

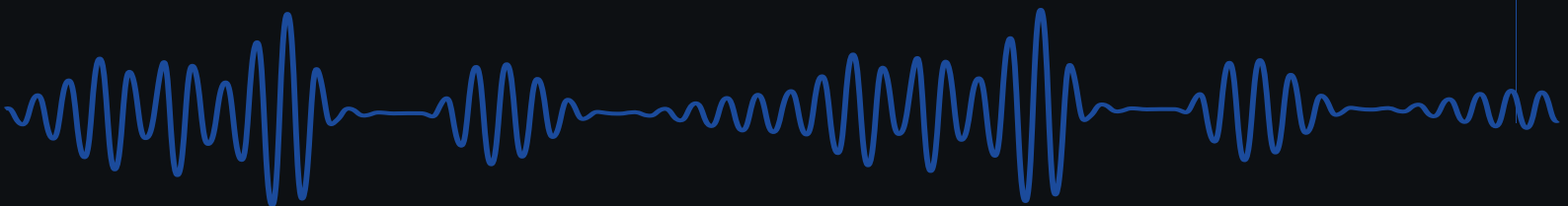
**EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS
UNIDADES LOGÍSTICAS EN EL FUERTE MILITAR “EL PINTADO”
(BATALLONES: DE ABASTECIMIENTO, MANTENIMIENTO Y TRANSPORTES)
BASADA EN LA GUÍA FEMA P-1000.**



FUERTE EL PINTADO

Miguel Ángel Cajamarca Vargas, Camila Nicole Cerón Rivera,
Cristian Félix Endara Benavides, Abraham Daniel Muses Cabrera,
Joseth Fernando Nasevilla Farinango y Leslie Jhoana Paspuel Guerra

Editor: Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis



TÍTULO DE LA OBRA

EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS UNIDADES LOGÍSTICAS EN EL FUERTE MILITAR “EL PINTADO” (BATALLONES: DE ABASTECIMIENTO, MANTENIMIENTO Y TRANSPORTES) BASADA EN LA GUÍA FEMA P-1000.

EDITOR

Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis

AUTORES

Miguel Ángel Cajamarca Vargas
Camila Nicole Cerón Rivera
Cristian Félix Endara Benavides
Abraham Daniel Mueses Cabrera
Joseth Fernando Nasevilla Farinango
Leslie Jhoana Paspuel Guerra

REVISIÓN EVALUACIÓN PARES

Arq. Rafael Unda
Arq. Vinicio Morales

© **COPY Junio 2025**

1^{RA} EDICIÓN

ISBN DIGITAL: 978-9942-929-28-0

E-mail: ttoulkeridis@udet.edu.ec / theousfq@yahoo.com

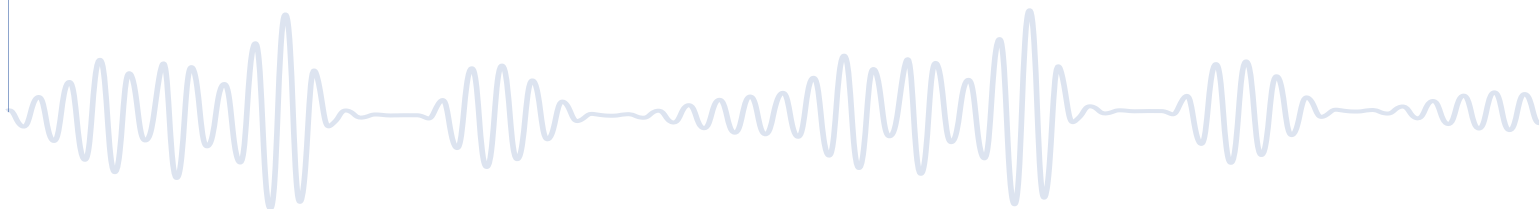
DISEÑO DE PORTADA E INTERIOR

Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis

La reproducción parcial o total y también la copia de este libro está permitida, mientras se cita la fuente en la siguiente forma:

Cajamarca Vargas, M.A., Cerón Rivera, C.N., Endara Benavides, C.F., Mueses Cabrera, A.D., Nasevilla Farinango J.F., & Paspuel Guerra, L.J. (2025). Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de las unidades logísticas en el Fuerte Militar “El Pintado” (Batallones: de Abastecimiento, Mantenimiento y Transportes) basada en la guía FEMA P-1000.

Ed. Toulkeridis, T., Editorial UDET, Quito, Ecuador, 168pp



**Evaluación del grado de vulnerabilidad
sísmica de las unidades logísticas en el
Fuerte Militar “El Pintado”
(Batallones: de Abastecimiento,
Mantenimiento y Transportes)
basada en la guía FEMA P-1000.**

**Miguel Ángel Cajamarca Vargas, Camila Nicole Cerón Rivera, Cristian Félix
Endara Benavides, Abraham Daniel Mueses Cabrera, Joseth Fernando
Nasevilla Farinango y Leslie Jhoana Paspuel Guerra**

Editor: Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis

Junio 2025



Resumen

El presente estudio se centró en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de una importante unidad militar de la ciudad de Quito, capital del Ecuador, con la aplicación de la guía FEMA P-1000. Este enfoque tiene como objetivo principal y predominante proporcionar lineamientos y orientaciones para la respuesta ante un desastre natural, siendo principalmente un evento sísmico fuerte. El uso exhaustivo de la guía se aplicó en el Fuerte Militar “El Pintado” en el centro-sur de la ciudad, el cual se divide en tres Batallones de Servicios, siendo estos de Abastecimiento, Mantenimiento y Transporte. Se puso un énfasis severo en la comprensión del riesgo sísmico global asociado al análisis de la vulnerabilidad de toda la infraestructura, con el fin de proporcionar lineamientos y planes de evacuación, mejorando así la preparación, mitigación, respuesta y recuperación ante eventuales desastres naturales y posibles emergencias. La guía FEMA P-1000 considera parámetros visuales cualitativos, siendo un estudio indirecto de los elementos arquitectónicos y estructurales, criterios como: año de construcción, tipo de edificación según su diseño estructural, condiciones de impacto y adyacencia, perfil del suelo, relación largo-ancho, irregularidades en planta y elevación, extensiones verticales-horizontales, patologías en vigas, columnas, así como en muros y losas. Además, se realizó un análisis y evaluación general sobre el estado de la estructura y sus componentes. Con el objetivo de profundizar en el contexto del sitio, y comprender mejor la geomorfología del terreno, se realizó un estudio de método indirecto, siendo el de refracción sísmica. Con esto, se verificó que la unidad militar se encuentra sobre un terreno categoría D, que dentro de la guía FEMA P-1000, pertenece al grupo de suelos tipo C. Así mismo, con el uso de la guía se concluyó que todos los batallones tienen un riesgo global moderadamente alto de categoría C, lo que refleja que el fuerte militar es propenso a pérdidas desfavorables tanto en su infraestructura, mantenimiento de actividades y lamentablemente, también en vidas humanas.

Palabras clave: vulnerabilidad, unidad militar, riesgo sísmico, infraestructura.

Abstract

The current study focused on the evaluation of the seismic vulnerability of an important military unit in Ecuador's capital city of Quito, with the application of the FEMA P-1000 guide. This approach has as its predominant and primary objective to provide guidelines and orientations for a response to a natural disaster, being mainly a strong seismic event. The thorough use of the guide was applied in the Military Fort "El Pintado" in the south-central side of the city, which is divided into three service battalions, being supply, maintenance and transportation. A severe emphasis was placed on understanding the global seismic risk associated with the analysis of the vulnerability of the entire infrastructure, to provide guidelines and evacuation plans, thus improving preparation, mitigation, response and recovery from eventual natural disasters and potential emergencies. The FEMA P-1000 guide considers qualitative visual parameters, being an indirect study of the architectural and structural elements, criteria such as year of construction, type of building according to its structural design, conditions of impact and adjacency, soil profile, length-width ratio, irregularities in plan and elevation, vertical-horizontal extensions, pathologies in beams, columns as well as walls and slabs. Furthermore, a general analysis and evaluation was realized about the state of the structure and its components. To deepen the context of the site, and to better understand the geomorphology of the ground, an indirect method study was performed, being seismic refraction. Hereby, it was verified that the military unit is located on a category D terrain, which within the FEMA P-1000 guide, belongs to the type C soil group. Likewise, with the use of the guide it was concluded that all battalions have a moderately high overall risk of category C, which reflects that the military fort is prone to unfavorable losses both in its infrastructure, maintenance of activities and unfortunately, also in human life.

Keywords: vulnerability, military unit, seismic risk, infrastructure.

PREFACIO

Este estudio se basa en un trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, realizado entre abril y agosto 2024, por un grupo de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil del Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Esta iniciativa de investigación se basa en la idea del tutor principal Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis. El trabajo se realizó durante la dirección del departamento DCTC a cargo del M.Sc. Terml. Hugo Díaz, y la dirección de la Carrera de Ingeniería Civil por parte de la Ing. Maribel Aldás Vaca, Mgs. Agradecemos a la evaluadora (oponente) de este trabajo que fue la docente-investigadora Ing. Blanca Adriana Chavez Ordoñez, Mgs. Los resultados del trabajo se han recopilado en forma completa sin cambios de fondo. En base a estos cuatro aportes, 6 alumnos entre militares y civiles (Miguel Ángel Cajamarca Vargas, Camila Nicole Cerón Rivera, Cristian Félix Endara Benavides, Abraham Daniel Mueses Cabrera, Joseth Fernando Nasevilla Farinango y Leslie Jhoana Paspuel Guerra) obtuvieron su título de Ingeniería Civil dejando un resultado tangible para el cual, el estado ecuatoriano podría financiar de manera oportuna el reforzamiento de edificios y/o infraestructura militar crítica del Fuerte El Pintado en los cuales se han detectado una o varias debilidades, garantizando así, el funcionamiento de las instalaciones y el bienestar de los integrantes militares y civiles en servicio de la patria. Es así que, el mayor objetivo es evitar que las instalaciones militares de cualquier índole y propósito se vean afectadas o destruidas en caso de un terremoto. Lamentablemente, hubo escenarios en los cuales las capacidades militares se vieron reducidas y en varias ocasiones pasaron a ser parte de la emergencia en lugar de alivio ante ella, como ejemplo en el caso del terremoto en Haití en el 2010, cuando gran parte de un contingente militar quedó inhabilitado (Figura A.).



Figura A. Recinto militar en Port-au-Prince (Haiti) antes y después del terremoto del 12 de enero del 2010

Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis
Docente-investigador
Director de Investigación y Producción Científica
Universidad de las Especialidades Turísticas UDET, Quito, Ecuador

PREFACIO

El Ecuador por su situación geográfica, enfrenta una variedad de amenazas y riesgos naturales, que requieren de un conocimiento general de la población; por lo que se genera la necesidad de tener una obra con aspectos de gran importancia e interés, que permita conocer, determinar posibles riesgos y encaminar acciones que minimicen situaciones complejas, esto se plasma en la magistral investigación, editada por el eminente científico Dr. Theófilo Toulkeridis; estudio que evalúa el grado de vulnerabilidad sísmica de una importante unidad militar, en la que se resaltan las condiciones sensibles en relación a esta amenaza, misma que podría desencadenar en emergencias de gran magnitud; por ello, es de vital importancia reconocer este trabajo investigativo y resaltar a sus destacados autores, ya que los contenidos presentados en este estudio académico, establecen la prevención, mitigación a las afecciones y proyectan respuestas inmediatas para minimizar pérdidas y daños que pudieran ocasionarse como consecuencia de un desastre natural.

Para la institución militar y la sociedad académica en general, constituye un aporte a la prevención y seguridad ante la emergencia y presencia de situaciones antrópicas de la naturaleza, que pudieran generar consecuencias catastróficas, afectando a instalaciones militares y al personal que labora dentro de estos recintos; por lo tanto, es menester que la comunidad militar tenga conocimientos relacionados a la prevención y mecanismos que les permita enfrentar este tipo de amenazas.

Como resultado de este importante trabajo científico, se podrían generar directrices para ser aplicadas por los miembros de la institución militar, con el fin de mitigar las amenazas y minimizar los riesgos.

Por esta razón, constituye un verdadero honor, presentar este importante aporte académico realizado por grandes profesionales, cuyo resultado se refleja en una trascendental obra, que representa un referente y guía, para el manejo y establecimiento de futuros protocolos que beneficiarán a unidades militares y a la comunidad de nuestro país.

MILTON P. RODRÍGUEZ ROJAS
GENERAL DE BRIGADA
JEFE DE LA CASA MILITAR PRESIDENCIAL



Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino, por darme la sabiduría y la perseverancia necesarias para alcanzar este logro. A mi familia, por su amor incondicional y su apoyo constante, en especial a mi madre Mónica y a mi padre Alfredo, quienes con su ejemplo y sacrificio me enseñaron el valor del esfuerzo y la dedicación. A mis hermanos, por ser mi refugio y mis compañeros de vida, siempre brindándome su aliento y compañía en los momentos más difíciles. Este logro es tanto suyo como mío.

Capt-E. Cajamarca Vargas Miguel Ángel

Culminando una parte fundamental de mi vida, e iniciando una nueva etapa como Ingeniera civil, dedico este escrito y todo el esfuerzo académico que me ha llevado a alcanzar este logro a mis padres Galo y Cristina, a mis hermanas Fernanda y Carla, a mi novio Ismael, y a mi familia.

Cerón Rivera Camila Nicole

A mi querida familia, fuente inagotable de amor, fortaleza y ejemplo. A mis padres, por su incansable apoyo y sacrificio, quienes me enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mis hermanos, por ser mi inspiración diaria y por caminar a mi lado en cada paso de este viaje. Gracias por creer en mí cuando más lo necesitaba y por estar siempre presentes en los momentos de alegría y de desafío. Este logro es tanto mío como suyo; lo dedico con todo mi corazón a ustedes porque son y serán parte vital en mi progreso personal y profesional.

Capt-E. Endara Benavides Cristian Félix

Este trabajo en primer lugar se lo dedico a Dios todo poderoso creador del universo, también se lo dedico a mis padres Manuel Arnulfo Mueses Salas y Belia Elvia Cabrera Ortiz quienes siempre me han apoyado en todas las etapas de mi carrera profesional.

Capt-E. Mueses Cabrera Abraham Daniel

Dedico este trabajo a mis padres, por el amor, apoyo y consejos brindados durante esta etapa de mi vida. A la familia y amigos que permanecieron junto a mi durante este gran viaje.

Nasevilla Farinango Joseth Fernando

Este esfuerzo está dedicado a mis amados padres, Víctor Paspuel y Sonia Guerra quienes han sido la razón principal para alcanzar mi formación y éxitos, y que desde su amor puro y sincero han sabido llenarme con

palabras de aliento cuando más lo necesitaba y me han dado la fuerza suficiente para enfrentar todos mis desafíos.

A mi hermano Mauricio y Mónica, quienes gracias a sus valiosos consejos y constante apoyo me han hecho sentir una mujer valiosa, inteligente y amada, convirtiéndose en una fuente de inspiración para mí y poder sobrellevar los momentos de duda y dificultad presentados a lo largo de mis estudios.

A mis abuelos, Aníbal Guerra (+) y Fabiola Cheza, quienes desde su cariño me han dado una gran familia con quienes he podido compartir los mejores momentos y me han enseñado el valor de la unión, convirtiéndose en una de mis fortalezas para alcanzar mis triunfos.

A mis compañeros de tesis y futuros colegas quienes hicieron más llevadero este viaje académico con sus ánimos y compañía.

Y Finalmente a Miguel Ángel cuya determinación ha sido un ejemplo para mí, demostrándome que con dedicación, esfuerzo y perseverancia todo es posible, agradezco tu entrega y esfuerzo al estudiar junto a mí y ayudarme a crecer como persona a través de tu cariño y paciencia.

Paspuel Guerra Leslie Jhoana

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, por iluminar mi camino y otorgarme la fuerza y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa de mi vida. A mi familia, por su incondicional apoyo, su amor y comprensión, que han sido el motor que me impulsó a superar cada desafío. Sin su presencia y confianza en mí, este logro no habría sido posible.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a los docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes, con su conocimiento y dedicación, han dejado una huella imborrable en mi formación profesional. De manera especial, agradezco al Dr. Theofilos Toulkeridis, mi tutor, por su orientación, paciencia, y por compartir su experiencia y sabiduría conmigo. Su guía fue fundamental para el desarrollo y culminación de este proyecto.

Capt-E. Cajamarca Vargas Miguel Ángel

Le agradezco a Dios, por concederme la fuerza, la sabiduría y la inteligencia necesarias para recorrer este camino lleno de enseñanzas, aprendizajes y emociones. Gracias por no dejarme caer en momentos de oscuridad otorgándome la valentía para lograr mis sueños y metas.

A mis padres, que están conmigo en cada etapa del proceso apoyándome de forma incondicional. Que me han ayudado a mantenerme firme, sin rendirme ni bajar la cabeza. Permitiendo que en ellos siempre encuentre un lugar de refugio y amor donde pueda descansar mi corazón.

A mi novio Ismael, cuya presencia ha trascendido la distancia que actualmente nos separa. Tu amor y apoyo constante han sido fuente de fortaleza y motivación. Gracias por creer en mí, y ser parte de mi refugio en momentos difíciles. Por sacarme una sonrisa y crearme recuerdos en el corazón que vivirán siempre en mi alma.

A mi fiel compañero de cuatro patas, Woody; que con su amor y lealtad es un recordatorio de que la felicidad se encuentra en las cosas pequeñas, siendo un ser de luz en este proceso y que estuvo siempre a mi lado en las mejores y peores circunstancias.

A mi hermana Fernanda por su cariño y amor incondicional al instante de decidir mi camino profesional. Gracias por estar presente, tu confianza en mis decisiones me dio la seguridad que necesitaba para seguir adelante y alcanzar este logro.

A todos ustedes, dedico una de las metas más importantes que me he propuesto en la vida, pues sin su presencia y amor el camino habría sido mucho más difícil. Gracias por ser esa guía en todo el trayecto.

Cerón Rivera Camila Nicole

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos quienes han sido parte de mi formación académica y personal en este camino hacia convertirme en Ingeniero Civil de la República. A mi familia, por su amor y apoyo incondicional, quienes me dieron fuerzas para seguir adelante en los momentos más difíciles. A quienes, de una u otra manera, creyeron en mí y me impulsaron a alcanzar mis metas, les debo este logro. Al Ejército Ecuatoriano por darme la oportunidad de tener esta preparación académica. Este título no solo es mío, sino también de todos ustedes que han sido parte de este sueño hecho realidad. ¡Gracias!

Capt-E. Endara Benavides Cristian Félix

Agradezco a Dios todo poderoso que siempre ha sido mi guía y a mis padres Manuel Mueses y Belia Cabrera, personas que siempre han confiado en mí a pesar de los obstáculos que se han atravesado en mi camino.

Capt-E. Mueses Cabrera Abraham Daniel

Agradezco a Dios por la guía y fortaleza que me permitieron llegar hasta acá.

A mis padres Fernando y Blanca, las personas más valientes y admirables de mi vida, quienes me dieron su apoyo incondicional, yo no sería nada sin ustedes y todos los días trabajo para honrar lo que ciegamente me confiaron.

Nasevilla Farinango Joseth Fernando

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos mis compañeros, futuros colegas quienes hicieron posible la realización de esta tesis y han estado siempre dispuestos a escuchar mis dudas e ideas.

Agradezco a mi tutor Theofilos Toulkeridis por su paciencia, orientación y apoyo durante todo el proceso, su motivación y sabios consejos han sido parte fundamental en la realización de este trabajo.

Paspuel Guerra Leslie Jhoana

Índice de contenidos

Resumen	5
Abstract.....	5
Prefacio Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis.....	5
Prefacio General Milton P. Rodríguez Rojas.....	5
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento	8
Índice de contenidos	10
Generalidades	12
Antecedentes.....	13
Objetivos.....	15
Marco Teórico.....	16
Sismicidad y tectónica de placas	16
Riesgo sísmico.....	16
Caracterización del Riesgo Sísmico	16
Amenaza Sísmica	17
Vulnerabilidad sísmica	17
Zonificación sísmica y factor de zona Z.....	17
Métodos para el cálculo de vulnerabilidad.....	18
Método Federal Emergency Management Agency (FEMA).....	19
Evaluación por metodología FEMA.....	19
Identificación del tipo de edificio y sistema estructural	19
Método de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)	20
Guía para la Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica.....	21
Puntaje base	22
Código Ecuatoriano de Construcción CEC 77	22
Código Ecuatoriano de Construcción 2000 (CEC 2000).....	22
Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC-15)	22
Parámetros del Grupo de Vulnerabilidad.....	24
Parámetros del grupo de vulnerabilidad G1	24
Adyacencia y golpeteo entre estructuras	24
Separación vertical de pisos adyacentes.....	25
Edificio con más de dos pisos de alto.....	25
Edificio al final de una fila de más edificios	25
Parámetros del grupo de vulnerabilidad G2	26
Relación largo-ancho	26
Irregularidades en planta.....	27
Irregularidad en elevación	27
Ampliaciones Verticales y Horizontales.....	28
Parámetros del grupo de vulnerabilidad G3	29
Elementos no estructurales externos.....	29
Elementos no estructurales internos	29
Vulnerabilidad total VT	30
Elemento del terreno (E).....	30
Capacidad de Respuesta (CR)	30
Nivel de Exposición a la amenaza (NE).....	31
Riesgo Sísmico Global (Rs)	31
Zona de estudio.....	32
Geología.....	32

Suelo	33
Fallas geológicas.....	33
Peligro Sísmico.....	35
Amenaza Volcánica.....	36
Estudios de suelo	37
Métodos directos.....	37
Estudio indirecto.....	38
Metodología.....	40
Caso de estudio.....	41
Batallón Abastecimiento.....	41
Batallón Mantenimiento	43
Batallón Transporte.....	44
Ejemplo del edificio evaluado	45
Resultados.....	56
Estudio de Suelo	56
Estudio geofísico con la técnica Nakamura.....	57
Estudio geofísico con la técnica MASW	60
Características importantes del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”	75
Características importantes del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”	80
Características importantes del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”.....	83
Edificios evaluados – Batallón Abastecimiento	88
Edificios evaluados – Batallón Mantenimiento.....	101
Edificios evaluados – Batallón Transporte	115
Anexo fotográfico de edificios evaluados más vulnerables del Fuerte Militar “El Pintado”...129	
Conclusiones y recomendaciones.....	150
Conclusiones.....	150
Recomendaciones	151
Referencias	151

Generalidades

Planteamiento del problema

El investigador mundialmente conocido Richter conjunto con su colega Gutenberg investigaron como cuantificar y evaluar los movimientos sísmicos desde los más débiles movimientos hasta los eventos más catastróficos, inventando la famosa escala de Richter. En base de la experiencia de estos científicos y de la evaluación de un centenar de terremotos, en fin, se quedó su frase tal vez más celebre que era, un terremoto no mata gente, un edificio mal construido si (REF). Mientras los geólogos investigan la tierra para entender los fenómenos naturales y sus orígenes, los ingenieros civiles tienen la función más práctica de entender los resultados de los geólogos en traducir tales informaciones en la aplicación de edificios bien estructurados o que sean sismo-resistentes (GINER & MOLINA, 1979) (FEMA, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, 2015)

En la actualidad, los eventos sísmicos de gran magnitud tienen consecuencias severas, como pérdidas humanas, un ejemplo notable es el terremoto en Haití (2010) que dejó aproximadamente 316000 víctimas mortales. Cabe recalcar que este tipo de fenómenos naturales no solo causan pérdida de vida, sino que también generan un fuerte impacto en las comunidades afectadas, destruyendo la infraestructura urbana y rural, desestabilizando la economía y dejando a cientos de personas sin hogar (Ballasteros & Caizaguano, 2020) ; (Toulkeridis et al., 2017).

En este mismo contexto, es necesario concientizar a la población sobre los riesgos que pueden ocasionar estos fenómenos, y elaborar normas que garanticen la estabilidad y seguridad en las diferentes estructuras, debido a que es un evento difícil de predecir, en diferentes escalas todo esto dependerá de las características geológicas y geotécnicas del lugar (Hernández, 2002). Por otro lado, el Ecuador es un país vulnerable para generar terremotos en gran escala, debido a su ubicación geográfica, en el lado occidental del continente esta la zona activa de la placa Nazca, donde se generan grandes terremotos en la zona de Subducción, así como la deformación en la corteza terrestre que se observa en los Andes (Bustos, 2010).

Ante esta realidad, es fundamental evaluar la vulnerabilidad sísmica de las unidades militares, y donde también ocurren acumulaciones masivas de personas dentro de edificios públicos como privados, debido a que son lugares con alto aforo de personas, es por ello que la prioridad debe ser la protección de las vidas humanas y la preservación de la infraestructura, garantizando entornos seguros y resistentes.

Antecedentes

Los terremotos o los sismos pueden causar daños irreversibles en la infraestructura urbana y rural, además de los daños directos provocados por el movimiento sísmico en la estructura existen efectos colaterales que surgen como consecuencia de este fenómeno, por ejemplo: licuefacción, deslizamiento de laderas e incluso tsunamis (Oterino, 2013). La vulnerabilidad del ser humano frente a grandes fenómenos naturales que conllevan mayor potencial destructor, alta tasa de mortalidad hace que el riesgo sísmico se vuelva más evidente a diario en diferentes regiones del mundo, debido a que no se puede evitar. Sin embargo, se puede reducir la tasa de mortalidad adoptando medidas preventivas y diseñando planes de emergencia ante estos eventos catastróficos (Oterino, 2013).

El terremoto del 4 de febrero de 1797 en el Ecuador ha sido el de mayor intensidad con epicentro en la antigua Riobamba de 8,3 en la escala de Richter, siendo incluso uno de los más fuertes en el continente, con una duración de aproximadamente 4 minutos y réplicas en el transcurso del día, en donde las ciudades más afectadas fueron: Quito, Riobamba y Ambato, en donde se evidenció que la mayoría de casas se cayeron desde sus cimientos, perdiéndose hasta el trazado vial, a este se le sumó los efectos secundarios de este fenómeno como el deslizamiento del monte Cullca, sepultando a 3 de los barrios de Riobamba, llevándose consigo 12 mil víctimas (Egred, 2000).

Las consecuencias de un terremoto o un sismo van a depender de factores como: su magnitud, profundidad, distancia de proximidad al epicentro, las condiciones locales de los materiales terrestres, la ubicación, el tipo de suelo y el diseño de cómo están construidas las edificaciones, carreteras, pues de estas dependerán una gran parte del daño que puede deberse a infraestructuras deficientes asentadas en sitios de condiciones críticas (Ayala Omaña, 2017).

El 22 de mayo de 1960, la ciudad de Valdivia ubicada al sur de Chile, fue sacudida por un terremoto de magnitud 9.5, siendo este el más fuerte registrado en la historia, este evento sísmico liberó el 35% de la energía total de todos los terremotos ocurridos en el siglo XX, este terremoto no solo ocasionó daños irreversibles en la infraestructura, sino que también provocó un tsunami, este desastre natural marcó un hito en la historia sísmica del planeta (Hoppe & Lorente, 2013).

Como Chile, el Ecuador se encuentra ubicado en el Cinturón de fuego del Pacífico caracterizado por su alta frecuencia de sismos, inundaciones, derrumbes y actividad volcánica a gran escala (Toulkeridis & Zach, 2017; Toulkeridis et al., 2020). Esta zona es particularmente activa debido a la interacción continua de las placas tectónicas, volviendo al país más susceptible ante fenómenos hidrometeorológicos y geológicos (ACOSTA & VÁSQUEZ, 2005). Por lo tanto, Ecuador como otros países con similar geodinámica, requiere una respuesta eficaz a corto, mediano y largo plazo ante este tipo de fenómenos naturales, para lo cual se han implementado sistemas de monitoreo y alerta

temprana con el objetivo de mitigar este tipo de desastres naturales, garantizando la seguridad a las personas, sus medios de subsistencia, salud y su patrimonio cultural (Guamán, 2022).

A través de la acción de mitigación se encuentra la implementación y actualización de códigos y normas de construcción para responder las necesidades de la población que estén relacionada a los desastres naturales, en cuanto al sector constructivo, se han realizado avances reflejados en la adaptación de nuevos materiales y técnicas constructivas que buscan mejorar la calidad y rendimiento de las edificaciones, sin embargo es algo que no todo el sector constructivo aplica haciendo que existan edificaciones con incidencia de fallas y problemas constructivos debido a falta de planificación y no realizar los estudios adecuados relacionados a su ubicación, tipo de suelo o forma en que se construyó (Guamán, 2022).

En este contexto, uno de los terremotos más devastadores de tiempo reciente que ha afectado a Ecuador ocurrió el 16 de abril del 2016 con una magnitud de 7,8 MW en la zona costera de la región, afectando principalmente a las provincias de Manabí y Esmeraldas, dando como resultado daños severos en 6622 viviendas, 13 edificios de salud y 281 instituciones educativas (Toulkeridis et al. 2018). Además, causó la muerte de 671 personas y dejó más de 6274 heridos. En cuanto a la infraestructura vial se registraron daños en 71 km de carreteras, también se registraron pérdidas económicas estimadas en 3.500 millones de dólares americanos. Después del terremoto, especialistas estructurales realizaron un análisis visual técnico de las edificaciones, desde la más afectada hasta la de afectación mínima, este análisis tenía como objetivo establecer un plan de recuperación y reconstrucción de los territorios afectados. Los estudios realizados para determinar el fallo en las estructuras de Portoviejo fueron los siguientes: diseño columna corta, falta de confinamiento en los nudos, adicción de pisos no planificados, piso blanco, licuefacción de suelos, mala ejecución de diseños estructurales y baja calidad de materiales utilizados, estos factores contribuyeron significativamente a la vulnerabilidad sísmica en las estructuras de mayor afectación (Hidalgo, 2022). Luego del evento sísmico El Plan Nacional de Respuesta ante Desastres establece una estructura organizativa, técnica y operativa para las actividades que conforman los organismos y las entidades que componen el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos dirigiendo las acciones para la fase de recuperación. Este plan está basado en la coordinación entre las instituciones, se encarga de respetar las competencias de cada una y promueve la acción conjunta para responder ante situaciones que requieran esfuerzos colectivos, la oportunidad de diseñar un plan para el país abre varios mecanismos que permiten tener resultados más eficientes y optimiza los recursos, contando con una estructura organizacional, niveles de alerta temprana y una imagen de entidades públicas bien preparadas ante momentos de crisis (Secretaría de gestión de riesgos, 2018).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el grado de vulnerabilidad sísmica de las unidades logísticas en el Fuerte Militar “El Pintado” basada en la guía FEMA P-1000.

Objetivos Específicos

- Realizar la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado” basado en la guía FEMA P1000.
- Realizar la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado” basado en la guía FEMA P1000.
- Realizar la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado” basado en la guía FEMA P1000.
- Realizar la evaluación mecánica de suelos del área en análisis mediante la aplicación de varias metodologías.
- Identificar y determinar el grado de vulnerabilidad y riesgo global correspondiente a cada uno de los edificios que conforman cada batallón.

Marco Teórico

Sismicidad y tectónica de placas

La tectónica de placas considera que la litósfera está dividida en un conjunto de placas rígidas que se desplazan una respecto de otra, siendo este el movimiento entre placas que da lugar a los sismos o terremotos. Los movimientos de las placas se realizan en el borde de la misma y eso hacen que se produzca la deformación, en donde se concentra la actividad sísmica y son de tres tipos, siendo las Zonas de expansión o divergentes (Ocurre cuando las placas se separan, dando lugar a una nueva corteza y estas producen terremotos superficiales), las Zonas convergentes (Ocurre cuando las placas se juntan y se chocan) y las Zonas de fallas transformantes, también conocidas como bordes transcurrente, donde no existe movimiento lateral, produciendo terremotos a gran escala un ejemplo es el de la falla de San Andrés donde se separó la Placa del Pacífico y la de América del Norte.

Riesgo sísmico

Según el libro de terminología a sobre la Reducción del Riesgo de Desastres de las Naciones Unidas, definió al riesgo como “la probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas de un resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad” (UNISDR, 2009). De tal manera que el riesgo sísmico se lo considera permanente consideran la posibilidad de pérdidas a futuro. En otras palabras se lo define como un conjunto de factores de peligrosidad que indica el movimiento sísmico del suelo, la vulnerabilidad que muestra la capacidad de resistencia que posee una estructura ante un evento sísmico, un factor de exposición que abarca la distribución de carga y los servicios sometidos a riesgos y el factor de costo que representa las pérdidas económicas asociadas a un terremoto, por lo tanto, los riesgos sísmicos evalúan a cada uno de estos factores y la relación que existe entre ellos (López, 2022).

Caracterización del Riesgo Sísmico

La estimación que produce el sismo en un punto depende de varios factores como la magnitud, profundidad, distancia y las características de vulnerabilidad del suelo, estructuras y de los otros elementos vulnerables, una magnitud puede dar lugar a diferentes intensidades en función de diferentes parámetros como el tipo de elemento y el terreno, existen diferentes escalas, sin embargo en Europa la más utilizada es MSK (Medvedev- Sponheuer- Karnik) que describe estos parámetros (MOUDS, 2014).

- Efectos percibidos por las personas
- Efectos sobre los objetos y el entorno
- Daños a las construcciones y estructuras físicas

Amenaza Sísmica

El Ecuador se encuentra ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, siendo este con alta actividad sísmica, la ciudad de Quito está situada en una zona sismo tectónica importante, por lo cual es importante evaluar y valorar el riesgo sísmico al que se encuentra sometida, cabe recalcar que el sur de Quito es relleno lo que aumenta el nivel de peligro y vulnerabilidad de la infraestructura urbana y rural (AGUIRRE, 2022).

Vulnerabilidad sísmica

Se define como la tendencia de un sistema, elemento, grupo humano o cualquier tipo de mecanismo, a sufrir una afectación ante una amenaza de origen natural, tal como eventos sísmicos (Cardona, 2001). La vulnerabilidad sísmica se produce cuando las edificaciones son mal diseñadas o se construyen con materiales inapropiados para resistir los diferentes tipos de cargas, como los que provoca el sismo, para lo cual las autoridades son los principales encargados de generar planes de contingencia, programas de sociabilización reducir el grado de vulnerabilidad.

Según Hazus define en 4 niveles de diseño: alto, moderado, bajo y pre código, este último hace referencia a las edificaciones que fueron diseñadas antes de 1941, para los edificios de hormigón armado, considera 3 tipos, edificios de pórticos de concreto armado, muros de concreto armado y pórticos de concreto armado relleno con muros de albañilería, cada tipo tiene una función diferente como se muestra en la tabla 1 (QUISPE, 2018).

Tabla 1. Tipos de Edificación de la Metodología del FEMA/NIBS. De: (FEMA & NIBS, 2009)

Descripción	Nombre	Número de pisos	Designación
Pórticos de concreto armado (C1)	Bajos	1 a 3	C1L
	Medianos	4 a 7	C1M
	Altos	8 o más	C1H
Muros de corte de concreto (C2)	Bajos	1 a 3	C2L
	Medianos	4 a 7	C2M
	Altos	8 o más	C2H
Pórticos de concreto armado rellenos con Muros de Albañilería (C3)	Bajos	1 a 3	C3L
	Medianos	4 a 7	C3M
	Altos	8 o más	C3H

Zonificación sísmica y factor de zona Z

Para los edificios de uso normal se usa el valor de z, el mismo que representa la aceleración máxima esperada para el sismo de diseño (NEC, 2015), depende de la ubicación en donde se construirá la estructura se determinará la zona sísmica a la que pertenece, caracterizada por el valor del factor de zona Z como se muestra en la Figura 1.

