.		-0,2	
	Edificio C1, C2 con desfase fuera del plano: Las vigas exteriores no se alinean con las columnas del plano.		-0,2	
	Otra irregularidad: Hay otra irregularidad en planta observable que obviamente afecta el desempeño sísmico del edificio.		-0,5	*PL2* =_____ Límite -0.7

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 2 (MIDUVI, 2022)

Luego de ello se ingresa a modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado, en esta parte el castigo es un poco más específico por lo cual se debe escoger el tipo de estructura el cual es C3 , como en el primer formulario no existe irregularidad vertical por lo cual no se resta ningún punto en este apartado, por otro lado, con la inspección visual se determinó que existen juntas sísmicas por lo cual tampoco existiría irregularidad en planta, así que tampoco se resta ningún punto. (MIDUVI, 2022)

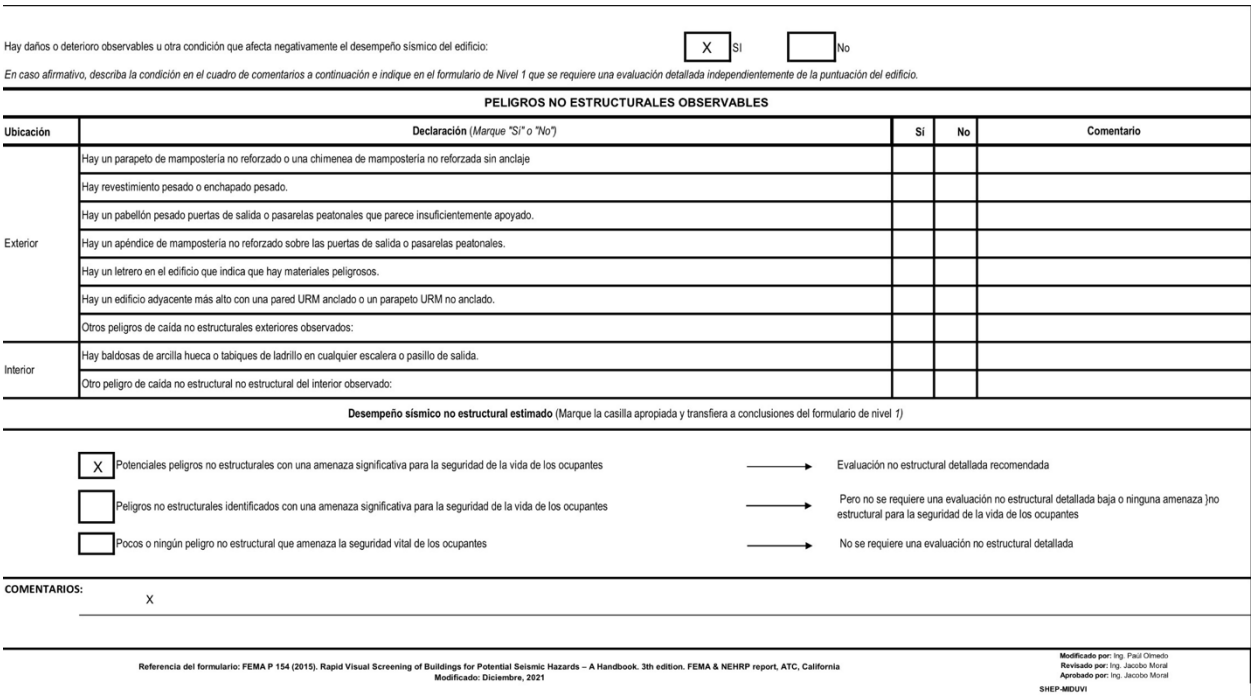
Figura 27: *Ficha 2 MIDUVI*

Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.			0,2	
Golpeteo	El edificio está separado de una estructura adyacenteen menos del 1,5% de la altura del edificio mas bajo y la estructura adyacente:	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0.60m.	*(Limite en la suma de modificadores de golpes en -0.9)*	-0,7	
		Un edificio es 2 o más pisos más alto que el otro.		-0,7	
		El edificio está al final de la cuadra o filas del edificio		-0,4	
Edificio S2	Es visible una geometría de arriostraiento "K".			-0,7	
Edificio C1	La losa plana sirve como viga en el marco de momento.			-0,3	
PC1/RM1 Bldg	Hay amarres de techo a pared que son visibles o conocidos a partir de planos que no dependen de la flexión de grano cruzado. *(No combinar con modificador posterior al punto de referencia o retrofit.)*			0,2	
PC1/RM1 Bldg	El edificio tiene paredes interiores estrechamente espaciadas y de altura completa (en lugar de un espacio interior con pocas paredes, como en un almacén).			0,2	
URM	Las paredes a dos aguas están presentes.			-0,3	
MH	Hay un sistema de refuerzo sísmico suplementario previso entre el transporte y el suelo.			0,5	
Modificación	El reacondicionamiento sísmico completo es visible o conocido a partir de planos			1,2	M =
NIVEL FINAL 2 SCORE, S_{L2} $(S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$: 0.9					(Transferir al forma de Nivel 1)

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 2 (MIDUVI, 2022)

Tampoco se restaría puntos en los siguientes apartados, por lo cual la calificación de esta edificación S sería igual a la del primer formulario, es decir 0.9. (MIDUVI, 2022)

Figura 28: *Ficha 2 MIDUVI*



Hay daños o deterioro observables u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio: [X] SI [ ] No

En caso afirmativo, describa la condición en el cuadro de comentarios a continuación e indique en el formulario de Nivel 1 que se requiere una evaluación detallada independientemente de la puntuación del edificio.

PELIGROS NO ESTRUCTURALES OBSERVABLES

Ubicación	Declaración (*Marque "Si" o "No"*)	Si	No	Comentario
Exterior	Hay un parapeto de mampostería no reforzado o una chimenea de mampostería no reforzada sin anclaje			
	Hay revestimiento pesado o enchapado pesado.			
	Hay un pabellón pesado puertas de salida o pasarelas peatonales que parece insuficientemente apoyado.			
	Hay un apéndice de mampostería no reforzado sobre las puertas de salida o pasarelas peatonales.			
	Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos.			
	Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM anclado o un parapeto URM no anclado.			
	Otros peligros de caída no estructurales exteriores observados:			
Interior	Hay baldosas de arcilla hueca o tabiques de ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida.			
	Otro peligro de caída no estructural no estructural del interior observado:			

Desempeño sísmico no estructural estimado (Marque la casilla apropiada y transfiera a conclusiones del formulario de nivel *1)*

[X] Potenciales peligros no estructurales con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Evaluación no estructural detallada recomendada

[ ] Peligros no estructurales identificados con una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes → Pero no se requiere una evaluación no estructural detallada baja o ninguna amenaza }no estructural para la seguridad de la vida de los ocupantes

[ ] Pocos o ningún peligro no estructural que amenaza la seguridad vital de los ocupantes → No se requiere una evaluación no estructural detallada

COMENTARIOS: X

Referencia del formulario: FEMA P 154 (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook. 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Paúl Olmedo
Revisado por: Ing. Jacobo Moral
Aprobado por: Ing. Jacobo Moral
SHEP-MIDUVI

Nota: Ficha de muy alta sismicidad, formulario 2 (MIDUVI, 2022)

En esta parte final del nivel 2 del formulario ya se obtiene el puntaje final S, pero igual que en el formulario nivel uno se puede poner observaciones, en este caso hay daños y deterioro observables de la condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio y también potenciales peligros no estructurales está siendo una amenaza significativa para la seguridad de la vida de los ocupantes, Por lo cual se puede marcar en el apartado que indica “hay daños o deterioro observables u otra condición que afecta negativamente el desempeño sísmico del edificio”; “en caso afirmativo, describe la condición en el cuadro de comentarios a continuación indique en el formulario de nivel uno que se requiere una evaluación detallada independientemente de la puntuación del edificio” (MIDUVI, 2022)

Cómo se pudo observar en la inspección in situ, toda la mampostería de la estructura, todas las paredes, presentan grietas, estas no son sólo diagonales, sino grietas entre las columnas y las paredes, esto pudiendo presentar una posible separación entre la estructura y la mampostería, esto debido posiblemente a un asentamiento irregular por el tipo de suelo en el que se construyó la estructura.

4.3 Resultados del diagnóstico técnico.

4.3.1 Cálculo de la puntuación final S

Los puntajes obtenidos a través de los métodos utilizados que serían las fichas MIDUVI nivel 1 y nivel 2 serían los siguientes:

Para el nivel 1 y 2 se pudo obtener la siguiente puntuación S

$$S = 0.9$$

Se debe tener en cuenta que, aunque en el nivel uno la puntuación da 0.9, se optó por realizar el nivel 2, el cual es un poco más detallado, pero en este caso dio el mismo resultado, teniendo en cuenta qué el Smin para el tipo de estructura que se tiene es de 0.3, se puede llegar a la siguiente conclusión.

4.3.2 Clasificación del riesgo estructural.

Tabla 1: *Tabla de Calificación de Vulnerabilidad*

PUNTAJE FINAL		
	CONSIDERACIÓN	**SELECCIÓN**
NIVEL 1 SL1 < Smin	**ALTA VULNERABILIDAD, REQUIERE EVALUACIÓN ESPECIAL**	
NIVEL 1 SL1 = Smin	**MEDIANA VULNERABILIDAD**	
NIVEL 1 SL1 > Smin	**BAJA VULNERABILIDAD**	**X**

Nota: Puntaje final S y su clasificación

Infraestructura tiene menos del Smin lo cual permite concluir que requiere una evaluación especial de un cálculo más detallado.

Conclusión (inspección visual)

Con la inspección visual que se aplicó con el formulario que formuló el MIDUVI y basado en la metodología FEMA P-154 arrojó que la estructura tiene una calificación favorable, esto indica que, bajo la metodología de tamizaje rápido, la estructura no evidencia indicadores determinantes de una alta vulnerabilidad estructural. A pesar de ello, durante el reconocimiento in situ se pudo identificar condiciones físicas recurrentes y predominantes las cuales requieren atención técnica las cuales son: fisuras de aproximadamente 1 a 4 mm en la mampostería de toda la estructura, presencia de edad severa, lugares de la infraestructura con acero expuesto debido a la falta de finalización del segundo piso, y fisuración en losas, esto favoreciendo la infiltración,

también se puede observar signos de posible asentamiento cuyo origen no se puede confirmar únicamente con una inspección visual.

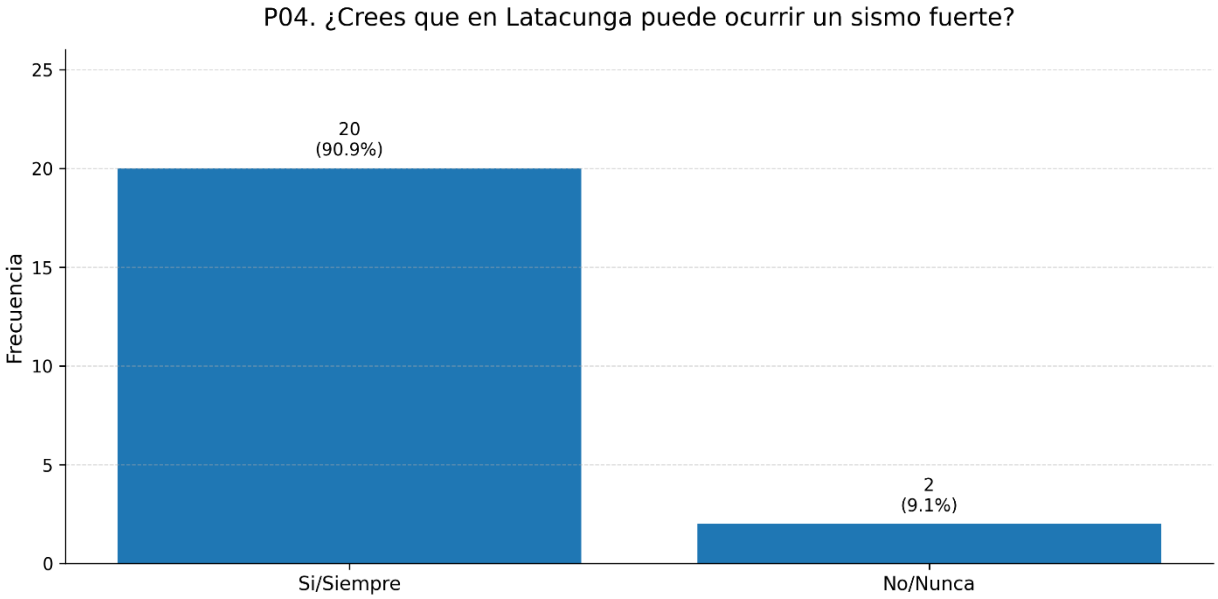
Por lo tanto, a pesar de la calificación favorable del tamizaje, las observaciones de los hallazgos patológicos y constructivos justifican la recomendación de una evaluación técnica más precisa y detallada, está orientada a verificar de manera más específica el desempeño real de la estructura ante un posible sismo, su estado de servicio, los riesgos asociados a elementos estructurales y no estructurales.