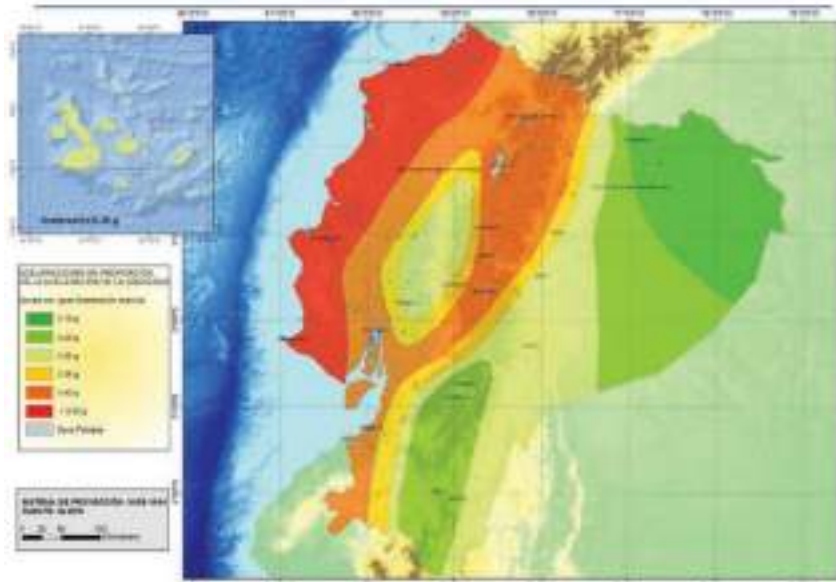


Figura 1. Zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z. De: (NEC, 2015)

El mapa de zonificación sísmica para diseño proviene del resultado de estudio de peligro sísmico para un período de retorno de 475 años, para las diferentes 6 zonas sísmicas como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. De: (NEC, 2015)

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Métodos para el cálculo de vulnerabilidad

Para la determinación de la vulnerabilidad se comparan la capacidad resistente de forma, mantenimiento y daños existentes (Iglesias, 1985). Existen diferentes tipos de métodos como:

- Metodología en base al juicio de expertos en este método todos los factores que controlan la respuesta sísmica son evaluados de como los siguientes:
 - Método cualitativo utilizan características generales para calificar la estructura.
 - Método cuantitativo se basa en el análisis de procedimiento y diseño antisísmico basado en las normativas vigentes.
- Métodos empíricos basados en el comportamiento de la estructura ante un sismo.
- Métodos de categorización son clasificados según su tipología y el desempeño ante un sismo.

- Métodos de inspección y puntaje se identifican asignando valores numéricos a las deficiencias sísmicas de la estructura, estos valores de acuerdo al nivel de importancia de la edificación.
- Metodología mecánica aquí se evalúan las propiedades de la estructura como resistencia, ductilidad y derivas para conocer el comportamiento de la edificación.

Método Federal Emergency Management Agency (FEMA)

Este tipo de metodología es aplicada por los Estados Unidos conocida por sus siglas s “Rapid Visual Screening of Buildings for potential Seismic Hazards”, basada en las características cualitativas, en donde se emplea un indicador como puntuación que se agrupa considerando las características sísmicas, tipo de suelo y las irregularidades propias de la edificación (Lupaca, 2023).

Evaluación por metodología FEMA

La evaluación tendría un sistema de puntuación “S”, ya que será un estimado de la probabilidad o posibilidad de que un edificio colapse, estos valores están basados en los límites observados, si la estructura obtiene un valor mayor o igual a dos significa que la estructura se encuentra en buen estado, mientras que si su puntaje es menor a dos tocas reforzar la estructura y realizar un análisis más exhaustivo a la edificación (Raico, 2018).

El FEMA es un método de evaluación rápida basado en la tipología de la estructura dependiendo de su configuración estructural, altura de piso, irregularidades en planta o elevación, el código de la construcción con la que fue diseñada, tipo de suelo en donde se ubica la edificación (LOOR & MENDOZA, 2019).

Identificación del tipo de edificio y sistema estructural

Existen varios tipos de edificaciones que son clasificadas dependiendo de su estructura, acero madera, concreto entre otras, en la tabla 3 se muestran la siguiente clasificación:

Tabla 3. Tipos de edificios y su sistema estructural. De (FEMA, 2015)

Tipo	Descripción del sistema estructural
W1	Viviendas unifamiliares o multifamiliares con pórticos de madera ligera de una o más plantas de altura
W1A	Edificios residenciales de varios pisos con pórticos de madera ligera, con áreas planas en cada piso de más de 3000 pies cuadrados

W2	Edificios comerciales e industriales con pórticos de madera con una superficie superior a 5000 pies cuadrados. Para los edificios comerciales e industriales menos de 5 000 pies cuadrados también se pueden utilizar el tipo W2
S1	Edificios de acero con pórticos resistentes a momento
S2	Edificios con pórticos arriostrados de acero
S3	Edificios metálicos ligeros
S4	Edificios con pórticos de acero con muros de corte de hormigón in situ
S5	Edificios con pórticos de acero con muros de relleno de mampostería no reforzados
C1	Edificios de hormigón con pórticos resistentes a momento
C2	Edificios con muros de corte de hormigón
C3	Edificios con pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada
PC1	Edificios basculantes
PC2	Edificios con pórticos de hormigón prefabricado
RM1	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas flexibles de suelo y techo
RM2	Edificios de mampostería reforzada con diafragmas rígidos de suelo y techo
URM	Edificios de mampostería no reforzada con muros de carga
MH	Viviendas prefabricadas

Método de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS)

Es un método de análisis de vulnerabilidad sísmica RVS, de origen venezolano mediante el cual se obtiene el índice de vulnerabilidad, el mismo que ha sido aplicado en el Ecuador con los mismos parámetros establecidos por su país de origen, para el análisis de este método se necesita considerar el uso del edificio, número de ocupantes los cuales han resultado del estudio de los sismos que han ocurrido y del tipo de estructura existente (Tixilema, 2023).

El índice de vulnerabilidad tiene como objetivo determinar las características intrínsecas que puede influir de manera directa el comportamiento sísmico como se observa en la tabla 4.

Tabla 4. Índice de Vulnerabilidad específica (Ii) y pesos relativos (ai). De: (Tixilema, 2023)

Ii	Vulnerabilidad asociada con	ai
I1	Antigüedad y norma utilizada	0,25
I2	Tipo estructural	0,35
I3	Irregularidad	0,25
I4	Profundidad del depósito	0,07
I5	Topografía y drenajes	0,04
I6	Grado de deterioro	0,04

El índice de tipo estructural FUNVISIS define a 15 tipos de estructuras los cuales presentan valores de vulnerabilidad diferente, sin embargo, en Venezuela el tipo de estructural 1 es el sistema menos común del país, mientras que el tipo estructural 2 es el más utilizado no obstante es el que

tiene un alto índice de vulnerabilidad ya que no se comporta dúctilmente (Tixilema, 2023), a continuación, en la tabla 5 se muestran los 15 tipos de estructuras:

Tabla 5. Valores del Índice de Vulnerabilidad asociado con el tipo estructural (I2). De: (Tixilema, 2023)

Tipo estructural	Descripción	I2
1	Pórticos de concreto armado	25
2	Pórticos de concreto armado con paredes de bloque de arcilla o de concreto	40
3	Muros de concreto armado en dos direcciones horizontales	10
4	Muros de concreto armado de poco espesor dispuestos en una sola dirección, como algunos sistemas constructivos tipo túnel	90
5	Pórticos de acero	40
6	Pórticos de acero con perfiles tubulares	60
7	Pórticos de acero diagonalizados	20
8	Pórticos de acero con cerchas	40
9	Sistemas pre-fabricados en base de grandes paneles o de pórticos	90
10	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería confinada	70
11	Sistemas cuyos elementos portantes sean muros de mampostería no confinada	100
12	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos	90
13	Sistemas mixtos de pórticos y de mampostería de baja calidad de construcción, con altura no mayor a 2 pisos	95
14	Viviendas de bahareque de un piso	90
15	Viviendas de construcción precaria (tierra, madera, zinc, entre otros)	100

Guía para la Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica

La guía se refiere a una evaluación mas no al diseño estructural, ya que está orientada a determinar el nivel de seguridad y la respuesta que tienen las infraestructuras ante un sismo e identificar si las edificaciones fueron construidas conforme a las normativas constructivas, los niveles de comportamiento para cada uno de sismos como se muestra en la tabla 6 indican su nivel de operatividad y prestaciones (Pujades et al., 2021).

Tabla 6. Descripción de los niveles de comportamiento. De: (Pujades et al., 2021)

Nivel	Descripción	Estado de daño	Deriva (%)
Totalmente operacional	Daño nulo. Servicio continuo. Sin daño estructural ni no-estructural	sin daño	<0.2
Operacional	Daño leve. La estructura se puede ocupar de forma segura. La mayoría de las funciones y operaciones se pueden retomar inmediatamente. Las operaciones esenciales se encuentran protegidas y las no esenciales pueden interrumpirse. Se deben reparar servicios no esenciales	reparable	<0.5

Seguridad de la vida	Daño moderado. La estructura es estable y la seguridad de la vida está protegida. El edificio puede ser evacuado ante un futuro evento sísmico. La reparación de los daños es posible, pero económicamente no es práctica	no reparable	<1.5
Cercano a colapso	Daño severo. No hay colapso estructural. Pueden caer elementos no estructurales.	severo	<2.5

Puntaje base

Para la determinación de la vulnerabilidad en unidades educativas es necesario saber el año que fue construida la estructura y verificar si cumple con los objetivos de desempeño de American Society of Civil Engineers los mismos que garantizan la prevención al colapso (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Las primeras normas de diseño estructural del Ecuador son:

- CEC 77 (Código Ecuatoriano de la Construcción del año 1977)
- CEC 2000 (Código Ecuatoriano de la Construcción del año 2000)
- NEC-15 (Norma Ecuatoriana de la Construcción del año 2015)

Código Ecuatoriano de Construcción CEC 77

En 1977 se oficializo las dos primeras partes del código Ecuatoriano de la Construcción con el fin de mejorar la seguridad y calidad de la construcción, así como salvaguardar las vidas humanas, esta norma está basada al código ACI 318-71 con ciertas adaptaciones al país, este código empezó con máximo 3 pisos y no considera elementos prefabricados (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Código Ecuatoriano de Construcción 2000 (CEC 2000)

Para el año 2001 se realiza el primer capítulo del peligro sísmico, que abarca los espectros de diseño y los requisitos mínimos para el cálculo de estructuras sismorresistente, su objetivo principal es el diseño de edificaciones ante efectos sísmicos (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC-15)

Hasta la actualidad esta norma de construcción sigue vigente, ya que contempla los requisitos mínimos para el diseño, construcción y ejecución de obras, mejorando la calidad de las edificaciones, esta norma contiene 10 capítulos, los mismos que permiten garantizar la vida humana y la resistencia de las estructuras (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

En la tabla 7 se presentan los diferentes rangos de vulnerabilidad:

Tabla 7. Rangos de vulnerabilidad esperados por año de construcción. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Año de construcción	Vulnerabilidad sísmica	Vulnerabilidad máxima
Después del año 2015 (NEC 15)	20	42,50
Entre 2000-2014 (CEC 2000)	30	52,50
Entre 1978-1999 (CEC 77)	52,50	75
Antes del año 1977 (Sin Norma)	61,25	80

Para el puntaje básicos de las edificaciones FEMA son calculados en base a la probabilidad de colapso, que utiliza la metodología HAZUS (Ballesteros & Caizaguano, 2020), donde incluye 3 partes para alcanzar el desarrollo de los puntajes básicos:

Parte 1: Cálculo de respuesta de los edificios para el sismo máximo considerado se determina con la intersección de la curva de capacidad de un edificio que es obtenida del análisis dinámico no lineal PUSHOVER.

Parte 2: Probabilidad de estado de daño completo, según HAZUS propone curvas de fragilidad que representan la probabilidad de alcanzar cierto daño tanto estructural como no estructural.

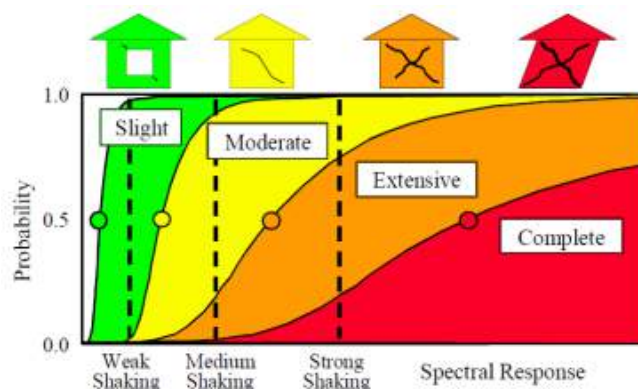


Figura 2. Curvas de fragilidad para movimientos de suelo variables. De: (FEMA & NIBS, Multi-hazard Loss Estimation Methodology. Earthquake Model, Technical Manual. Federal Emergency Management Agency (FEMA) and National Institute of Building Sciences (NIBS), 2009).

Parte 3: Probabilidad de colapso se calcula mediante la multiplicación de la probabilidad de daño completo por el factor de colapso.

Los edificios valorados por la metodología FEMA viene dado por grados de vulnerabilidad según el tipo de estructura los que pertenece y el puntaje básico obtenido de cada uno de ellos como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Grado de vulnerabilidad por estado Edificación FEMA. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

EDIFICACIONES		
FEMA	Puntaje básico	Grado asignado
W1	1,8-2,1	GA:20

S1, S3	1,5-1,8	GB:40
S2, S4, S5, C2	1,2-1,5	GC:60
C1, C3, PC, RM, URM	0,9-1,2	GC:80

Parámetros del Grupo de Vulnerabilidad

Estos parámetros de evaluación están separados por tres grupos de vulnerabilidad para poder cuantificarlo como:

- GV1: Basado en los números de pisos en presencia de edificaciones adyacentes y el tipo de suelo del terreno.
- GV2: La vulnerabilidad estructural basado en los elementos estructurales de vigas, losas y columnas, en cuanto a su geometría y la configuración en planta y elevación, en irregularidades y patologías en elementos estructurales y no estructurales
- GV3: Este grupo está basado en las edificaciones, cubiertas, tanques de almacenamiento de agua, paredes divisorias, cielos rasos, lámparas, puertas, ventanas entre otros.

Parámetros del grupo de vulnerabilidad G1

Se toman en cuenta factores importantes según las normativas de la agencia federal para el manejo de emergencias FEMA, número de pisos para determinar dicho parámetro podemos utilizar planos arquitectónicos donde muestre los diferentes niveles de altura que existe entre el entrepiso, así como la inspección visual de campo (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Tabla 9. Grado de vulnerabilidad por número de pisos. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Año de Construcción	Altura	Grado
Después del año 2015	Menor a 4 pisos	GA:20
Entre 2000 - 2014	Mayor a 4 pisos	GA:40
Entre 1978-1999	Menor a 3 pisos	GA:60
Antes del año 1977	Condiciones no contempladas	GA:80

Adyacencia y golpeteo entre estructuras

La proximidad entre edificios puede debilitar a la estructura cuando existe presencia de sismos, ya que puede existir golpeteo entre las otras estructuras mientras exista el movimiento de suelo, por tal razón es importante considerar las separaciones adecuadas por cada piso como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Separaciones recomendadas entre edificaciones adyacentes. De: (FEMA, 2015)

Nivel de sismicidad	Separación mínima por cada piso de diferencia que tenga la estructura de una adyacente
Muy alta	5 cm
Alta	3,75 cm
Moderadamente alta	2,54 cm

Separación vertical de pisos adyacentes

Si la separación vertical entre pisos es más de 60 cm presenta riesgos a sufrir daños y que colapse la estructura, ya que la distribución de peso de la edificación puede llegar a impactar con las columnas y mampostería de la otra edificación como se muestra en la **Figura 3** (Correa, 2016).

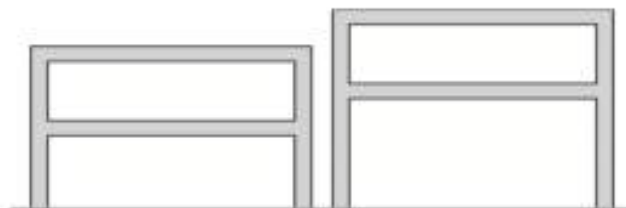


Figura 3. Separación vertical de pisos. De: (FEMA, 2015)

Edificio con más de dos pisos de alto

Si la edificación es más alta que el adyacente por más de dos pisos, el daño se centra en el edificio más alto ubicado al nivel de la cubierta como se muestra en la **Figura 4** (Correa, 2016).



Figura 4. Edificio con más de dos pisos de alto. De: (FEMA, 2015)

Edificio al final de una fila de más edificios

Cuando un edificio se encuentra al final de la fila de 3 estructuras, debido a que el movimiento de tierra hace que el edificio que está al final de los otros adyacente no cuente con otro extremo para poder equilibrar las cargas como se indica en la **Figura 5** (Correa, 2016).



Figura 5. Edificio al final de una fila de más edificios. De: (FEMA, 2015)

Mediante la metodología del FEMA se establece dos criterios para su evaluación de vulnerabilidad como se muestra en la tabla 11 y tabla 12.

Tabla 11. Grado de vulnerabilidad por golpeteo. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo	GA:20

El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]	GB:40
El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación menor igual al mínimo. [$\Delta(p) \times 5$ cm]	GB:60
Ausencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.	GB:80

Tabla 12. Grado de vulnerabilidad por adyacencia. (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo	GA:20
El edificio se encuentra al final de una fila de más de tres edificios	GB:40
Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical	GB:60
Existe un edificio adyacente con más de dos plantas de diferencia con el edificio evaluado	GB:80

Parámetros del grupo de vulnerabilidad G2

Relación largo-ancho

Para la siguiente relación la edificación de mayor longitud es la que recibe mayor, daño debido a que todos sus puntos no actúan igual al momento del movimiento sísmico, cambiando así su comportamiento estructural como se muestra en la siguiente figura 6 (Ballesteros & Caizaguano, 2020).



Figura 6. Relación largo- ancho. De: (Prado, 2016)

La NEC-15 menciona que la relación largo- ancho no debe ser mayor a 4 veces su ancho, y la longitud total no debe ser mayor a 30 metros (NEC, 2015). Se han clasificado en diferentes grados a las edificaciones que presenten longitudes excesivas como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13. Grado de vulnerabilidad por relación largo ancho. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
La edificación posee una relación largo ancho menor a 4	GA:20

La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Uno de sus longitudes es próxima a 30m	GB:40
La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4	GB:60
La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.	GB:80

Irregularidades en planta

La NEC 15 recomienda que las estructuras deben ser lo más simétricas posibles y regulares, evitando las siguientes irregularidades como:

- Torsión
- Sistemas no paralelos
- Esquina entrante
- Abertura en diafragma
- Vigas no alineadas con columnas

Por otro lado, el grado de vulnerabilidad que representa las irregularidades en planta se observa en la tabla 14.

Tabla 14. Grado de vulnerabilidad por irregularidad en planta. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
La edificación es regular	GA:20
La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas. Abertura en diafragmas	GB:40
La edificación presenta: esquinas reentrantes	GB:60
La edificación presenta: Torsión. Sistemas no paralelos	GB:80

Irregularidad en elevación

A continuación de muestran los distintos tipos de irregularidad en elevación:

- Desnivel en el terreno severidad varía
- Pared de sótano sin refuerzo
- Piso blando / Piso débil
- Retroceso fuera del plano
- Retroceso en el plano
- Columna corta
- Niveles divididos

Mediante los distintos tipos de irregularidad en elevación se presentan los diferentes grados de vulnerabilidad como se observa en la tabla 15.

Tabla 15. Grado de vulnerabilidad por irregularidad en elevación. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
La edificación es regular	GA:20
La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o niveles divididos	GB:40
La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o retroceso en el plano o pared de sótano sin refuerzo	GB:60
La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando / débil o Retroceso fuera del plano	GB:80

Ampliaciones Verticales y Horizontales

Una estructura que no haya recibido ningún tipo de ampliación no representa un grado de vulnerabilidad. Sin embargo, las estructuras que presenten una o más ampliaciones en sentido horizontal o vertical, ya representan un riesgo a la estructura como se muestra en la tabla 16 y 17.

Tabla 16. Grado de vulnerabilidad por ampliaciones verticales. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
Estructura no presenta ampliaciones	GA:20
Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción	GB:40
Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo	GB:60
Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo	GB:80

Tabla 17. Grado de vulnerabilidad por ampliaciones horizontales. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
Estructura no presenta ampliaciones	GA:20
Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas	GB:40
Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo	GB:60
Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.	GB:80

Parámetros del grupo de vulnerabilidad G3

Elementos no estructurales externos

Corresponde a los elementos no estructurales como: cisternas, cubiertas, tanques elevados, chimeneas entre otros, los mismos que pueden ocasionar obstrucción y peso a la estructura, para ello se evalúa los grados de vulnerabilidad como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18. Grado de vulnerabilidad de elementos no estructurales externos. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
No hay presencia de elementos no estructurales elevados	GA:20
Los elementos no estructurales observados se encuentran con adecuada colocación, fijación, o buen empotramiento con la estructura	GB:40
Los elementos no estructurales observados se encuentran con inadecuada colocación, fijación, o buen empotramiento con la estructura	GB:60
Los elementos no estructurales observados se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico	GB:80

Elementos no estructurales internos

El elemento no estructural interno va a depender de la ubicación o el uso que se le dé a la estructura pues si existe un movimiento sísmico en un curso los elementos que obstaculizan el paso a las personas serían pupitres, sillas, cielo raso, instalaciones eléctricas entre otros, para ello en la siguiente tabla 19 se evalúa los diferentes grados de vulnerabilidad.

Tabla 19. Grado de vulnerabilidad de elementos no estructurales internos. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Condición	Grado
Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación.	GA:20
Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación.	GB:40
Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación.	GB:60
Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico	GB:60

Vulnerabilidad total VT

Para el cálculo de la vulnerabilidad, se realizó una operación aritmética que permita relacionar la evaluación de los grados de vulnerabilidad con su respectivo valor de importancia (Rondón, Gómez, & Chio, 2008), este cálculo se lo realiza mediante la siguiente fórmula:

$$V_{total} = \frac{\sum_{i=1}^n V_i E_i}{\sum_{i=1}^n E_i}$$

Donde:

Vtotal: es la vulnerabilidad significativa de toda la unidad educativa.

Vi: es una medida del grado de vulnerabilidad de cada edificación.

Ei: es un valor que brinda la importancia asociada con la edificación con respecto a las demás.

Este elemento se considera el elemento del terreno (población, ocupación de la estructura).

Elemento del terreno (E)

Las edificaciones de las unidades educativas tienen su grado de importancia basada en el número de estudiantes, docentes, personal administrativo, personal de limpieza, entre otros, así como el lugar donde se realizan las diferentes actividades como: enfermería, cursos, laboratorios, baños, etc. Tener identificado el número de personas y la ocupación de cada uno de ellos permite tener un plan de contingencia, debido a que un evento sísmico no se lo puede predecir, por tal motivo las instituciones consideran ante este tipo de eventos la estructura se encuentran ocupada y para ello se muestra en la tabla 20 los valores de importancia para calcular su vulnerabilidad.

Tabla 20. Importancia de edificación según elemento de terreno. De: (FEMA, 2015)

Uso	De 1 a 10	De 10 a 50	De 50 a 100	Más de 100
Enfermería	5	5	5	5
Aulas	3	4	5	6
Laboratorios	3	4	5	6
Oficinas	3	4	5	N/A
Comedor	2	4	5	N/A
Baños	2	3	N/A	N/A
Bodega	1	N/A	A/A	N/A
Coliseo	NA	4	5	6

Capacidad de Respuesta (CR)

La evaluación de la capacidad de respuesta se aplica a todas las unidades educativas, ya que deben responder de manera adecuada ante un evento sísmico, para ello se asignará un puntaje de 100 si la unidad educativa cumple con todos los requerimientos ante un evento sísmico, y en el caso de que no tenga plan de contingencia o absoluto desconocimiento sobre qué hacer en caso de emergencias se le

asignará un puntaje de cero, debido a que las instituciones deben tener planes de emergencia para garantizar la vida de sus estudiantes (Ballesteros & Caizaguano, 2020). En la tabla 21 se indican los puntajes que se le asignaría a la institución que pertenezca a cualquiera de los grados de vulnerabilidad.

Tabla 21. Grados de Capacidad de respuesta. De: (Ballesteros & Caizaguano, 2020)

Grado	Descripción	Puntaje
GA:20	Cumple satisfactoriamente, elaborado e implementado	80
GB:40	Parcial, aceptable, elaborado, pero no implementado	60
GB:60	En proceso, escaso, mínimo, existe, pero es deficiente	40
GB:60	No cumple, no ha sido planificado, no elaborado, está junto al factor de riesgo	20

Nivel de Exposición a la amenaza (NE)

Es un parámetro que se encuentra en función de la ubicación de la estructura, para determinar si es vulnerable a sufrir daños estructurales ocasionados por el sismo, por tanto, su relación se basa que cuando existe mayor nivel de exposición existe mayor probabilidad de que la edificación colapse (Ballesteros & Caizaguano, 2020), a través de la tabla 22 se observan los valores asignados para los niveles de amenaza.

Tabla 22. Niveles de exposición de amenazas. De: (FEMA, 2015)

Nivel de exposición a la Amenaza	Valor Asignado
Muy Alta (AMA)	1,00
Alta (AA)	0,83
Moderada-Alta (AM2)	0,50
Moderada (AM)	0,25
Baja (AB)	0,17

Riesgo Sísmico Global (Rs)

Mediante el grado de vulnerabilidad se obtiene el valor del riesgo que puede afectar a una edificación causando daños económicos y sociales al momento de recibir un movimiento sísmico (Ballesteros & Caizaguano, 2020), su objetivo principal es categorizar las instituciones educativas basadas en el factor de riesgo global, para el cálculo del riesgo global sísmico aplicamos la siguiente fórmula:

$$R_g = \frac{V_{total}}{C} \times NE$$

Donde:

- Vtotal: vulnerabilidad total
- C: coeficiente de capacidad

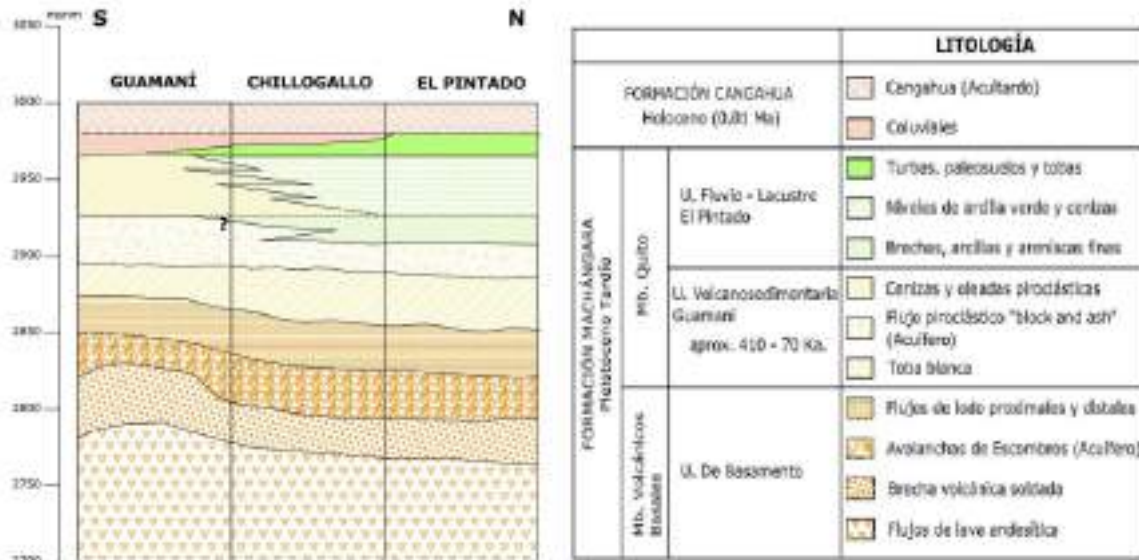


Figura 8. Geología Guamaní, Chillogallo y El Pintado. De: (PEÑAFIEL, 2009)

Suelo

La ciudad de Quito está ubicada en medio de volcanes, por lo cual su suelo de toda la zona está formado por depósitos de Cangahua, ceniza volcánica, depósitos de aluviales, suelos lacustres, negros, limosos, limo-arenosos, derivados de materiales piroclásticos, con menos del 3% de arcilla con presencia de arenas finas (PULLAS, 2018).

Fallas geológicas

Una falla geológica se da debido al desplazamiento o fractura de una roca en la que existe desplazamiento de los bloques rotos, existen varios tipos de fallas geológicas:

- Falla normal: Se produce cuando los movimientos de los bloques se mueven hacia abajo con respecto del otro como se muestra en la Figura 9:



Figura 9. Falla normal. De: (CHICAIZA, 2016)

- Falla inversa: Producida cuando uno de los bloques se mueve hacia arriba con respecto del otro como se observa en la Figura 10:

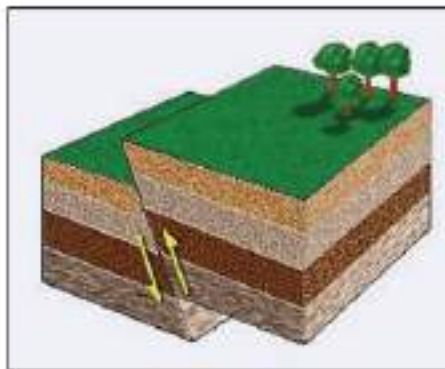


Figura 10. Falla inversa. De: (CHICAIZA, 2016)

- Falla transcurrente: Se la denomina también como falla de rumbo debido a que su movimiento es paralelo al de su falla, solo se presenta cuando el movimiento es en sentido horizontal como se muestra en la Figura 11:



Figura 11. Falla transcurrente. De: (CHICAIZA, 2016)

- Falla Ciegas: Es una falla que no aparece en la superficie y también se la denomina como falla oculta como se observa en la Figura 12;

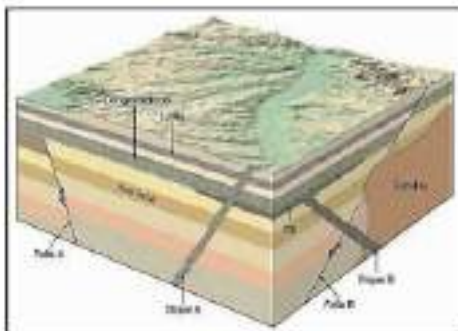


Figura 12. Falla Ciega. De: (CHICAIZA, 2016)

En este mismo contexto el Ecuador está ubicado en medio de una mega falla denominada Guayaquil- Caras, la cual ha llegado afectar a Quito, pues la misma presenta una falla tipo inversa, en donde una de las placas se levanta con respecto de la otra (CHICAIZA, 2016), existen fallas conocidas como:

- Puengasí se observa los deslizamientos de tierra en especial en su flanco oriental.

- Ilumbisí-La Bota se observa flancos casi simétricos, en sus quebradas se presentan capas plegadas.
- Carcelén- El Inca se observa el cambio de pendiente bruscos en la zona Este
- Bellavista- Catequilla presenta lomas aplanadas en su parte superior.

Este tipo de fallas representa una amenaza principal pues es la que ha ocasionado sismos de menor a mayor magnitud como se muestra en la Figura 13.

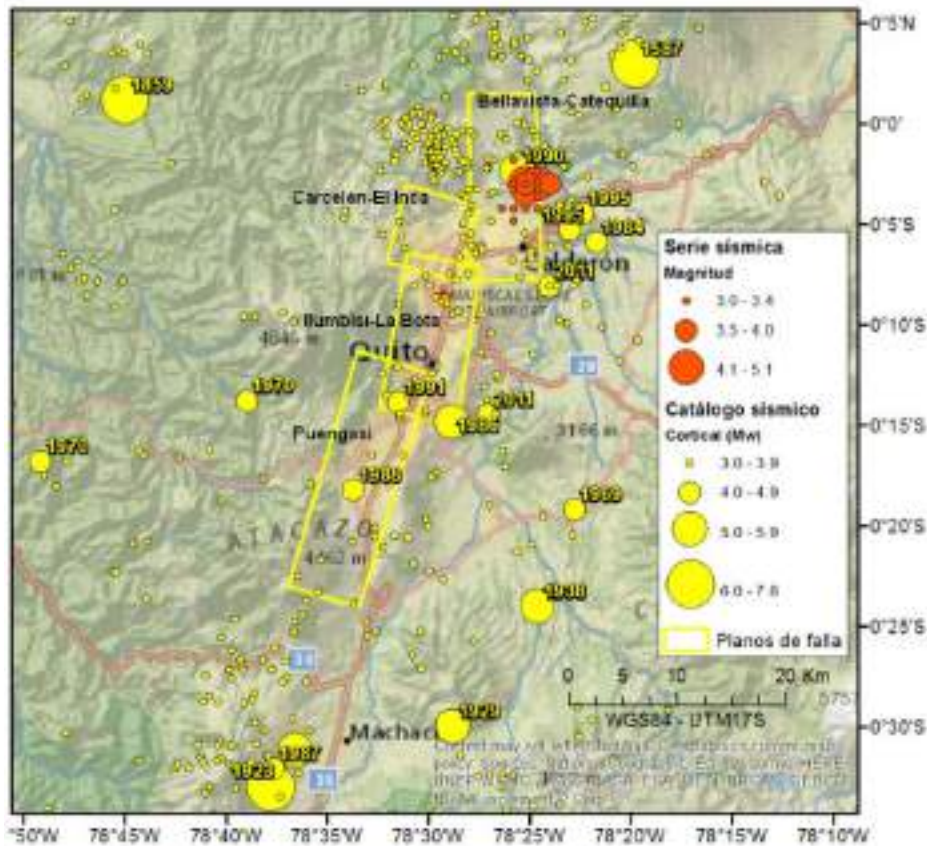


Figura 13. Falla Guayaquil- Caracas. De: (AGUIAR, 2014)

Peligro Sísmico

Quito ha sido afectado por series de terremotos como el de 1587, 1755, 1797, 1859, para lo cual se ha intentado evaluar las fuentes sísmicas, localización y la profundidad de los epicentros, con el fin de realizar microzonificaciones sísmicas para identificar y localizar una respuesta sísmica (SANTILLÁN, 2011), Quito tiene dos zonas:

S2: Corresponde a suelos intermedios con periodos de vibración entre 0.2 seg a 0.6 seg, estos tipos de suelo son la cangahua de poco espesor y no consolidada, los depósitos lacustres y suelos de meteorización.

S3: Corresponde a los suelos blandos profundos con periodos de vibración mayores a 0.6 seg, estos tipos de suelos son los estratos de arenas y gravas poco consolidadas, depósitos de limos orgánicos con nivel freáticos alto y zonas de relleno que se encuentran ubicadas en antiguas Quebradas.

El peligro sísmico de baja a alta magnitud puede considerarse como poco frecuente u ocurrente es decir con baja probabilidad que suceda, sin embargo, se debe considerar los efectos colaterales como deslizamientos de laderas y taludes, la licuefacción de suelos, hundimientos y rupturas de rellenos (SANTILLÁN, 2011).

Amenaza Volcánica

El Ecuador se encuentra en el cinturón de fuego, por lo cual Quito es una de las ciudades que viven bajo la amenaza permanente de varios volcanes que pueden erupcionar violentamente como el Guagua Pichincha, Atacazo, Cotopaxi, cada evento volcánico, así sea de pequeña magnitud, presentan grandes cantidades de ceniza volcánica, afectando la actividad económica como la agricultura y la salud de los habitantes (Cajas, 2017). La zona de estudio se ve afectada principalmente por el Volcán Guagua Pichincha, debido a que se ubica en el sur de Quito, como se muestra en la Figura 14.

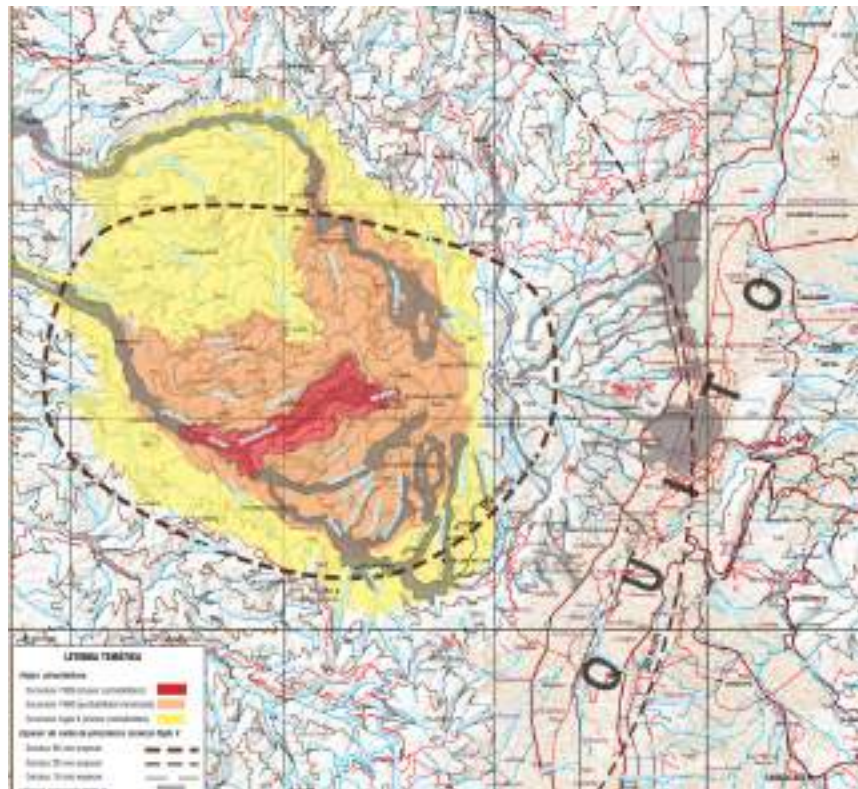


Figura 14. Amenaza volcánica volcán Guagua Pichincha. De: (INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR, 2019)

Estudios de suelo

El estudio de suelos nos permite obtener información de las condiciones, propiedades, características físicas y químicas del suelo, pues esto es de suma importancia al momento de ejecutar un proyecto de obra civil, ya que nos determina la profundidad adecuada para realizar los cimientos de la construcción, así como los cálculos pertinentes para la estructura (Rodríguez, 2020). Para determinar las características del suelo existen varios estudios entre ellos:

Métodos directos

Actualmente existen varios métodos directos que permiten determinar los parámetros del comportamiento mecánico de los suelos, el mismo que indica la capacidad portante del suelo, su factor de seguridad a corto y largo plazo, así como las condiciones de carga transmitida (VALDIVIESO, 2018).

Exploración Manual calicatas

Este método permite ver y examinar el perfil del suelo en su estado natural, para ello se realiza una excavación de zangas que pueden ser a mano o con maquinaria especializada (Galarza, 2019), como se muestra en la Figura 15.



Figura 15. Calicatas. De: (Galarza, 2019)

Ensayo de penetración con piezo cono CPTU

Este ensayo se basa en un cono que tiene una velocidad de 2.0 cm/s registrado de manera digital y cada 10 mm muestra tres lecturas independientes, este permite estimar el nivel freático, la presión hidrostática, análisis de licuefacción y la capacidad portante del suelo (VALDIVIESO, 2018).

Ensayo de penetración estándar SPT

Este tipo de ensayo se caracteriza por que se emplea para suelos granulares, puesto a que es complicado obtener muestras que no estén alteradas, permite conocer el perfil estratigráfico del terreno, este ensayo se constituye la más utilizada para realizar sondeos y perforaciones, consiste en medir el número de golpes necesarios hasta determinar la profundidad adecuada (VALDIVIESO, 2018), en la figura 16 se observa el equipo para la realización del ensayo.



Figura 16. Ensayo de penetración estándar. De: (Basila, 2013)

Estudio indirecto

Los métodos indirectos para el muestreo y exploración de los suelos se utilizan para evaluar los proyectos constructivos, determinando las condiciones y los equipos adecuados para su exploración, estos métodos obtienen información más precisa que los métodos directos, pues determinan fácilmente que tipo de roca se encuentra en la zona de estudio, sin embargo, los datos obtenidos mediante este método no permiten determinar la cimentación adecuada (Basila, 2013).

Ensayo de refracción sísmica

Este ensayo consiste en la medición de los tiempos de viaje mediante las ondas compresionales y las ondas de corte, que son generadas por una fuente de energía en diferentes puntos a lo largo de un eje sobre la superficie del suelo, la prueba se realiza mediante el uso de geófono que mide el tiempo del impacto de un extremo del suelo hasta su punto final, permitiendo obtener resultados de los parámetros dinámicos del suelo, su rigidez inicial y las constantes elásticas dinámicas (Basila, 2013). En la figura 17 se observa cómo se emplea el equipo para realizar la refracción sísmica.



Figura 17. Refracción Sísmica. De: (Basila, 2013)

Sondeos eléctricos verticales

Es un ensayo empleado para localizar las aguas subterráneas y para detectar las formaciones geológicas que están debajo de la capa vegetal, para la aplicación de este método se usa un cuadripolar para inyectar corriente eléctrica en el terreno y medir la resistividad aparente del terreno (Gamboa, 2014).

Metodología

El estudio que se presenta está basado en la guía metodológica de unidades militares de (Ballesteros & Caizaguano, 2020), el cual se parte del formulario de la guía FEMA P-1000, lo cual acredita evaluar los parámetros arquitectónicos, estructurales y patológicos de las edificaciones competentes de manera visual y precisa. La siguiente figura representa una síntesis de la metodología basada en el FEMA P-1000.

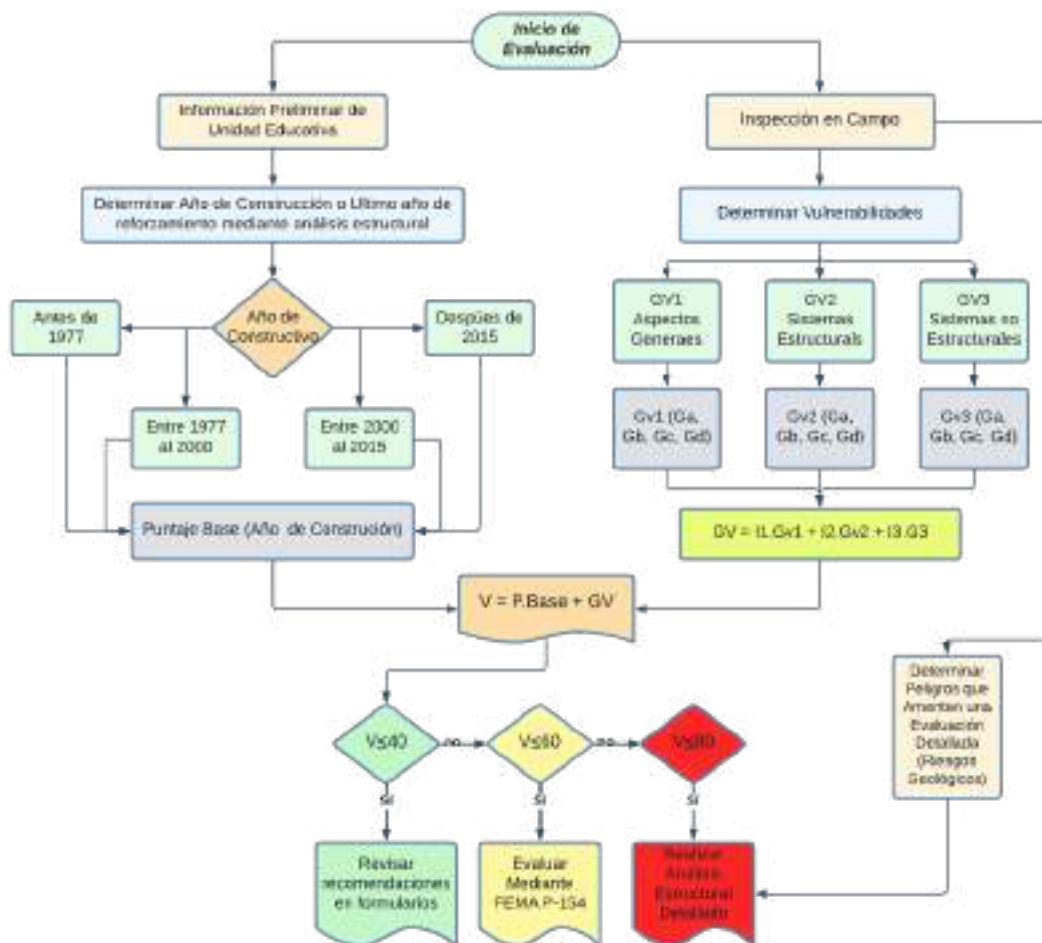


Figura 18. Flujograma de Evaluación de Vulnerabilidad de Edificios. Información adaptada de Guía, por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Caso de estudio

La investigación tiene como caso de estudio el Fuerte Militar “El Pintado”, ubicado en la Provincia de Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito, Sector El Pintado. Se realizó la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de manera detallada en todos los edificios construidos, funcionales y habitables de la mencionada unidad militar.

Tabla 23. Unidad militar evaluada

Nombre de Unidad Militar	Este [m]	Norte [m]	Altitud [msnm]
Fuerte Militar “El Pintado”	774277,27	9972611,14	2853



Figura 19. Mapa de Fuerte Militar “EL Pintado”

La unidad militar tiene dentro de su régimen funcional, unidades logísticas que son los batallones de: Abastecimiento, Mantenimiento y Transporte. A continuación, se detalla la delimitación de cada uno de estos batallones:

Batallón Abastecimiento

Con la ayuda de la guía de (Ballesteros & Caizaguano, 2020). Se evaluó todos los edificios del Batallón Abastecimiento, cuyas geoposiciones se detallan a continuación:

Tabla 24. Edificios Batallón Abastecimiento

Tipo de edificio	Este [m]	Norte [m]	Altitud [msnm]
Administración (E1)	774100,19	9972533,17	2859
Almacén transporte clase I (E2)	774043,64	9972534,39	2864
Almacén transporte clase II (E3)	774032,38	9972469,06	2859
Almacén transporte clase III-V (E4)	774060,14	9972507,35	2859
Almacén transporte clase IV (E5)	774006,30	9972554,27	2867
Almacén de armamento 1 (E6)	774028,31	9972654,52	2869
Almacén de armamento 2 (E7)	774044,42	9972640,31	2868
Almacén de armamento 3 (E8)	774056,39	9972631,97	2867
Almacén de armamento 4 (E9)	774065,12	9972622,48	2866
Almacén de armamento 5 (E10)	774074,48	9972616,69	2865
Bodega-Intendencia Unidad (E11)	773856,85	9972580,83	2877
Bodega-Intendencia Ejercito (E12)	773883,77	9972543,99	2877
Dormitorios bloque conscriptos (E13)	774019,25	9972542,13	2860
Oficinas/Auditorio (E14)	774099,23	9972543,16	2861
Oficinas/Dormitorio (E15)	774045,39	9972601,23	2861
Aulas (E16)	774089,12	9972593,16	2863
Edificio Twintza (E17)	774015,67	9972601,29	2865
Bodegas (E18)	774093,46	9972596,29	2865
Gimnasio (E19)	774038,63	9972568,16	2863
Dormitorios Bloque oficiales (E20)	774039,14	9972602,33	2862
Oficinas administrativas (E21)	774069,35	9972600,14	2861
Capilla (E22)	774098,93	9972439,21	2858



Figura 20. Mapa de Fuerte Militar “EL Pintado”- Batallón Abastecimiento

Batallón Mantenimiento

A continuación, se presenta las geoposiciones de todos los edificios evaluados en el Batallón Mantenimiento:

Tabla 25. Edificios Batallón Mantenimiento

Tipo de edificio	Este [m]	Norte [m]	Altitud [msnm]
Centro de mantenimiento (E1)	774076,05	9972388,53	2853
Administración (E2)	774070,75	9972446,55	2853
Oficinas principales (E3)	774126,48	9972440,99	2853
Mantenimiento de material de guerra (E4)	774003,19	9972672,89	2872
Mantenimiento de vehículos en espera (E5)	773945,75	9972706,44	2878
Centro de mantenimiento-Taller (E6)	773917,65	9972717,31	2880
Taller Talabartería (E7)	773949,14	9972776,45	2880
Taller estructuras metálicas (E8)	773972,31	9972758,16	2878
Taller pintura (E9)	773998,74	9972749,63	2876
Sandblasting (E10)	774027,85	9972807,09	2872
Oficinas F1 (E11)	774066,13	9972804,33	2868
Oficinas F2 (E12)	774081,21	9972797,32	2868
Oficinas F3 (E13)	774095,68	9972786,75	2868
Oficinas F4 (E14)	774087,02	9972819,20	2868
Oficinas F5 (E15)	774107,07	9972826,72	2868
Compañía de comunicaciones 25 (E16)	774093,15	9972867,45	2871
Bodega de CI (E17)	774091,10	9972789,23	2880
Dormitorios batallón mantenimiento (E18)	774026,36	9972834,45	2879
Dormitorios mantenimiento ciudadanos (E19)	774034,33	9972778,34	2877
Oficinas administrativas (E20)	774051,95	9972809,67	2873
Bar-restaurante (E21)	774069,19	9972812,61	2879



Figura 21. Mapa de Fuerte Militar "EL Pintado"- Batallón Mantenimiento

Batallón Transporte

Con respecto al Batallón Transporte, se evaluaron los siguientes edificios:

Tabla 26. Edificios Batallón Transporte

Tipo de edificio	Este [m]	Norte [m]	Altitud [msnm]
Administración (E1)	774090,13	9972472,61	2855
Museo (E2)	774113,30	9972460,92	2855
Taller vehículos tácticos (E3)	773974,27	9972451,57	2860
Taller vehículos civiles (E4)	773957,24	9972460,00	2861
Prevención (E5)	774063,67	9972498,24	2856
Centro de mantenimiento transportes (E6)	774034,99	9972501,34	2862
Bodega de transportes (E7)	774075,48	9972402,51	2860
Dormitorios de conscriptos (E8)	774039,46	9972498,02	2862
Departamento logístico (E9)	774038,12	9972448,56	2863
Aulas escuela (E10)	774099,45	9972501,95	2866
RRHH y estado mayor (E11)	774097,10	9972502,00	2859
Bodegas escuela (E12)	774039,47	9972511,45	2858
Oficina comando (E13)	774097,42	9972509,35	2855
Comedor (E14)	774078,55	9972487,47	2850
Oficina p2 y p3 (E15)	774059,24	9972513,31	2851
Gimnasio y casino de Oficiales (E16)	774089,51	9972499,81	2852
Almacén uniformes disponibilidad (E17)	774012,59	9972502,57	2851
Unidad financiera (E18)	774078,33	9972489,35	2853
Lavadora de ropa COLOG (E19)	774018,61	9972500,13	2855



Figura 22. Mapa de Fuerte Militar “EL Pintado”- Batallón Transporte

Ejemplo del edificio evaluado

A continuación, se describe el formulario completo del edificio de oficinas del área de mantenimiento del Batallón Transporte, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Este edificio del Batallón Transporte tiene un grado GD, al año de su construcción corresponde a antes del año 1977 (sin norma), siendo su puntaje de 55 puntos.

Tabla 27. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base					
1	Año de construcción	GA	GB	GC	GD
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)				X
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)				
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)				
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)				
	PUNTAJE BASE	55			

Aspectos generales GV1

Número de pisos

Se le asignó un puntaje de 60 puntos, al tener un solo piso de construcción el edificio del Batallón Transporte.

Tabla 28. Número de pisos (GV1)

2	Número de pisos	GA	GB	GC	GD
	GA: Menor a 4 pisos (post código)			X	
	GB: Mayor a 4 pisos (post código)				
	GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición)				
	GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)				

Tipo de edificio FEMA

La estructura en estudio del Batallón Transporte es de mampostería no reforzada, por tanto, su categoría es GD (MX), que corresponde a un puntaje de 80.

Tabla 29. Tipo de edificio FEMA (GV1)

3	Tipo de Edificio FEMA	GA	GB	GC	GD
	GA: W1				X
	GB: S1, S3				
	GC: S2, S4, S5, C2				
	GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				

Condición de golpeteo

La disposición del edificio del Batallón Transporte no muestra riesgo de impacto debido a la ausencia de edificaciones cercanas que puedan ocasionar daños. Esta condición se clasifica como GA y recibe un puntaje de 20 puntos.

Tabla 30. Condición de golpeteo (GV1)

4	Condición de golpeteo	GA	GB	GC	GD
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo	x			
	GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.				

Condición de adyacencia

Como ya se mencionó se clasifica GA, no tiene edificios cercanos y su puntuación es de 20.

Tabla 31. Condición de adyacencia (GV1)

5	Condición de adyacencia	GA	GB	GC	GD
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo	x			
	GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios				
	GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical				
	GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas				

Tipo de perfil de suelo

La ciudad de Quito se ubica sobre depósitos de lahares, y de acuerdo al estudio de suelo realizado dentro del mismo Fuerte Militar, su clasificación de suelo es de tipo D, por lo que se asigna a la estructura la categoría GC, con 60 puntos.

Tabla 32. Tipo de perfil de suelo (GV1)

6	Tipo de perfil de Suelo	GA	GB	GC	GD
	GA: Tipo A y tipo B			x	
	GB: Tipo C				
	GC: Tipo D				
	GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)				

Los puntajes obtenidos del edificio del Batallón Transporte para la categoría GV1 al finalizar la evaluación, se suma y divide para el número de ítems considerados, con lo cual, se alcanzó el resultado de 48 puntos.

Tabla 33. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
A				
Resultado	40	0	120	80
Sumatoria	240			
Puntaje gv1	48,00			

Aspectos generales GV2

En esta etapa de evaluación se consideran elementos y características de tipo estructural del edificio del Batallón Transporte, se consideró el tipo edificio FEMA, y de ello depende si se consideran o no todas las categorías.

Relación largo ancho

Presenta una relación longitud-anchura mayor a 4, las longitudes de largo y ancho son de 45 y 9 metros respectivamente, sin presencia de juntas de separación. Se sitúa en la categoría GD, con 80 puntos.

Tabla 34. Relación largo ancho (GV2)

7	Relación Largo Ancho	GA	GB	GC	GD
	GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4		X		
	GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m				
	GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4				
	GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.				

Irregularidades en planta

Se clasifica en la categoría GA y no presenta ninguna anomalía en su disposición en planta, a pesar de poseer un diseño arquitectónico rectangular, por lo tanto, su calificación de 20 puntos.

Tabla 35. Irregularidad en planta (GV2)

8	Irregularidades en planta	GA	GB	GC	GD
	GA: La edificación es regular	X			
	GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas				
	GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes				
	GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión				

Irregularidades en elevación

El edificio del Batallón Transporte no posee irregularidad en elevación, se sitúa en la categoría GA con una calificación de 20 puntos.

Tabla 36. Irregularidad en elevación GV2

9	Irregularidades en elevación	GA	GB	GC	GD
	GA: La edificación es regular	X			
	GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos				
	GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo				
	GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				

Ampliaciones verticales

Se mantiene el diseño arquitectónico original del edificio del Batallón Transporte, por lo cual no posee ningún tipo de ampliación vertical, su categoría es GA con 20 puntos.

Tabla 37. Ampliaciones verticales (GV2)

10	Ampliaciones verticales	GA	GB	GC	GD
	GA: Estructura no presenta ampliaciones	x			
	GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción				
	GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo				
	GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo				

Ampliaciones horizontales

Se mantiene el diseño arquitectónico original, no posee ninguna ampliación horizontal, su categoría es GA con 20 puntos.

Tabla 38. Ampliaciones horizontales (GV2)

11	Ampliaciones Horizontales	GA	GB	GC	GD
	GA: Estructura no presenta ampliaciones	x			
	GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas				
	GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo				
	GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.				

Patologías en vigas, columnas y losas

Se evidencia fisuras por afectaciones tipo I, II y III en vigas, columnas y losas, por lo cual cada elemento pertenece a las siguientes categorías con su respectivo puntaje.

Tabla 39. Patologías en vigas, columnas y losas (GV2)

		GA	GB	GC	GD
12	Patologías en vigas		X		
	GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas				
13	Patologías en columnas				X
	GA: Columnas sin presencia de patologías				
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.				
14	Patologías en losas				X
	GA: Losas sin presencia de patologías				
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)				
	GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)				
	GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				

Patologías en paredes

Se evidencia fracturas o grietas en las fachadas con afectaciones tipo III, por lo cual pertenece a la categoría GA, con 80 puntos.

Tabla 40. Patologías en paredes (GV2)

15	Patología en paredes	GA	GB	GC	GD
	GA: Paredes sin presencia de patologías	x			
	GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera)				
	GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.				
	GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)				

Los puntajes obtenidos para la categoría GV2 al finalizar la evaluación del edificio del Batallón Transporte, se suma y divide para el número de ítems considerados, con lo cual, se alcanzó el resultado de 20 puntos.

Tabla 41. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	80	40	0	320
Sumatoria			440	
Puntaje gv1		48,89		

Aspectos generales GV3

Dentro de esta categoría se evalúan elementos arquitectónicos del edificio del Batallón Transporte, tales como: mobiliario, puertas y ventanas.

Elementos no estructurales exteriores

La edificación del Batallón Transporte tiene elementos no estructurales con riesgo de caída ante un sismo.

Tabla 42. Elementos no estructurales exteriores (GV3)

16	Elementos no estructurales exteriores	GA	GB	GC	GD
	GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos				X
	GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.				
	GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.				
	GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.				

Elementos no estructurales interiores

La edificación del Batallón Transporte no posee elementos no estructurales interiores con riesgo de caída ante un sismo.

Tabla 43. Elementos no estructurales interiores (GV3)

17	Elementos no estructurales interiores	GA	GB	GC	GD
	GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación				X
	GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación				
	GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación				
	GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico				

Estado de conservación de la edificación

Los siguientes aspectos son ponderados en base a la perspectiva del evaluador, de características ya estudiadas del edificio del Batallón Transporte.

Tabla 44. Estado de conservación de la edificación (GV3)

18	Estado de conservación de la edificación	GA	GB	GC	GD
	GA: Muy Bueno				X
	GB: Bueno				
	GC: Regular				
	GD: Deficiente				

Estado de conservación de las cubiertas

Tabla 45. Estado de conservación de cubiertas (GV3)

19	Estado de conservación de cubiertas	GA	GB	GC	GD
	GA: Muy Bueno				X
	GB: Bueno				
	GC: Regular				
	GD: Deficiente				

Puertas de salida, o de emergencia

La edificación del Batallón Transporte carece de puertas de emergencia que se abren hacia el exterior. Se le asigna en la categoría GD con una puntuación de 80 puntos.

Tabla 46. Puertas de salida o de emergencia (GV3)

20	Puertas de salida, o de Emergencia	GA	GB	GC	GD
	GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
	GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				
	GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				
	GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				

Ventanas

La edificación del Batallón Transporte posee ventanas sin vidrio templado para ofrecer una mayor seguridad en eventos sísmicos. Se le asigna la categoría GD con una puntuación de 80 puntos.

Tabla 47. Ventanas (GV3)

21	Ventanas	GA	GB	GC	GD
	GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados.				
	GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados.				
	GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados.				X
	GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados.				
	Mayoría de vidrios con otro material				

Accesibilidad Inclusiva

La edificación del Batallón Transporte no es un entorno seguro y con accesibilidad inclusiva para todas las personas, especialmente en el caso de un evento sísmico. Se le asigna la categoría GD con una puntuación de 80 puntos.

Tabla 48. Accesibilidad inclusiva (GV3)

22	Accesibilidad inclusiva	GA	GB	GC	GD
	GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva				X
	GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva				
	GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva				
	GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva				

Los puntajes obtenidos para la categoría GV3 al finalizar la evaluación del edificio del Batallón Transporte, se suma y divide para el número de ítems considerados, con lo cual, se alcanzó el resultado de 22,86 puntos.

Tabla 49. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	0	0	120	400
Sumatoria			520	
Puntaje gv1			74,29	

Cálculo de vulnerabilidad

El nivel de vulnerabilidad se determina en base a los valores del puntaje base y los valores de los grupos de vulnerabilidad (GV).

Figura 23. Grado de Vulnerabilidad

VULNERABILIDAD																			
PUNTAJE BASE =		55,00																	
I	Puntaje Base																		
	12,5	22,5	45	55															
GV1	0,225		0,225	0,1875															
GV2	0,1125		0,113	0,0938															
GV3	0,0375		0,038	0,0313															
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">GV1</td> <td style="border: none;">I</td> <td style="border: none;">48,00 x 0,188</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">9,00</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">GV2</td> <td style="border: none;">I</td> <td style="border: none;">48,89 x 0,094</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">4,59</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">GV3</td> <td style="border: none;">I</td> <td style="border: none;">74,29 x 0,031</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: 1px solid black; text-align: center;">2,33</td> </tr> </table>					GV1	I	48,00 x 0,188	=	9,00	GV2	I	48,89 x 0,094	=	4,59	GV3	I	74,29 x 0,031	=	2,33
GV1	I	48,00 x 0,188	=	9,00															
GV2	I	48,89 x 0,094	=	4,59															
GV3	I	74,29 x 0,031	=	2,33															
V = Puntaje Base +GV		GV = 15,91																	
V = 70,91																			
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">60 < V ≤ 80</td> <td style="text-align: center; background-color: red; color: white;">Alto</td> <td style="text-align: center;">Realizar análisis estructural detallado</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40 < V ≤ 60</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">Medio</td> <td style="text-align: center;">Evaluar mediante FEMA P-154</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20 < V ≤ 40</td> <td style="text-align: center; background-color: green; color: white;">Bajo</td> <td style="text-align: center;">Considerar recomendaciones de esta guía</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>					60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	X	40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-	20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-			
60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	X																
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-																
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-																

Coefficiente de respuesta

El coeficiente de respuesta se relaciona con el plan estratégico ante un evento sísmico, que tienen las autoridades institucionales en respuesta a una adecuada planificación donde se considera equipos, operaciones y recursos necesarios, además se analizan los planes de acción que deben ser puestos en práctica; el coeficiente de respuesta de esta edificación es de 80 puntos.

Tabla 50. Formulario Coeficiente de respuesta

Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad					
1	El equipo central de planificación está conformado por:	GA	GB	GC	GD
	GA: Todos los representantes la comunidad educativa (rector, personal administrativo y servicios, profesores, personal de salud, estudiantes, transportistas, representantes de minorías, personas con discapacidad, padres de familia, visitantes, comunidad aledaña entre otros).	X			
	GB: Algunos representantes de la comunidad educativa sin considerar a los actores indirectos (transportistas, visitantes, comunidad aledaña, entre otros).				
	GC: Algunos representantes de la comunidad educativa sin considerar personas con discapacidad o minorías.				
	GD: Escasos o nulos representantes de la comunidad educativa.				
2	El equipo central de planificación conformado conoce:	GA	GB	GC	GD
	GA: Conocen sus roles y responsabilidades, vocabulario, y la estructura establecida.	X			
	GB: Desconocen sus roles y responsabilidades el vocabulario, y la estructura establecida				

Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad

GC: En proceso de conformación del equipo central de planificación.

GD: No está conformado el equipo central de planificación.

3	El equipo central de planificación conformado tiene un horario de reunión:	GA	GB	GC	GD
	GA: Al menos una vez por semana.	X			
	GB: Unas dos veces al mes.				
	GC: Menos de cinco veces al Quimestre.				
	GD: Menos de ocho veces al año.				
4	El equipo de planificación identifica amenazas:	GA	GB	GC	GD
	GA: Naturales, tecnológicas, biológicas, Adversas (Incitadas por el hombre).	X			
	GB: No identifica uno de los cuatro tipos de amenazas.				
	GC: No identifica dos de los cuatro tipos de amenazas.				
	GD: No identifica amenazas.				
5	El equipo de planificación ha realizado evaluaciones de capacidad:	GA	GB	GC	GD
	GA: La comunidad educativa conoce los roles y responsabilidades en caso de emergencia.	X			
	GB: La comunidad educativa (a excepción de actores indirectos) conoce los roles y responsabilidades en caso de emergencia.				
	GC: La comunidad educativa tiene dudas sobre sus roles y responsabilidades en caso de emergencia.				
	GD: No se ha realizado evaluaciones de capacidad.				
6	El equipo de planificación identifica a sus socios comunitarios:	GA	GB	GC	GD
	GA: Identificados, actualizados y socializados.	X			
	GB: Identificados, actualizados y sin socialización.				
	GC: Identificados, y no actualizados.				
	GD: No identificados.				
7	El equipo de planificación identifica los recursos:	GA	GB	GC	GD
	GA: Inventariados, suficientes y localizados a disposición de la unidad educativa	X			
	GB: Inventariados, ubicados pero insuficientes.				
	GC: En proceso de gestión.				
	GD: Sin recursos.				
8	El equipo de planificación conoce de los factores de riesgo externos:	GA	GB	GC	GD
	GA: A más de 500m.	X			
	GB: Entre 250 y 500m				
	GC: Entre 0 y 250m.				
	GD: No se conocen factores de riesgo externo.				
9	El equipo de planificación determina objetivos y metas para amenazas:	GA	GB	GC	GD
	GA: Aborda al menos tres objetivos y metas para abordar cada amenaza o peligro en tres fases (antes, durante y después del peligro)	X			
	GB: Se aborda objetivos y metas para dos de las tres fases.				
	GC: Se aborda objetivos y metas para una de las tres fases.				
	GD: No se ha implementado objetivos y metas				
10	El equipo de planificación delimita los cursos de acción:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado y actualizado (Representa un escenario de emergencia, determina el tiempo de respuesta, identifica puntos de acción, y elabora cursos de acción).	X			
	GB: Elaborado, pero no actualizado.				
	GC: En proceso de elaboración de pasos de acción.				

Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad					
	GD: No se ha implementado.				
11	El POE escolar se encuentra:	GA	GB	GC	GD
	GA: Al menos una vez por semana.	X			
	GB: Unas dos veces al mes.				
	GC: Menos de cinco veces al Quimestre.				
	GD: Menos de ocho veces al año.				
12	El POE escolar ha conformado un Sistema de Brigadas de respuesta de emergencias:	GA	GB	GC	GD
	GA: Conformadas y capacitadas	X			
	GB: Conformadas, pero no capacitadas.				
	GC: En proceso de conformación.				
	GD: No conformadas				
13	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de respuesta para un sismo:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado e implementado.	X			
	GB: Elaborado y no implementado				
	GC: En proceso de elaboración.				
	GD: No está elaborado				
14	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de evacuación:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado e implementado.	X			
	GB: Elaborado y no implementado.				
	GC: En proceso de elaboración.				
	GD: No está elaborado.				
15	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de atrapados por desplome de infraestructura:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado e implementado.	X			
	GB: Elaborado y no implementado.				
	GC: En proceso de elaboración.				
	GD: No está elaborado.				
16	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de puntos de reunión post evacuación en caso de sismo:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado e implementado.	X			
	GB: Elaborado y no implementado.				
	GC: En proceso de elaboración.				
	GD: No está elaborado.				
17	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de conteo de personas en caso de sismo:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado e implementado.	X			
	GB: Elaborado y no implementado.				
	GC: En proceso de elaboración.				
	GD: No está elaborado.				
18	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de entrega de estudiantes a sus representantes:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado e implementado.	X			
	GB: Elaborado y no implementado.				
	GC: En proceso de elaboración.				
	GD: No está elaborado.				
19	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de información para Protección de bienes escolares:	GA	GB	GC	GD
	GA: Elaborado e implementado.	X			
	GB: Elaborado y no implementado.				
	GC: En proceso de elaboración.				
	GD: No está elaborado.				
20	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de	GA	GB	GC	GD

Formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad				
	comunicación interna y externa durante un sismo:	X		
	GA: Elaborado e implementado.			
	GB: Elaborado y no implementado.			
	GC: En proceso de elaboración.			
	GD: No está elaborado.			
21	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo que designa a la U.E. como refugio en caso de emergencia	GA	GB	GC GD
	GA: Elaborado e implementado.			
	GB: Elaborado y no implementado.	X		
	GC: En proceso de elaboración.			
	GD: No está elaborado.			
22	El Plan de Operación de Emergencia contiene un Anexo de salud pública, medicina y salud mental tras un sismo:	GA	GB	GC GD
	GA: Elaborado e implementado.	X		
	GB: Elaborado y no implementado.			
	GC: En proceso de elaboración.			
	GD: No está elaborado.			
23	El Plan de Operación de Emergencia contiene la planificación de ejercicios de mesa, y simulacros:	GA	GB	GC GD
	GA: Elaborado e implementado.	X		
	GB: Elaborado y no implementado.			
	GC: En proceso de elaboración.			
	GD: No está elaborado.			
24	Desarrollo de destrezas relacionándolas con temas de gestión de riesgos por sismo en la institución:	GA	GB	GC GD
	G1: Los estudiantes han desarrollado destrezas relacionadas con temas de gestión de riesgo por sismo.	X		
	G2: Los estudiantes han desarrollado parcialmente destrezas relacionándolas con temas de gestión de riesgos por sismos			
	G3: Los estudiantes han desarrollado escasas destrezas			
	G4: Los estudiantes no han desarrollado destrezas relacionándolas con temas de gestión de riesgos por sismos.			
25	Incorporación de la gestión de riesgos a las actividades y eventos escolares:	GA	GB	GC GD
	G1: La gestión de riesgo será incorporada y desarrollada como parte de las actividades y eventos escolares.	X		
	G2: La gestión de riesgos está parcialmente incorporada y desarrollada como parte de las actividades y eventos escolares.			
	G3: La gestión de riesgos está por incorporarse como parte de las actividades y eventos escolares.			
	G4: La gestión de riesgos no está incorporada como parte de las actividades y eventos escolares.			

Tabla 51. Cálculo del Coeficiente de respuesta

Resultados del formulario de detección visual rápida de vulnerabilidad				
Conteo de respuestas	25	0	0	0
	80	60	40	20
	2000	0	0	0
Sumatoria	2000			
Puntaje final	80			

Resultados

Estudio de Suelo

Se realizó el estudio de suelo en el Fuerte Militar “El Pintado”, mediante un estudio de método indirecto: Refracción Sísmica. A continuación, se muestra el procedimiento que se siguió.

Figura 24. Ubicación del ensayo de refracción sísmica en el Fuerte Militar “EL Pintado”



El estudio se realizó en el estadio del Fuerte Militar “El Pintado”, a todo el largo de la cancha se establecieron los 24 geófonos a una equidistancia de 2,5m; y se extendieron los 2 cables sísmicos multipolares y se concretaron con los geófonos.



Figura 25. Ubicación de geófonos y estación sísmica del ensayo de refracción sísmica en el Fuerte Militar “EL Pintado”

Se preparó la estación de medida posicionando el sismógrafo en el centro del perfil y se conectaron los dos cables multipolares a la estación.



Figura 26. Preparación de equipo complementario del ensayo de refracción sísmica en el Fuerte Militar “EL Pintado”

Se realizó el ensayo de refracción sísmica y se obtuvieron los siguientes resultados:

Estudio geofísico con la técnica Nakamura

Datos resumidos

Número de trazas: 3

Tiempo de grabación: 1200 s

Frecuencia de muestreo: 125,00 Hz

Número de muestras: 150000

Direcciones de trazas: Norte-Sur; Este-Oeste; Vertical.