CAPÍTULO V: DIAGNÓSTICO DE LA PERCEPCIÓN DE RIESGO DEL PERSONAL

5.1. Resultados del diagnóstico social.

5.1.1 Nivel de conocimiento sobre la amenaza sísmica y rutas de evacuación.

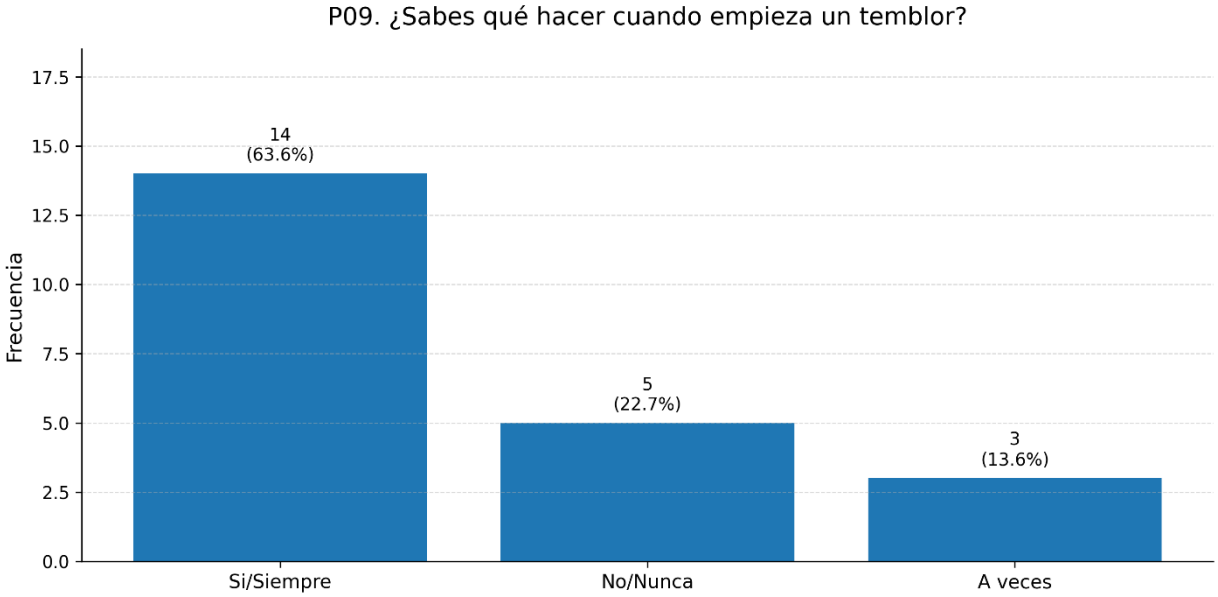
Figura 29: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 4 "¿Crees que en Latacunga pueda ocurrir un sismo fuerte?"

Conclusión: Existe conocimiento sobre el peligro sísmico de la zona, exactamente un 90.9% considera que puede ocurrir un sismo fuerte en Latacunga, esto conlleva a que el problema no es si "tal vez pueda pasar", sino sí los habitantes están preparados y si consideran que la infraestructura es segura.

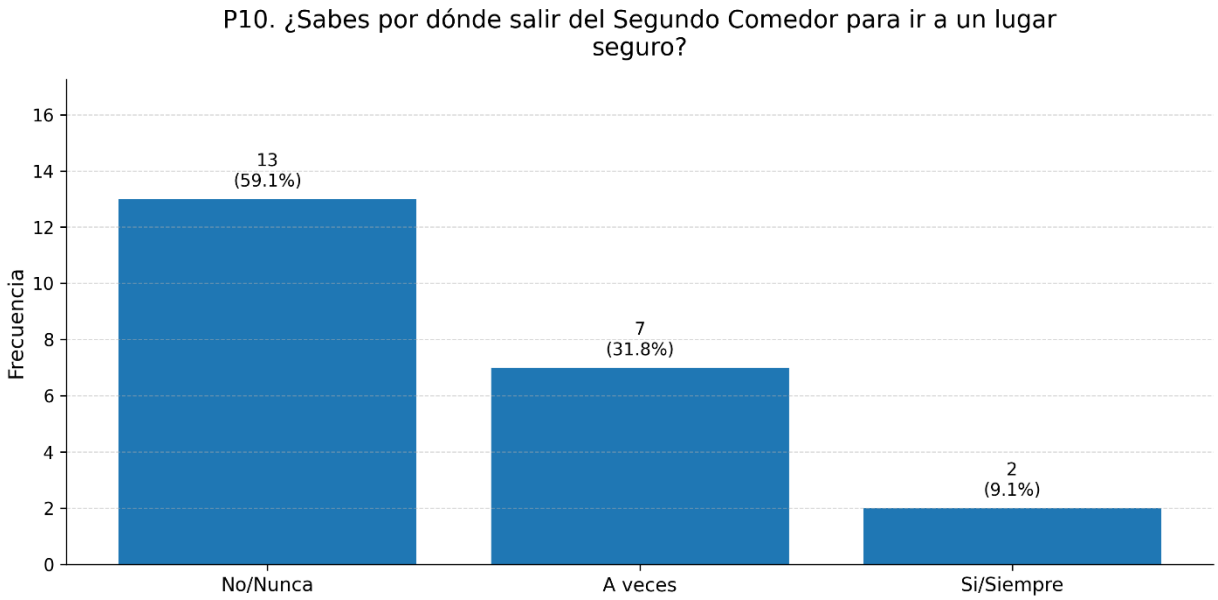
Figura 30: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 9 ¿"sabes qué hacer cuando empieza un temblor"?

Conclusión: Hay conocimiento medio, un 63.6% dice que sí, pero un 36.4% está entre "a veces" y "no", lo cual indica que se tiene una base de conocimiento, pero se necesita reforzar.

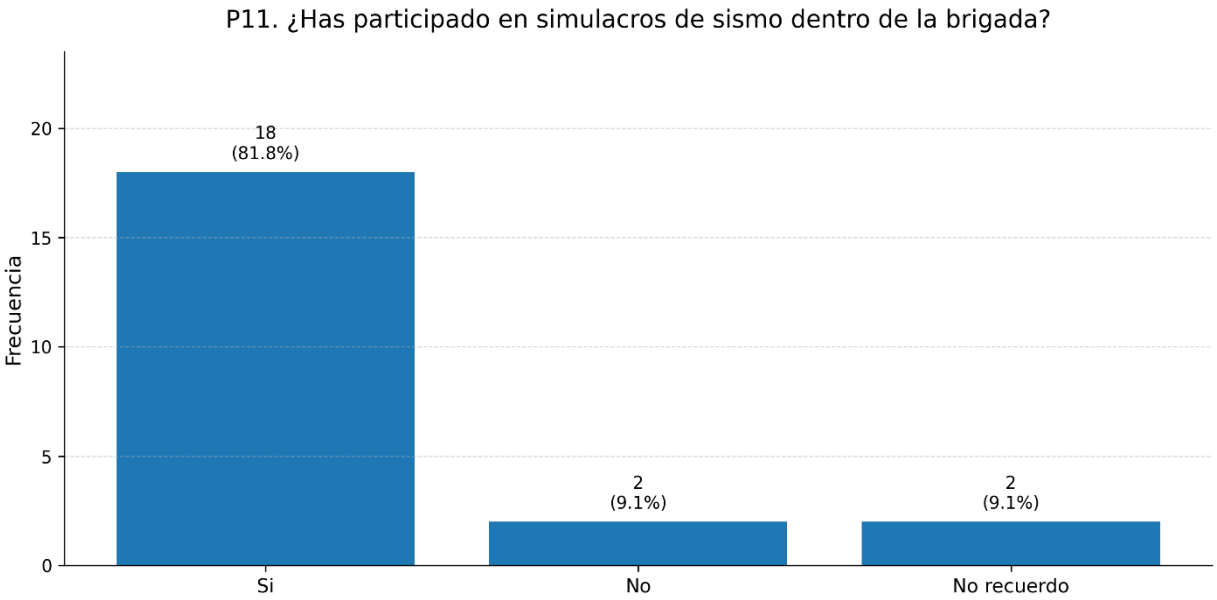
Figura 31: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 10 ¿"sabes por dónde salir del segundo comedor para ir a un lugar seguro?"

Conclusión: La guía de evacuación no está clara para la mayoría, un 59.1%. Esto indica que falla la señalización, la socialización de procedimientos y rutas definidas.

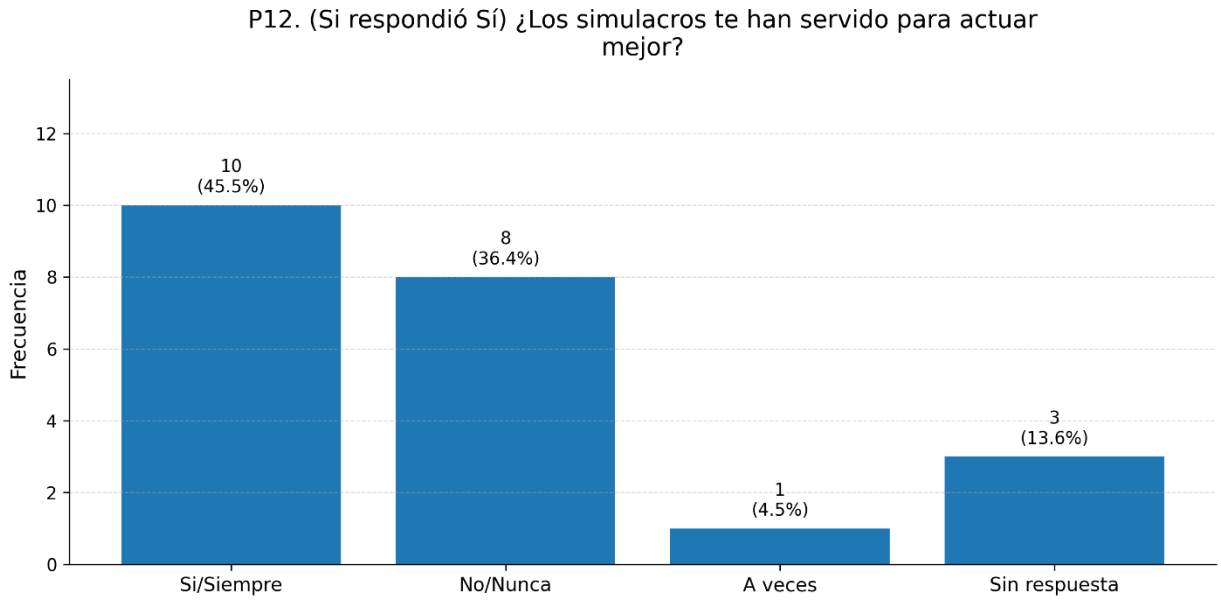
Figura 32: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 11 ¿"has participado en simulacros de sismo dentro de la brigada?"

Conclusión: existieron simulacros, esto alcanzando una amplia cobertura de 81.8% que sí ha participado. A pesar de ello, se debe poner a prueba la efectividad en la práctica.

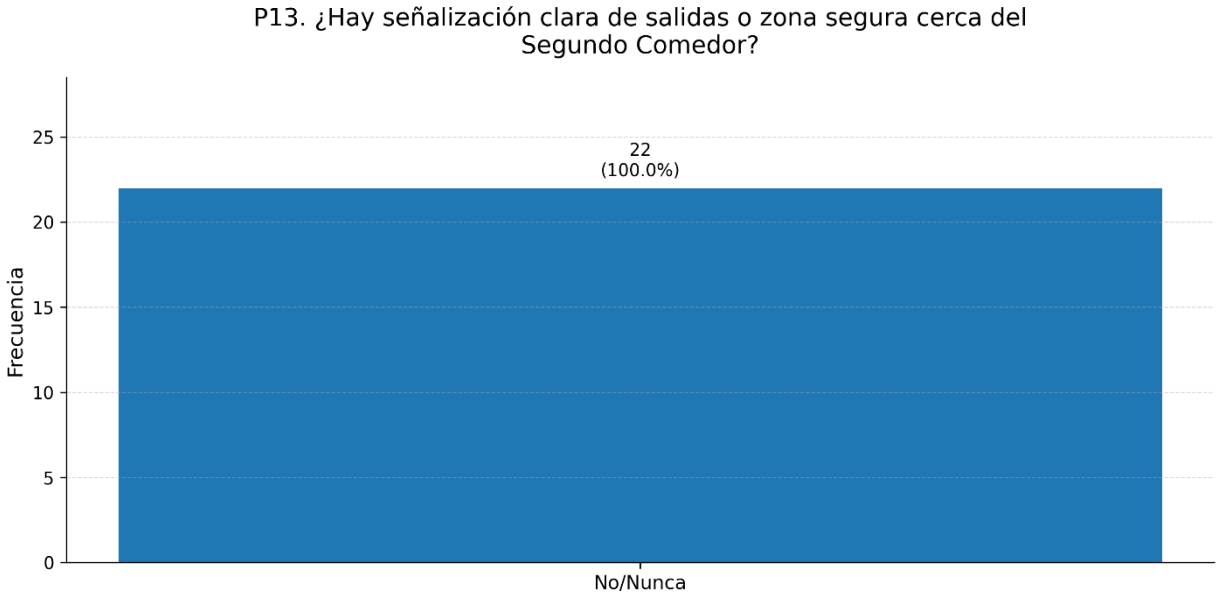
Figura 33: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 12 ¿"Los simulacros te han servido para actuar mejor?"

Conclusión: Se podría decir que el 50% de los habitantes percibieron que los simulacros les ha ayudado para actuar mejor, pero requiere de mejoras, retroalimentación y una evaluación posterior para mejorar este porcentaje.

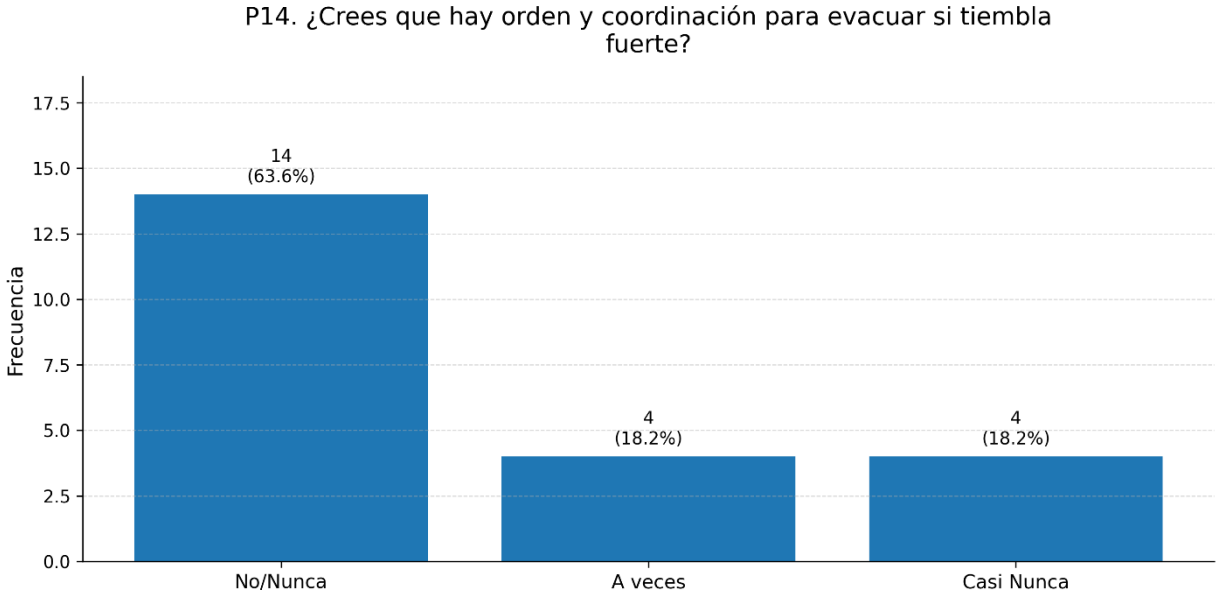
Figura 34: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 13 ¿"hay señalización clara de salidas o zonas seguras cerca del segundo comedor?"

Conclusión: Aquí se identifica con el primer vacío crítico, el 100% de los encuestados respondió "no", este resultado evidencia la falta de señalética, planos de evacuación, puntos de encuentro y su implementación inmediata.

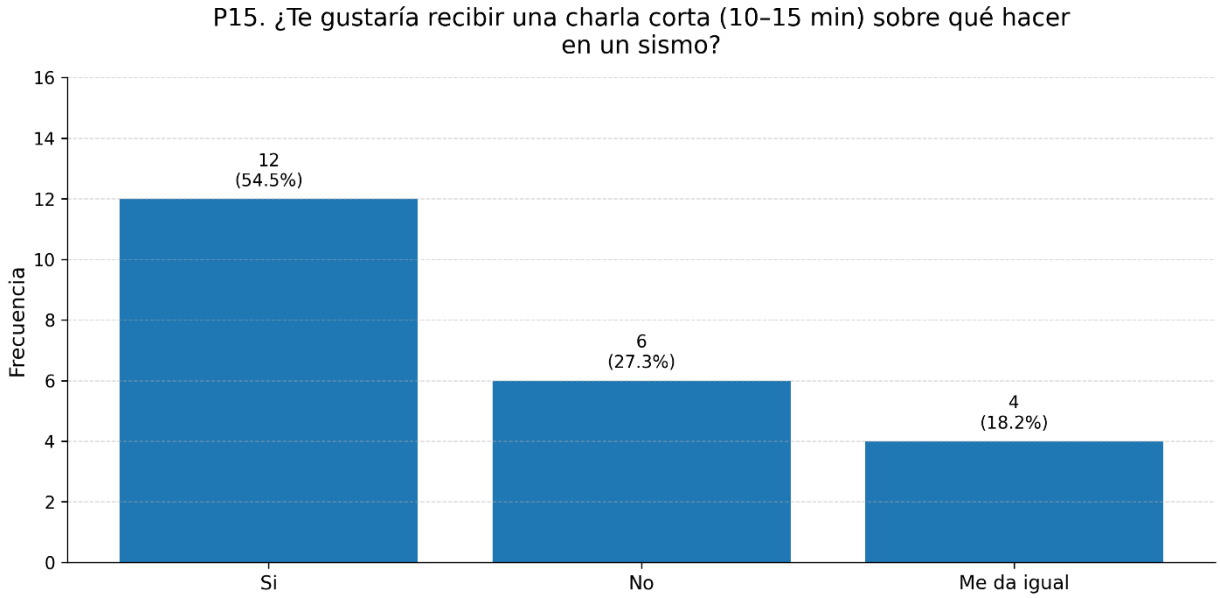
Figura 35: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 14 ¿"crees que hay orden y coordinación para evacuar si tiembla fuerte?"

Conclusión: El 63.6% de los encuestados perciben que existe desorganización, lo que indica que es necesario un plan formal y más prácticas con evaluación.

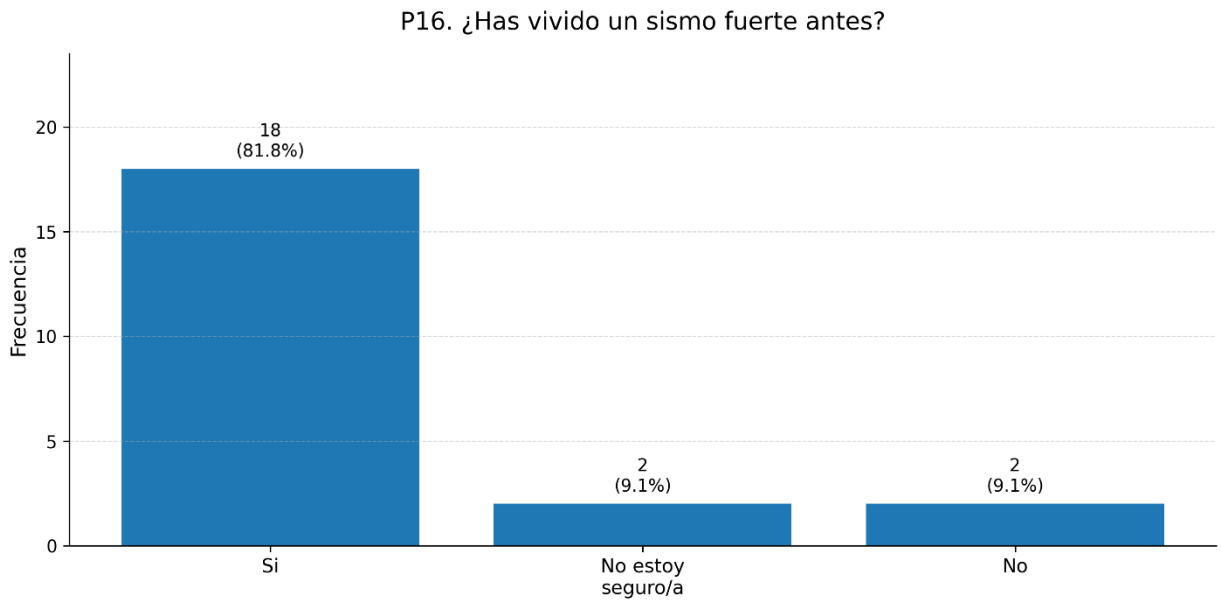
Figura 36: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 15 ¿"te gustaría recibir una charla corta (10-15 minutos) sobre qué hacer en un sismo?"

Conclusión: Existe buena aceptación para una intervención rápida, el 54,5% respondieron sí, aunque el 27.3% respondieron no, esto da apertura a una capacitación breve pero recurrente.

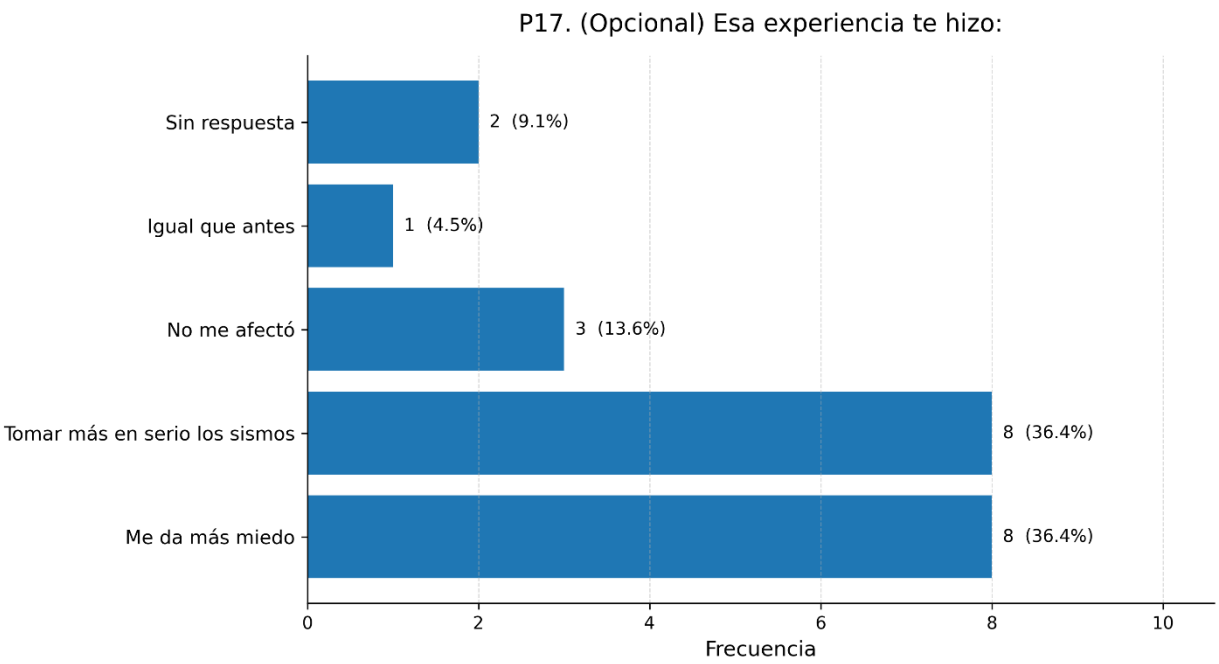
Figura 37: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 16 ¿"has vivido un signo fuerte antes?"

Conclusión: La mayoría de los habitantes cuenta con experiencia previa, 81.8% dijeron que sí, esto aumenta la sensibilidad ante riesgos ya que influye en las percepciones.

Figura 38: *Pregunta de encuesta*

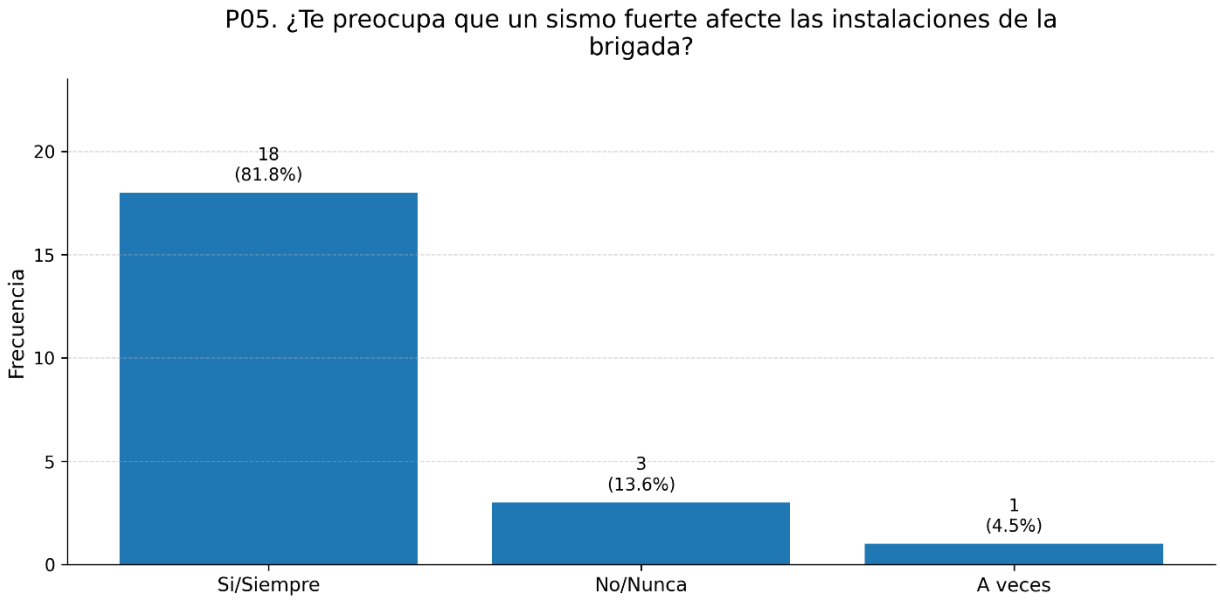


Nota: pregunta número 17 "esa experiencia te hizo"

Conclusión: la mayoría de los ocupantes que dijeron sí en la pregunta anterior tuvieron cambios emocionales y de conciencia, 44.4% lo tomo más en serio, 33.3% aumentaron su miedo, y sólo un 22.2% quedó igual/no afectado. Esto quiere decir que tienen una alta receptividad, pero también presencia de ansiedad que puede ser calmada con información clara.