Gráficos de seguimiento:

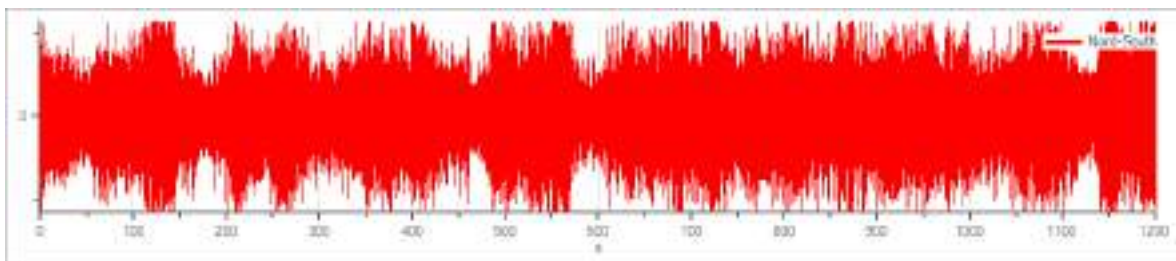


Figura 27. Trazo en dirección Norte-Sur

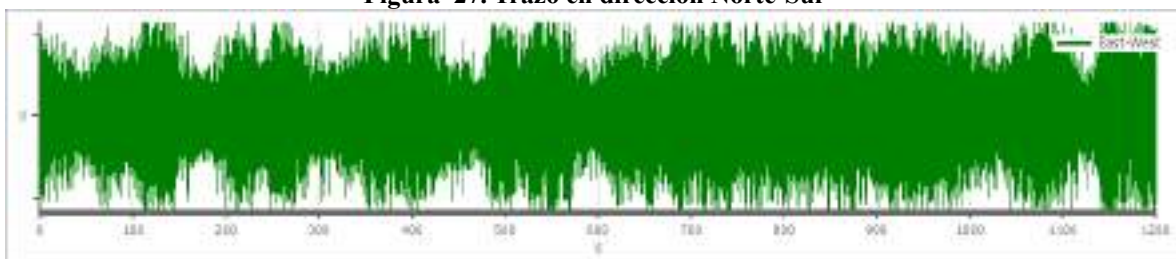


Figura 28. Trazo en dirección Este-Oeste

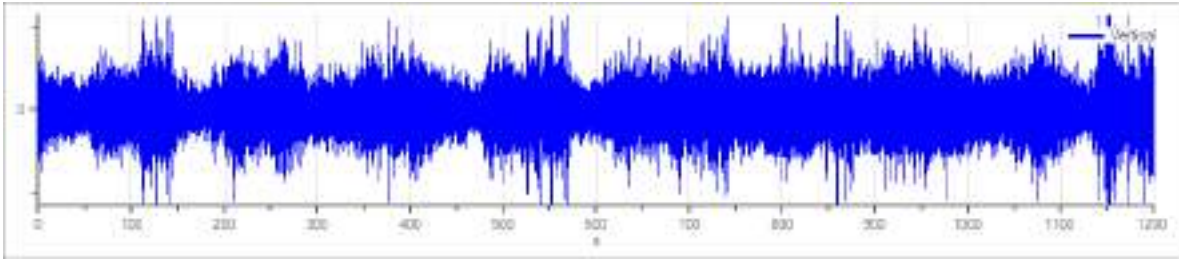


Figura 29. Trazo en dirección Vertical

Datos resumidos de cálculo

Número total de ventanas seleccionadas: 59

Número de ventanas incluidas en el cálculo: 56

Tamaño ventanas temporales: 20.000 s

Tipo de suavizado: Triangular proporcional

Porcentaje de suavizado: 10,00 %

Gráficos de espectros

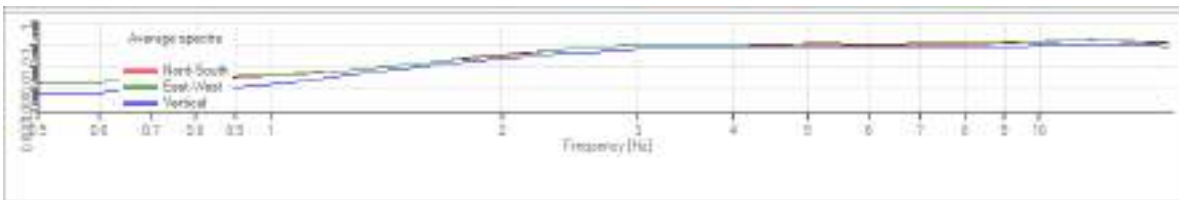


Figura 30. Espectros medios en las tres direcciones

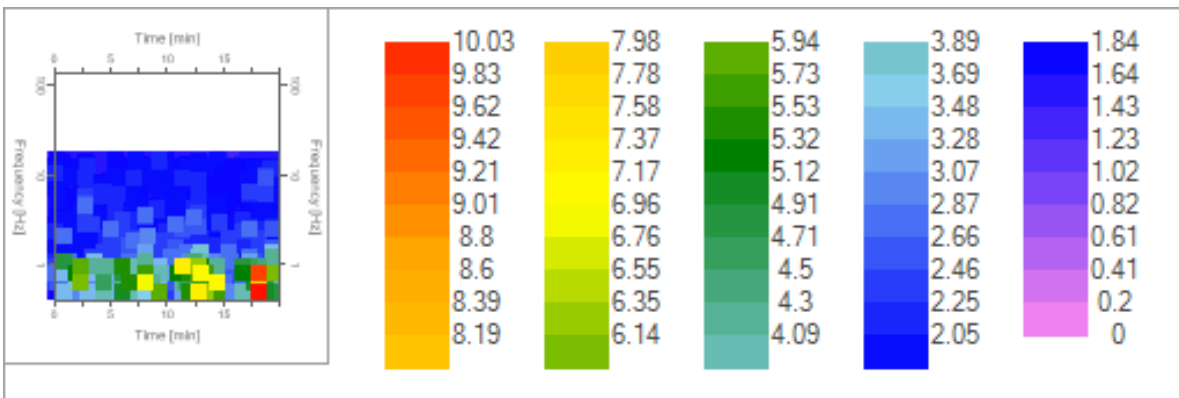


Figura 31. Mapa de los espectros estacionarios

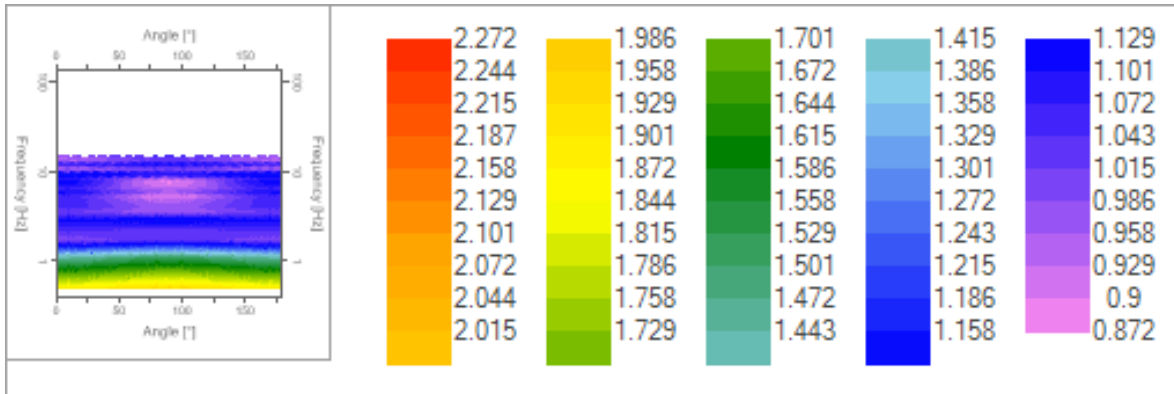


Figura 32. Mapa de direccionalidad de los espectros

Datos resumidos finales

Frecuencia máxima: 15,00 Hz

Frecuencia mínima: 0,50 Hz

Frecuencias de paso: 0,15 Hz

Tipo de suavizado: Triangular proporcional

Porcentaje de suavizado: 10,00 %

Tipo de suma direccional: media cuadrática

Resultado final

Frecuencia pico de la relación H/V: **0,80 Hz ±0,55 Hz**

Gráfico de relación espectral H/V

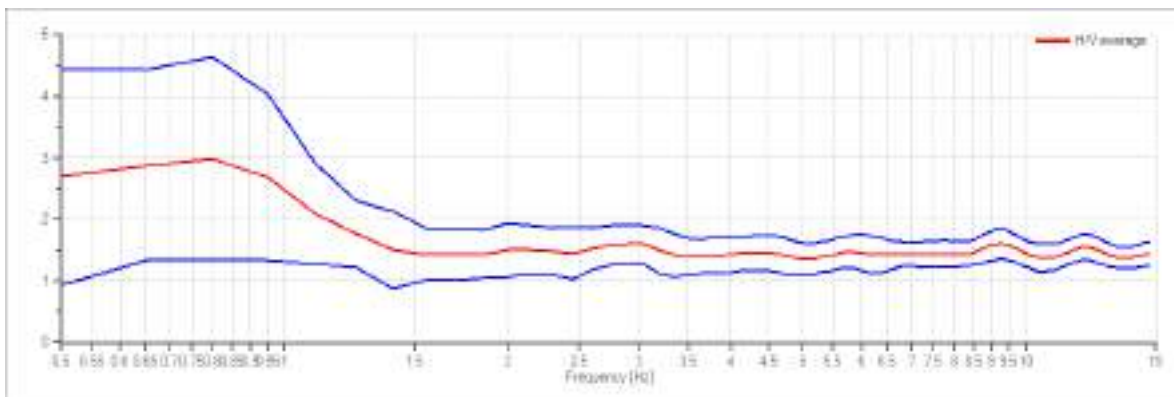


Figura 33. Relación espectral H/V y su intervalo de confianza

Una vez obtenido los resultados del ensayo de refracción sísmica, se concluyó que el tipo de suelo del Fuerte Militar “El Pintado”, es suelo de **categoría D**; y dentro de la guía FEMA P-1000, pertenece al **Grupo de suelo tipo C**: Depósitos de terreno de grano moderadamente grueso o terreno de grano moderadamente fino consistentes con una profundidad del sustrato mayor a 30 m, caracterizados por

una mejora en las propiedades mecánicas con profundidad y valor de velocidad equivalente comprimidos a 180 m/s y 360m/s.

Estudio geofísico con la técnica MASW

Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

El estudio geofísico con la técnica MASW se realizó en el batallón de abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado” el 20 de Julio del 2024 a las 12H:28. La información recopilada analiza el comportamiento de las ondas que se propagan al interior del suelo.

Tabla 52. Información de las trazas

N. trazas	24
Duración de adquisición [msec]	1002
Inter distancia geófonos [m]	5,0
Periodo de muestreo [msec]	0,5

El número de trazas son 24, ya que representan el total de sensores sísmicos denominados geófonos; colocados en el suelo con una inter distancia aproximada de 5m entre cada uno de ellos. El periodo de muestreo se realizó a 0.5msec con una duración de 1002msec. Dando como resultado la siguiente gráfica donde se evidencia las ondas propagadas al interior del suelo debido a la fuerza del martillo.

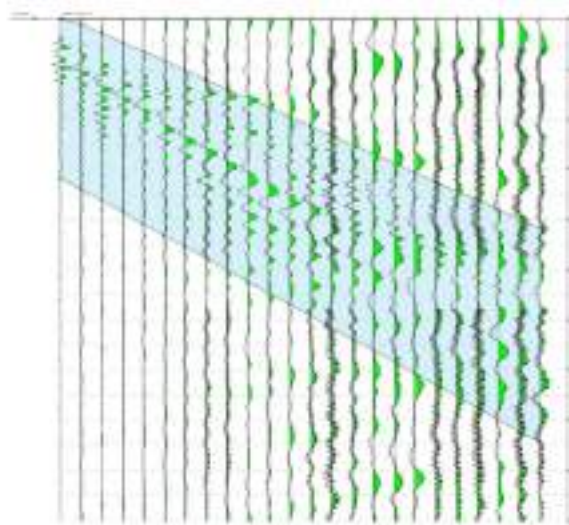


Figura 34. Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”: Ondas de propagación del suelo de acuerdo a la profundidad.

Los datos de tiempo registrados por los geófonos se transforman en frecuencias utilizando la transformada de Fourier lo que permite analizar la energía de las ondas en función de su frecuencia.

Tabla 53. Información de las frecuencias del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Frecuencia mínima de elaboración [Hz]	1
Frecuencia máxima de elaboración [Hz]	60
Velocidad mínima de elaboración [m/sec]	1
Velocidad máxima de elaboración [m/sec]	800
Intervalo velocidad [m/sec]	1

Con dichos datos, se genera una curva de dispersión la cual es una representación gráfica entre la velocidad y la frecuencia. Permitiendo identificar las velocidades de ondas de acuerdo a las capas que posee el suelo.

Tabla 54. Datos generales de la curva de dispersión del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Frecuencia [Hz]	Velocidad [m/sec]	Modo
1	4.7	401.7	0
2	7.3	330.6	0
3	8.1	302.1	0
4	9.5	261.8	0
5	10.6	240.5	0
6	13.5	228.6	0
7	16.1	214.4	0
8	20.0	202.5	0
9	24.0	202.5	0
10	26.4	202.5	0
11	30.4	197.8	0
12	35.8	188.3	0
13	39.8	178.8	0
14	45.2	176.4	0
15	51.1	167.0	0
16	54.2	167.0	0
17	57.9	152.7	0

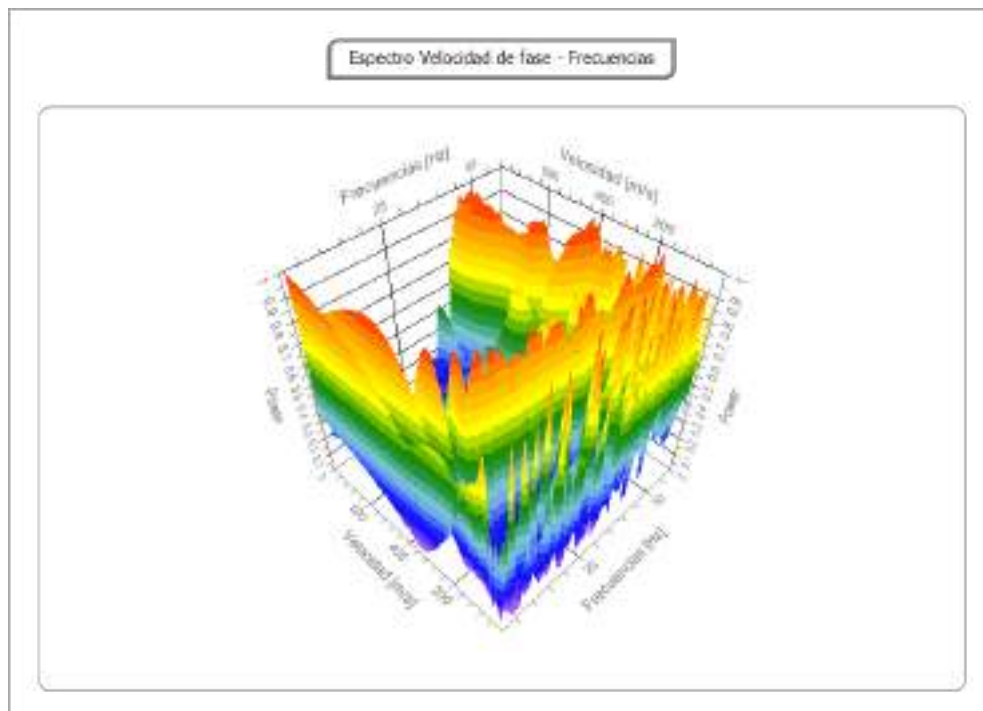


Figura 35. Espectro velocidad de fase- Frecuencias Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

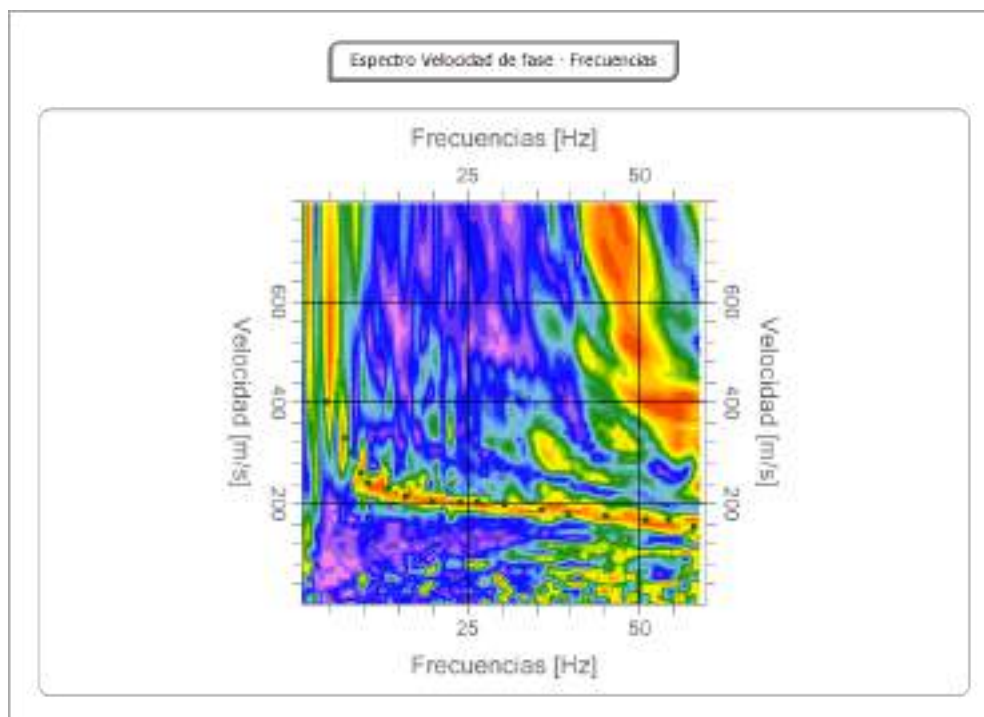


Figura 35. Espectro velocidad de fase- Frecuencias Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Una vez obtenida la curva de dispersión se realizó el proceso de inversión con la finalidad de determinar el perfil de velocidades de las ondas superficiales en función de la profundidad del suelo. Este procedimiento se realiza ajustando los datos obtenidos a un modelo teórico.

Tabla 52. Datos de la curva de inversión Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Descripción	Profundidad [m]	Espesor [m]	Peso específico [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Nivel freático	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.20	No	305.4	187.0
2		9.00	6.00	1800.0	0.20	No	437.9	268.2
3		16.00	7.00	1800.0	0.20	No	545.2	333.8
4		∞	∞	1800.0	0.20	No	933.4	571.6

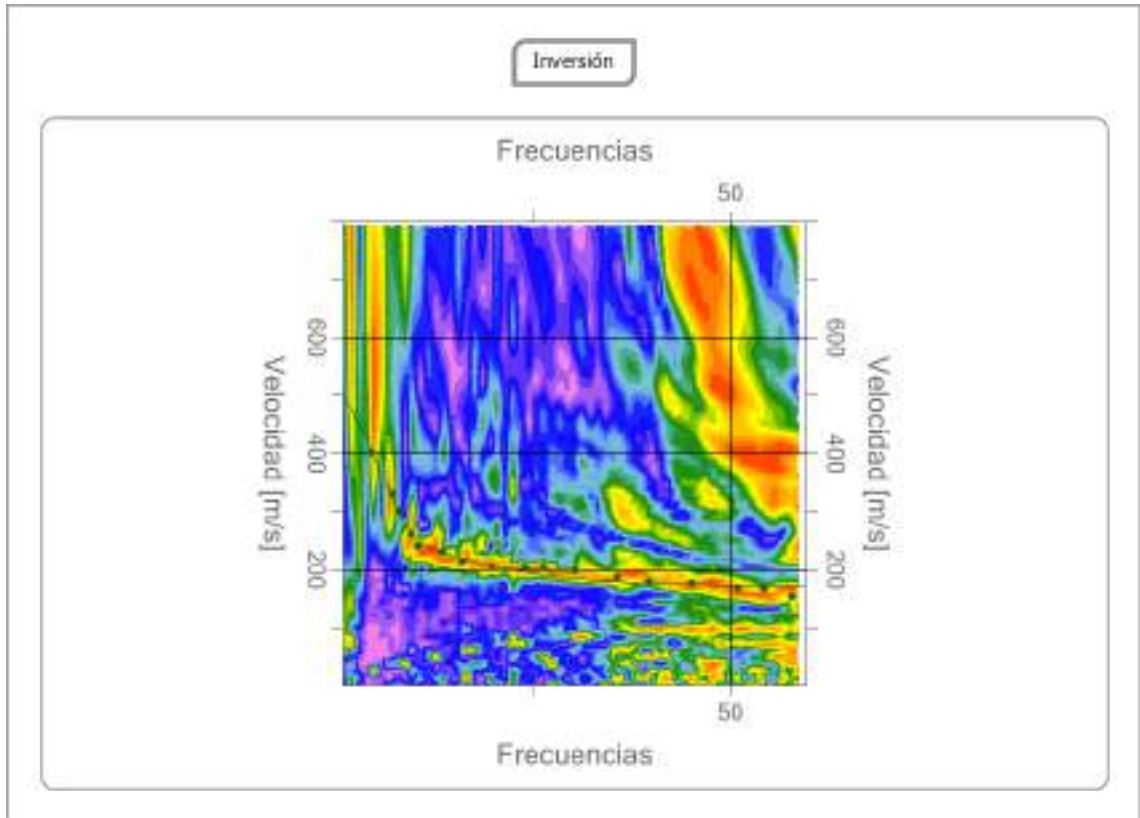


Figura 36. Curva de inversión Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

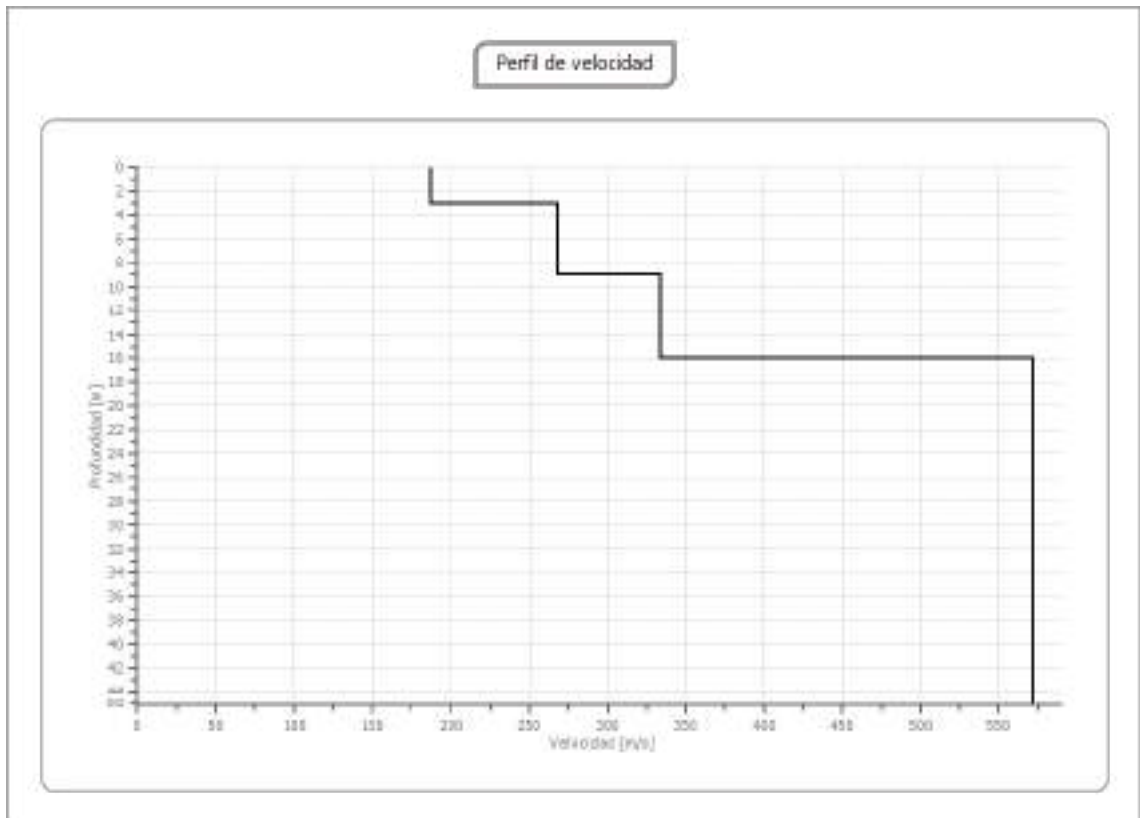


Figura 37. Perfil de velocidad del suelo Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

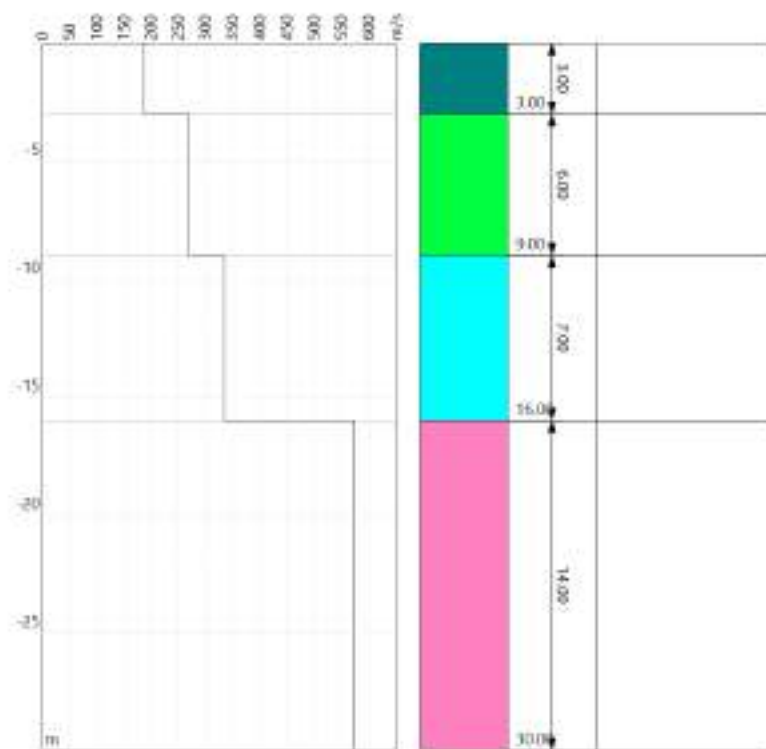


Figura 38. Velocidad en función de las capas del suelo Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Además, el perfil de velocidades se interpreta para obtener información de acuerdo a la estructura y composición del suelo. Dando como resultado, la siguiente tabla:

Tabla 56. Información detallada del suelo perteneciente al Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Profundidad [m]	Espesor [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densidad [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.00	3.00	187.05	305.45	1800.00	0.20	62.984	167.94	83.978	151.14	N/A	543.22
2	9.00	6.00	268.16	437.90	1800.00	0.20	129.44	345.17	172.58	310.65	N/A	3319.76
3	16.00	7.00	333.84	545.16	1800.00	0.20	200.61	534.96	267.48	481.47	N/A	N/A
4	oo	oo	571.62	933.45	1800.00	0.20	588.15	1568.39	784.20	1411.55	0	N/A

G0: Módulo de deformación al corte.

Ed: Módulo edométrico.

M0: Módulo de compresibilidad volumétrica.

Ey: Módulo de Young.

Finalmente, el estudio geotécnico en el batallón de abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”, categoriza al suelo como tipo D según los parámetros establecidos en la NEC-15, ya que la velocidad de onda de corte es de 357.68 m/s. El suelo tipo D se caracteriza principalmente por ser depósitos de grano grueso de densidad media o de grano fino de consistencia media, con profundidades de sustrato superiores a 30 m. Estos suelos muestran una mejora de las propiedades mecánicas con la profundidad y presentan velocidades equivalentes de onda de corte entre 180 m/s y 360 m/s.

Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

El estudio geofísico con la técnica MASW se realizó en el batallón de Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado” el 20 de Julio del 2024 a las 12H:37. La información recopilada analiza el comportamiento de las ondas que se propagan al interior del suelo.

Tabla 57. Información de las trazas

N. trazas	24
Duración de adquisición [msec]	1002
Interdistancia geófonos [m]	5.0
Periodo de muestreo [msec]	0.5

El número de trazas son 24, ya que representan el total de sensores sísmicos denominados geófonos; colocados en el suelo con una interdistancia aproximada de 5m entre cada uno de ellos. El periodo de muestreo se realizó a 0.5msec con una duración de 1002msec. Dando como resultado la siguiente gráfica donde se evidencia las ondas propagadas al interior del suelo debido a la fuerza del martillo.

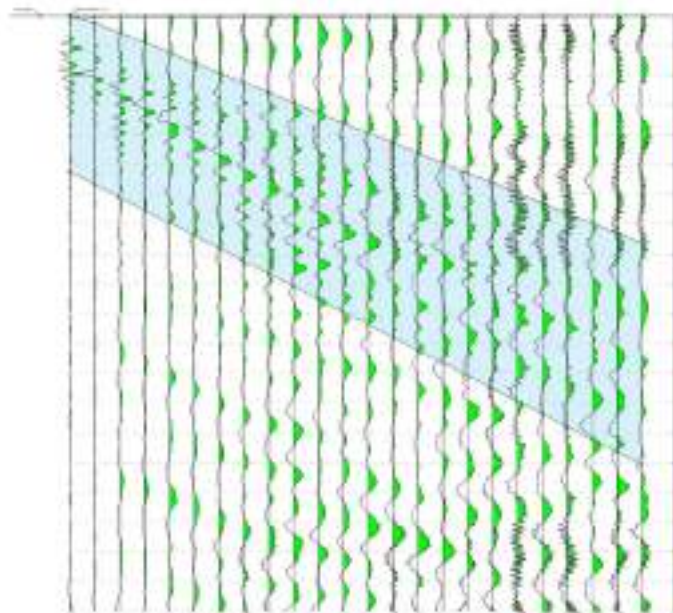


Figura 39. Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”: Ondas de propagación del suelo de acuerdo a la profundidad.

Los datos de tiempo registrados por los geófonos se transforman en frecuencias utilizando la transformada de Fourier lo que permite analizar la energía de las ondas en función de su frecuencia.

Tabla 58. Información de las frecuencias del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Frecuencia mínima de elaboración [Hz]	1
Frecuencia máxima de elaboración [Hz]	60
Velocidad mínima de elaboración [m/sec]	1
Velocidad máxima de elaboración [m/sec]	800
Intervalo velocidad [m/sec]	1

Con dichos datos, se genera una curva de dispersión la cual es una representación gráfica entre la velocidad y la frecuencia. Permitiendo identificar las velocidades de ondas de acuerdo a las capas que posee el suelo.

Tabla 59. Datos generales de la curva de dispersión del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Frecuencia [Hz]	Velocidad [m/sec]	Modo
1	3.8	368.5	0
2	5.9	337.7	0
3	8.1	299.7	0
4	10.4	268.9	0
5	12.6	252.3	0
6	14.2	235.7	0
7	18.4	214.4	0
8	22.6	204.9	0

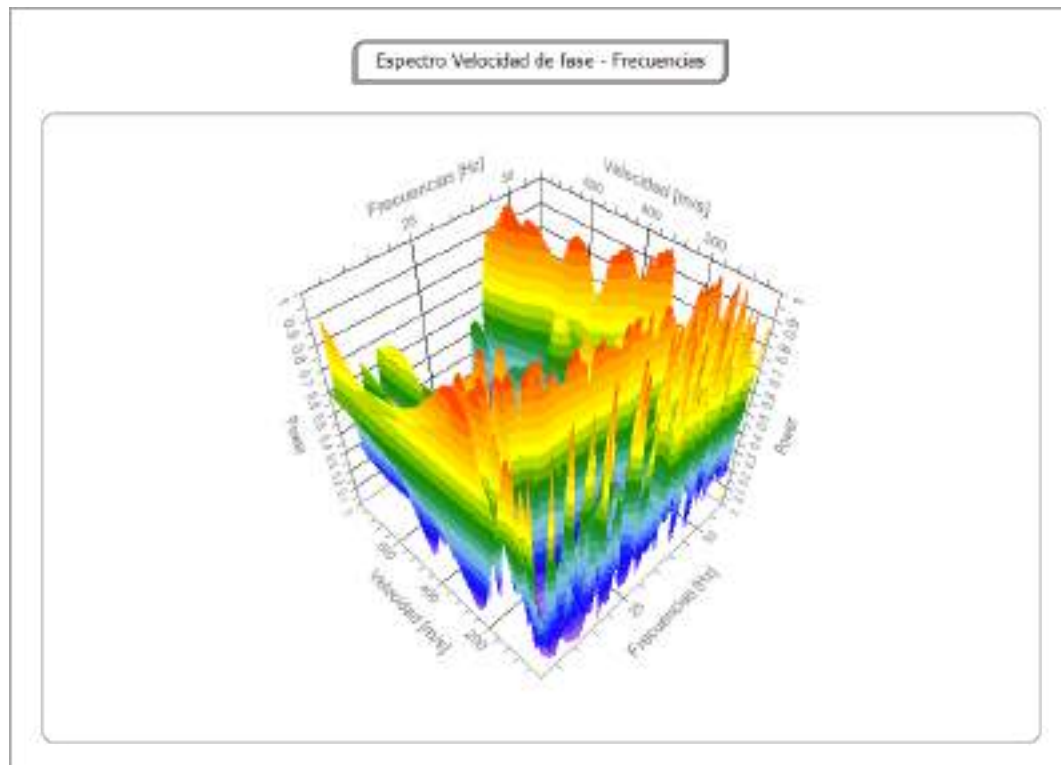


Figura 40. Espectro velocidad de fase- Frecuencias Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

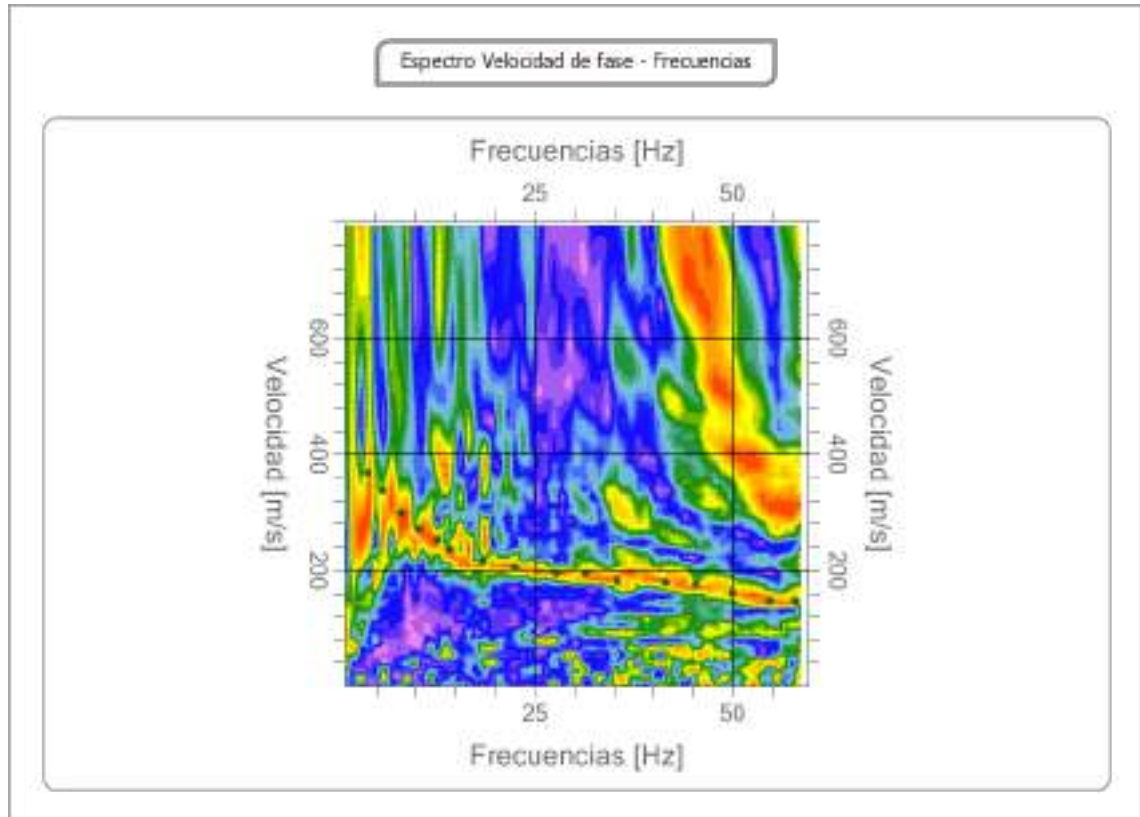


Figura 40. Espectro velocidad de fase- Frecuencias Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Una vez obtenida la curva de dispersión se realizó el proceso de inversión con la finalidad de determinar el perfil de velocidades de las ondas superficiales en función de la profundidad del suelo.