5.1.2 Percepción de Vulnerabilidad de la Infraestructura (Comedor).

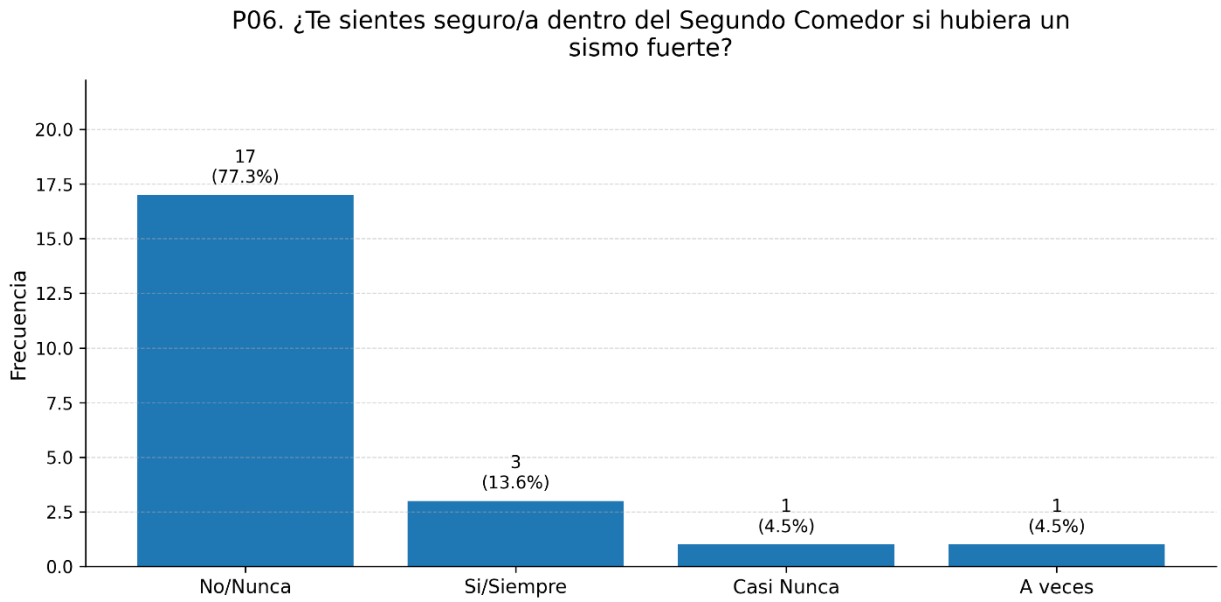
Figura 39: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 5 ¿"te preocupa que un sismo fuerte afecte las instalaciones de la brigada?"

Conclusión: La preocupación de los habitantes es elevado, el 81.8% tiene preocupación constante y sólo el 13.6% o no. Lo cual da evidencia de la percepción del riesgo y puede justificar medidas preventivas.

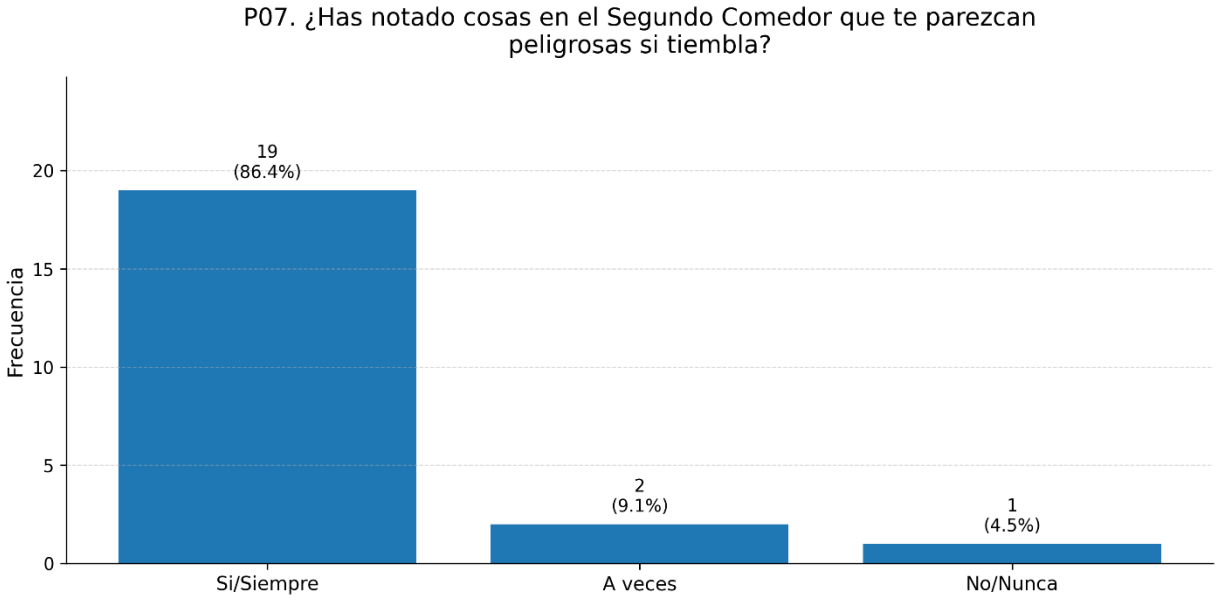
Figura 40: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 6 ¿"te sientes seguro/a dentro del segundo comedor si hubiera un sismo fuerte?"

Conclusión: En los habitantes predomina la percepción de inseguridad con un 77.3% de "no", lo cual indica una baja confianza en la estructura y en las acciones de respuesta.

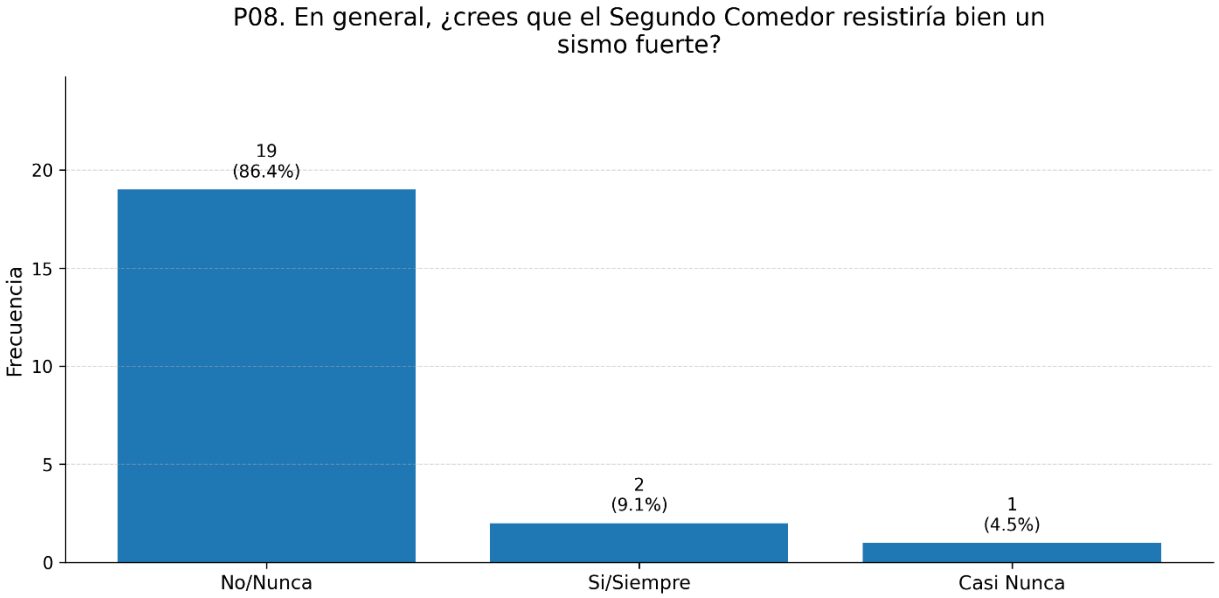
Figura 41: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 7 ¿"has notado cosas en el segundo comedor que te parezcan peligrosas tiembla?"

Conclusión: Los ocupantes tienen una percepción clara de amenazas internas, uno 86.4% respondió que sí. Esto quiere decir que hay presencia de elementos no estructurales que pueden ser potencialmente peligrosos y deberían intervenirse.

Figura 42: *Pregunta de encuesta*



Nota: pregunta número 8 ¿"crees que el segundo comedor resistiría bien un sismo fuerte?"

Conclusión: La confianza de la estructura que perciben los habitantes es muy baja, un 86.4% respondió "no", esto es un indicativo fuerte qué justifica la evaluación técnica e intervención de la estructura.

Conclusión general de la encuesta: los resultados obtenidos de los individuos encuestados ponen en evidencia que los ocupantes tienen una alta conciencia del peligro sísmico junto con una precaución sostenida sobre lo que pueda pasar en las instalaciones si ocurriera sismo fuerte. Esta conciencia no es de percepción de seguridad, ya que la mayoría manifiesta no tener sentimiento de seguridad dentro del segundo comedor ante un posible evento sísmico, reportaron a ver identificado condiciones peligrosas, y una baja confianza en la estructura y en su capacidad para responder adecuadamente, esto teniendo en cuenta que el segundo comedor es un espacio de uso frecuente y continuo por parte del personal, y que cualquier condición que genere inseguridad tiene un impacto directo en su operación diaria.

También se evidencia que aunque la mayor parte del personal ha participado en simulacros, su efectividad podría ser baja, y adicional existen condiciones críticas en las cuales se destaca la ausencia percibida de señalización o son más seguras, como también una falta de coordinación y claridad ante una posible evacuación, también se debe tener en cuenta que existe una carencia de conocimiento de qué hacer al momento que inicia un sismo y esto incrementa la posibilidad de respuestas riesgosas en un escenario real.

Para finalizar, en las preguntas abiertas convergen varias necesidades prioritarias como son mejoras de la infraestructura, mejor gestión de evacuación y simulacros, y mejor capacitación práctica

CAPÍTULO VI: ESTABLECIMIENTO DE LÍNEAS DE ACCIÓN PRIORITARIAS

6.1 Integración de resultados técnicos y sociales.

La integración de líneas de acción de este trabajo no es aislada, esta se fundamentada en la triangulación entre 2 fuentes de información primaria:

1. **La evaluación técnica (objetiva):** desarrollada mediante la inspección visual rápida (FEMA, 2015) (MIDUVI, 2022), teniendo como resultado una calificación favorable, descartando un colapso inminente de la estructura, pero revelando patologías (fisuras de 1 a 4 mm, humedad severa y acero expuesto)

2. **Diagnóstico social (subjetiva):** como resultado de las encuestas, se puede vivenciar una paradoja de seguridad lo que quiere decir que, aunque la estructura resultó técnicamente aceptable en él tamizaje, los habitantes tienen una baja confianza de la edificación, ya que reportan inseguridad y carecen de conocimiento de los protocolos de actuación.

Esta triangulación consiste en contrastar estas dos fuentes de datos que son cualitativos y cuantitativos basados en lo mismo fenómeno, con ello se establecen líneas de acción según (Sampieri, 2014) el procedimiento permite aseverar resultados y efectuar validaciones cruzadas entre las 2 fuentes de información (datos cualitativos y cuantitativos), con ello incrementando la validez y solidez de conclusiones. En este trabajo, se contrastará los resultados de índice de vulnerabilidad (cuantitativo/MIDUVI) con la percepción de riesgo de los habitantes (cualitativo/encuesta) mediante una matriz de convergencia.

Tabla 2: *Matriz de Convergencia*

Matriz de Convergencia

Eje de análisis	Hallazgo Técnico (Ficha MIDUVI/FEMA)	Hallazgo Social (Encuestas)	Análisis de Convergencia	Línea de acción Prioritaria
Seguridad Estructural	Puntuación final favorable (s=0.9)	El 75% de usuarios percibe "baja seguridad" lo cual genera desconfianza en la estructura	Divergencia: la estructura no es vulnerable, pero las patologías visibles pueden provocar la percepción de riesgo	Evaluación Técnica detallada: se recomienda ensayos de núcleos y suelos para aseverar si el miedo de los ocupantes tiene una base técnica
Estado de Conservación	Se identifica humedad severa, acero expuesto y daño en la mampostería	Quejas recurrentes del ambiente físico y su falta de mantenimiento	Convergencia: las 2 fuentes de información confirman que el deterioro es crítico	Mantenimiento correctivo inmediato: saneamiento de humedad y protección del acero visible
Evacuación y Respuesta	Rutas de evacuación viables, pero riesgo de caída de objetos no estructurales	Carencia de conocimientos de rutas y percepción de falta de señalización	Convergencia: la gestión operativa falla	Gestión operativa: implementación inmediata de señalización normativa y simulacros recurrentes

De esa convergencia se puede desarrollar una estrategia de intervención, dado que el análisis técnico indica qué es la estructura no necesita reforzamiento por riesgo de colapso o una demolición, pero la percepción social y patologías visibles a simple vista exige la intervención inmediata para recuperar la seguridad percibida y detener el deterioro de la estructura.

Se puede establecer dos ejes de acción con base en lo anterior mencionado:

Acciones estructurales y no estructurales: Estás orientadas a detener la corrosión y verificar el desempeño que en realidad tiene la estructura

Acciones operativas: Orientadas a resolver la carencia de señalización y coordinación detectada en la encuesta.

6.2. Líneas de acción estructurales

6.2.1 Recomendaciones de reforzamiento

La recomendación principal no es proceder con un reforzamiento inmediato y sin ninguna directriz y diagnóstico, por el contrario, es elevar a un nivel de análisis superior, esto mediante ensayos destructivos y no destructivos. Según la (NEC-SE-RE Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras, 2014), se debe conocer las propiedades mecánicas reales de los materiales de la estructura existente para poder hacer un modelo de cálculo.

Evaluación técnica complementaria (alta prioridad): Por el hecho de que en la inspección visual detectó hacer expuesto y una posible degradación de este, se debe ejecutar ensayos conforme a la normativa local e internacional:

1. Extracción de núcleos: Este es un ensayo destructivo controlado que sirve para verificar la resistencia real a compresión del hormigón, según el procedimiento de la norma (ASTM-C42/C42M, 2020) se debe realizar la extracción de testigos con broca diamantada in situ. Lo cual ayudará a la calibración del análisis estructural.