Este procedimiento se realiza ajustando los datos obtenidos a un modelo teórico.

Tabla 60. Datos de la curva de inversión Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Descripción	Profundidad [m]	Espesor [m]	Peso específico [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Nivel freático	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.20	No	293.8	179.9
2		9.00	6.00	1800.0	0.20	No	484.3	296.6
3		16.00	7.00	1800.0	0.20	No	584.3	357.8
4		24.57	8.57	1800.0	0.20	No	717.2	439.2
5		∞	∞	1800.0	0.20	No	766.1	469.2

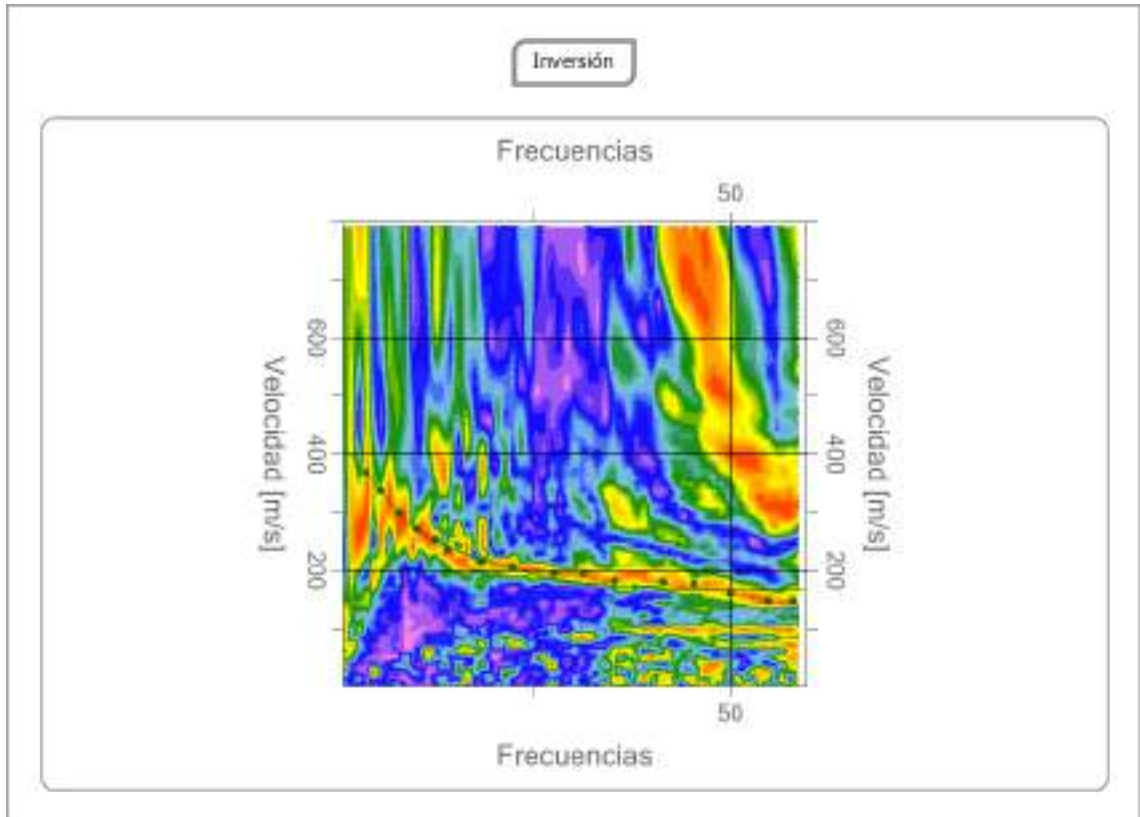


Figura 41. Curva de inversión Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

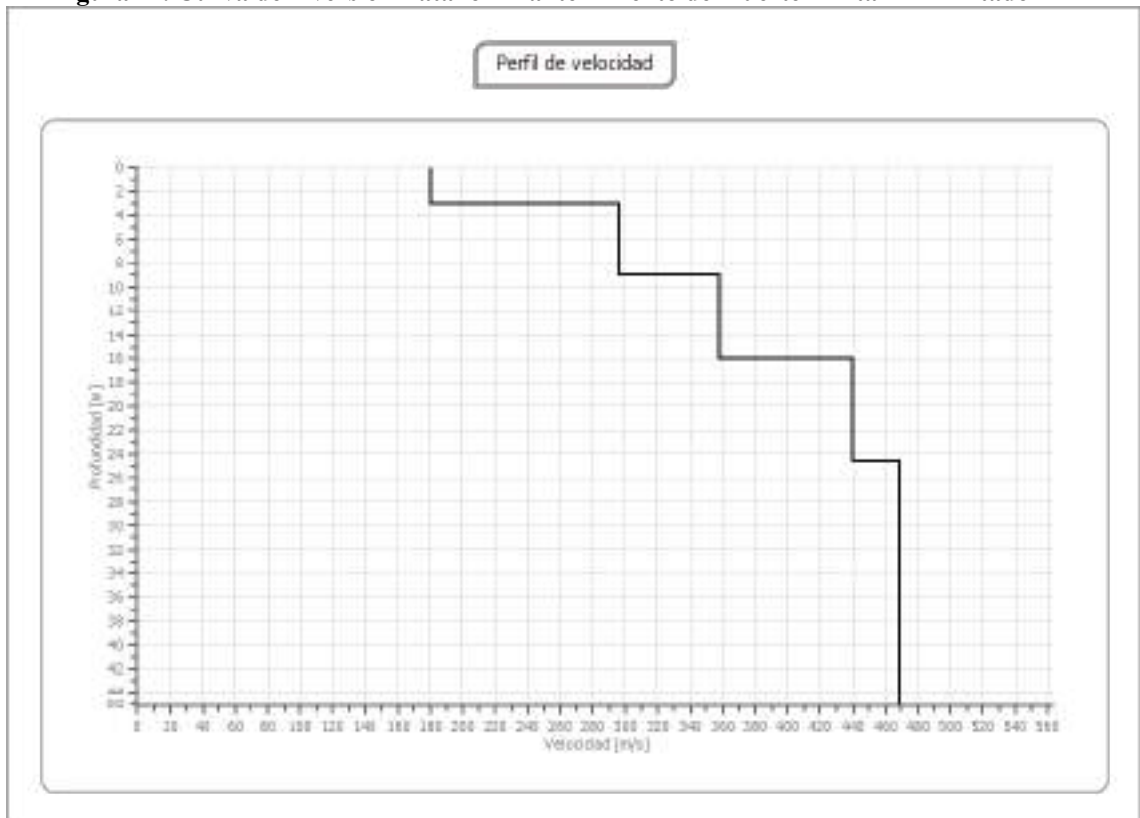


Figura 42. Perfil de velocidad del suelo Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

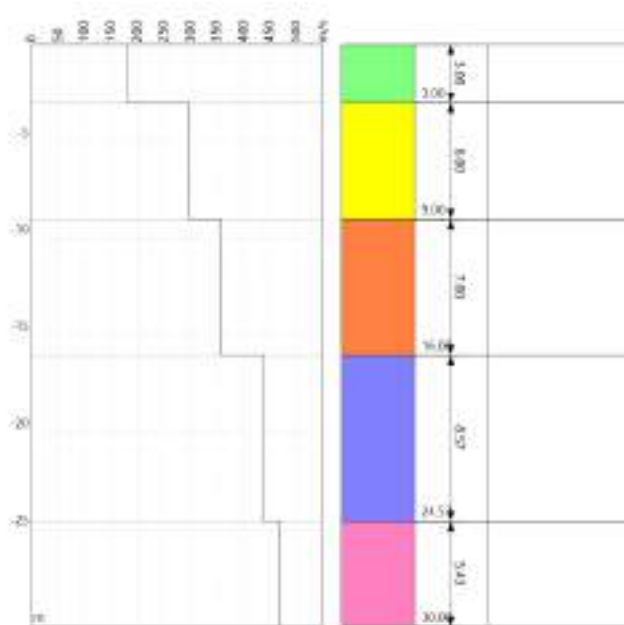


Figura 43. Velocidad en función de las capas del suelo Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Además, el perfil de velocidades se interpreta para obtener información de acuerdo a la estructura y composición del suelo. Dando como resultado, la siguiente tabla:

Tabla 61. Información detallada del suelo perteneciente al Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Profundidad [m]	Espesor [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densidad [kg/mc]	Coficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.00	3.00	179.94	293.84	1800.00	0.20	58.28	155.42	77.71	139.88	N/A	447.14
2	9.00	6.00	296.56	484.27	1800.00	0.20	158.30	422.14	211.07	379.93	N/A	N/A
3	16.00	7.00	357.80	584.28	1800.00	0.20	230.44	614.50	307.25	553.05	N/A	N/A
4	24.57	8.57	439.19	717.20	1800.00	0.20	347.21	925.88	462.94	833.29	N/A	N/A
5	30.00	5.43	469.16	766.14	1800.00	0.20	396.21	1056.55	528.27	950.89	0	N/A

G0: Módulo de deformación al corte.

Ed: Módulo edométrico.

M0: Módulo de compresibilidad volumétrica.

Ey: Módulo de Young.

Finalmente, el estudio geotécnico en el batallón de Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”, categoriza al suelo como tipo D según los parámetros establecidos en la NEC-15, ya que la velocidad de onda de corte es de 352.65 m/s. El suelo tipo D se caracteriza principalmente por ser depósitos de grano grueso de densidad media o de grano fino de consistencia media, con profundidades de sustrato superiores a 30 m. Estos suelos muestran una mejora de las propiedades mecánicas con la profundidad y presentan velocidades equivalentes de onda de corte entre 180 m/s y 360 m/s.

Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

El estudio geofísico con la técnica MASW se realizó en el batallón de Transporte del Fuerte Militar “El Pintado” el 20 de Julio del 2024 a las 12H:42. La información recopilada analiza el comportamiento de las ondas que se propagan al interior del suelo.

Tabla 62. Información de las trazas

N. trazas	24
Duración de adquisición [msec]	1002
Interdistancia geófonos [m]	5.0
Periodo de muestreo [msec]	0.5

El número de trazas son 24, ya que representan el total de sensores sísmicos denominados geófonos; colocados en el suelo con una interdistancia aproximada de 5m entre cada uno de ellos. El periodo de muestreo se realizó a 0.5msec con una duración de 1002msec. Dando como resultado la siguiente gráfica donde se evidencia las ondas propagadas al interior del suelo debido a la fuerza del martillo.

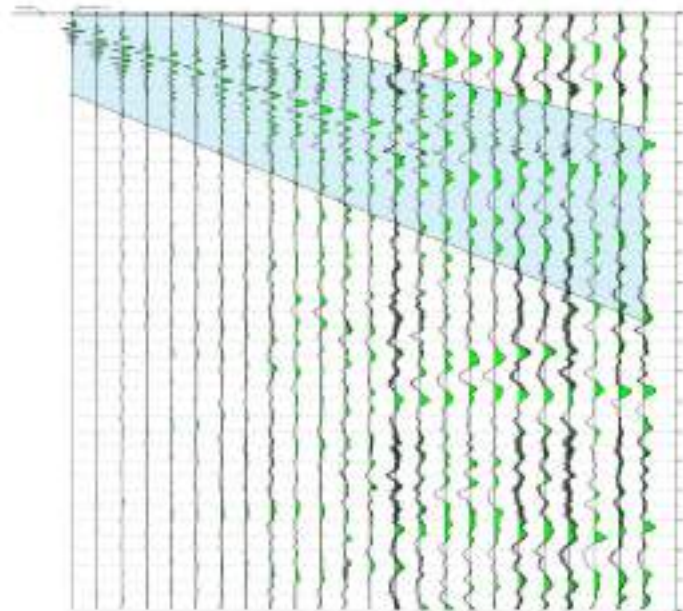


Figura 44. Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”: Ondas de propagación del suelo de acuerdo a la profundidad.

Los datos de tiempo registrados por los geófonos se transforman en frecuencias utilizando la transformada de Fourier lo que permite analizar la energía de las ondas en función de su frecuencia.

Tabla 63. Información de las frecuencias del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

Frecuencia mínima de elaboración [Hz]	1
Frecuencia máxima de elaboración [Hz]	60
Velocidad mínima de elaboración [m/sec]	1
Velocidad máxima de elaboración [m/sec]	800
Intervalo velocidad [m/sec]	1

Con dichos datos, se genera una curva de dispersión la cual es una representación gráfica entre la velocidad y la frecuencia. Permitiendo identificar las velocidades de ondas de acuerdo a las capas que posee el suelo.

Tabla 64. Datos generales de la curva de dispersión del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	frecuencia [Hz]	Velocidad [m/sec]	Modo
1	9.5	287.9	0
2	16.5	214.4	0
3	22.4	202.5	0
4	24.8	202.5	0
5	28.8	193.0	0
6	33.5	181.2	0
7	36.3	181.2	0
8	40.3	174.1	0
9	42.9	174.1	0
10	47.1	174.1	0
11	50.6	164.6	0
12	54.4	152.7	0
13	58.7	143.3	0

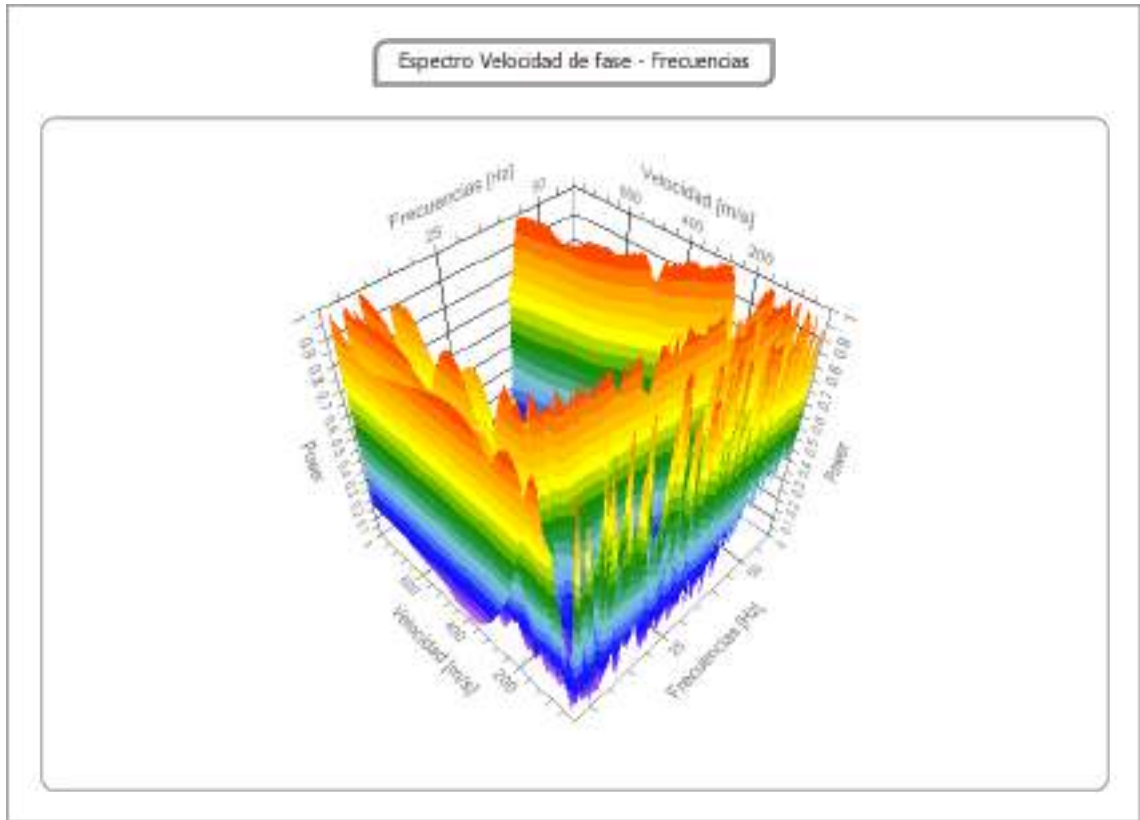


Figura 45. Espectro velocidad de fase- Frecuencias Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

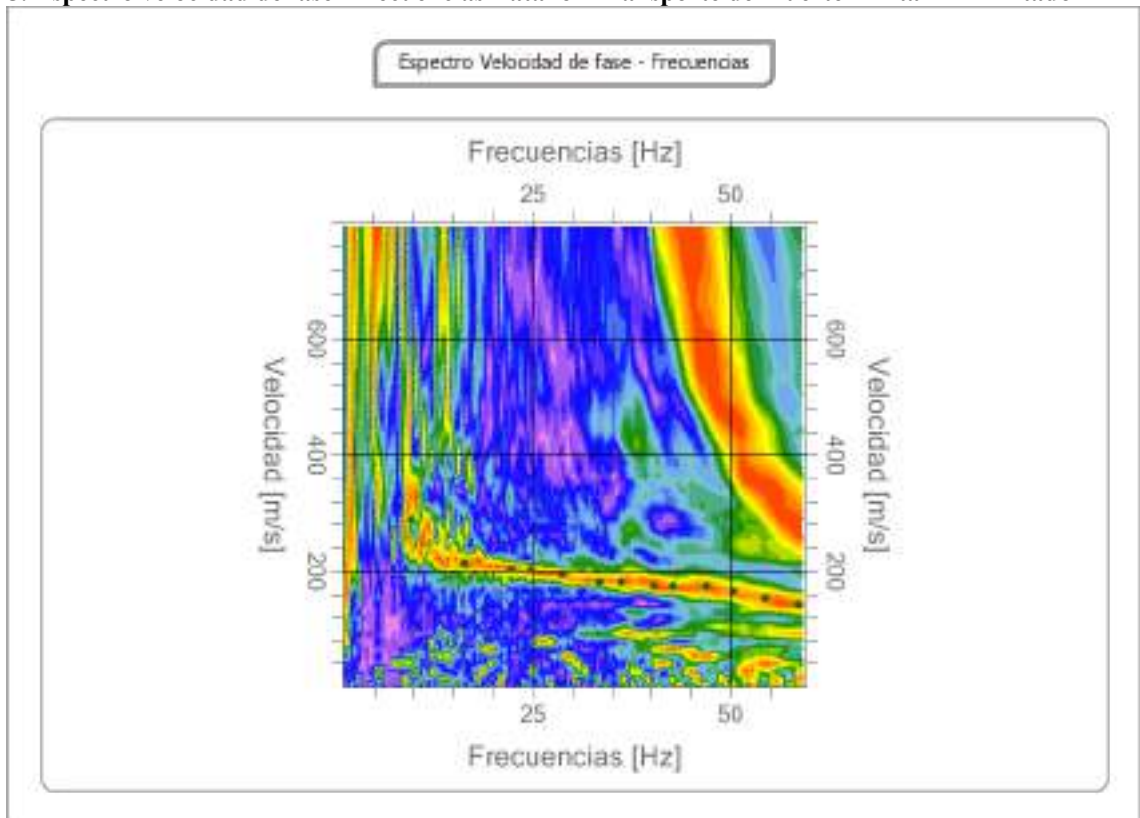


Figura 45. Espectro velocidad de fase- Frecuencias Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

Una vez obtenida la curva de dispersión se realizó el proceso de inversión con la finalidad de determinar el perfil de velocidades de las ondas superficiales en función de la profundidad del suelo. Este procedimiento se realiza ajustando los datos obtenidos a un modelo teórico.

Tabla 65. Datos de la curva de inversión Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Descripción	Profundidad [m]	Espesor [m]	Peso específico [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Nivel freático	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		3.00	3.00	1800.0	0.20	No	295.3	180.8
2		9.00	6.00	1800.0	0.20	No	473.5	290.0
3		14.00	5.00	1800.0	0.20	No	627.9	384.5
4		21.43	7.43	1800.0	0.20	No	693.2	424.5
5		oo	oo	1800.0	0.20	No	752.2	460.6

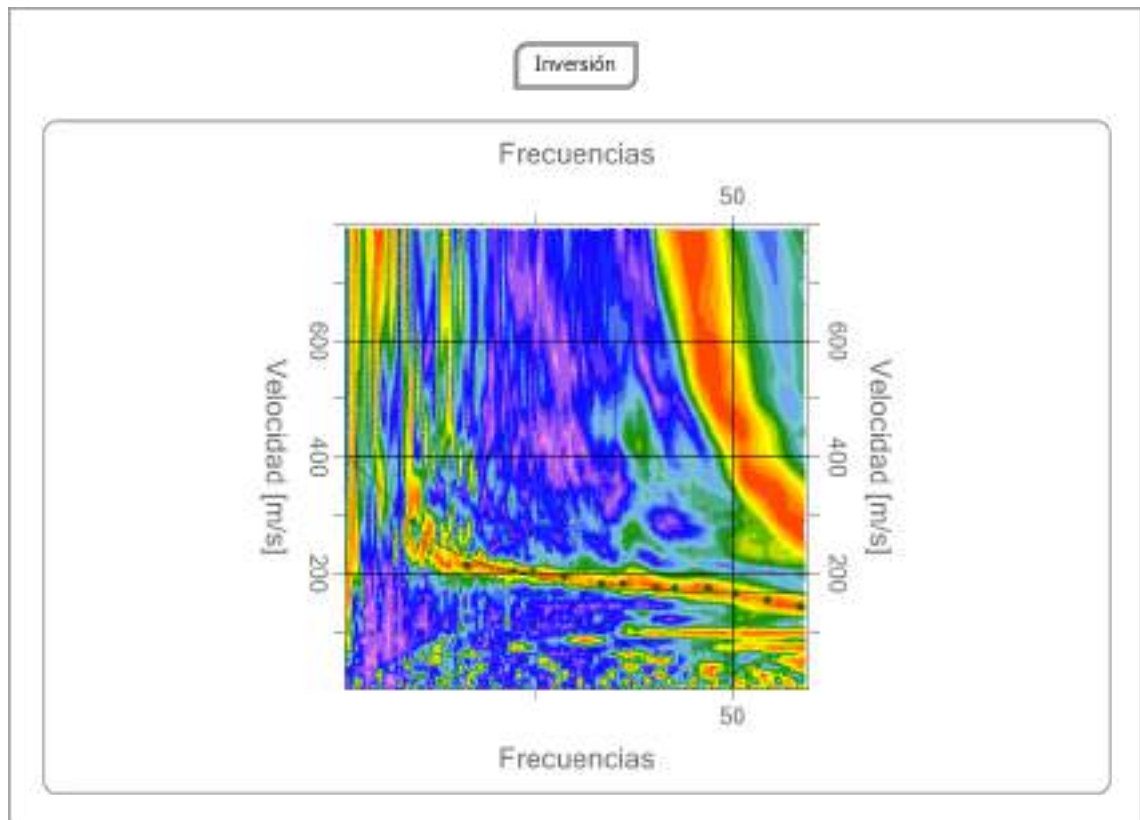


Figura 46. Curva de inversión Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

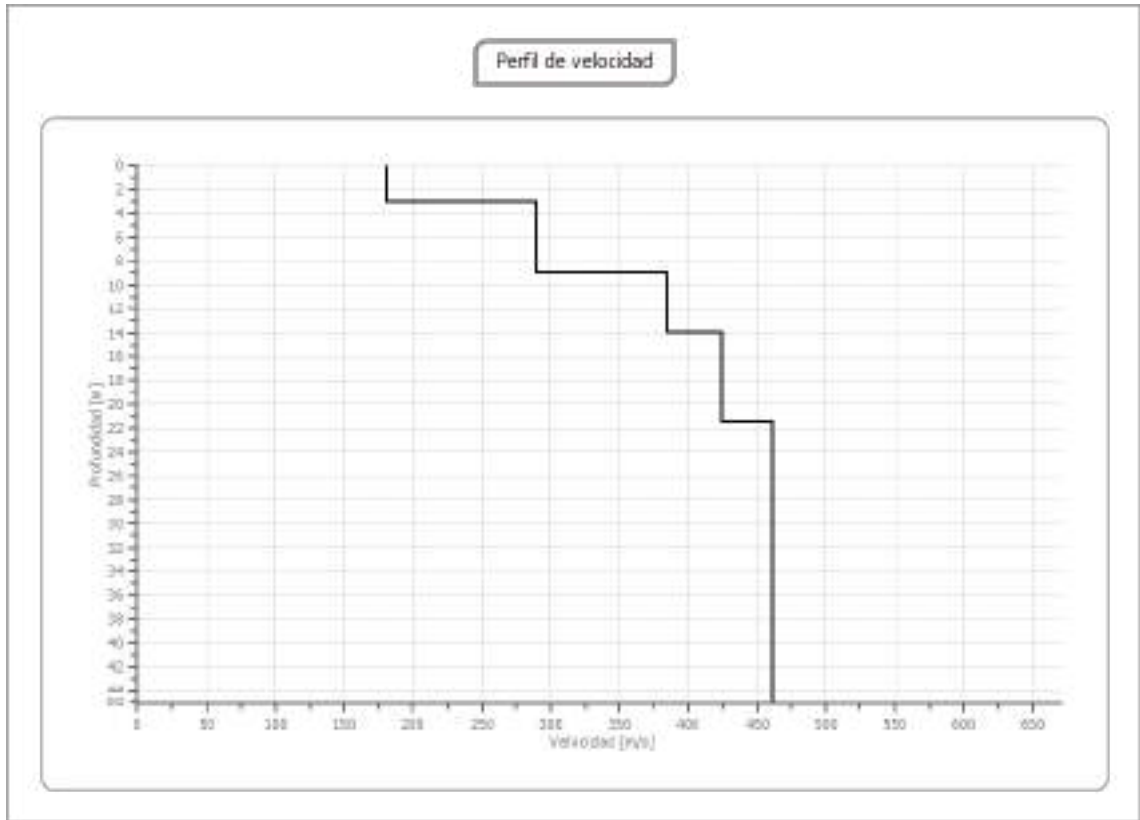


Figura 47. Perfil de velocidad del suelo Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

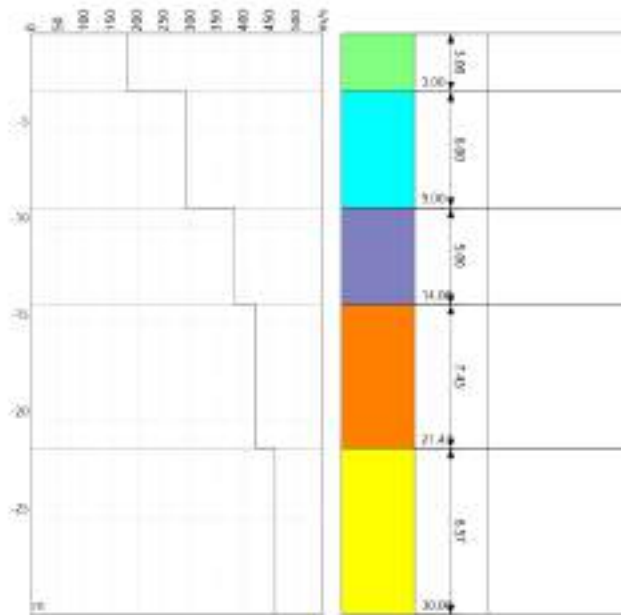


Figura 48. Velocidad en función de las capas del suelo Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

Además, el perfil de velocidades se interpreta para obtener información de acuerdo a la estructura y composición del suelo. Dando como resultado, la siguiente tabla:

Tabla 66. Información detallada del suelo perteneciente al Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

n.	Profundidad [m]	Espesor [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densidad [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	3.00	3.00	180.82	295.28	1800.00	0.20	58.85	156.94	78.47	141.24	N/A	458.20
2	9.00	6.00	289.98	473.54	1800.00	0.20	151.36	403.64	201.82	363.27	N/A	4918.81
3	14.00	5.00	384.51	627.90	1800.00	0.20	266.12	709.67	354.83	638.70	N/A	N/A
4	21.43	7.43	424.47	693.16	1800.00	0.20	324.32	864.84	432.42	778.36	N/A	N/A
5	oo	oo	460.61	752.17	1800.00	0.20	381.88	1018.36	509.18	916.52	0	N/A

G0: Módulo de deformación al corte.

Ed: Módulo edométrico.

M0: Módulo de compresibilidad volumétrica.

Ey: Módulo de Young.

Finalmente, el estudio geotécnico en el batallón de Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”, categoriza al suelo como tipo D según los parámetros establecidos en la NEC-15, ya que la velocidad de onda de corte es de 347.24 m/s. El suelo tipo D se caracteriza principalmente por ser depósitos de grano grueso de densidad media o de grano fino de consistencia media, con profundidades de sustrato superiores a 30 m. Estos suelos muestran una mejora de las propiedades mecánicas con la profundidad y presentan velocidades equivalentes de onda de corte entre 180 m/s y 360 m/s.

Características importantes del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Tabla 67. Datos generales del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Fuerte Militar “El Pintado”
Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Coordenadas:	774100.19 E 9972533.17 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2859 msnm.
Número de estructuras:	22


Tabla 68. Datos de los edificios que conforman el Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	<p>Administración (E1)</p> <p>La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, es una estructura pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA, regular en planta, regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con puertas de salida de emergencia, no se evidencia agrietamiento en elementos estructurales.</p>	
E2(1)	<p>Almacén transporte clase I (E2)</p> <p>La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada que cuenta con una sola planta, no posee edificaciones cercanas que puedan causar problemas de golpeteo, su relación largo ancho (28m x 16m, aproximadamente) es menor a 4, pero una de sus longitudes se aproxima a 30m, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, existen patologías en paredes debido a grietas presentes.</p>	
E3(1)	<p>Almacén transporte clase II (E3)</p> <p>La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada que cuenta con una sola planta, no posee edificaciones cercanas que puedan causar problemas de golpeteo, su relación largo ancho (28m x 16m, aproximadamente) es menor a 4, pero una de sus longitudes se aproxima a 30m, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, existen patologías en paredes debido a grietas presentes.</p>	
E4(1)	<p>Almacén transporte clase III-V (E4)</p> <p>La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada que cuenta con una sola planta, no posee edificaciones cercanas que puedan causar problemas de golpeteo, su relación largo ancho (28m x 16m, aproximadamente) es menor a 4, pero una de sus longitudes se aproxima a 30m, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, existen patologías en paredes debido a grietas presentes.</p>	
E5(1)	<p>Almacén transporte clase IV (E5)</p> <p>La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada que cuenta con una sola planta, no posee edificaciones cercanas que puedan causar problemas de golpeteo, su relación largo ancho (28m x 16m, aproximadamente) es menor a 4, pero una de sus longitudes se aproxima a 30m, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, existen patologías en paredes debido a grietas presentes.</p>	
E6(1)	<p>Almacén de armamento I (E6)</p>	

	<p>La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. Posee edificaciones adyacentes, pero no cuenta con ventanas, el estado de conservación es regular a pesar de que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia y entradas de luz natural.</p>	
E7	<p>Almacén de armamento 2 (E7) La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. Posee edificaciones adyacentes, pero no cuenta con ventanas, el estado de conservación es regular a pesar de que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia y entradas de luz natural.</p>	
E8(1)	<p>Almacén de armamento 3 (E8) La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. Posee edificaciones adyacentes, pero no cuenta con ventanas, el estado de conservación es regular a pesar de que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia y entradas de luz natural.</p>	
E9(1)	<p>Almacén de armamento 4 (E9) La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. Posee edificaciones adyacentes, pero no cuenta con ventanas, el estado de conservación es regular a pesar de que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia y entradas de luz natural.</p>	
E10(1)	<p>Almacén de armamento 5 (E10) La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. Posee edificaciones adyacentes, pero no cuenta con ventanas, el estado de conservación es regular a pesar de que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia y entradas de luz natural.</p>	
E11(1)	<p>Bodega-Intendencia Unidad (E11) La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 30 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada que cuenta con una sola planta, no posee edificaciones cercanas que puedan causar problemas de golpeteo, su relación largo ancho (27mx15m, aproximadamente) es menor a 4 pero una de sus longitudes se aproxima a 30m, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, existen patologías en paredes debido a</p>	

E12(1)	<p>grietas presentes en esquinas de ventanas, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado Bodega-Intendencia Ejercito (E12)</p> <p>La estructura presentada ha sido construida hace más de cincuenta años. Es una estructura con columnas y pórticos de acero. Además de una estructura de mampostería sin varillas de acero y un techo tipo deck. Según FEMA, es una planta típica que no tiene edificios adyacentes y presenta fallas en la mampostería como grietas, desplazamientos y hundimientos.</p>	
E13(2)	<p>Dormitorios bloque conscriptos (E13)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, es una estructura pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA, regular en planta, regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con puertas de salida de emergencia, no se evidencia agrietamiento en elementos estructurales.</p>	
E14(2)	<p>Oficinas/Auditorio (E14)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 50 años de construcción, considerándose una obra compuesta por un sistema estructural con pórticos de Hormigón Armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3), con columnas de hormigón armado y con vigas descolgadas cubiertas por cielo raso. Según FEMA es regular en planta y regular en elevación. No posee edificaciones adyacentes, está situado en un suelo tipo D, la edificación posee una relación largo menor a 4, el estado de conservación de la edificación es precaria ya que se presenta grietas en columnas, vigas y en paredes se presenta grietas en esquinas de ventanas y puertas.</p>	
E15(2)	<p>Oficinas/Dormitorio (E15)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales pórtico Acero con paredes mampostería de ladrillo y losa deck. (S5) Según FEMA es regular en planta y elevación. Además, no posee edificaciones adyacentes, el estado de conservación de la estructura es bueno, aunque existen grietas en la mampostería.</p>	
E16 (1)	<p>Aulas (E16)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra compuesta por un sistema estructural con pórticos de Hormigón Armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3), con columnas de hormigón armado y con vigas descolgadas cubiertas por cielo raso, según FEMA regular en planta y regular en elevación. No posee edificaciones adyacentes, está situado en un suelo tipo D, la edificación posee una relación largo mayor a 4, el estado de conservación de la edificación es regular ya que se presta grietas en columnas, vigas, losa y en</p>	

E17(4)	<p>paredes se presenta grietas en esquinas de ventanas y puertas.</p> <p>Edificio Twintza (E17)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado. El estado de conservación de la estructura es bueno.</p>	
E18(1)	<p>Bodegas (E18)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 50 años de construcción, considerándose una obra compuesta por un sistema estructural con pórticos de Hormigón Armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3), con columnas de hormigón armado y cubierta deck según FEMA regular en planta y regular en elevación. Posee edificaciones adyacentes, está situado en un suelo tipo D, la edificación posee una relación larga de 3, el estado de conservación de la edificación es precaria.</p>	
E19(1)	<p>Gimnasio (E19)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. Posee edificaciones adyacentes, pero no cuenta con ventanas, el estado de conservación es mala ya que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia, ni entradas de luz natural, y grietas en la mampostería.</p>	
E20(2)	<p>Dormitorios Bloque oficiales (E20)</p> <p>La construcción presentada data de más de 25 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en columnas, vigas, losas y paredes. La edificación posee una relación largo ancho menor a 4.</p>	
E21(3)	<p>Oficinas administrativas (E21)</p> <p>La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una edificación compuesta por un sistema estructural con pórticos de Hormigón Armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3), con columnas de hormigón armado y con vigas descolgadas cubiertas por cielo raso, según FEMA regular en planta y regular en elevación. No posee edificaciones adyacentes, está situado en un suelo tipo D, la edificación posee una relación largo igual a 3, el estado de conservación de la edificación es regular.</p>	



E22	<p>Capilla (E22)</p> <p>La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta e irregular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.</p>	
-----	--	---

Características importantes del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Tabla 69. Datos generales del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Fuerte Militar “El Pintado”
Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Coordenadas:	774076.05 E 9972388.53 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2853 msnm.
Número de estructuras:	21

Tabla 70. Datos de los edificios que conforman el Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E3(2)	<p>Oficinas principales (E3)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 50 años de construcción, considerándose una obra con materiales de esa época, no estructurales en columnas y vigas estructurales colocadas posteriormente con acero en la última etapa de colocación de cubierta, es regular en planta. No posee edificaciones adyacentes, el estado de conservación es deplorable ya que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia, ni entradas de luz natural, y grietas en la mampostería, así como fallas por deslizamiento.</p>	
E5 (1)	<p>Mantenimiento de vehículos en espera (E5)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. No posee edificaciones adyacentes, pero cuenta con ventanas. El estado de conservación de la obra es deplorable ya que tiene grietas en mampostería, y la unión con el acero. Pandeo de las viguetas que conforman parte</p>	

E6(1)	<p>de la cubierta Deck. Así mismo, hay roturas en la cubierta, lo que permiten el ingreso del agua a la edificación.</p> <p>Centro de mantenimiento-Taller (E6)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. No posee edificaciones adyacentes, pero cuenta con ventanas. El estado de conservación de la obra es deficiente. Ya que se han encontrado fisuras diagonales al puntal y falla por deslizamiento en las juntas.</p>	
E7(1)	<p>Taller Talabartería (E7)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. No posee edificaciones adyacentes, pero cuenta con ventanas y salida de emergencia. El estado de conservación de la obra es deficiente. Ya que se han encontrado fisuras diagonales al puntal y falla por deslizamiento en las juntas.</p>	
E8(1)	<p>Taller estructuras metálicas (E8)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por columnas de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada y cubierta deck(C3). Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido a que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes.</p>	
E9(1)	<p>Taller pintura (E9)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por columnas de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada y cubierta deck(C3). La edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular- baja puesto que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes. Además, no posee el parámetro de adyacencia ya que no tiene ninguna estructura cerca.</p>	
E10(2)	<p>Sandblasting (E10)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 60 años de construcción, sin considerar la colocación posterior de estructura de acero junto con la cubierta aproximadamente con un tiempo de vida de 20 años. Se trata de una estructura conformada por pórticos de acero, mampostería de ladrillo y cubierta deck con viguetas metálicas(C3). Esta estructura presenta ampliaciones verticales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido a que se evidencian grietas, afectaciones de humedad y aplastamiento en la zona central de paredes. Además, de la agregación de una terraza accesible generada con pórticos de acero, para controlar la falla existente en la estructura inferior.</p>	

E11(1)	<p>Oficinas F1 (E11)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una obra con elementos estructurales vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA es regular en planta. No posee edificaciones adyacentes, el estado de conservación es deficiente ya que posee paredes con humedad, sin salida de emergencia, ni entradas de luz natural, y grietas en la mampostería, así como fallas por deslizamiento.</p>	
E12(1)	<p>Oficinas F2 (E12)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales.</p>	
E13(1)	<p>Oficinas F3 (E13)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 45 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido a que se evidencian patologías severas en elementos estructurales.</p>	
E14(2)	<p>Oficinas F4 (E14)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 42 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales.</p>	
E15(2)	<p>Oficinas F5 (E15)</p> <p>La construcción presentada data de más de 35 años, considerándose una construcción con pórticos de acero con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, es regular en planta y regular en elevación, posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes. La edificación posee una relación largo ancho menor a 4.</p>	
E16(2)	Compañía de Comunicaciones 25 (E16)	

	<p>La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción con pórticos de acero con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, es regular en planta y regular en elevación, posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes. La edificación posee una relación largo ancho menor a 4.</p>	
E17(1)	<p>Dormitorios batallón mantenimiento (E18)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 30 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de acero, mampostería de ladrillo y cubierta deck con viguetas metálicas(C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular debido a que se evidencian grietas, afectaciones de humedad y aplastamiento en la zona central de paredes.</p>	
E18(1)	<p>Dormitorios mantenimiento ciudadanos (E19)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 30 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada y cubierta deck con viguetas metálicas(C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular debido a que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes y aplastamiento en la zona central de paredes.</p>	
E19(1)	<p>Bar-restaurante (E21)</p> <p>La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción con pórticos de acero con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, es regular en planta y regular en elevación, posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes. La edificación posee una relación largo ancho menor a 4.</p>	

Características importantes del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

Tabla 71. Datos generales del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Fuerte Militar “El Pintado”
Provincia:	Pichincha
Cantón:	Quito
Coordenadas:	774090.13 E 9972472.61 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2860 msnm.
Número de estructuras:	19

Tabla 72. Datos de los edificios que conforman el Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado”

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1	<p>Administración (E1)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 45 años de construcción, se trata de una estructura conformada por mampostería no reforzada con muros de carga (URM). Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido a que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes.</p>	
E2	<p>Museo (E2)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3). Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular puesto que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes.</p>	
E3	<p>Taller vehículos tácticos (E3)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 35 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3). Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular debido a que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes.</p>	
E4	<p>Taller vehículos civiles (E4)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 35 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3). Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular debido a que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes.</p>	
E5	<p>Prevención (E5)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3). Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación no posee ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido a que se evidencian patologías severas en elementos estructurales</p>	
E6	<p>Centro de mantenimiento transportes (E6)</p>	

	<p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de acero con muros de relleno de mampostería no reforzados (S5).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular debido a que se evidencian grietas en columnas y vigas, además de afectaciones de humedad en paredes.</p>	
E7	<p>Bodega de transportes (E7)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido a que se evidencian patologías severas en elementos estructurales</p>	
E8	<p>Dormitorios de conscriptos (E8)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 22 años de construcción, se trata de una estructura de dos plantas, conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular debido a que no se evidencian grietas considerables en columnas y vigas, no obstante, presentan ligeras afectaciones de humedad en paredes.</p>	
E9	<p>Departamento logístico (E9)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 30 años de construcción, se trata de una estructura de dos plantas, conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular debido a que no se evidencian grietas considerables en columnas y vigas, no obstante, presentan afectaciones de humedad en paredes y grietas de tipo II.</p>	
E10	<p>Aulas escuela (E10)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 32 años de construcción, se trata de una estructura de dos plantas, conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido a que se evidencian patologías severas en elementos estructurales</p>	
E11	<p>RRHH y estado mayor (E11)</p>	

	<p>La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura presenta ampliaciones horizontales, es regular en planta, pero no en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente debido que se evidencian patologías severas en elementos estructurales</p>	
E12	<p>Bodegas escuela (E12)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 26 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales</p>	
E13	<p>Oficina comando (E13)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 35 años de construcción, se trata de una estructura de dos plantas, conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular puesto que no se evidencian grietas considerables en columnas y vigas, no obstante, presentan afectaciones de humedad en paredes y grietas de tipo II.</p>	
E14	<p>Comedor (E14)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales</p>	
E15	<p>Oficina P2 y P3 (E15)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4. El estado de conservación de la estructura es regular puesto que no se evidencian grietas considerables en columnas y vigas, no obstante, presentan afectaciones de humedad en paredes y grietas de tipo II.</p>	

E16	<p>Gimnasio y casino de Oficiales (E16)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 33 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales, además que presenta afectaciones de humedad en paredes y grietas de tipo II.</p>	
E17	<p>Almacén uniformes disponibilidad (E17)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 45 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales, además que presenta afectaciones de humedad en paredes y grietas de tipo II.</p>	
E18	<p>Unidad financiera (E18)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 24 años de construcción, se trata de una estructura de dos plantas, conformada por pórticos de hormigón con muros de relleno de mampostería no reforzada (C3).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales, además que presenta afectaciones de humedad en paredes y grietas de tipo II.</p>	
E19	<p>Lavadora de ropa COLOG (E19)</p> <p>La edificación presentada tiene aproximadamente 35 años de construcción, se trata de una estructura conformada por pórticos de madera ligera en una sola planta (W1).</p> <p>Esta estructura no presenta ampliaciones verticales u horizontales, es regular tanto en planta como en elevación. El estado de conservación de la estructura es deficiente puesto que se evidencian patologías severas en elementos estructurales, además que presenta afectaciones de humedad en paredes y grietas de tipo II.</p>	

Edificios evaluados – Batallón Abastecimiento

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E10 del Batallón Abastecimiento, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 73. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base		GA	GB	GC	GD
1	Año de construcción				
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)			X	
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)				
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)				
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)				
	PUNTAJE BASE	45			

Aspectos generales GV1

Tabla 74. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
2	Número de pisos	X			
	GA: Menor a 4 pisos (post código)				
	GB: Mayor a 4 pisos (post código)				
	GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición)				
	GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)				
3	Tipo de Edificio FEMA				X
	GA: W1				
	GB: S1, S3				
	GC: S2, S4, S5, C2				
	GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				
4	Condición de golpeteo			X	
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				
	GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.				
5	Condición de adyacencia	X			
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				
	GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios				
	GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical				
	GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas				
6	Tipo de perfil de Suelo			X	
	GA: Tipo A y tipo B				
	GB: Tipo C				
	GC: Tipo D				
	GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)				

Tabla 53. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	0	120	80
Sumatoria	240			
Puntaje gv1	48,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 76. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4 GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4 GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.		X		
8	Irregularidades en planta GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión	X			
9	Irregularidades en elevación GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				X
10	Ampliaciones verticales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo	X			
11	Ampliaciones Horizontales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.			X	
12	Patologías en vigas GA: Vigas sin presencia de patologías GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera)	X			

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
	GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas				
13	Patologías en columnas				
	GA: Columnas sin presencia de patologías	X			
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.				
14	Patologías en losas				
	GA: Losas sin presencia de patologías				X
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)				
	GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)				
	GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				
15	Patología en paredes				
	GA: Paredes sin presencia de patologías				
	GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera)				
	GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.				X
	GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)				

Tabla 54. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	80	40	120	160
Sumatoria			400	
Puntaje gv1			44,44	

Aspectos generales GV3

Tabla 78. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores				X
	GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos				
	GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.				
	GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.				
	GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.				
17	Elementos no estructurales interiores				X
	GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación				
	GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación				
	GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación				
	GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico				

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
18	Estado de conservación de la edificación GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
19	Estado de conservación de cubiertas GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
20	Puertas de salida, o de Emergencia GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
21	Ventanas GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados. GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados. GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados. GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material				X
22	Accesibilidad inclusiva GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva				X

Tabla 79. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	0	0	240	400
Sumatoria			480	
Puntaje gv1			68,57	

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD

PUNTAJE BASE =					45,00				
I	Puntaje Base				GV1	I			
	12,5	22,5	45	55	48,00	x	0,225	=	10,80
GV1	0,225		0,225	0,1875	GV2	I			
GV2	0,1125		0,113	0,0938	44,44	x	0,113	=	5,02
GV3	0,0375		0,038	0,0313	GV3	I			
					68,57	x	0,038	=	2,61
V	=	Puntaje Base +GV			GV		=	18,43	
V	=	63,43							
60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado							X
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154							-
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía							-

Figura 49. Grado de Vulnerabilidad

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E1 del Batallón Abastecimiento, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 80. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base					
1	Año de construcción	GA	GB	GC	GD
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)		X		
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)				
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)				
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)				
	PUNTAJE BASE	22,5			

Aspectos generales GV1

Tabla 55. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)					
2	Número de pisos	GA	GB	GC	GD
	GA: Menor a 4 pisos (post código)		X		
	GB: Mayor a 4 pisos (post código)				
	GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición)				
	GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)				
3	Tipo de Edificio FEMA				X
	GA: W1				
	GB: S1, S3				
	GC: S2, S4, S5, C2				
	GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				
4	Condición de golpeteo		X		
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
	GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.				
5	Condición de adyacencia		X		
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				
	GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios				
	GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical				
	GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas				
6	Tipo de perfil de Suelo			X	
	GA: Tipo A y tipo B				
	GB: Tipo C				
	GC: Tipo D				
	GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)				

Tabla 82. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	60	600	80
Sumatoria	240			
Puntaje gv1	48,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 83. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho		X		
	GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4				
	GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m				
	GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4				
	GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.				
8	Irregularidades en planta		X		
	GA: La edificación es regular				
	GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas				
	GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes				
	GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión				
9	Irregularidades en elevación				X
	GA: La edificación es regular				
	GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos				
	GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo				
	GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				
10	Ampliaciones verticales	X			
	GA: Estructura no presenta ampliaciones				

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
	GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo				
11	Ampliaciones Horizontales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.	X			
12	Patologías en vigas GA: Vigas sin presencia de patologías GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas		X		
13	Patologías en columnas GA: Columnas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.		X		
14	Patologías en losas GA: Losas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera) GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera) GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				X
15	Patología en paredes GA: Paredes sin presencia de patologías GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera) GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho. GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)			X	

Tabla 84. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	40	160	60	160
Sumatoria		420		

Aspectos generales GV3

Tabla 85. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.		X		
17	Elementos no estructurales interiores GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico		X		
18	Estado de conservación de la edificación GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
19	Estado de conservación de cubiertas GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
20	Puertas de salida, o de Emergencia GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
21	Ventanas GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados. GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados. GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados. GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material				X
22	Accesibilidad inclusiva GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva				X

Tabla 86. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	0	80	120	240
Sumatoria			440	
Puntaje gv1			62,86	

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD				
PUNTAJE BASE =				22,5
I	Puntaje Base			
	12,5	22,5	45	55
	GV1	0,225	0,225	0,1875
	GV2	0,1125	0,113	0,0938
GV3	0,0375	0,038	0,0313	
V = Puntaje Base +GV		GV = 18,41		
V = 40,91				
60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	-	
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	X	
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-	

Figura 50. Grado de Vulnerabilidad

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E20 del Batallón Abastecimiento, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 87. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base					
1	Año de construcción	GA	GB	GC	GD
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)		X		

Puntaje base	
GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)	
GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)	
GD: Antes de 1977 (Sin Norma)	
PUNTAJE	22,5
BASE	

Aspectos generales GV1

Tabla 88. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
2	Número de pisos GA: Menor a 4 pisos (post código) GB: Mayor a 4 pisos (post código) GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición) GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)	X			
3	Tipo de Edificio FEMA GA: W1 GB: S1, S3 GC: S2, S4, S5, C2 GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				X
4	Condición de golpeteo GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.		X		
5	Condición de adyacencia GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas	X			
6	Tipo de perfil de Suelo GA: Tipo A y tipo B GB: Tipo C GC: Tipo D GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)				X

Tabla 89. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	40	60	80
Sumatoria	220			
Puntaje gv1	44,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 90. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4 GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4 GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.	X			
8	Irregularidades en planta GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión	X			
9	Irregularidades en elevación GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				X
10	Ampliaciones verticales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo	X			
11	Ampliaciones Horizontales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.	X			
12	Patologías en vigas GA: Vigas sin presencia de patologías GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas	X			
13	Patologías en columnas GA: Columnas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.	X			
14	Patologías en losas GA: Losas sin presencia de patologías				X

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)					
GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)					
GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa					
15	Patología en paredes				X
GA: Paredes sin presencia de patologías					
GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera)					
GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.					
GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)					

Tabla 91. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	120	0	60	160
Sumatoria			340	
Puntaje gv1			37,78	

Aspectos generales GV3

Tabla 56. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores				X
GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos					
GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.					
GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.					
GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.					
17	Elementos no estructurales interiores				X
GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación					
GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación					
GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación					
GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico					
18	Estado de conservación de la edificación				X
GA: Muy Bueno					
GB: Bueno					
GC: Regular					
GD: Deficiente					
19	Estado de conservación de cubiertas				X
GA: Muy Bueno					
GB: Bueno					
GC: Regular					
GD: Deficiente					
20	Puertas de salida, o de Emergencia				X

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
21 Ventanas					
GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados.					
GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados.					
GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados.					
GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material					
22 Accesibilidad inclusiva					
GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva					

Tabla 93. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	80	0	0	400
Sumatoria		320		
Puntaje gv1		45,71		

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD						
PUNTAJE BASE =				22,5		
I	Puntaje Base				GV1	I
	12,5	22,5	45	55	44,00 x 0,225	= 9,90
GV1	0,225		0,225	0,1875	GV2	I
GV2	0,1125		0,113	0,0938	37,78 x 0,1125	= 4,25
GV3	0,0375		0,038	0,0313	GV3	I
					45,71 x 0,0375	= 1,71

V	=	Puntaje Base +GV
V	=	38,36

GV	=	15,86
----	---	-------

60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	-
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	X

Figura 51. Grado de Vulnerabilidad

Edificios evaluados – Batallón Mantenimiento

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E9 del Batallón Mantenimiento, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 94. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base		GA	GB	GC	GD
1	Año de construcción				
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)			X	
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)				
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)				
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)				
	PUNTAJE BASE	45			

Aspectos generales GV1

Tabla 95. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
2	Número de pisos	X			
	GA: Menor a 4 pisos (post código)				
	GB: Mayor a 4 pisos (post código)				
	GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición)				
	GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)				
3	Tipo de Edificio FEMA				X
	GA: W1				
	GB: S1, S3				
	GC: S2, S4, S5, C2				
	GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				
4	Condición de golpeteo			X	
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				
	GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo $[\Delta(p) \times 5 \text{ cm}]$				
	GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo $[\Delta(p) \times 5 \text{ cm}]$				
	GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.				
5	Condición de adyacencia	X			
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				
	GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios				

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas					
6	Tipo de perfil de Suelo GA: Tipo A y tipo B GB: Tipo C GC: Tipo D GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)			X	

Tabla 96. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	0	120	80
Sumatoria	240			
Puntaje gv1	48,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 97. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4 GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4 GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.		X		
8	Irregularidades en planta GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión	X			
9	Irregularidades en elevación GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				X
10	Ampliaciones verticales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo	X			
11	Ampliaciones Horizontales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas			X	

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
	GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.				
12	Patologías en vigas GA: Vigas sin presencia de patologías GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas	X			
13	Patologías en columnas GA: Columnas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.	X			
14	Patologías en losas GA: Losas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera) GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera) GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				X
15	Patología en paredes GA: Paredes sin presencia de patologías GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera) GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho. GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)			X	

Tabla 98. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	80	40	120	160
Sumatoria			400	
Puntaje gv1			44,44	

Aspectos generales GV3

Tabla 99. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.			X	

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
	GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.				
17	Elementos no estructurales interiores GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico			X	
18	Estado de conservación de la edificación GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
19	Estado de conservación de cubiertas GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
20	Puertas de salida, o de Emergencia GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
21	Ventanas GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados. GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados. GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados. GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material				X
22	Accesibilidad inclusiva GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva				X

Tabla 100. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	0	0	240	400
Sumatoria			480	
Puntaje gv1			68,57	

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD																
PUNTAJE BASE =		45,00														
I	Puntaje Base															
	12,5	22,5	45	55												
	GV1	0,225	0,225	0,1875												
	GV2	0,1125	0,113	0,0938												
GV3	0,0375	0,038	0,0313													
V = Puntaje Base +GV		GV = 18,43														
V = 65,32																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">60 < V ≤ 80</td> <td style="text-align: center; background-color: red; color: white;">Alto</td> <td style="text-align: center;">Realizar análisis estructural detallado</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">40 < V ≤ 60</td> <td style="text-align: center; background-color: yellow;">Medio</td> <td style="text-align: center;">Evaluar mediante FEMA P-154</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">20 < V ≤ 40</td> <td style="text-align: center; background-color: green;">Bajo</td> <td style="text-align: center;">Considerar recomendaciones de esta guía</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>					60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	X	40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-	20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-
60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	X													
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-													
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-													

Figura 52. Grado de Vulnerabilidad

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E19 del Batallón Mantenimiento, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 101. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base				
1	Año de construcción	GA	GB	GC GD
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)		X	
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)			
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)			
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)			
	PUNTAJE	22,5		
	BASE			

Aspectos generales GV1

Tabla 102. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)				
2	Número de pisos	GA	GB	GC GD
			X	

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
	GA: Menor a 4 pisos (post código) GB: Mayor a 4 pisos (post código) GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición) GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)				
3	Tipo de Edificio FEMA GA: W1 GB: S1, S3 GC: S2, S4, S5, C2 GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				X
4	Condición de golpeteo GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.		X		
5	Condición de adyacencia GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas		X		
6	Tipo de perfil de Suelo GA: Tipo A y tipo B GB: Tipo C GC: Tipo D GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)				X

Tabla 103. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	60	600	80
Sumatoria	240			
Puntaje gv1	48,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 104. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4 GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4 GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.		X		
8	Irregularidades en planta GA: La edificación es regular		X		

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
	GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas				
	GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes				
	GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión				
9	Irregularidades en elevación				X
	GA: La edificación es regular				
	GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos				
	GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo				
	GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				
10	Ampliaciones verticales	X			
	GA: Estructura no presenta ampliaciones				
	GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción				
	GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo				
	GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo				
11	Ampliaciones Horizontales	X			
	GA: Estructura no presenta ampliaciones				
	GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas				
	GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo				
	GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.				
12	Patologías en vigas		X		
	GA: Vigas sin presencia de patologías				
	GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas				
13	Patologías en columnas		X		
	GA: Columnas sin presencia de patologías				
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.				
14	Patologías en losas				X
	GA: Losas sin presencia de patologías				
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)				
	GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)				
	GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				
15	Patología en paredes		X		
	GA: Paredes sin presencia de patologías				
	GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera)				

Aspectos generales (GV2)	GA	GB	GC	GD
GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho. GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)				

Tabla 105. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	40	160	60	160
Sumatoria			420	
Puntaje gv1			46,67	

Aspectos generales GV3

Tabla 106. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)	GA	GB	GC	GD
16 Elementos no estructurales exteriores GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.		X		
17 Elementos no estructurales interiores GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico		X		
18 Estado de conservación de la edificación GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
19 Estado de conservación de cubiertas GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
20 Puertas de salida, o de Emergencia GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
21 Ventanas GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados. GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados. GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados.				X

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material					
22	Accesibilidad inclusiva				X
GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva					

Tabla 107. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	0	80	120	240
Sumatoria			440	
Puntaje gv1			62,86	

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD						
PUNTAJE BASE =			22,5			
I	Puntaje Base				<i>GV1</i>	<i>I</i>
	12,5	22,5	45	55	48,00	x 0,225 = 10,80
GV1	0,225		0,225	0,1875	<i>GV2</i>	<i>I</i>
GV2	0,1125		0,113	0,0938	46,67	x 0,1125 = 5,25
GV3	0,0375		0,038	0,0313	<i>GV3</i>	<i>I</i>
					62,86	x 0,0375 = 2,36
V	=	Puntaje Base +GV			GV = 18,41	
V	=	59,16				
60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado			-	
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154			X	
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía			-	

Figura 53. Grado de Vulnerabilidad

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E2 del Batallón Mantenimiento, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 108. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base					
1	Año de construcción	GA	GB	GC	GD
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)		X		
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)				
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)				
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)				
	PUNTAJE BASE	22,5			

Aspectos generales GV1

Tabla 109. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)						
2	Número de pisos		GA	GB	GC	GD
	GA: Menor a 4 pisos (post código)		X			
	GB: Mayor a 4 pisos (post código)					
	GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición)					
	GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)					
3	Tipo de Edificio FEMA					GD
	GA: W1					
	GB: S1, S3					
	GC: S2, S4, S5, C2					
	GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX					
4	Condición de golpeteo			GB		
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo			X		
	GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]					
	GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]					
	GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.					
5	Condición de adyacencia		GA			
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo		X			
	GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios					
	GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical					
	GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas					
6	Tipo de perfil de Suelo					GC
	GA: Tipo A y tipo B					
	GB: Tipo C					
	GC: Tipo D					
	GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)					

Tabla 110. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
A				

Resultado	40	40	60	80
Sumatoria	220			
Puntaje gv1	44,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 111. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4 GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4 GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.	X			
8	Irregularidades en planta GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión	X			
9	Irregularidades en elevación GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				X
10	Ampliaciones verticales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo	X			
11	Ampliaciones Horizontales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.	X			
12	Patologías en vigas GA: Vigas sin presencia de patologías GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas	X			
13	Patologías en columnas				

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
	GA: Columnas sin presencia de patologías	X			
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.				
14	Patologías en losas				X
	GA: Losas sin presencia de patologías				
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)				
	GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)				
	GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				
15	Patología en paredes			X	
	GA: Paredes sin presencia de patologías				
	GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera)				
	GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.				
	GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)				

Tabla 112. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	120	0	60	160
Sumatoria		340		
Puntaje gv1		37,78		

Aspectos generales GV3

Tabla 113. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores	X			
	GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos				
	GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.				
	GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.				
	GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.				
17	Elementos no estructurales interiores	X			
	GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación				
	GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación				
	GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación				

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico					
18	Estado de conservación de la edificación	X			
GA: Muy Bueno					
GB: Bueno					
GC: Regular					
GD: Deficiente					
19	Estado de conservación de cubiertas	X			
GA: Muy Bueno					
GB: Bueno					
GC: Regular					
GD: Deficiente					
20	Puertas de salida, o de Emergencia				X
GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos					
21	Ventanas				X
GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados.					
GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados.					
GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados.					
GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material					
22	Accesibilidad inclusiva				X
GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva					
GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva					

Tabla 114. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	80	0	0	400
Sumatoria			320	
Puntaje gv1			45,71	

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD				
PUNTAJE BASE =				22,5
I	Puntaje Base			
	12,5	22,5	45	55
GV1	0,225	0,225	0,1875	
GV2	0,1125	0,113	0,0938	
		GV1	I	
		44,00	x 0,225	= 9,90
		GV2	I	
		37,78	x 0,1125	= 4,25
		GV3	I	

GV3	0,0375	0,038	0,0313	45,71	x	0,0375	=	1,71
V	=	Puntaje Base +GV						
V	=	36,14		GV	=	15,86		

60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	-
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	X

Figura 54. Grado de Vulnerabilidad

Edificios evaluados – Batallón Transporte

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E7 del Batallón Transporte, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 115. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base		GA	GB	GC	GD
1	Año de construcción				
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)			X	
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)				
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)				
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)				
	PUNTAJE BASE	45			

Aspectos generales GV1

Tabla 116. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
2	Número de pisos		X		
	GA: Menor a 4 pisos (post código)				
	GB: Mayor a 4 pisos (post código)				
	GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición)				
	GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)				
3	Tipo de Edificio FEMA				X
	GA: W1				
	GB: S1, S3				
	GC: S2, S4, S5, C2				
	GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				
4	Condición de golpeteo			X	
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
	GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm]				
	GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.				
5	Condición de adyacencia	X			
	GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo				
	GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios				
	GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical				
	GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas				
6	Tipo de perfil de Suelo			X	
	GA: Tipo A y tipo B				
	GB: Tipo C				
	GC: Tipo D				
	GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)				

Tabla 117. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	0	120	80
Sumatoria	240			
Puntaje gv1	48,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 118. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho		X		
	GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4				
	GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m				
	GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4				
	GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.				
8	Irregularidades en planta	X			
	GA: La edificación es regular				
	GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas				
	GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes				
	GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión				
9	Irregularidades en elevación				X
	GA: La edificación es regular				
	GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos				
	GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo				
	GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
10	Ampliaciones verticales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo	X			
11	Ampliaciones Horizontales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.			X	
12	Patologías en vigas GA: Vigas sin presencia de patologías GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas	X			
13	Patologías en columnas GA: Columnas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.	X			
14	Patologías en losas GA: Losas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera) GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera) GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				X
15	Patología en paredes GA: Paredes sin presencia de patologías GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera) GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho. GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)			X	

Tabla 119. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	80	40	120	160
Sumatoria		400		

Aspectos generales GV3

Tabla 120. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.			X	
17	Elementos no estructurales interiores GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico			X	
18	Estado de conservación de la edificación GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
19	Estado de conservación de cubiertas GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente			X	
20	Puertas de salida, o de Emergencia GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
21	Ventanas GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados. GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados. GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados. GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material				X
22	Accesibilidad inclusiva GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva				X

Tabla 121. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	0	0	240	400
Sumatoria			480	
Puntaje gv1			68,57	

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD																																		
PUNTAJE BASE =			45,00																															
I	Puntaje Base																																	
	12,5	22,5	45	55																														
GV1	0,225		0,225	0,1875																														
GV2	0,1125		0,113	0,0938																														
GV3	0,0375		0,038	0,0313																														
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td><i>GV1</i></td> <td><i>I</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>48,00</td> <td>x</td> <td>0,225</td> <td>=</td> <td>10,80</td> </tr> <tr> <td><i>GV2</i></td> <td><i>I</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>44,44</td> <td>x</td> <td>0,113</td> <td>=</td> <td>5,02</td> </tr> <tr> <td><i>GV3</i></td> <td><i>I</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>68,57</td> <td>x</td> <td>0,038</td> <td>=</td> <td>2,61</td> </tr> </table>					<i>GV1</i>	<i>I</i>				48,00	x	0,225	=	10,80	<i>GV2</i>	<i>I</i>				44,44	x	0,113	=	5,02	<i>GV3</i>	<i>I</i>				68,57	x	0,038	=	2,61
<i>GV1</i>	<i>I</i>																																	
48,00	x	0,225	=	10,80																														
<i>GV2</i>	<i>I</i>																																	
44,44	x	0,113	=	5,02																														
<i>GV3</i>	<i>I</i>																																	
68,57	x	0,038	=	2,61																														
V	=	Puntaje Base +GV		GV = 18,43																														
V	=	61,34																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>60 < V ≤ 80</td> <td>Alto</td> <td>Realizar análisis estructural detallado</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>40 < V ≤ 60</td> <td>Medio</td> <td>Evaluar mediante FEMA P-154</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>20 < V ≤ 40</td> <td>Bajo</td> <td>Considerar recomendaciones de esta guía</td> <td>-</td> </tr> </table>					60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	X	40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-	20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-																		
60 < V ≤ 80	Alto	Realizar análisis estructural detallado	X																															
40 < V ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	-																															
20 < V ≤ 40	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-																															

Figura 55. Grado de Vulnerabilidad

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E13 del Batallón Transporte, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 122. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base					
1	Año de construcción	GA	GB	GC	GD
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)		X		

Puntaje base	
GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)	
GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)	
GD: Antes de 1977 (Sin Norma)	
PUNTAJE	22,5
BASE	

Aspectos generales GV1

Tabla 123. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
2	Número de pisos GA: Menor a 4 pisos (post código) GB: Mayor a 4 pisos (post código) GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición) GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)	X			
3	Tipo de Edificio FEMA GA: W1 GB: S1, S3 GC: S2, S4, S5, C2 GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				X
4	Condición de golpeteo GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.		X		
5	Condición de adyacencia GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas		X		
6	Tipo de perfil de Suelo GA: Tipo A y tipo B GB: Tipo C GC: Tipo D GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)				X

Tabla 124. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	60	600	80
Sumatoria	240			
Puntaje gv1	48,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 125. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4		X		

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
	GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m				
	GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4				
	GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.				
8	Irregularidades en planta		X		
	GA: La edificación es regular				
	GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas				
	GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes				
	GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión				
9	Irregularidades en elevación				X
	GA: La edificación es regular				
	GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos				
	GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo				
	GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				
10	Ampliaciones verticales	X			
	GA: Estructura no presenta ampliaciones				
	GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción				
	GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo				
	GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo				
11	Ampliaciones Horizontales	X			
	GA: Estructura no presenta ampliaciones				
	GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas				
	GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo				
	GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.				
12	Patologías en vigas		X		
	GA: Vigas sin presencia de patologías				
	GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas				
13	Patologías en columnas		X		
	GA: Columnas sin presencia de patologías				
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera)				
	GC: Grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera)				
	GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.				
14	Patologías en losas				X
	GA: Losas sin presencia de patologías				
	GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)				

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)					
GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa					
15	Patología en paredes			X	
GA: Paredes sin presencia de patologías					
GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera)					
GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.					
GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)					

Tabla 126. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	40	160	60	160
Sumatoria			420	
Puntaje gv1			46,67	

Aspectos generales GV3

Tabla 127. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores		X		
GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos					
GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.					
GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.					
GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.					
17	Elementos no estructurales interiores		X		
GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación					
GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación					
GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación					
GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico					
18	Estado de conservación de la edificación			X	
GA: Muy Bueno					
GB: Bueno					
GC: Regular					
GD: Deficiente					
19	Estado de conservación de cubiertas			X	
GA: Muy Bueno					
GB: Bueno					
GC: Regular					
GD: Deficiente					

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
20 Puertas de salida, o de Emergencia	GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
21 Ventanas	GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados. GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados. GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados. GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material				X
22 Accesibilidad inclusiva	GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva				X

Tabla 128. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	0	80	120	240
Sumatoria		440		
Puntaje gv1		62,86		

Cálculo de vulnerabilidad

VULNERABILIDAD																																		
PUNTAJE BASE =		22,5																																
I	Puntaje Base																																	
	12,5	22,5	45	55																														
GV1	0,225	0,225	0,1875																															
GV2	0,1125	0,113	0,0938																															
GV3	0,0375	0,038	0,0313																															
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">V</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: none;">Puntaje Base +GV</td> <td style="border: none;">GV</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: none;">18,41</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">V</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: none;">59,26</td> <td colspan="3" style="border: none;"></td> </tr> </table>					V	=	Puntaje Base +GV	GV	=	18,41	V	=	59,26																					
V	=	Puntaje Base +GV	GV	=	18,41																													
V	=	59,26																																
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">GV1</td> <td style="border: none;">I</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">48,00</td> <td style="border: none;">x</td> <td style="border: none;">0,225</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: none;">10,80</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">GV2</td> <td style="border: none;">I</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">46,67</td> <td style="border: none;">x</td> <td style="border: none;">0,1125</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: none;">5,25</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">GV3</td> <td style="border: none;">I</td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">62,86</td> <td style="border: none;">x</td> <td style="border: none;">0,0375</td> <td style="border: none;">=</td> <td style="border: none;">2,36</td> </tr> </table>					GV1	I				48,00	x	0,225	=	10,80	GV2	I				46,67	x	0,1125	=	5,25	GV3	I				62,86	x	0,0375	=	2,36
GV1	I																																	
48,00	x	0,225	=	10,80																														
GV2	I																																	
46,67	x	0,1125	=	5,25																														
GV3	I																																	
62,86	x	0,0375	=	2,36																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%; text-align: center;">$60 < V \leq 80$</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Alto</td> <td style="width: 50%;">Realizar análisis estructural detallado</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$40 < V \leq 60$</td> <td style="text-align: center;">Medio</td> <td>Evaluar mediante FEMA P-154</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">$20 < V \leq 40$</td> <td style="text-align: center;">Bajo</td> <td>Considerar recomendaciones de esta guía</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> </table>					$60 < V \leq 80$	Alto	Realizar análisis estructural detallado	-	$40 < V \leq 60$	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	X	$20 < V \leq 40$	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-																		
$60 < V \leq 80$	Alto	Realizar análisis estructural detallado	-																															
$40 < V \leq 60$	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154	X																															
$20 < V \leq 40$	Bajo	Considerar recomendaciones de esta guía	-																															

Figura 56. Grado de Vulnerabilidad

A continuación, se describe el formulario completo del edificio E1 del Batallón Transporte, detallando el análisis y la aplicación de la guía FEMA P-1000 elaborada por (Ballesteros & Caizaguano, 2020).