2. Detección de acero y recubrimientos: Este siendo un ensayo no destructivo en el cual se hará uso de un pachometro, siendo un escáner ferromagnético, usado para validar la cantidad, ubicación y recubrimiento del acero de refuerzo, en columnas y vigas sin tener que picar el elemento, siendo éste un procedimiento no destructivo. (ACI-228.2R-13, 2013)

3. Prueba de carbonatación: Este ensayo es semi-destructivo y se debe realizar en las zonas con alta humedad o con acero expuesto, se aplicará fenolftaleína esto siendo un compuesto orgánico (C20H14o4) indicador de pH, que cambia de color en ácidos a rosa/magenta en bases (pH 8.2-10) sobre el hormigón que muestre fracturas recientes, esto utilizado para poder medir la carbonatación (pérdida de pH). Lo cual puede estimar la vida útil de la armadura. (ISO-1920-12, 2015)

4. Validación geotécnica: por la evidencia de fisuras diagonales, indicadores compatibles con asentamientos diferenciales, se recomienda realizar ensayos SPT y/o CPT cercanos a la cimentación, esto para poder verificar la capacidad portante admisible del suelo. (ASTM-D1586/D1586M, 2022) (ASTM-D5778, 2020)

6.2.2 Medidas de mitigación no estructural.

Estás están enfocadas en la reducción de daños y lesiones por componentes no estructurales como pueden ser: cielos falsos, luminarias, repisas, ventanales, estos pudiendo fallar durante un sismo. Estos elementos suelen provocar gran parte de los daños y riesgos

operativos, por lo tanto, se recomienda medidas prácticas de reparación preventiva y aseguramiento.

Cielos falsos y recubrimiento:

1. Revisión del sistema de gypsum, fijadores, perfiles, colgantes, puntos de corrosión y humedad
2. Sustitución de paneles de gypsum que se encuentren deteriorados seguido de saneamiento de filtraciones qué es lo degradan.

Luminarias, elementos suspendidos, y artefactos colgantes:

1. Colocación de cables de seguridad o sujeciones en las luminarias.

3. Revisar anclajes, puntos de apoyo, tornillos, reemplazar fijaciones fatigadas en caso de ser necesario.

Ventanales grandes y riesgo por rotura:

1. Inspección de marcos, anclajes, holguras y sellos.

4. Colocar película de seguridad en paños críticos que ayudarían a reducir la proyección de fragmentos.

La metodología FEMA recomienda reforzar y asegurar componentes que se encuentran suspendidos, ya que al desprenderse es una fuente común de lesiones y daño no estructural, también prioriza sujeciones secundarias junto con anclajes para evitar caída de luminarias; hace énfasis en el control de cristalería junto con la mitigación de

desprendí vientos o fragmentación, esto ayudando a reducir el daño no estructural. (FEMA-74, 1994)

6.2.3 Recomendaciones Prioritarias para la Intervención.

Intervención mínima inmediata (sin reforzamiento):

Protección de acero expuesto: se debe proteger el acero que se encuentre al descubierto para poder controlar corrosión y restitución de recubrimiento.

Control de humedad e infiltración: se debe realizar impermeable en las partes afectadas y corrección de las fuentes.

Registro y mapeo de fisura: se debe hacer un seguimiento para corroborar que las fisuras siguen creciendo por lo cual se debe mantener un control del ancho, patrón y ubicación de estas.

6.3 Líneas de acción operativa.

6.3.1 Protocolos de alerta, evacuación y zonas seguras.

Las líneas de acción operativa están orientadas a reducir el riesgo desde el punto de vista de la capacidad de respuesta de los habitantes, teniendo en cuenta que los resultados sociales demuestran una alta conciencia del peligro sísmico, pero una baja sensación de seguridad y carencia de sentido práctico sobre qué hacer al inicio del evento y cómo ejecutar la evacuación en orden. En congruencia con el Marco de Sendai, se debe fortalecer la preparación ante desastres esto mediante ejercicios regulares, simulacros de evacuación y capacitaciones recurrente. Esto con mayor atención a espacios de uso frecuente como es el segundo comedor (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030, 2015).

Objetivo del protocolo

Tiene como objetivo establecer lineamientos claros para activado una alerta interna, ejecutar la respuesta inmediata durante un sismo, realizar una evacuación ordenada y asegurar el control y conteo de los habitantes en la zona segura.

Elementos mínimos del plan de emergencia

Un plan de acción entre emergencias debe tener como mínimo procedimientos para reportar emergencias, procedimiento de evacuación y asignación de rutas, conteo de personas tras evacuar, roles del personal que apoya irresponsables de coordinación (Colling, 2010).

Aplicación al segundo comedor:

Responsable de activación de alerta: jefe de turno

Guías de evacuación

Responsable del punto seguro y conteo.

Coordinación con cadena de mando interna en la brigada.

Protocolo de actuación durante el sismo

La respuesta inmediata qué es recomendada y validada por organismos oficiales es "Agáchate/Drop-Cúbrete/Cover-Sujétate/Hold On ", está reduce lesiones por caída de objetos, y pérdida de equilibrio. Esta acción es promovida por guías como FEMA de seguridad sísmica. (Celikmen, 2023)

Evacuación y zona segura posterior

Se debe ejecutar la evacuación luego de que cesara el movimiento principal, se debe priorizar el orden, control de flujo y la reducción de peligros secundarios, se debe culminar con el conteo y confirmación de todo el personal en el punto de encuentro, estos protocolos se deben poner en práctica y deben ser evaluados para corregir fallas que puedan existir (Colling, 2010)

Capacitación y simulacros

Los programas de preparación y los simulacros demostraron efectos positivos en el conocimiento, actitudes y habilidades, sí estos se realizan de forma periódica y con una evaluación posterior (Hosseini, 2020).

Implementación de señalización y rutas

Dado que los ocupantes manifestaron la carencia de señalización mínima se debe tener como una de las prioridades la implementación de y un esquema simple de rutas de evacuación y punto seguro para el segundo comedor, esto ayudando a la probabilidad de una evacuación organizada y la no exposición a peligros secundarios, se debe implementar rutas definidas, roles y comunicación, estás de igual manera ejercitados mediante simulacros.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

En el presente trabajo se determinó el nivel de vulnerabilidad estructural del "Segundo Comedor de la Brigada de Fuerzas Especiales Número 9 Patria", este mediante un tamizaje visual rápido aplicado con el manual de procedimiento administrativo y técnico para la evaluación de las edificaciones desarrollado por el MIDUVI, el cual está basado en el enfoque RVS que fue desarrollado en FEMA P-154 (P-154, 2015) (MIDUVI, 2022); los resultados obtenidos de la evaluación técnica y complementados con los resultados del diagnóstico social, reflejan que existe una relación dialéctica, por un lado, la estructura tiene una calificación favorable en él tamizaje y por otro lado, los ocupantes manifiestan una baja sensación de seguridad y adicional a esto reportan condiciones que son percibidas como peligros, está impactando de manera negativa la operación cotidiana del espacio, lo cual justifica las líneas de acción prioritarias integradas.

Se determinó que la estructura de estudio está ubicada en una zona de alta amenaza sísmica, una característica de la sierra centro, muy asociado al contexto de actividad tectónica activa en el Ecuador. En Latacunga, los valores de aceleración pico del suelo demuestran una demanda sísmica significativa cómo se observa en la figura 3 "Mapas de Peligro Sísmico", esto incrementa la importancia de evaluar el desempeño que se espera en las estructuras de uso frecuente. En cuanto a las características estructurales cómo se puede observar en la figura 21, 22 y 23 correspondientes a la caracterización estructural según el MIDUVI, el segundo comedor es una edificación de un solo nivel, tiene un sistema porticado de hormigón armado en vigas y columnas y cerramientos de mampostería de bloque, con losa de hormigón y una configuración en planta regular. Por su función y la ocupación de uso cotidiano del personal militar, la

exposición humana es alta, por esta razón el análisis de vulnerabilidad y la preparación ante posibles escenarios sísmicos se justifica como una necesidad técnica y de operatividad.

La evaluación visual rápida aplicada mediante los formularios desarrollados por MIDUVI que fueron basados en FEMA P-154 no evidenció, dentro del método y su alcance, indicadores que puedan determinar una alta vulnerabilidad estructural y arrojó un resultado favorable de 0.9 resultado que se ve reflejado en la figura 23 y al clasificarlo se puede considerar baja vulnerabilidad como se puede observar en la figura 29, respalda la utilidad del RVS como una herramienta rápida para priorizar de manera preliminar edificaciones. (MIDUVI, 2022); aun así, el reconocimiento in situ demostró patologías y condiciones constructivas recurrentes como fisuración en mampostería, acero expuesto, humedad severa y potencial infiltración observable en las figuras 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15 16, estas aunque no cambien la calificación obtenida en él tamizaje, sí puede elevar el riesgo funcional, por lo que es justificable escalar a una evaluación técnica más detallada, basados en criterios normativos de evaluación y rehabilitación de estructuras existentes.

El diagnóstico social aplicado a 22 ocupantes siendo este el 23% del aforo de la infraestructura, evidencia que estos presentan una alta conciencia del peligro sísmico como se puede observar de la figura 30 a la 39, pero una baja percepción de seguridad dentro del segundo comedor esto ante un posible escenario de un sismo fuerte observable en las figuras 40, 41, 42 y 43. Además, se encontró brechas operativas como la percepción de ausencia de señalización y ruta, carencia de coordinación y acciones iniciales, lo que implica una necesidad de capacitación práctica y simulacros ejecutados con mayor estructura, esto coincide cuando el enfoque de fortalecimiento de preparación y respuesta qué promueve el Marco Sendai (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030, 2015).

La integración de los resultados técnicos y sociales que convergen en una matriz detallado en la tabla 1, priorizan acciones bajo un criterio de gestión de riesgos: reducción de incertidumbre técnica mediante una evaluación complementaria más detallada, disminuir el peligro inmediato por componentes no estructurales, mejorar la organización y preparación operativa con protocolos, roles, señalización y simulacros. Esto se alinea con la lógica de "comprender el riesgo" y "aumentar la preparación planteado en Sendai (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 - 2030, 2015).

La metodología RVS desarrollado por FEMA y adoptado por MIDUVI es plenamente de tamizaje, por lo cual no constituye un análisis detallado ni pruebas de materiales o elementos, por esa razón los resultados se deben interpretar como priorización preliminar (FEMA, 2015) (MIDUVI, 2022).

La encuesta se aplicó en un entorno institucional con restricciones por lo cual el muestreo se justifica por factibilidad, a pesar de ello, el diagnóstico social nos da información útil para orientar acciones de preparación y mitigación.

Recomendaciones

Se debe realizar una evaluación complementaria como alta prioridad, esto antes de cualquier decisión de intervención, hay que elevar el diagnóstico a un nivel superior, conforme a los criterios de evaluación de estructuras existentes (MIDUVI, 2022).

Se recomienda ejecutar medidas mínimas y inmediatas para mitigar y controlar el deterioro, estas pueden ser: protección temporal del acero expuesto, control de fuentes de humedad y mapeo y monitoreo de fisuras.

Se recomienda reducir el riesgo de lesiones por componentes no estructurales, revisando cielo falso, luminarias, cristalería, repisas, etc., dado que estos elementos concentran una gran parte del daño que se produce durante el. Se recomienda implementar aseguramientos, revisión de anclajes y correcciones del cielo falso que están deteriorados por la humedad.

Se recomienda fortalecer la preparación ante desastres con base al diagnóstico social, definiendo roles, protocolos simples de capacitación, para así aumentar la preparación de acuerdo con el Marco de Sendai.

Se recomienda complementar el tamizaje de este trabajo con un análisis estructural más detallado si es que los ensayos propuestos arrojan propiedades inferiores a las asumidas o si el monitoreo de fisuras presenta progresión de ella. Profundizar el componente social para comprender porque existe la baja percepción de seguridad pese a la alta conciencia de peligro.

Bibliografía

[UNDRR], U. N. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030.*

Agricultura, I. I. (2024). *Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres.*

Baize, S. (2020). *Active tectonics and earthquake geology along the Frontiers in Earth Science.*

Beauval, C. M.-C. (2018). *A new seismic hazard model for Ecuador. Bulletin of the Seismological Society of America.*

Bethoux, N. (2011). *Seismological study of the central Ecuadorian margin. Journal of Structural Geology.*

Córdova, C. (2022). Estado del arte de estudios de vulnerabilidad sísmica en Ecuador.

Courboulex, F. (2022). *Ground motion simulations in Quito (Ecuador) due to major earthquakes from the subduction zone.*

Ecuador, A. N. (2024). *Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres.*

Ecuatoriano, E. (s.f.). *Publicaciones sobre la Brigada de Fuerzas Especiales N.° 9 "Patria"*. Obtenido de https://www.facebook.com/ejercitoecuatoriano

FEMA. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (FEMA P-154).*

IGEPN. (2023). *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador.* Quito.

IG-EPN. (s.f.). *Mapa de amenaza volcánica del volcán Cotopaxi.* Obtenido de https://www.igepn.edu.ec/amenaza-volcanica/mapa-amenaza-cotopaxi

IG-EPN. (s.f.). *Mapa interactivo de peligro sísmico en Ecuador*. Obtenido de https://www.igepn.edu.ec/mapas/peligro-sismico/mapa-peligro-sismico.html

IG-EPN. (s.f.). *Mapas de peligro sísmico*. Obtenido de https://www.igepn.edu.ec/volcanes/content/80-descargas

Juan Marcillo Delgado, A. A. (2021). *Analysis of risk and disaster reduction strategies in South America.*

Loor-Loor, E. (2021). Vulnerabilidad sísmica en viviendas de zona rural: el caso de Santa Marianita de Manta.

Lupaca, J. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología FEMA-154 en edificaciones seleccionadas.

Mayleen Cabral Ramirez, Y. N. (2025). *Lessons from the Implementation of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction from Latin America and the Caribbean.*

Medranda, M. (2024). *Análisis de la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (LOGIRD.*

Medwave. (2023). *Determinación de la vulnerabilidad sísmica en una muestra de edificaciones para la zona urbana del cantón Latacunga. Resumen de congreso UTA2023.*

Mora-Albán, V. E.-S. (2025). Aplicación de FEMA P-154 para el análisis de vulnerabilidad sísmica en construcciones del sector El Matal-Jama.

P-154,(2015) F. (. (s.f.). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook (3rd ed.).