Puntaje base

Tabla 129. Año de construcción (Puntaje Base)

Puntaje base					
1	Año de construcción	GA	GB	GC	GD
	GA: Después del año 2015 (NEC 15)		X		
	GB: Entre el 2001 y 2014 (CEC 2000)				
	GC: Entre 1977 y 2000 (CEC 77)				
	GD: Antes de 1977 (Sin Norma)				
	PUNTAJE BASE	22,5			

Aspectos generales GV1

Tabla 130. Aspectos generales (GV1)

Aspectos generales (GV1)					
		GA	GB	GC	GD
2	Número de pisos GA: Menor a 4 pisos (post código) GB: Mayor a 4 pisos (post código) GC: Menor a 3 pisos (Periodo de transición) GD: Condiciones no contempladas (Pre-código - periodo de transición)		X		
3	Tipo de Edificio FEMA GA: W1 GB: S1, S3 GC: S2, S4, S5, C2 GD: C1, C3, PC, RM, URM, MX				X
4	Condición de golpeteo GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GC: El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [$\Delta(p) \times 5$ cm] GD: Sin presencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad.		X		
5	Condición de adyacencia GA: No presenta edificios cercanos que puedan causar problema de golpeteo GB: El edificio se encuentra en una fila de más de tres edificios GC: Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical GD: Existe un edificio adyacente con más de dos plantas		X		

Aspectos generales (GV1)		GA	GB	GC	GD
6	Tipo de perfil de Suelo GA: Tipo A y tipo B GB: Tipo C GC: Tipo D GD: Tipo E y F* (* Requiere ingeniero especialista)			X	

Tabla 131. Puntaje GV1

Categoría	G	GB	GC	GD
	A			
Resultado	40	40	60	80
Sumatoria	220			
Puntaje gv1	44,00			

Aspectos generales GV2

Tabla 132. Aspectos generales (GV2)

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
7	Relación Largo Ancho GA: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4 GB: La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m GC: La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4 GD: a edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m.	X			
8	Irregularidades en planta GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Vigas no alineadas con las columnas o Abertura en diafragmas GC: La edificación presenta: esquinas reentrantes GD: La edificación presenta: Sistemas no paralelos o Torsión	X			
9	Irregularidades en elevación GA: La edificación es regular GB: La edificación presenta: Desnivel de terreno moderada o Niveles divididos GC: La edificación presenta: Desnivel de terreno severo (pendiente mayor 14%) o Retroceso en el plano o Pared de sótano sin refuerzo GD: La edificación presenta: Columnas cortas o Piso blando/débil o Retroceso fuera del plano				X
10	Ampliaciones verticales GA: Estructura no presenta ampliaciones GB: Ampliación de una planta más pequeña que la principal. Una o más plantas con la misma configuración en planta e igual sistema de construcción GC: Una o más plantas con la misma configuración estructural que la principal, pero con diferente sistema constructivo GD: Una o más plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo	X			
11	Ampliaciones Horizontales GA: Estructura no presenta ampliaciones	X			

Aspectos generales (GV2)		GA	GB	GC	GD
	GB: Ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas GC: Edificio con igual sistema constructivo, pero con una diferencia de número de plantas. Ampliación con diferente sistema constructivo GD: Ampliación con diferente sistema constructivo y diferencia en el número de plantas.				
12	Patologías en vigas GA: Vigas sin presencia de patologías GB: Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas	X			
13	Patologías en columnas GA: Columnas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera) GC: Grietas en columnas por presión en la fundación, afectaciones tipo II (metálica o madera) GD: Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera), pandeo de columnas.	X			
14	Patologías en losas GA: Losas sin presencia de patologías GB: Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera) GC: Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera) GD: Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa				X
15	Patología en paredes GA: Paredes sin presencia de patologías GB: Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (láminas metálicas y de madera) GC: Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (láminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho. GD: Fractura o grietas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III (láminas metálicas y de madera)			X	

Tabla 133. Puntaje GV2

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	120	0	60	160
Sumatoria			340	
Puntaje gv1			37,78	

Aspectos generales GV3

Tabla 134. Aspectos generales (GV3)

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
16	Elementos no estructurales exteriores GA: No hay presencia de elementos no estructurales altos GB: Elementos con adecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc.	X			

Aspectos generales (GV3)		GA	GB	GC	GD
	GC: Elementos con inadecuada colocación, fijación, empotramiento con la estructura, etc. GD: Elementos con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico.				
17	Elementos no estructurales interiores GA: Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación GB: Los elementos no estructurales internos presentan una regular colocación e implementación GC: Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación GD: Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico	X			
18	Estado de conservación de la edificación GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente	X			
19	Estado de conservación de cubiertas GA: Muy Bueno GB: Bueno GC: Regular GD: Deficiente	X			
20	Puertas de salida, o de Emergencia GA: 75 – 100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GB: 50 – 74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GC: 25 – 49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos GD: 0 – 24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos				X
21	Ventanas GA: 75 – 100% de las ventanas tienen vidrios templados. GB: 50 – 74% de las ventanas tienen vidrios templados. GC: 25 – 49% de las ventanas tienen vidrios templados. GD: 0 – 24% de las ventanas tienen vidrios templados. Mayoría de vidrios con otro material				X
22	Accesibilidad inclusiva GA: Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva GB: Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GC: En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva GD: No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva				X

Tabla 135. Puntaje GV3

Categoría	GA	GB	GC	GD
Resultado	80	0	0	400
Sumatoria			320	
Puntaje gv1			45,71	

Cálculo de vulnerabilidad

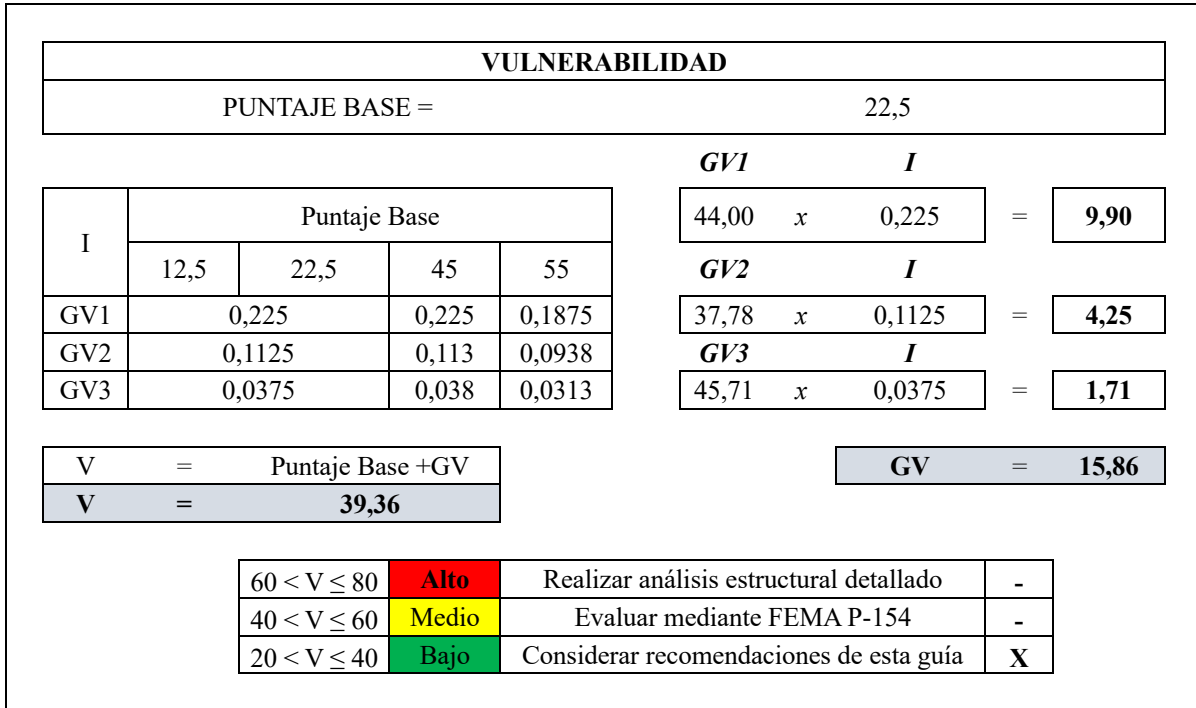


Figura 56. Grado de Vulnerabilidad

Anexo fotográfico de edificios evaluados más vulnerables del Fuerte Militar “El Pintado”.

A continuación, se presenta un anexo fotográfico de los edificios evaluados más vulnerables de todos los batallones del Fuerte Militar “El Pintado”.

Tabla 136. EDIFICIO COMIL ANTIGUO

LUGAR: EDIFICIO COMIL ANTIGUO; Número de pisos, Condición de golpeteo, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas, Patologías en paredes



Tabla 137. AULAS COMIL

LUGAR: AULAS COMIL; Número de pisos, Condición de golpeteo, Patologías en losas, Patologías en paredes





Tabla 138. OFICINAS

LUGAR: OFICINAS; Número de pisos, Condición de golpeteo, Patologías en losas, Patologías en paredes,

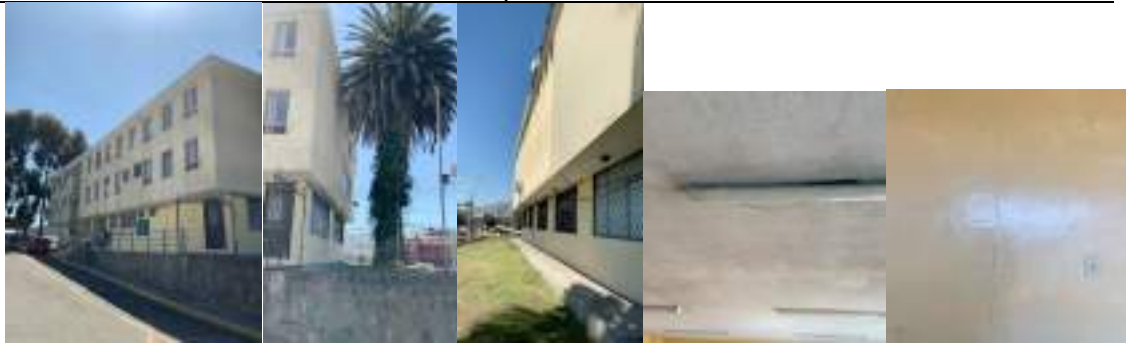


Tabla 139. BODEGAS COMIL

LUGAR: BODEGAS COMIL; Número de pisos, Condición de golpeteo, Patologías en losas, Patologías en paredes



Tabla 140. AULAS COMIL

LUGAR: AULAS COMIL; Vista general



Tabla 141. ADMINISTRACIÓN (E1)

LUGAR: ADMINISTRACIÓN (E1); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas, Patologías en paredes



Tabla 142. LUGAR: MUSEO (E2)

LUGAR: MUSEO (E2); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas y losas, Patologías en paredes



Tabla 143. PREVENCIÓN (E5)

LUGAR: PREVENCIÓN (E5); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas y paredes





Tabla 144. CENTRO DE MANTENIMIENTO (E6)

LUGAR: CENTRO DE MANTENIMIENTO (E6); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas <<cubiertas>>, Patologías en paredes



Tabla 145. BODEGA DE TRANSPORTES (E7)

LUGAR: BODEGA DE TRANSPORTES (E7); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas, Patologías en paredes





Tabla 146. DORMITORIOS DE CONSCRIPTOS (E8)

LUGAR: DORMITORIOS DE CONSCRIPTOS (E8); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas y paredes



Tabla 147. DEPARTAMENTO LOGISTICA (E9)

LUGAR: DEPARTAMENTO LOGISTICA (E9); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas y losas, Patologías en paredes





Tabla 148. RRHH Y ESTADO MAYOR (E11)

LUGAR: RRHH Y ESTADO MAYOR (E11); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas, Patologías en paredes



Tabla 149. OFICINA COMANDO (E13)

LUGAR: OFICINA COMANDO (E13); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas y columnas, Patologías en losas y paredes



Tabla 150. OFICINAS P2 Y P3 (E15)

LUGAR: OFICINAS P2 Y P3 (E15); Número de pisos Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas y columnas, Patologías en losas y paredes



Tabla 151. ALMACÉN UNIFORMES (E17)

LUGAR: ALMACÉN UNIFORMES (E17); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas y columnas, Patologías en losas y paredes



Tabla 152. UNIDAD FINANCIERA (E18)

LUGAR: UNIDAD FINANCIERA (E18); Número de pisos, tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas y paredes



Tabla 153. LAVADORA COLOG (E19)

LUGAR: LAVADORA COLOG (E19); Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en losas, Patologías en paredes



Tabla 154. ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO DE ARMAMENTO 3

LUGAR: ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO DE ARMAMENTO 3; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en columnas, Patologías en paredes



Tabla 155. ALMACÉN DE ARMAMENTO 5

LUGAR: ALMACÉN DE ARMAMENTO 5; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Condición de golpeteo



Tabla 156. ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO MATERIAL AC

LUGAR: ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO MATERIAL AC; Número de pisos, Patologías en columnas, Estado de conservación de cubiertas, Puertas de salida, o de emergencia



Tabla 157. ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO DE REPUESTO 3

LUGAR: ALMACÉN DE ABASTECIMIENTO DE REPUESTO 3; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en columnas, Puertas de salida, o de emergencia



Tabla 158. ALMACÉN DE TRANSPORTE CLASE 1

LUGAR: ALMACÉN DE TRANSPORTE CLASE 1; Número de pisos, Irregularidad en elevación, Patologías en paredes,



Tabla 159. DORMITORIOS ESCUELA

LUGAR: DORMITORIOS ESCUELA; Número de pisos, Irregularidad en planta, Ampliaciones verticales



Tabla 160. GIMNASIO

LUGAR: GIMNASIO; Patologías en vigas



Tabla 161. OFICINAS Y AUDITORIO

LUGAR: OFICINAS Y AUDITORIO; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en paredes, Ventanas,



Tabla 162. AULAS

LUGAR: AULAS; Número de pisos, Estado de conservación de cubiertas,



Tabla 163. Edificio Twintza

LUGAR: Edificio Twintza; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA



Tabla 164. Bodegas

LUGAR: Bodegas; Número de pisos, Patologías en vigas



Tabla 165. Comedor

LUGAR: Comedor; Número de piso, Tipo de edificio FEMA, Patologías en columnas, Patologías en paredes

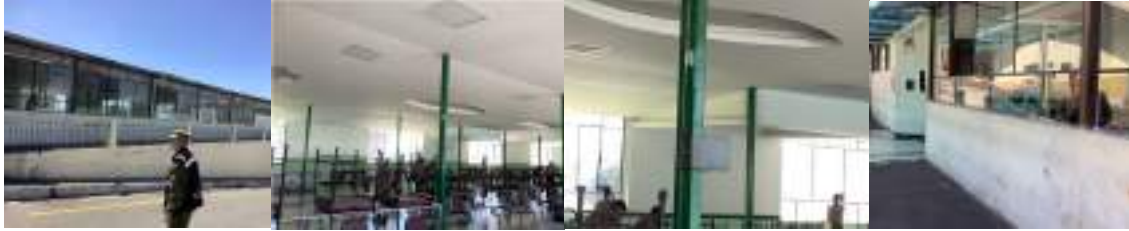


Tabla 166. Gimnasio

LUGAR: Gimnasio; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas



Tabla 167. Comedor oficiales

LUGAR: Comedor oficiales; Número de pisos, Patologías en columnas, Patologías en paredes



Tabla 168. Dormitorios alumnos

LUGAR: Dormitorios alumnos; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en paredes



Tabla 169. Capilla

LUGAR: Capilla; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en vigas, Patologías en paredes

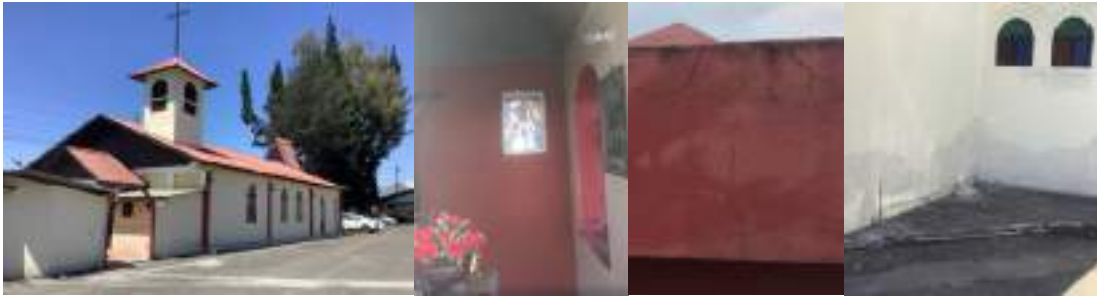


Tabla 170. Bar- Restaurante

LUGAR: Bar- Restaurante; Número de pisos, Patologías en vigas, Patologías en paredes



Tabla 171. Garita escuela de servicios

LUGAR: Garita escuela de servicios; Número de pisos, Tipo de edificio FEMA, Patologías en paredes



A continuación, se presentan los resultados de los edificios evaluados con la guía FEMA P-100, en cada uno de los batallones del Fuerte Militar “El Pintado”.

Batallón Abastecimiento

Tabla 172. Vulnerabilidad Total del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Edificio	Uso	V	Elemento de Terreno	V Total	
E1	Oficinas	45,71	Media	3,52	
E2	Bodega	52,13	Media	1,00	
E3	Bodega	52,13	Media	1,00	
E4	Bodega	52,13	Media	1,00	
E5	Bodega	63,43	Alta	1,22	
E6	Bodega	63,43	Alta	1,22	
E7	Bodega	63,43	Alta	1,22	
E8	Bodega	63,43	Alta	1,22	
E9	Bodega	63,43	Alta	1,22	
E10	Bodega	63,43	Alta	1,22	51,82
E11	Bodega	54,25	Media	1,04	
E12	Bodega	56,16	Media	1,08	
E13	Coliseo	59,26	Media	4,56	
E14	Oficinas	53,16	Media	4,09	
E15	Oficinas	55,19	Media	4,25	
E16	Aulas	36,96	Baja	2,84	
E17	Aulas	53,16	Media	4,09	
E18	Bodega	43,26	Media	0,83	
E19	Coliseo	59,16	Media	4,55	
E20	Coliseo	38,36	Baja	2,95	
E21	Oficinas	55,62	Media	4,28	
E22	Coliseo	44,36	Media	3,41	



Figura 57. Esquema de vulnerabilidad del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”

Tabla 173. Capacidad de respuesta del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado

Capacidad de Respuesta [Cr= 68,00]			
60 < Cr < 80	Alto	Mantener el POE, Reuniones esporádicas	X
40 < Cr < 60	Medio	Reformular aspectos relevantes POE	
20 < Cr < 40	Bajo	Reformular completamente o crear POE	

Tabla 174. Riesgo global del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado

Coefficiente de Capacidad	Riesgo Global	Categoría
$Si Cr \leq 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (V + 240)}{48000}$	X	D
$Si Cr > 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (170 - V)}{13500}$	NE = 1	Estimación del riesgo global alto
C= 1,09	Rg=47,35	

Tabla 175. Resultados del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado

Nº	Nombre del Batallón de la Unidad Militar	V total	Cr	C	Rg	Categoría
1	Batallón Abastecimiento - Fuerte Militar “El Pintado	51,82	80,00	1,09	47,35	D

Tabla 176. Porcentajes de Edificaciones según su norma de construcción

	Año de Construcción			
	NEC 2015	CEC 2000	CEC 77	Sin Norma
Nº de Edificios	0	14	6	0
Porcentaje	0%	63,63%	36,37%	0%

Tabla 177. Porcentajes de tipo de estructuras

	W1	S1/S3	S2/S4/S5/C2	C1/C3/PC/RM/URM
	Nº de Edificios	0	6	16
Porcentaje	0%	27,28%	72,72%	0%

Tabla 178. Porcentajes de estado de conservación general de las edificaciones

	Estado de conservación de las edificaciones			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
Nº de Edificios	2	12	5	3
Porcentaje	9,09%	54,54%	22,72%	13,64%

Tabla 179. Porcentaje general según el cumplimiento de parámetros de puertas

	Puertas de salida, o de emergencia			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
Nº de Edificios	2	10	6	4
Porcentaje	9,09%	45,45%	27,27%	18,18%

Tabla 180. Porcentaje general según el cumplimiento de parámetros de ventanas

Ventanas de Vidrio Templado				
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	1	11	7	3
Porcentaje	4,55%	50,00%	31,82%	13,64%

Tabla 181. Porcentaje general según el cumplimiento de accesibilidad inclusiva

Accesibilidad inclusiva				
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	2	7	8	5
Porcentaje	9,09%	31,82%	36,36%	22,73%

Batallón Mantenimiento**Tabla 182. Vulnerabilidad Total del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado**

Edificio	Uso	V	Elemento de Terreno	V Total		
E1	Bodega	52,36	Media	1	0,92	
E2	Oficinas	36,14	Baja	4	2,54	
E3	Oficinas	36,14	Baja	4	2,54	
E4	Bodega	61,14	Alta	1	1,07	
E5	Bodega	61,14	Alta	1	1,07	
E6	Bodega	55,16	Media	1	0,97	
E7	Bodega	65,32	Alta	1	1,15	
E8	Bodega	65,32	Alta	1	1,15	
E9	Bodega	65,32	Alta	1	1,15	
E10	Bodega	36,89	Baja	1	0,65	55,31
E11	Oficinas	54,25	Media	4	3,81	
E12	Oficinas	56,16	Media	4	3,94	
E13	Oficinas	62,34	Alta	4	4,37	
E14	Oficinas	62,34	Alta	4	4,37	
E15	Oficinas	62,34	Alta	4	4,37	
E16	Coliseo	62,34	Alta	4	4,37	
E17	Bodega	53,16	Media	1	0,93	
E18	Coliseo	53,26	Media	4	3,74	
E19	Coliseo	59,16	Media	4	4,15	
E20	Oficinas	59,16	Media	4	4,15	
E21	Comedor	55,62	Media	4	3,90	



Figura 58. Esquema de vulnerabilidad del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado

Tabla 183. Capacidad de respuesta del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado

Capacidad de Respuesta [Cr= 68,00]			
$60 < Cr < 80$	Alto	Mantener el POE, Reuniones esporádicas	X
$40 < Cr < 60$	Medio	Reformular aspectos relevantes POE	
$20 < Cr < 40$	Bajo	Reformular completamente o crear POE	

Tabla 184. Riesgo global del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado

Coefficiente de Capacidad	Riesgo Global	Categoría
$Si Cr \leq 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (V + 240)}{48000}$	X	D
$Si Cr > 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (170 - V)}{13500}$	NE = 1	Estimación del riesgo global alto
C= 1,11	Rg=49,95	

Tabla 185. Resultados del Batallón Mantenimiento del Fuerte Militar “El Pintado

Nº	Nombre del Batallón de la Unidad Militar	V total	Cr	C	Rg	Categoría
1	Batallón Mantenimiento - Fuerte Militar “El Pintado	55,31	80,00	1,11	49,95	D

Tabla 186. Porcentajes de Edificaciones según su norma de construcción

	Año de Construcción			
	NEC 2015	CEC 2000	CEC 77	Sin Norma
N° de Edificios	1	15	5	0
Porcentaje	4,76%	71,43%	23,81%	0%

Tabla 187. Porcentajes de tipo de estructuras

	W1	S1/S3	S2/S4/S5/C2	C1/C3/PC/RM/URM
N° de Edificios	0	8	13	0
Porcentaje	0%	38,10%	61,90%	0%

Tabla 188. Porcentajes de estado de conservación general de las edificaciones

	Estado de conservación de las edificaciones			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	2	9	7	3
Porcentaje	9,52%	42,86%	33,33%	14,29%

Tabla 189. Porcentaje general según el cumplimiento de parámetros de puertas

	Puertas de salida, o de emergencia			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	1	10	8	2
Porcentaje	4,76%	47,62%	38,10%	9,52%

Tabla 190. Porcentaje general según el cumplimiento de parámetros de ventanas

	Ventanas de Vidrio Templado			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	3	6	7	5
Porcentaje	14,29%	28,57%	33,33%	23,81%

Tabla 191. Porcentaje general según el cumplimiento de accesibilidad inclusiva

	Accesibilidad inclusiva			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	2	5	10	4
Porcentaje	9,52%	23,81%	47,62%	19,05%

Batallón Transporte**Tabla 192. Vulnerabilidad Total del Batallón Transporte del Fuerte Militar "El Pintado"**

Edificio	Uso	V	Elemento de Terreno	V Total
E1	Oficinas	39,36	Baja	2,71
E2	Coliseo	52,13	Media	3,60
E3	Bodega	52,13	Media	0,90
E4	Bodega	52,13	Media	0,90
E5	Oficinas	61,34	Alta	4,23
E6	Bodega	61,34	Alta	1,06
E7	Bodega	61,34	Alta	1,06
E8	Coliseo	61,34	Alta	4,23
E9	Oficinas	61,34	Alta	4,23
E10	Aulas	61,34	Alta	4,23
				55,75

Edificio	Uso	V	Elemento de Terreno	V Total	
E11	Oficinas	54,25	Media	4	3,74
E12	Bodega	56,16	Media	1	0,97
E13	Oficinas	59,26	Media	4	4,09
E14	Comedor	53,16	Media	4	3,67
E15	Oficinas	55,19	Media	4	3,81
E16	Coliseo	36,96	Baja	4	2,55
E17	Bodega	63,06	Alta	1	1,09
E18	Oficinas	63,06	Alta	4	4,35
E19	Coliseo	63,06	Alta	4	4,35



Figura 59. Esquema de vulnerabilidad del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado

Tabla 193. Capacidad de respuesta del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado

Capacidad de Respuesta [Cr= 68,00]			
60 < Cr < 80	Alto	Mantener el POE, Reuniones esporádicas	X
40 < Cr < 60	Medio	Reformular aspectos relevantes POE	
20 < Cr < 40	Bajo	Reformular completamente o crear POE	

Tabla 194. Riesgo global del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado

Coefficiente de Capacidad	Riesgo Global	Categoría
$Si Cr \leq 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (V + 240)}{48000}$	X	D
$Si Cr > 50 \rightarrow C = \frac{(Cr + 100) * (170 - V)}{13500}$	NE = 1	Estimación del riesgo global alto
C= 1,11	Rg=50,27	

Tabla 195. Resultados del Batallón Transporte del Fuerte Militar “El Pintado

N°	Nombre del Batallón de la Unidad Militar	V total	Cr	C	Rg	Categoría
1	Batallón Transporte - Fuerte Militar “El Pintado	55,75	80,00	1,11	50,27	D

Tabla 196. Porcentajes de Edificaciones según su norma de construcción

	Año de Construcción			
	NEC 2015	CEC 2000	CEC 77	Sin Norma
N° de Edificios	2	11	6	0
Porcentaje	10,53%	57,89%	31,58%	0%

Tabla 197. Porcentajes de tipo de estructuras

	W1	S1/S3	S2/S4/S5/C2	C1/C3/PC/RM/URM
N° de Edificios	0	8	11	0
Porcentaje	0%	42,11%	57,89%	0%

Tabla 198. Porcentajes de estado de conservación general de las edificaciones

	Estado de conservación de las edificaciones			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	3	9	5	2
Porcentaje	15,79%	47,37%	26,32%	10,53%

Tabla 199. Porcentaje general según el cumplimiento de parámetros de puertas

	Puertas de salida, o de emergencia			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	1	8	7	3
Porcentaje	5,26%	42,11%	36,84%	15,79%

Tabla 200. Porcentaje general según el cumplimiento de parámetros de ventanas

	Ventanas de Vidrio Templado			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	2	10	4	3
Porcentaje	10,53%	52,63%	21,05%	15,79%

Tabla 201. Porcentaje general según el cumplimiento de accesibilidad inclusiva

	Accesibilidad inclusiva			
	Muy bueno	Bueno	Regular	Deficiente
N° de Edificios	1	6	8	4
Porcentaje	5,26%	31,58%	42,11%	21,05%

Tabla 202. Porcentajes de categoría de Batallones del Fuerte Militar “El Pintado”, según Riesgo Global

	Categoría	
	C	D
N° de Instituciones	3	0
Porcentaje	100,00%	0,00%

Tabla 203. Porcentajes de Vulnerabilidad Total de Batallones del Fuerte Militar “El Pintado”

Vulnerabilidad Total			
	Alta	Media	Baja
N° de Instituciones	0	3	0
Porcentaje	0,00%	100,00%	0,00%

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Los resultados obtenidos de los 22 edificios del Batallón Abastecimiento del Fuerte Militar “El Pintado”, reflejan que está clasificado como tipo D, dentro de la categoría: riesgo global alto. De igual manera los 21 edificios que pertenecen al Batallón Mantenimiento se sitúan dentro de la categoría D y por parte de las 19 edificaciones restante de la unidad militar fueron evaluadas de igual manera con la guía FEMA P-1000, dando como resultado que el Batallón Transporte pertenece al grupo de la categoría D.

El deterioro estructural significativo: La presencia de grietas en columnas, fisuras en paredes (verticales, diagonales y horizontales) y bloques afectados indican un deterioro estructural significativo, lo que podría comprometer la integridad de la infraestructura del Fuerte Militar “El Pintado” en un evento sísmico. De igual manera, la vulnerabilidad de elementos no estructurales: ventanas rotas, cubiertas en mal estado y antiguas, así como pisos en mal estado, sugieren que los elementos no estructurales también están en condiciones deficientes, lo que podría aumentar el riesgo de lesiones y daños en caso de un sismo.

Corrosión y deterioro por humedad: la observación de vigas oxidadas y la presencia de humedad en paredes, techos y columnas evidencian un problema de corrosión y deterioro por humedad. Esto no solo afecta la durabilidad de los materiales, sino que también puede reducir la capacidad de desempeño de las estructuras para resistir fuerzas sísmicas. Se resalta la necesidad de intervención urgente debido a que el conjunto de daños observados, incluyendo columnas agrietadas, fisuras en paredes y cubiertas en mal estado, sugiere la necesidad de una intervención urgente para reparar y reforzar la infraestructura crítica del Fuerte Militar “El Pintado”, a fin de reducir su vulnerabilidad sísmica.

El riesgo de colapso parcial: las grietas en columnas y las fisuras en las paredes indican un alto riesgo de colapso parcial o fallo estructural en un evento sísmico, lo que podría comprometer la seguridad de los ocupantes y la operatividad de la instalación. Así como, el impacto en la funcionalidad: la combinación de los problemas observados podría afectar gravemente el normal desarrollo de las actividades administrativas y operativas del Fuerte Militar, especialmente durante un evento sísmico, donde la integridad de la estructura es crítica para la respuesta de emergencia.

El peligro de desprendimiento de materiales: las fisuras en las paredes y vigas oxidadas representan un peligro de desprendimiento de materiales durante un sismo, lo cual podría causar daños a las personas y a otros elementos de la infraestructura. Y la degradación acelerada por condiciones ambientales: la alta humedad observada, particularmente en las paredes, techos y

columnas, sugiere que las condiciones ambientales están contribuyendo a la degradación acelerada de los materiales, lo que a su vez incrementa el riesgo en un escenario sísmico.

Por lo tanto, el riesgo para la seguridad de los ocupantes: las múltiples deficiencias estructurales y no estructurales, representan una amenaza directa para la seguridad de los ocupantes, quienes podrían sufrir lesiones graves durante un evento sísmico. Y el potencial agravamiento en futuros eventos sísmicos, dado el estado actual de deterioro, cualquier evento sísmico futuro, incluso de magnitud moderada, podrían agravar significativamente los daños existentes, llevando potencialmente al colapso parcial o total de la estructura.

Recomendaciones

Según los resultados obtenidos en los edificios de cada uno de los batallones de la unidad militar evaluada, se hace énfasis del uso de la guía FEMA P-1000, destacando la importancia de realizar investigaciones más detalladas en cada edificación, Un análisis más profundo permitirá comprender mejor las condiciones estructurales, lo que facilitará la implementación de medidas preventivas y correctivas para reducir la vulnerabilidad ante desastres naturales como los sismo,

El Fuerte Militar “El Pintado” tiene un riesgo sísmico alto, por tal motivo se recomienda que las autoridades de la unidad militar, bajo decisiones de altos mandos, establezcan planes de contingencia ante cualquier desastre natural, hay que recordar que al estar cerca de las faldas del Ruco Pichincha, existe la gran probabilidad que ante un evento sísmico toda la infraestructura sufra daños irremediables, por tal motivo se debe acatar normativas, pliegos, estándares de calidad y un planes de acción a detalle de las medidas de mitigación para todo el personal militar y civil que trabaje en esta área de alta sismicidad,

De acuerdo a los resultados se aprecia que la mayoría de edificios está en el rango de vulnerabilidad “media”, pero muchos de estos se acercan al grado “alto”, por tal motivo se propone hacer énfasis en estas edificaciones, dar soluciones a los problemas más notorios, como son las grietas y fisuras en elementos estructurales, presencia de humedad y en sí, dar un mantenimiento preventivo y correctivo a toda la unidad militar; recordando que al ser un régimen militar esta puesto al servicio de todo el país, y por ende debe tener prioridad para mejorar la infraestructura y seguir brindando seguridad a la nación,

Referencias

- Acosta, A., Guerrero, D., León, R., Oña, P., Cruz, M., & Toulkeridis, T. (2016). Calificación y Cuantificación de fallas geológicas en el Distrito Metropolitano de Quito. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 1(3), 35 - 42. <http://geo1.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2017/09/art5.pdf>
- ACOSTA, M., & VÁSQUEZ, N, (5 de Noviembre de 2005), RIESGOS POR TSUNAMI EN LA COSTA ECUATORIANA, Obtenido de RIESGOS POR TSUNAMI EN LA COSTA ECUATORIANA: <https://www.ipgh.gob.ec/documentos/recursos/Riesgos%20Tsunami%20Costa%20ecuatoriana.pdf>

- Aguiar Falconí, R., & Rivas Medina, A. (2018). *Microzonificación Sísmica de Ambato*. Municipalidad de Ambato. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/327039910_Libro_Microzonificacion_Sismica_de_Ambato
- AGUIAR, R. (DICIEMBRE de 2014), SISMOS ASOCIADOS A LAS FALLAS CIEGAS DE QUITO, Obtenido de RESEARCHGATE: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Sismos-asociados-a-las-fallas-ciegas-de-Quito-excluyendo-el-de-1859-Parra_fig1_279205623
- Aguiar, R, R, A, (2014), Aceleraciones registradas y calculadas del sismo del 12 de agosto de 2014 en Quito, *Revista Ciencia*, 16(2), 139-153, http://oa.upm.es/38899/1/INVE_MEM_2014_214854.pdf, Quito,
- Aguilera, C., Viteri, M., Seqqat, R., Ayala, L., Toulkeridis, T., Ruano, A. and Torres, M., 2018: Biological impact of exposure to extremely fine-grained volcanic ash. *Journal of Nanotechnology*, Article number 7543859
- Aguirre Ramos, K. A., Andrango Vallejos, S. A., Armijos Arcos, J. A., Boada Padilla, A. J., Díaz Escobar, J. D., Mejía Cárdenas, E. S., . . . Trujillo Cadena, C. E. (2022). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de unidades y recintos militares en el valle interandino entre Tulcán y Riobamba, basada en la guía FEMA P-1000*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/29046>
- AGUIRRE, B, R, (23 de marzo de 2022), ANÁLISIS DE RIESGO SÍSMICO EN EL BARRIO SOLANDA, SECTOR 4, DEL CANTÓN QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22329/1/UPS%20-%20TTS757.pdf>
- Alamgro Oña, P. A., & Paredes Jaramillo, E. X. (2016). Quito.
- Albán-Campaña, D.D., Zapata, J., Ordoñez, Toulkeridis, T., Rodriguez, K., Zapata, A. and Mollo, C., 2022. Evaluation of subsidence hazard with Geo-radar within a populated city - a case study of southern Quito. *Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, Proceedings of the CIT 2021, Volume 2*, 169-183.
- Alegría, A., Caiza, L., Calvopiña, K., Lisintuña, J., Mancero, H., Molina, G., ... & Toulkeridis, T. (2016). Análisis multi-temporal y cuantificación de infraestructura física destruida en el canton Pedernales, provincia de Manabí, tras el terremoto de magnitud 7.8 Mw. *Revista de Ciencias de Seguridad y defensa*, 1(3), 1-6.
- Alvarado, A. et al. (2019). Características de la deformación cortical en el Ecuador. *8th International Symposium on Andean Geodynamics*. Quito.
- Alvarado, G.E., Toulkeridis, T., Miyabuchi, Y. and Pérez, W., 2023: Review of bomb and ash flow PDC: Genesis and case studies. *Andean Geology*, 50(3), in press
- Araujo Velastegui, A, V, (2020), Evaluacion del grado de vulnerabilidad sísmica en Unidades Educativas en Sangolquí, Latacunga y Portoviejo, basado en la guía FEMA P-1000, Quito,
- Argudo, J., & Yela, R. (1995). Vulnerabilidad Estructural de Hospitales de Guayaquil-Ecuador. *Instituto de Investigación y Desarrollo de la Facultad de Ingeniería*. Universidad Católica de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Arteaga Mora, P. A. (2016). Proyecto de graduación previo a la obtención del grado de. *Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad del Cuenca - Ecuador*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- ASCE/SEI 41-17. (2017). *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*. Virginia-United States.
- ASCE/SEI 7-22. (2022). *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. Virginia-United States.
- Ávila Cabrera, F. A. (2020). Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Magister en Geotecnia Aplicada. *Identificación de fallas geológicas en la vía Girón - Pasaje (Azuay) y sus problemas geotécnicos*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Avilés Arévalo, L. (2013). *Diseño de un Sistema de Costo Basado en Actividades (ABC) para el Hospital Militar de Cuenca*. Universidad del Azuay, Cuenca, Azuay, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/512>
- Aviles-Campoverde, D., Chunga, K., Ortiz-Hernández, E., Vivas-Espinoza, E., Toulkeridis, T., Morales-Delgado, A. and Delgado-Toala, D., 2021: Seismically induced soil liquefaction and geological conditions in the city of Jama due to the Mw7.8 Pedernales earthquake in 2016, NW Ecuador. *Geosciences*, 11, 20
- Ayala Omaña, R, I, (19 de diciembre de 2017), Redalyc,Amenaza sísmica en Latinoamérica, Obtenido de Redalyc,Amenaza sísmica en Latinoamérica: <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347753793001.pdf>
- Azinović, B., Koren, D., & Kilar, V. (2014). Principles of energy efficient construction and their influence on the seismic resistance of light-weight buildings. *The Open Civil Engineering Journal*, 8(1).