P-155, F. (2015) (. (s.f.). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation.

Peña, R. (2025). *Análisis de la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (LOGIRD).*

Planificación, S. N. (2024). *Plan Nacional de Desarrollo 2024-2025.*

Porter, K. (2015). *FEMA 154 Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Third Edition Update.*

Project, T. (2023). *Ecuador – Earthquake hazard*. Obtenido de https://thinkhazard.org/en/report/73-ecuador/EQ

SNGR-102-2024., R. (2024). *Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGR].*

ThinkHazard! (s.f.). *Latacunga – Earthquake hazard. Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)*. Obtenido de https://thinkhazard.org/es/report/15362-ecuador-cotopaxi-latacunga/EQ

Tito, S. (2020). *Aplicación del manual FEMA P-154 para el análisis de vulnerabilidad sísmica en un hospital.*

Triviño, G. (2024). *Análisis de la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (LOGIRD).*

UNDRR. (2023). *What is the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction?*

UNISDR. (s.f.). *Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.*

Yepes, H. (2016). *A new view for the geodynamics of Ecuador: Implication in seismogenic source definition and seismic hazard assessment.*

Anexos

Anexo A

Detalles fallas estructurales



Anexo B

Detalles fallas estructurales



Anexo C

Detalles fallas estructurales



Anexo D

Detalles fallas estructurales



Anexo E

Detalles fallas estructurales



Anexo F

Detalles fallas de mampostería



Anexo G

Detalles fallas de mampostería



Anexo H

Detalles elementos arquitectónicos



Anexo I

Detalles elementos arquitectónicos



Anexo J

Detalles elementos estructurales



Anexo K

Interiores



Anexo L

Fachadas - exteriores



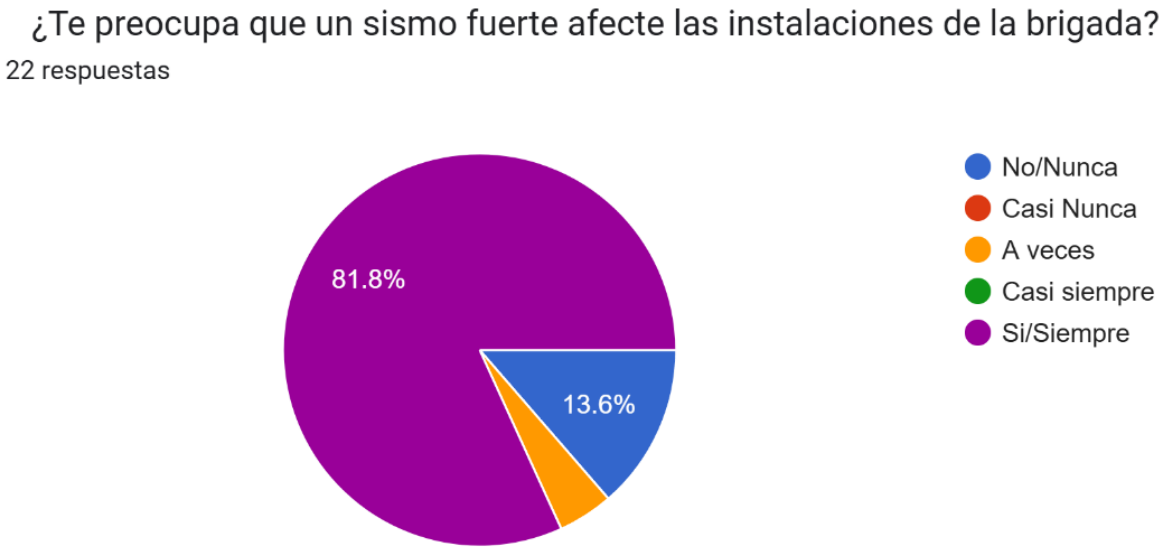
Anexo M

Fachadas - exteriores



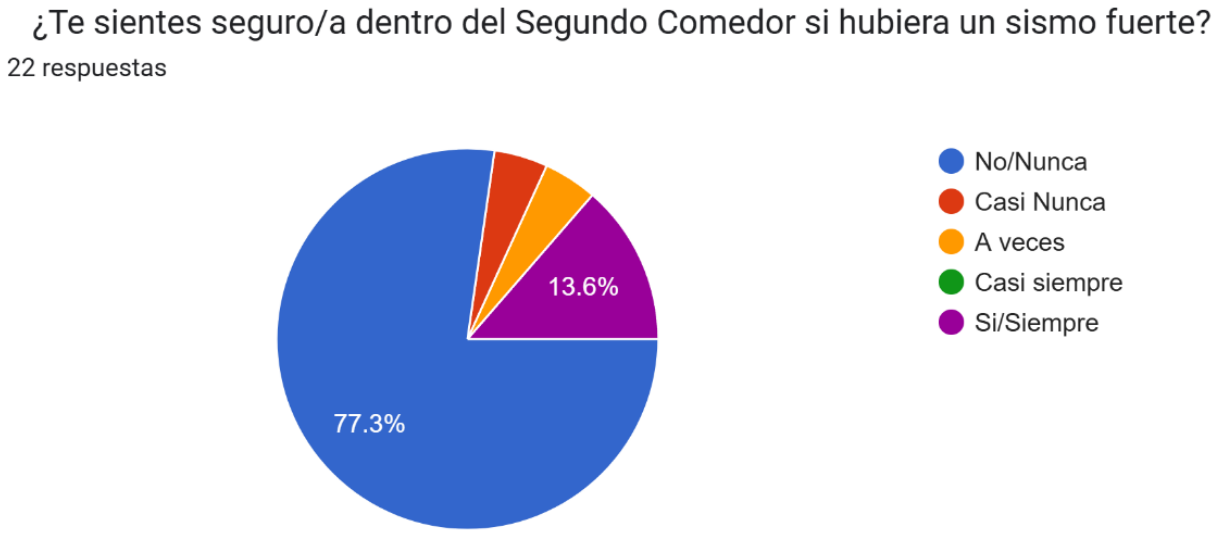
Anexo N

Resultados preguntas encuestas – Google forms



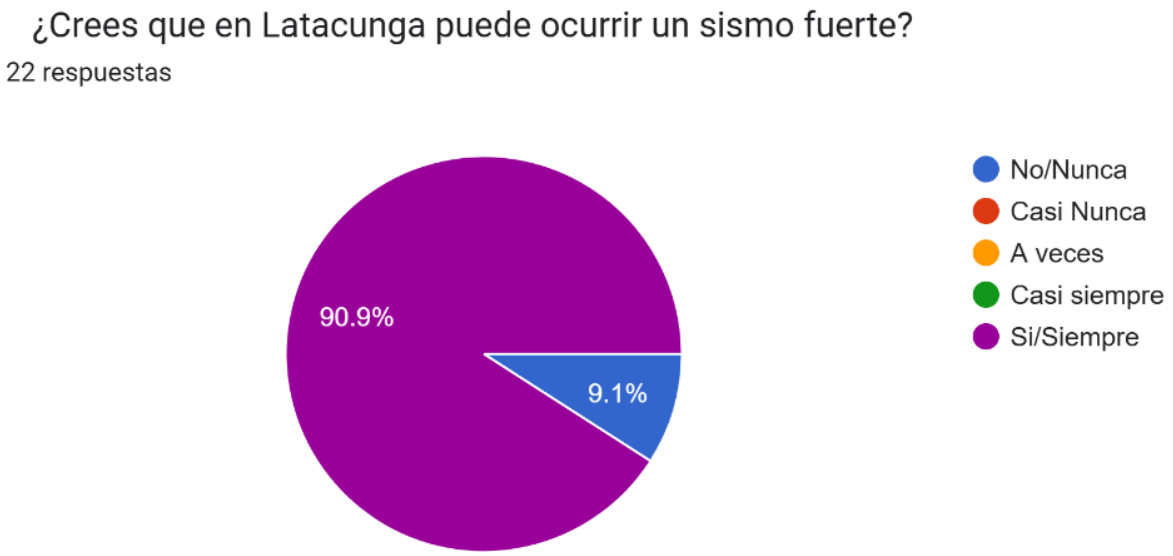
Anexo Ñ

Resultados preguntas encuestas – Google forms



Anexo O

Resultados preguntas encuestas – Google forms



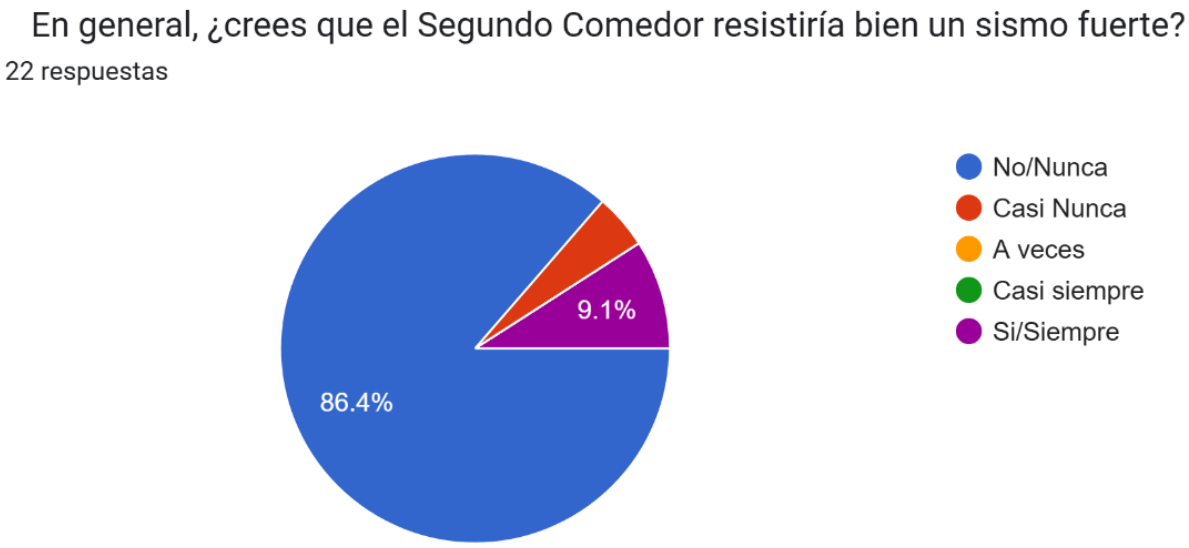
Anexo P

Resultados preguntas encuestas – Google forms



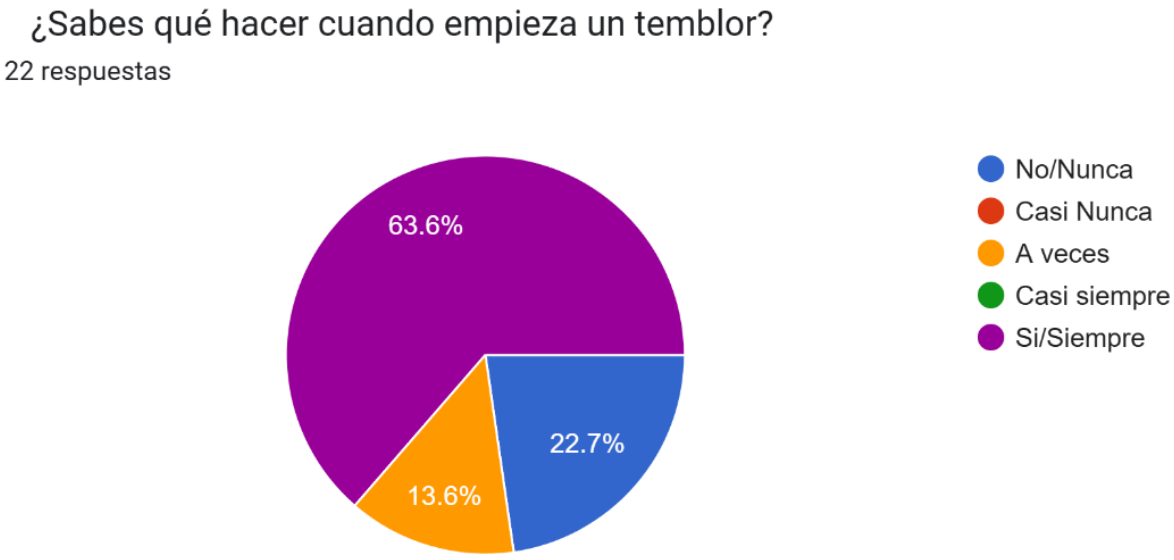
Anexo Q

Resultados preguntas encuestas – Google forms



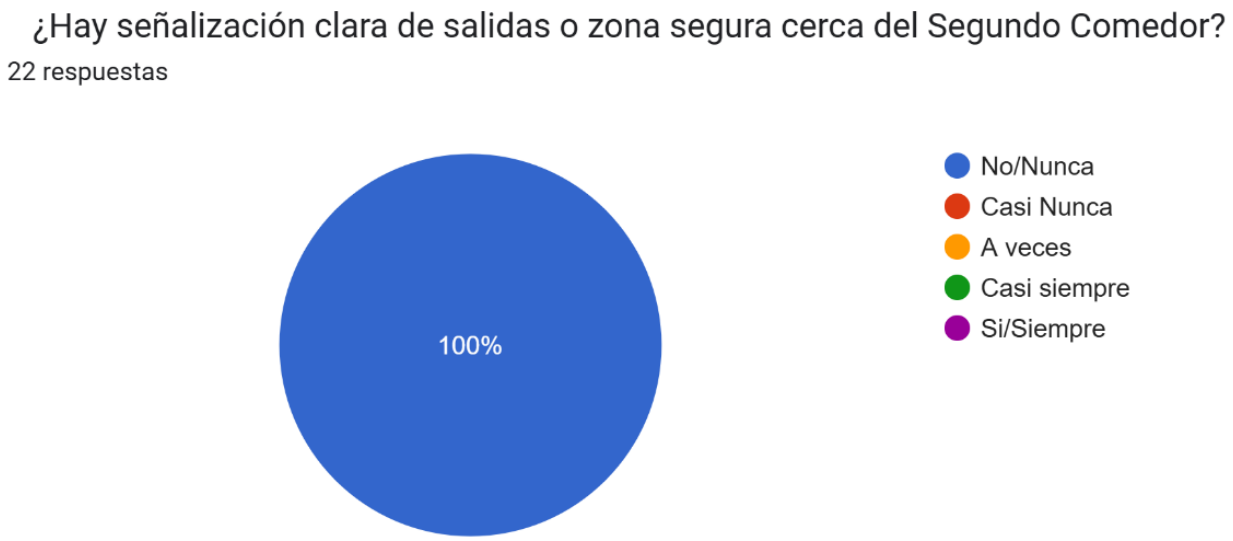
Anexo R

Resultados preguntas encuestas – Google forms



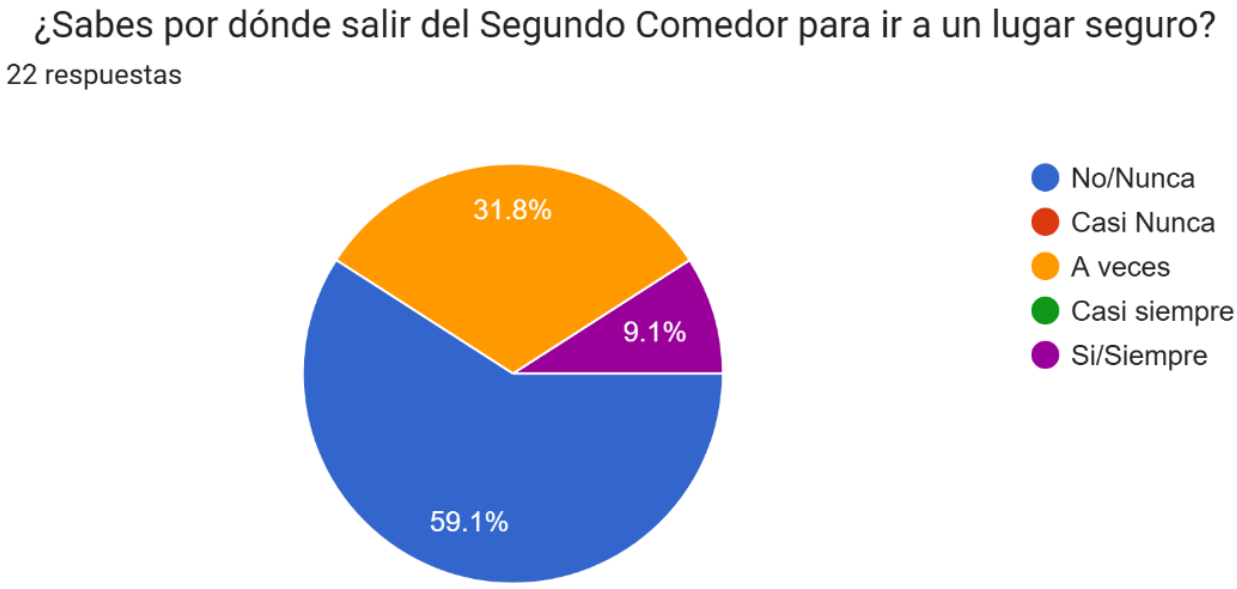
Anexo S

Resultados preguntas encuestas – Google forms



Anexo T

Resultados preguntas encuestas – Google forms



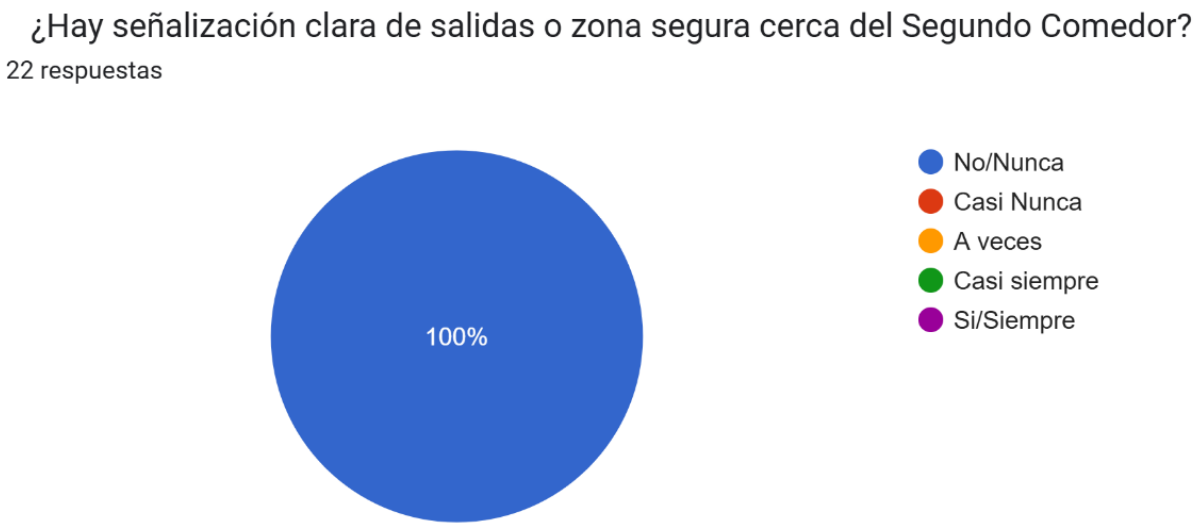
Anexo U

Resultados preguntas encuestas – Google forms



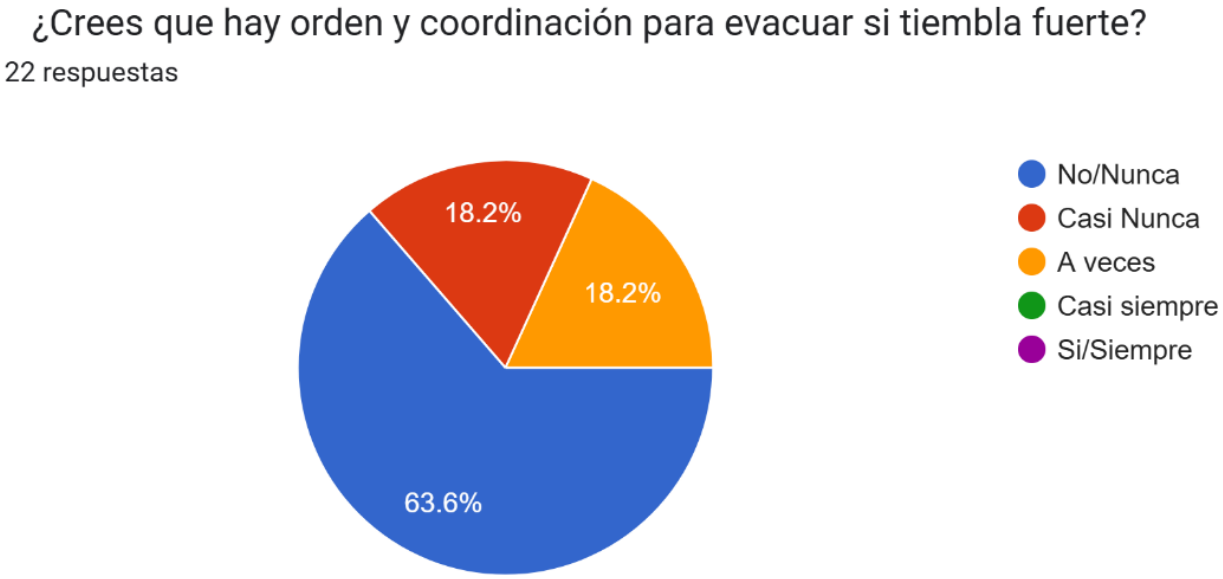
Anexo V

Resultados preguntas encuestas – Google forms



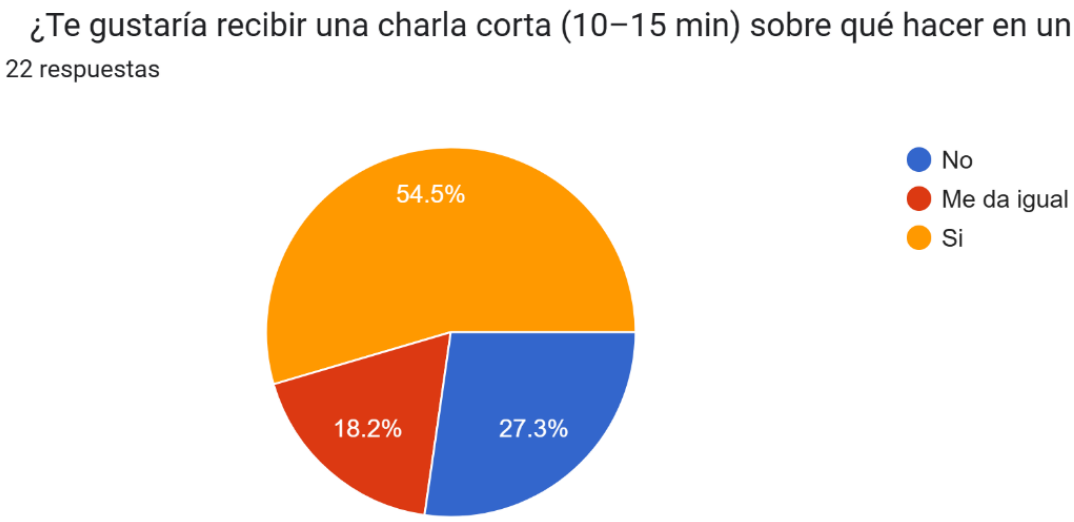
Anexo W

Resultados preguntas encuestas – Google forms



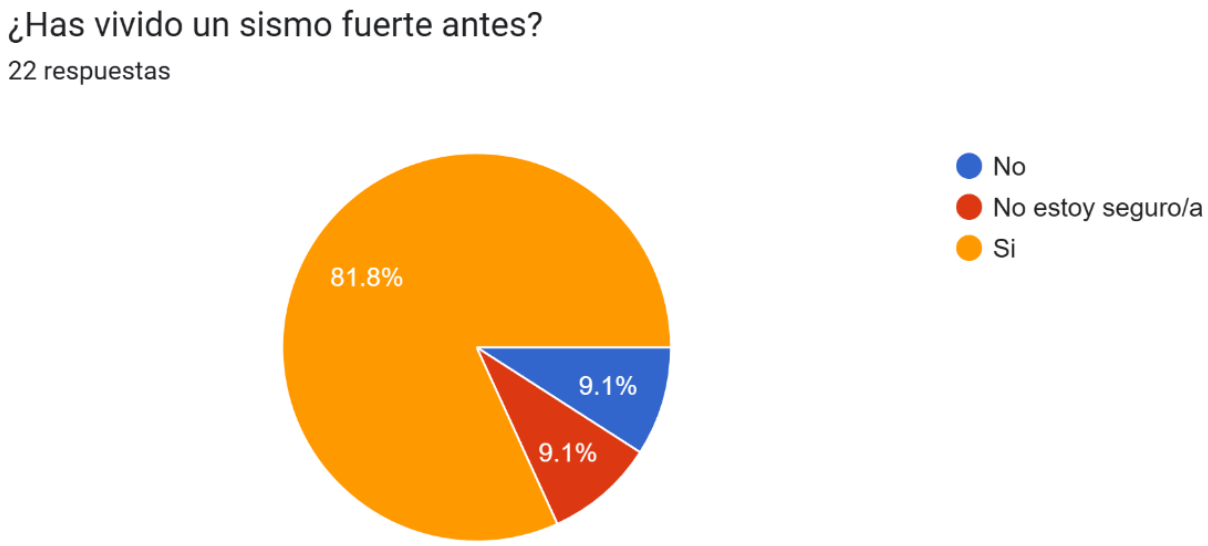
Anexo X

Resultados preguntas encuestas – Google forms



Anexo Y

Resultados preguntas encuestas – Google forms

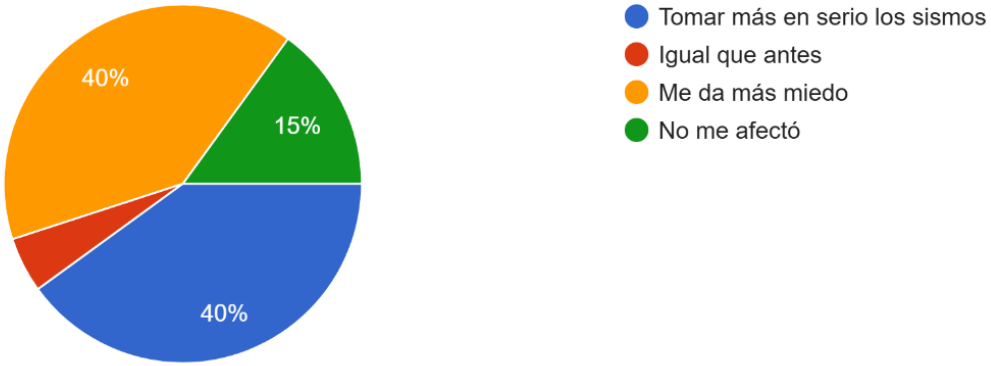


Anexo Z

Resultados preguntas encuestas – Google forms

(Opcional) Esa experiencia te hizo:

20 respuestas



Anexo AA

Resultados preguntas encuestas – Google forms

Si tiembla fuerte en el Segundo Comedor, ¿qué es lo primero que harías?

21 respuestas

- Salir
- Salir
- Salir del lugar
- Buscar un punto seguro
- Correr
- Llamar familiar
- Ir a un lugar abierto
- Ir a una zona segura
- Buscar un lugar seguro

Anexo AB

Resultados preguntas encuestas – Google forms

¿Qué mejorarías para estar más seguros/as ante un sismo?

21 respuestas

- Tener más conocimiento
- Participar en mad simulacros
- Más capacitación.
- Lugares seguros
- Mejorar materiales de construcción y información.
- Tenr todo preparado para una emergencia
- Irte del sitio
- Hacer más segura la estructura.
- Estar informado

Anexo AC

Formulario Nivel 1

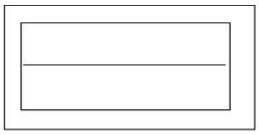
CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

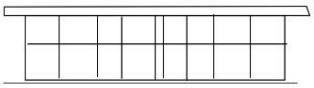
Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES — **Nivel 1**

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154 — **Muy alta sismicidad**

100 FOTOGRAFIA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE







ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN

101 DATOS EDIFICACION

102	Nombre de la Edificación:	Dolmitorio SEC			
103	Dirección:	Panamericana norte Km 1 1/2			
104	Sitio de referencia:	Frente al canal	105	Código Postal	080109
106	Tipo de uso:				
107	Latitud:	***	108	Longitud:	
107A	Zona:	107B Norte: -0,931	108A	Este:	-78,613
109	S2:		110	S1:	0,992

111 DATOS DEL PROFESIONAL

112	Nombre del evaluador:	Anthony Kenneth, Cadena Rosendo			
113	Cédula del evaluador	1727042266	115	Fecha	29-11-2021
114	Registro SENESCYT	***	116	Hora:	11:30 am

117 DATOS CONSTRUCCIÓN

118	Numero de Pisos:				
119	Sobre el Suelo	2	120	Bajo el Suelo	850m²
121	Año de construcción:	N/A	122	Area de Construcción	
123	Código Año:		124	Año(s) Remodelación:	
124	Adiones: Ninguna [ ] Si [ ]		125	Número de Predio	
			126	Clave Catastral	

200 OCUPACION:

201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia	
202	Industria		Oficina		Educación	
203	Utilidad		Alamacén		Residencial #	X
203A	Histórico		Albergue		Público	

204 TIPO DE SUELO:

	A	B	C	D	E	F	DNK
204A				X			
204B	Roca Dura	Roca Débil	Suelo Denso	Suelo Duro	Suelo Blando	Suelo Pobre	Si DNK, Asume tipo D
204C							

205 RIESGOS GEOLOGICOS

	Licuefaccion:		Deslizamiento:		Ruptura de Superficie:	
206						
206A	SI		SI		SI	
206B	NO		NO		NO	
206C	DNK		DNK		DNK	

207 Adyacencia

207A [ ] Golpes — 207B [ ] Peligro de caida del Edificio Adyacente

208 Irregularidades:

208A [ ] Elevación (Tipo/severidad)

208B [ ] Planta (Tipo)

209 Peligro de Caida Exteriores

209A	[ ]	Chimeneas sin soporte lateral	209D	[ ]	Apéndices
209B	[ ]	Reves. Pesado o de chapa de madera pesada	209E	[ ]	Parapetos
209C	[ ]	Otros			

210 COMENTARIOS

[ ] Dibujos o comentarios en una página aparte

300 TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

301	Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1		309	Pórtico Hormigón Armado	C1	
302	Porticos de madera Livianos múltiples unidades, múltiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m2	W1A		310	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2	
303	Porticos de madera para edificios comerciales e industriales con un area de piso mayor a 500m2	W2		311	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3	X
304	Pórtico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1		312	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1	
305	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2		313	Portico de H. Armado prefabricados	PC2	
306	Pórtico Acero Liviano o Conformado en frío	S3		314	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1	
307	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4		315	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rigidos	RM2	
308	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5		316	Edificios de Mampostería no reforzada	URM	
				317	Vivienda prefabricada	MH	

400 PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

401 PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM ING)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
402 PUNTAJE BÁSICO	2,1	1,9	1,8	1,5	1,40	1,6	1,4	1,2	1	1,2	X,9	1,1	1	1,1	1,1	0,9	1,1
403 IRREGULARIDADES																	
403A Irregularidad vertical Grave,VL1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,8	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	NA
403B Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
404C Irregularidad en planta, PL1	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
405 CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN																	
405A Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	X	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	0
405B Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405C Post código moderno (construido a partir de 2015)	1,9	1,9	2	1	1,1	1,1	1,5	NA	1,4	1,7	NA	1,5	1,7	1,6	1,6	NA	0,5
406 SUELO																	
406A Suelo Tipo A o B	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
406B Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406C Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	X	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,1
406D Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	NA	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	NA	-0,1	-0,2	-0,2	0	NA
407 Puntaje Mínimo	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	1
408 PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN																0,9	

500 GRADO DE REVISIÓN

501 Exterior: [ ] Parcial [X] Todos los Lados [ ] Aereo

502 Interior: [ ] Ninguno [ ] Visible [X] Completo

503 Planos revisados: [ ] Sí [X] No

504 Fuente del Tipo de suelo: No se sabe por defecto

505 Fuente del Peligro Geológico: ******

506 Personas de Contacto:

Celular:

Correo:

600 OTROS RIESGOS:

Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?

601 [ ] Golpeo Potencial (a menor que SL2>limite, si es conocido)

602 [ ] Riesgo de caida de edificios adyacentes más altos

603 [ ] Riesgo geológico o tipo de Suelo F

604 [ ] Daño significativo/deteriorodel sistema estructural

700 ACCIÓN REQUERIDA:

Requiere evaluación estructural detallada?

701 [ ] Si, tipo de edificación FEMA desonocido u otro edificio

702 [ ] Si, puntaje menor que el límite

703 [ ] Si, otros peligros presentes

704 [X] NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)

705 [ ] Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

706 [ ] No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

707 [X] No, no se identifican peligros no estructurales

708 [ ] DNK= no conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST=Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 OBSERVACIONES:

FIRMA RESPONSABLE EVALUACION

Referencia del formulario: FEMA P 154 (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook. 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Paúl Olmedo
Revisado por: Ing. Jacobo Moral
Aprobado por: Ing. Jacobo Moral
SHEP-MIDUVI

Anexo AD

Formulario Nivel 2

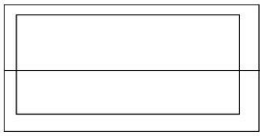
CONSEJO TÉCNICO DE
USO Y GESTIÓN DEL SUELO

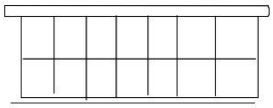
Anexo 1. FORMULARIO DE DETECCIÓN VISUAL RÁPIDA DE VULNERABILIDAD SÍSMICA PARA EDIFICACIONES — **Nivel 1**

Formulario de recopilación de datos con base al FEMA P-154 — **Muy alta sismicidad**

100 FOTOGRAFIA Y ESQUEMA ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE







ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN

101	**DATOS EDIFICACIÓN**		
102	Nombre de la Edificación:	Oficinas del 23	
103	Dirección:	Ambateños norte Km 1/2	
104	Sitio de referencia:	Frente al canil	105 Código Postal: 180150
106	Tipo de uso:		
107	Latitud:	***	108 Longitud:
107A	Zona:	107B Norte: -0,33	108A Este: -78,613
109	Ss:	0,370 g	110 S1: 0,992
111	**DATOS DEL PROFESIONAL**		
112	Nombre del evaluador:	Anthony Kenneth Castro Rosero	
113	Cédula del evaluador	1721092266	115 Fecha: 29-11-2021
114	Registro SENESCYT		116 Hora: 11:30 am
117	**DATOS CONSTRUCCION**		
118	**Numero de Pisos:**		
119	Sobre el Suelo	2	120 Bajo el Suelo
121	Año de construcción:	N/A	122 Area de Construcción: 500m²
123	Código Año:		124 Año(s) Remodelación:
124	Adiones: Ninguna [ ] Si [ ]		125 Número de Predio
			126 Clave Catastral

200	**OCUPACION:**						
201	Asambleas		Comercial		Servicio de Emergencia		
202	Industria		Oficina		Educación		
203	Utilidad		Alamacén		Residencial #		
203A	Histórico		Albergue		Público		

204	**TIPO DE SUELO:**									
204A	A		B		C		D		E	X	F		DNK
204B	Roca Dura		Roca Débil		Suelo Denso		Suelo Duro		Suelo Blando		Suelo Pobre		SI DNK
204C													Asumir tipo D

205	**RIESGOS GEOLOGICOS**						
206	Licuefaccion:		Deslizamiento:		Ruptura de Superficie:		
206A	SI		SI		SI		
206B	NO		NO		NO		
206C	DNK		DNK		DNK		

207	**Adyacencia**		
207A	[ ] Golpes	207B	[ ] Peligro de caída del Edificio Adyacente
208	**Irregularidades:**		
208A	[ ] Elevación (Tipo/severidad)		
208B	[ ] Planta (Tipo)		
209	**Peligro de Caída Exteriores**		
209A	[ ] Chimeneas sin soporte lateral	209D	[ ] Apéndices
209B	[ ] Reves. Pesado o de chapa de madera pesada	209E	[ ] Parapetos
209C	[ ] Otros		
210	**COMENTARIOS**		

[ ] Dibujos o comentarios en una página aparte

300 TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

301	Porticos de Madera Livianos viviendas multifamiliares de uno a 2 pisos	W1	[ ]	309	Pórtico Hormigón Armado	C1	
302	Porticos de madera Livianos múltiples unidades, multiples pisos para edificios residenciales con áreas en planta en cada piso de más de 300m2	W1A	[ ]	310	Pórtico H. Armado con muros de corte	C2	
303	Porticos de madera para edificios comerciales e industricales con un area de piso mayor a 500m2	W2	[ ]	311	Pórtico H. Armado con mampostería de relleno sin refuerzo	C3	X
304	Pórtico Acero Laminado (Portico Resistente a Momento)	S1	[ ]	312	Losas Prefabricada de Hormigón (Tilt-up)	PC1	
305	Pórtico Acero Laminado con diagonales	S2	[ ]	313	Portico de H. Armado prefabricados	PC2	
306	Pórtico Acero Liviano o Conformado en frío	S3	[ ]	314	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles	RM1	
307	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales hormigón	S4	[ ]	315	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos	RM2	
308	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque	S5	[ ]	316	Edificios de Mampostería no reforzada	URM	
				317	Vivienda prefabricada	MH	

400 PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL NIVEL 1, SL1

401 PARÁMETROS CALIFICATIVOS DE LA ESTRUCTURA (TIPO DE EDIFICIO FEMA)	TIPOLOGIA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL																
	W1	W1A	W2	S1 (MRF)	S2 (BR)	S3 (LM)	S4 (RC SW)	S5 (URM ING)	C1 (MRF)	C2 (SW)	C3 (URM INF)	PC1 (TU)	PC2	RM1 (FD)	RM2 (RD)	URM	MH
402 **PUNTAJE BÁSICO**	2,1	1,9	1,8	1,5	1,40	1,6	1,4	1,2	1	1,2	0,9	1,1	1	1,1	1,1	0,9	1,1
403 **IRREGULARIDADES**																	
403A Irregularidad vertical Grave,VL1	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,8	-0,6	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	NA
403B Irregularidad vertical Moderada,VL1	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
404C Irregularidad en planta, PL1	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	NA
405 **CODIGO DE LA CONSTRUCCIÓN**																	
405A Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	0
405B Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
405C Post código moderno (construido a partir de 2015)	1,9	1,9	2	1	1,1	1,1	1,5	NA	1,4	1,7	NA	1,5	1,7	1,6	1,6	NA	0,5
406 **SUELO**																	
406A Suelo Tipo A o B	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1
406B Suelo Tipo D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
406C Suelo Tipo E (1-3Pisos)	0	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	0	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0	-0,1
406D Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	NA	-0,3	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	NA	-0,1	-0,2	-0,2	0	NA
407 Puntaje Mínimo	0,7	0,7	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	1
408 **PUNTAJE FINAL NIVEL 1,SL1 > SMIN**																	

500 GRADO DE REVISIÓN

501 Exterior: [ ] Parcial [X] Todos los Lados [ ] Aereo

502 Interior: [ ] Ninguno [X] Visible [ ] Completo

503 Planos revisados: [ ] Si [X] No

504 Fuente del Tipo de suelo: No se sabe por defecto *******

505 Fuente del Peligro Geológico:

506 Personas de Contacto:

Celular:

Correo:

600 OTROS RIESGOS:

Hay peligro que ameriten una evaluación estructural detallada?

601 [ ] Golpeo Potencial (a menor que SL2>límite, si es conocido)

602 [ ] Riesgo de caída de edificios adyacentes más altos

603 [ ] Riesgo geológico o tipo de Suelo F

604 [ ] Daño significativo/deteriorodel sistema estructural

700 ACCIÓN REQUERIDA:

Requiere evaluación estructural detallada?

701 [ ] Si, tipo de edificación FEMA desconocido u otro edificio

702 [ ] Si, puntaje menor que el límite

703 [ ] Si, otros peligros presentes

704 [X] NO

Evaluación no estructural detallada recomendada? (marque con una x)

705 [ ] Si, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

706 [ ] No, existen peligros no estructurales que requieren milligación, pero no necesita una evaluación detallada

707 [X] No, no se identifican peligros no estructurales

708 [ ] DNK= no conoce

Cuando los datos no pueden ser verificados, el inspector deberá anotar lo siguiente: EST=Estimado o dato no fiable O DNK= No conoce

800 OBSERVACIONES:

FIRMA RESPONSABLE EVALUACION

Referencia del formulario: FEMA P 154 (2015). Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards – A Handbook. 3th edition. FEMA & NEHRP report, ATC, California
Modificado: Diciembre, 2021

Modificado por: Ing. Paúl Olmedo
Revisado por: Ing. Jacobo Moral
Aprobado por: Ing. Jacobo Moral
SHEP-MIDUVI