- Ballasteros, K., & Caizaguano, D. (2020), Guía para la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de unidades educativas localizadas en la parroquia de Sangolquí, bada en la guía FEMAP-1000, Estudio de caso, Quito, Ecuador,
- Ballesteros Salazar, K., & Caizaguano Montero, D. (17 de Agosto de 2020). *Guía para la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de unidades educativas localizadas en la parroquia de Sangolquí, basada en la guía FEMA P-1000. Estudio de caso.* Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/22553/1/T-ESPE-043869.pdf>
- Ballesteros-Salazar, K.S., Caizaguano-Montero, D.G., Haro-Báez, A.G. and Toulkeridis, T., 2022. Case study of the application of an innovative guide for the evaluation of the degree of seismic vulnerability of educational units located in Sangolquí, Interandean Valley in Ecuador. *Buildings*, 12(9), 1471.
- Balón Ramos, I., Reyes Perero, A., Tomalá González, L., & Rodríguez Moreira, D. (2018). Componentes principales y su aplicación para el cálculo de la vulnerabilidad socioeconómica caso cantones de la provincia de Carchi 2010. *Revista de Planeación y Control Microfinanciero*, 4(14), 16 - 22. Obtenido de https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Planeacion_y_Control_Microfinanciero/vol4num14/Revista_de_Planeaci%C3%B3n_y_Control_Microfinanciero_V4_N14.pdf#page=31
- Barbat, A. H., Carreño, M. L., Pujades, L. G., Lantada, N., Cardona, O. D., & Marulanda, M. C. (2010). Seismic vulnerability and risk evaluation methods for urban areas. A review with application to a pilot area. *Structure and Infrastructure Engineering*, 6(1-2), 17-38.
- Basila, P. (27 de Agosto de 2013), Métodos de exploración de suelos, laboratorio de mecánica de suelos, Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/metodosdeexploraciondesuelospdf/78379434>
- Bermeo Moyano, H. (2016). *Determinación de Espectros de Respuesta y Espectros de Diseño Elásticos e Inelásticos para la Ciudad de Cuenca.* Universidad de Cuenca, Cuenca, Azuay, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26283>
- Borzi, B., Ceresa, P., Franchin, P., Noto, F., Calvi, G. M., & Pinto, P. E. (2015). Seismic vulnerability of the Italian roadway bridge stock. *Earthquake Spectra*, 31(4), 2137-2161.
- Boukri, M., Farsi, M. N., Mebarki, A., Belazougui, M., Ait-Belkacem, M., Yousfi, N., ... & Amellal, O. (2018). Seismic vulnerability assessment at urban scale: Case of Algerian buildings. *International journal of disaster risk reduction*, 31, 555-575.
- Burgos, G. P., Ivana, P. O. M., Lissette, C. J. K., & Joel, M. N. W. (2017). Incidencia De Los Planes De Contingencia En La Reactivación Económica De Japón Y Ecuador Después De La Afectación De Un Sismo De Gran Magnitud. *Observatorio Iberoamericano de la Economía y la Sociedad del Japón*, (31).
- Bustamante, R. (07 de Octubre de 2020), DELIMITACION DE BARRIOS ADMINISTRACIÓN ZONAL ELOY ALFARO, Obtenido de https://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Administraci%C3%B3n%202019-2023/Comisiones%20del%20Concejo%20Metropolitano/Usos%20de%20Suelo/Mesas%20de%20Trabajo/2022/2022-03-24/Ordenanza/Informe%20favorable%20STHV/Zona%20Eloy%20Alfaro/informe_t%C3%89cnico_admin
- Bustelo, P. (18 de Abril de 2011). *El terremoto de Tohoku (Japón) de marzo de 2011: implicaciones económicas (ARI)*. Obtenido de Real Instituto Elcano: <http://biblioteca.ribei.org/id/eprint/2085/1/ARI-72-2011.pdf>
- Bustos, J. D. (4 de Julio de 2010), “LOS MOVIMIENTOS TELÚRICOS EN LA CIUDAD DE CUENCA, ESTRATEGIAS, Obtenido de “LOS MOVIMIENTOS TELÚRICOS EN LA CIUDAD DE CUENCA, ESTRATEGIAS: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/1769/1/tc240.pdf>
- Cahill, T., & Isacks, B. L. (1992). Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 97(B12), 17503-17529.
- Caiza, M., Gonzalez, C., Toulkeridis, T. and Bonifaz, H., 2018: Physical properties of pumice and its behavior as a coarse aggregate in concrete. *Malaysian Construct. Res. J.*, 25, Issue 2: 85-95.
- Cajas, M. (Noviembre de 2017), Caracterización morfotectónicas de la estructura anticlinal del borde oriental de la cuenca de quito, utilizando evidencia geofísica y geomorfológica, Obtenido de repositorios Escuela Politecnica Nacional,
- Calvi, G., Magenes, G., Pinho, R., Bommer, J., Restrepo, L., & Crowley, H. (2006). *Development of seismic vulnerability assessment methodologies over the past 30 years.*
- CAMICON, M. &. (2015). *PELIGRO SÍSMICO, DISEÑO SISMO RESISTENTE.* <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>

- Campillo, M., Gariel, J. C., Aki, K., & Sanchez-Sesma, F. J. (1989). Destructive strong ground motion in Mexico City: Source, path, and site effects during great 1985 Michoacán earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 79(6), 1718-1735.
- Cardona Arboleda, O. D. (2001). *Estimación holística del riesgo sísmico utilizando sistemas dinámicos complejos*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10803/6219>
- Cardona, A. (2001), La necesidad de representar de manera holística los conceptos de Vulnerabilidad y Riesgo, *International Work - Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice*, 11,
- Carrión, A., Giunta, I., & Mancero, A. (2017). *Posterremoto, gestión de riesgos y cooperación internacional: Ecuador*. Obtenido de Instituto de Altos Estudios Nacionales: https://www.preventionweb.net/files/57529_posterremotov6final.pdf
- Casa-Toctaguano, T.G., Morales-Muñoz, B.O. and Toulkeridis, T., 2023: Development of a settlementmeter for the control and monitoring of embankments through the use of artificial intelligence. In *Applied Technologies: 4th International Conference, ICAT 2022, Quito, Ecuador, November 23–25, 2022, Revised Selected Papers, Part II* (pp. 183-195). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Casolo, S., Milani, G., Uva, G., & Alessandri, C. (2013). Comparative seismic vulnerability analysis on ten masonry towers in the coastal Po Valley in Italy. *Engineering Structures*, 49, 465-490.
- Castañeda Roman, E. (2015). Prevalencia de abdomen agudo quirúrgico no traumático y propuesta de un protocolo de atención actualizado. Área de emergencia del Hospital Militar de Guayaquil 2009-2010. *Tesis*, 123. Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <https://docplayer.es/171188922-Universidad-de-guayaquil-facultad-de-ciencias-medicas-escuela-de-graduados.html>
- Celorio-Saltos, J.C., García-Arias, J.M., Guerra-Luque, A.B., Barragan-Aroca, G. and Toulkeridis, T., 2018: Vulnerability analysis based on tsunami hazards in Crucita, central coastal of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 38(3): 225-263.
- Cevallos Pilco, T. A. (2018). *Estudio Del Peligro Sísmico Determinista Para Las Estructuras Del Cantón Ambato Sector Huachi Loreto Ubicado En La Avenida Las Américas, Avenida Del Rey, Avenida Bolivariana Y Camino Del Rey*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29200/1/Tesis%20I.%20C.%201282%20-%20Cevallos%20Pilco%20Tal%20C3%ADa%20Alexandra.pdf>
- Cevallos, O., & Quinatoa, J. (2022), Evolución histórica de las normativas de diseño sísmo resistente en América Latina, casos de estudio: Colombia, Ecuador, Perú y Chile, Riobamba: UNACH,
- Chávez, B. (2016). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida. En B. A. Chávez Ordóñez, *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones de la ciudad de Quito – Ecuador y riesgo de pérdida* (págs. 2-3). Quito: Quito, 2016.
- CHICAIZA, A, E, (octubre de 2016), ESPECTRO DE CONTROL PARA EL VALLE DE LOS CHILLOS, Obtenido de REPOSITORIO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16821/1/CD-7404.pdf>
- Chieffo, N., & Formisano, A. (2019). Geo-hazard-based approach for the estimation of seismic vulnerability and damage scenarios of the old city of senerchia (Avellino, Italy). *Geosciences*, 9(2), 59.
- Chunga, K. and Toulkeridis, T., 2014: First evidence of paleo-tsunami deposits of a major historic event in Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 33: 55-69.
- Chunga, K., Mulas, M., Alvarez, A., Galarza, J. and Toulkeridis, T., 2019: Characterization of seismogenetic crustal faults in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Andean Geology*, 46(1): 66-81.
- Chunga, K., Quiñónez-Macías, M. and Toulkeridis, T., 2023: Evidences of coastal climate hazards and cliff-retreat since MIS-3 at Jaramijó, central coastal of Ecuador. *Quaternary*, 6(3), 41.
- Chunga, K., Toulkeridis, T., Vera-Grunauer, X., Gutierrez, M., Cahuana, N. And Alvarez, A., 2017: A review of earthquakes and tsunami records and characterization of capable faults on the northwestern coast of Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 36: 100-127.
- Constantinou, M. C., & Symans, M. D. (1993). Seismic response of structures with supplemental damping. *The Structural Design of Tall Buildings*, 2(2), 77-92.
- Cornejo de Grunauer, M. D. (2014). *Ecuador avanza en gestión de riesgos*. Obtenido de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/Logros-SGR_finalok.pdf
- Correa, C. (2016), Análisis Comparativo De Las Metodologías Para La Evaluación De Daños Estructurales En Edificaciones Luego De Un Evento Sísmico, Obtenido de Repositorio institucional de la universidad de guayaquil: <https://repositorio.ug.edu.ec/items/a7935f9d-d409-427c-ba0c-7fa257d6fdd9>
- Correa, M., & Machado, L. (2015), Comparación económica al diseñar edificios de hormigón armado de 7 y 14 pisos, con la NEC-11 y el CEC-2000, Quito: EPN,

- Dall'Asta, A., Leoni, G., Meschini, A., Petrucci, E., & Zona, A. (2019). Integrated approach for seismic vulnerability analysis of historic massive defensive structures. *Journal of Cultural Heritage*, 35, 86-98.
- Del-Pino-de-la-Cruz, C.E., Martínez-Molina, B.D., Haro-Baez, A.G., Toulkeridis, T. and Rentería, W., 2021: The proposed design of a smart parking area as a multiple use building for the eventual vertical evacuation in case of tsunami impacts in Salinas, Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 40(3), 146-165.
- Durán, L. (2010). *Terremoto en Haití: las causas persistentes de un desastre que no ha terminado*. Obtenido de Revista Nueva Sociedad 226, Marzo - Abril 2010: <https://nuso.org/articulo/terremoto-en-haiti-las-causas-persistentes-de-un-desastre-que-no-ha-terminado/>
- Echegaray-Aveiga, R.C., Rodríguez, F., Toulkeridis, T. and Echegaray-Aveiga, R.D., 2019. Effects of potential lahars of the Cotopaxi volcano on housing market prices. *J. of Applied Volcanology*, 9, 1-11.
- Echeverría-Puertas, J., Echeverría, M., Cargua, F. and Toulkeridis, T., 2023. Spatial dynamics of the shore coverage within the zone of influence of the Chambo river, Central Ecuador. *Land*, online
- Edler, D., Otto, K.H and Toulkeridis, T., 2020. Tsunami hazards in Ecuador – Regional differences in the knowledge of Ecuadorian high-school students. *Science of Tsunami Hazards*, 39(2), 86-112.
- Edwin Duque, José Tamay, Henry Rojas. (11 de Septiembre de 2018). *Observatorio sísmico del Ecuador (OSSE)*. Obtenido de Reporte Especial Nro. 1: https://sica.utpl.edu.ec/media/uploads/material/Reporte_extendido_-_Sismo_Cumanda.pdf
- Egred, J. (2004). *EL TERREMOTO DE RIOBAMBA del 4 de febrero de 1797*. Obtenido de Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional : <https://www.igeppn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/23-el-terremoto-de-riobamba-de-1797/file>
- El Consejo Metropolitano De Quito. (2003). *ORDENANZA 3457*. Obtenido de http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91OS%20ANTERIORES/ORD-3457%20-%20NORMAS%20DE%20ARQUITECTURA%20Y%20URBANISMO.pdf
- Enríquez, D., Leiva, C., Cárdenas, S., Carrión, J. and Toulkeridis, T., 2021: Validation of the GPS leveling method through the gradient analysis of the geoidal wave - case study of Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 62(2), 316-329.
- EPN, (04 de Mayo de 2016), Instituto Geofísico, Obtenido de Escuela Politécnica Nacional: <https://www.igeppn.edu.ec/servicios/noticias/1324-informe-sismico-especial-n-18-2016>
- Fajardo, C., Guevara, P., Herrera, K., Ochoa, C., & Torres, J. (7 de Abril de 2021). *Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de - unidades educativas de Sangolquí, basada en la guía FEMA P-1000*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/24239>
- FEMA 577, F. (2007). Guía de diseño para mejorar la seguridad hospitalaria en terremotos, inundaciones y vientos fuertes.
- FEMA E-74. (2012). *Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage - A Practical Guide*.
- FEMA P-154. (2015). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*.
- FEMA, (2017), Safer, Stronger, Smarter: A Guide Improving school natural Hazard Safety , Redwood: nehrp,
- FEMA, (Enero de 2015), Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook, Obtenido de https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-07/fema_earthquakes_rapid-visual-screening-of-buildings-for-potential-seismic-hazards-a-handbook-third-edition-fema-p-154.pdf
- FEMA, & NIBS, (2009), Multi-hazard Loss Estimation Methodology, Earthquake Model, Technical Manual, Federal Emergency Management Agency (FEMA) and National Institute of Building Sciences (NIBS), Washington D,C,
- FEMA. (2003). FEMA 396. *Incremental Seismic Rehabilitation of Hospital Buildings*.
- FEMA. (2016). *Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: A Handbook*.
- Ferreira, T. M., Vicente, R., Mendes da Silva, J. A. R., Varum, H., & Costa, A. (2013). Seismic vulnerability assessment of historical urban centres: case study of the old city centre in Seixal, Portugal. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 11, 1753-1773.
- Flores Barrera, L. G. (2009). *Medición de espesores por ultrasonido y requisitos necesarios para el personal que lleva a cabo ensayos no destructivos en la central nucleoelectrica Laguna Verde*.
- Flores, L., & Gonzalez, P. (2018). *Las Fuerzas Armadas en Apoyo a la Gestion de Riesgos*. Sangolquí.
- Formisano, A., Chieffo, N., & Mosoarca, M. (2017). Seismic vulnerability and damage speedy estimation of an urban sector within the municipality of San Potito Sannitico (Caserta, Italy). *The Open Civil Engineering Journal*, 11(1).

- Franchi, A., Crespi, P. G., Zucca, M., & Longarini, N. (2016). SEISMIC VULNERABILITY ASSESSMENT OF A MILITARY DRY DOCK IN MESSINA. In *Studies and Researches Vol. 34* (pp. 31-53). IMREADY.
- Fraser, S., Raby, A., Pomonis, A., Goda, K., Chian, S. C., Macabuag, J., ... & Sammonds, P. (2013). Tsunami damage to coastal defences and buildings in the March 11th 2011 M w 9.0 Great East Japan earthquake and tsunami. *Bulletin of earthquake engineering*, 11, 205-239.
- Galarza, S. (2019), Análisis de fertilidad del suelo del jardín universitario de la universidad Estatal del Sur de Manabí, Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1915/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2019-15.pdf>
- Gamboa, I. (2014), Métodos indirectos de exploración de suelos, Obtenido de <https://www.studocu.com/co/document/unidades-tecnologicas-de-santander/laboratorio/los-metodos-indirectos/8062125>
- Garcés, J. (2017). *Estudio dela vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*. Bogotá: Universidad MilitarNueva Granada.
- GEOESTUDIOS S.A., Chunga, K., & Pozo, C. (2017). *Estudio de microzonificación sísmica y geotécnica de la ciudad de Esmeraldas según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015*. MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, Esmeraldas.
- GEOESTUDIOS, & Vera Granauer, X. (2011). Elaboración del documento de la Microzonificación sísmica y geotécnica de la ciudad de Guayaquil según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011. *Tomo 1.0: Actualización del mapa geológico de la ciudad de Guayaquil*, 15.
- German, E., Solis, G., Bonifaz, H., Delgado, V. and Toulkeridis, T., 2022. Quick setting mortar, with recycled sanitary ceramic and super absorbent polymer. *Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, Proceedings of the CIT 2021, Volume 2, 3-17.
- GINER, J., & MOLINA, S. (1979), *SISMICIDAD Y RIESGO SÍSMICO EN LA C.A.V, ESPAÑA*: Editorial club universitario,
- Gordillo, S. (2017). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central del Ecuador, utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE, 2015). En S. Gordillo, *Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del edificio de aulas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central del Ecuador; utilizando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-RE, 2015)*. (págs. 2-3). Quito: Quito: UCE.
- Guamán, S, N, (abril de 2022), Desafíos para la implementación de la política pública de gestión de riesgos ecuatoriana: un analisis desde las controversias del acatamiento de las normas de construcción, Obtenido de Desafíos para la implementación de la política pública de gestión de riesgos ecuatoriana: un analisis desde las controversias del acatamiento de las normas de construcción: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/18176/2/TFLACSO-2022SNCG.pdf>
- Guerrón, P., Bravo, E., & Delgado, R. (2017). Producción de cartografía y estudios geográficos de pronta respuesta, para atender la emergencia generada por el terremoto del 16 de abril de 2016 en Ecuador. *Revista Geofísica*, (67), 25-39.
- Gutiérrez Caiza, C.A. and Toulkeridis, T., 2023. Prioritization of a micro-basin of the Daule river sub-basin with strong erosional problems and their effect to the turbidity of the water in the city of Guayaquil, coastal Ecuador. In *Applied Technologies: 4th International Conference, ICAT 2022*, Quito, Ecuador, November 23–25, 2022, Revised Selected Papers, Part II (pp. 118-134). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Gutscher, M. A., Spakman, W., Bijwaard, H., & Engdahl, E. R. (2000). Geodynamics of flat subduction: Seismicity and tomographic constraints from the Andean margin. *Tectonics*, 19(5), 814-833.
- Hadzima-Nyarko, M., Mišetić, V., & Morić, D. (2017). Seismic vulnerability assessment of an old historical masonry building in Osijek, Croatia, using Damage Index. *Journal of Cultural Heritage*, 28, 140-150.
- Halama, R., Garbe-Schönberg, D., Savov, I.P., Schenk, V. and Toulkeridis, T., 2013: On the occurrence of vesuvianite-bearing dikes in HP-metamorphosed oceanic lithosphere and the role of vesuvianite during subduction. *Eur. J. Mineral.* , 25: 193-219.
- Hernández, M. (Julio de 2002), Tesis de Doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya Repositorio Institucional, Obtenido de Tesis de Doctorado, Universitat Politècnica de Catalunya Repositorio Institucional: <https://www.tdx.cat/handle/10803/6222#page=1>
- Herrera-Enríquez, G., Toulkeridis, T., Rodríguez-Rodríguez, G. and Albuja-Salazar, 2021: Critical Factors of Business Adaptability during Resilience in Baños de Agua Santa, Ecuador, due to Volcanic Hazards.

- In Artificial Intelligence, Computer and Software Engineering Advances: Proceedings of the CIT 2020 Volume 2 (pp. 283-297). Springer International Publishing.
- Hidalgo, B, F, (19 de abril de 2022), Terremoto del 16 de abril de 2016 en Ecuador: calidad de la construcción y reforzamiento en Portoviejo cinco años después, Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8638031.pdf>
- Hoppe, C, R., & Lorente, S, D, (2013), EL TERREMOTO CHILENO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010: ANÁLISIS PRELIMINAR DE LAS CONSECUENCIAS EN LA CIUDAD DE VALDIVIA, Instituto de Ciencias Ambientales y Evolutivas, Universidad Austral de Chile, 139-153,
- HOSNAG. (2022). *HOSPITAL GENERAL HOSNAG*. Obtenido de <https://hospitalnaval.armada.mil.ec/resenas-hosnag>
- Iglesias, J, (19 de Septiembre de 1985), Métodos para la determinación de la vulnerabilidad, Obtenido de Métodos para la determinación de la vulnerabilidad: <http://www.disaster-info.net/planeamiento/files/assets/FundamentosAnexo.pdf>
- INEN. (2000). *ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO*. Obtenido de NORMA TÉCNICA ECUATORIANA: https://ecp.ec/wp-content/uploads/2017/12/Norma_INEN_2249_ESCALERAS.pdf
- INEN. (2018). *ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO*. Obtenido de NORMA: <http://intranet.miduvi.gob.ec/intranet2/wp-content/uploads/2019/05/NTE-INEN-3142-VENTANAS.pdf>
- INSTITUTO GEOFÍSICO, (2019), MAPA DE PELIGROS VOLCÁNICOS POTENCIALES DEL VOLCÁN GUAGUA PICHICNHA, Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/ggp-mapa-de-amenaza-volcanica/file>
- Jaiswal, K. S., Aspinall, W., Perkins, D., Wald, D., & Porter, K. A. (2012, September). Use of expert judgment elicitation to estimate seismic vulnerability of selected building types. In *Proc 15th World Conference on Earthquake Engineering* (pp. 1-10).
- Jaramillo Castelo, C.A., Padilla Almeida, O., Cruz D'Howitt, M. and Toulkeridis, T., 2018: Comparative determination of the probability of landslide occurrences and susceptibility in central Quito, Ecuador. 2018 5th International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2018 8372318: 136-143.
- Jiménez Pacheco, J., Cabrera Cajamarca, J., Sánchez Beltrán, J., & Avilés Tenorio, F. (2018). *Vulnerabilidad sísmica del patrimonio edificado del Centro Histórico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto*. Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <file:///C:/Users/Cliente/Downloads/Dialnet-VulnerabilidadSismicaDelPatrimonioEdificadoDelCent-7133939.pdf>
- Jordán, T. E., Isacks, B. L., Allmendinger, R. W., Brewer, J. A., Ramos, V. A., & Ando, C. J. (1983). Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate. *Geological Society of America Bulletin*, 94(3), 341-361.
- Lanning, F., Haro, A. G., Liu, M. K., Monzón, A., Monzón-Despang, H., Schultz, A., & Tola, A. (2016). *EERI Earthquake Reconnaissance Team Report: M7.8 Muisne, Ecuador Earthquake on April 16, 2016*. California: Earthquake Engineering Research Institute.
- Lonsdale, P. (2005). Creation of the Cocos and Nazca plates by fission of the Farallon plate. *Tectonophysics*, 404(3-4), 237-264.
- LOOR, J., & MENDOZA, L, (2019), EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO, Obtenido de <https://repositorio,uleam.edu.ec/bitstream/123456789/2084/1/ULEAM-IC-0045.pdf>
- López, A. (2019). *Metodología de analisis de respuesta de sitio unidimensional para determinar la demanda sísmica en superficie de Guayaquil*. Universidad de Especialidades Espíritu Santo.
- López, P, A, (Enero de 2022), ANÁLISIS DEL NIVEL DE DAÑO PARA DIFERENTES NIVELES DE PELIGRO SÍSMICO EN ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN Y COMPRESIÓN PARA UNA ESTRUCTURA TÍPICA DE HORMIGÓN ARMADO", Obtenido de <https://repositorio,uta.edu.ec/bitstream/123456789/34103/1/Tesis%20I,C,%201552%20-%20Navarrete%20L%C3%B3pez%20Pablo%20Andr%C3%A9s.pdf>
- Luna, M.P., Staller, A., Tierra, A., Molina, X. and Toulkeridis, T., 2023: Analysis of statistical interpolation methods to generate the velocities model for continental Ecuador from GNSS data. *Revista Geográfica Venezolana*, 64(1), 22-35.
- Luna, M.P., Staller, A., Toulkeridis, T. and Parra, H., 2017: Methodological support for the calculation of the velocity model for continental Ecuador. *Open Geosciences*, 9: 719-734.

- Lupaca, G, F, (2023), Evaluación de la vulnerabilidad sísmica aplicando la metodología FEMA 154 en el Pabellón de Administración de la UNAM Moquegua 2021, Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20,500,12394/13887/1/IV_FIN_105_TE_Jibaja_Lupaca_2023.pdf
- Macías, L., Quiñonez-Macías, M., Toulkeridis, T. and Pastor, J.L., 2023. Characterization and geophysical evaluation of the recent 2023 Alausí Landslide in the Northern Andes of Ecuador. *Landslides*,
- Massonne, H.J. and Toulkeridis, T., 2012: Widespread relics of high-pressure metamorphism confirm major terrane accretion in Ecuador: a new example from the Northern Andes. *Int. Geol. Rev.*, 54, 1: 67-80.
- Matheus Medina, A.S., Cruz D'Howitt, M., Padilla Almeida, O., Toulkeridis, T. and Haro, A.G., 2016: Enhanced vertical evacuation applications with geomatic tools for tsunamis in Salinas, Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 35, (3): 189-213
- Matheus-Medina, A.S., Toulkeridis, T., Padilla-Almeida, O., Cruz-D'Howitt, M. and Chunga, K., 2018: Evaluation of the tsunami vulnerability in the coastal Ecuadorian tourist centers of the peninsulas of Bahía de Caráquez and Salinas. *Science of Tsunami Hazards*, 38(3): 175-209.
- Mato, F. and Toulkeridis, T., 2017: The missing Link in El Niño's phenomenon generation. *Science of tsunami hazards*, 36: 128-144.
- Mato, F. and Toulkeridis, T., 2018: An unsupervised K-means based clustering method for geophysical post-earthquake diagnosis. 2017 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI). 1-8
- Mejía, N., Mejía, R.J. and Toulkeridis, T., 2022: Characterization of Blast Wave Parameters in the Detonation Locus and Near Field for Shaped Charges. *Mathematics*, online
- Melián, G.V., Toulkeridis, T., Pérez, N.M., Hernández Pérez, P.A., Somoza, L., Padrón, E., Amonte, C., Alonso, M., Asensio-Ramos, M. and Cordero, M., 2021: Geochemistry of water and gas emissions from Cuicocha and Quilotoa Volcanic Lakes, Ecuador. *Frontiers in Earth Sciences*, 1167
- Merizalde Mora, M.J., Leiva González, C.A., Enríquez Hidalgo, D.A. and Toulkeridis, T., 2021: Determination of heights of the three main Ecuadorian summits, through GNSS positioning, referred to the official vertical datum of Ecuador and the Geopotential Wo. *Geodesy and Geodynamics*, 13(4), 343-351.
- MIDUVI & CAMICON. (2015). *PELIGRO SÍSMICO, DISEÑO SISMO RESISTENTE*. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf>
- MIDUVI, (2015), Registro Oficial N° 413, Quito: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda,
- MIDUVI, & CAMICOM. (2016). Norma Ecuatoriana de la Construcción. *Peligro Sísmico. Diseño Sismo Resistente*.
- Mimura, N., Yasuhara, K., Kawagoe, S., Yokoki, H., & Kazama, S. (2011). Damage from the Great East Japan Earthquake and Tsunami-a quick report. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 16, 803-818.
- Mindiola Rodriguez, E. A., & Toulkeridis, T. (2019). El rol de las Fuerzas Armadas en la gestion y prevencion de riesgos: logros y retos. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 1, 4, 43-70.
- Miura, H., Midorikawa, S., & Matsuoka, M. (2016). Building damage assessment using high-resolution satellite SAR images of the 2010 Haiti earthquake. *Earthquake Spectra*, 32(1), 591-610.
- Moncayo Theurer, M., Vargas Jiménez, J., Moncayo Velasco, G., & Barzola Zambrano, I. (2017). *Análisis sobre la recurrencia de terremotos severos en Ecuador*. Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Moncayo-Galárraga, D.S., Robayo Nieto, A.A., Padilla, O. and Toulkeridis, T., 2023. Implementation of the CAESAR-Lisflood cellular automated landscape evolution model to determine possible flood areas in the Portoviejo river sub-basin, Coastal Ecuador. In *Applied Technologies: 4th International Conference, ICAT 2022, Quito, Ecuador, November 23–25, 2022, Revised Selected Papers, Part II* (pp. 212-227). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Morales-Delgado, A., Chunga, K. and Toulkeridis, T., 2023. Risk evaluation and vulnerability study of a potential Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion of the LPG Ground Storage Terminal in Monteverde, coastal Ecuador. *Revista Cartográfica*, 107, 73-94.
- Mosoarca, M., Onescu, I., Onescu, E., Azap, B., Chieffo, N., & Szitar-Sirbu, M. (2019). Seismic vulnerability assessment for the historical areas of the Timisoara city, Romania. *Engineering Failure Analysis*, 101, 86-112.
- Mosquera López, D.M., Cueva-Jiménez, Z., Chalco-Barahona, I., Moreno-Izquierdo, V.J., Suango, V., García-Villacres, A. and Toulkeridis, T., 2022: Geo-technologies applied to the spatial analysis of territorial inequalities - Case study of Latacunga, Central Ecuador. *Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, Proceedings of the CIT 2021, Volume 2*, 199-213.

- Mosquera López, D.M., Suango, V., Cando, A., Yépez, K., Tamayo, E., Moreno-Izquierdo, V.J. and Toulkeridis, T., 2022: Application of geo-technologies within the socio-economic analysis and its implication to the territory reception capacity – A case study of Esmeraldas, NW Ecuador. Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, Proceedings of the CIT 2021 Volume 2, 229-244.
- Mosquera, D. F. (2015). Evaluación de los componentes y elementos no estructurales del Hospital Regional Militar de Guayaquil (II de "Libertad") ante un potencial peligro sísmico según FEMA E-74, FEMA 396 y FEMA 577. *Tesis previo a la obtención del título de Ingeniero Civil*. Sangolquí, Ecuador.
- MOUDS, M, U, (2014), Parámetros de caracterización del riesgo sísmico, Obtenido de <https://www.desenvolupamentsostenible.org/es/-los-riesgos-naturales/3-concepto-y-tipo-de-riesgo/3-3-el-riesgo-sismico/3-3-2-parametros-de-caracterizacion-del-riesgo-sismico>
- Muñoz Marcillo, J.L. and Toulkeridis, T., 2024. Hydrological modeling for the discharge production in an experimental area of the Guayas river basin, Ecuador. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 59
- Navarrete López, P. (2022). *Análisis de nivel de daño para diferentes niveles de peligro sísmico en elementos sometidos a flexión y compresión para una estructura típica de hormigón armado*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Tungurahua, Ecuador.
- Navarrete, C., Guimarães, A., Soares Marques, M.E., Castro, C. and Toulkeridis, T., 2022. Resistance to fatigue in asphalts used in military airports of the Brazilian Amazon through the use of nickel-holding ash. *Applied Science*, 12(18), 9134.
- Navas, L., Caiza, P. and Toulkeridis, T., 2018: An evaluated comparison between the molecule and steel framing construction systems – Implications for the seismic vulnerable Ecuador. *Malaysian Construct. Res. J.* 26 (3), 87–109.
- NEC-15. (2015). Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción.
- NEC, N, E, (DICIEMBRE de 2014), PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE, Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/2,-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-1.pdf>
- Nikolaou, S., Vera-Grunauer, X., and Gilsanz, R., eds., 2016. GEER-ATC Earthquake Reconnaissance: April 16 2016, Muisne, Ecuador, Geotechnical Extreme Events Reconnaissance Association Report GEER-049, Version 1. Authored by: Alvarado, A., Alzamora, D., Antonaki, N., Arteta, C., Athanasopoulos-Zekkos, A., Bassal, P., Caicedo, A., Casares, B., Davila, D., Diaz, V., Diaz-Fanas, G., Gilsanz, R., González, O., Hernandez, L., Kishida, T., Kokkali, P., López, P., Luque, R., Lyvers, G.M., Maalouf, S., Mezher, J., Miranda, E., Morales, E., Nikolaou, S., O'Rourke, T., Ochoa, I., O'Connor, J.S., Ripalda, F., Rodríguez, L.F., Rollins, K., Stavridis, A., Toulkeridis, T., Vaxevanis, E., Villagrán León, N., Vera-Grunauer, X., Wood, C., Yepes, H., Yopez, Y. Accessible at the GEER website geerassociation.org, USA: 582pp
- Norio, O., Ye, T., Kajitani, Y., Shi, P., & Tatano, H. (2011). The 2011 eastern Japan great earthquake disaster: Overview and comments. *International Journal of Disaster Risk Science*, 2, 34-42.
- Ontaneda Vallejo, C. S. (2018). *Estimación matemática del modelo de deformación presísmica y postsísmica producida por efectos del sismo M7. 8 del 2016, Pedernales, Ecuador* (Bachelor's thesis).
- Orozco, M. V., Granda, Á. D., & Molestina, R. C. (2017). El Geoportel como vía de acceso a información cartográfica de pronta respuesta. Caso de estudio del sismo de Ecuador en abril del 2016. *Revista Cartográfica*, (95), 129-149.
- Ortega, D. M. (2014). *Elaboración de un mapa de identificación de riesgos y verificación del cumplimiento de normativas de bioseguridad en el laboratorio clínico del hospital general militar HG II de Libertad de la ciudad de Guayaquil*. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/8048>
- Ortiz-Hernández, E., Chunga, K. Pastor, J.L. and Toulkeridis, T., 2022: Assessing susceptibility to soil liquefaction, using the standard penetration test (SPT) – A case study from the city of Portoviejo, coastal Ecuador. *Land*, online
- Ortiz-Hernández, E., Chunga, K., Toulkeridis, T., and Pastor, J.L. 2022: Soil liquefaction and other seismic-associated phenomena in the city of Chone during the 2016 earthquake of coastal Ecuador. *Applied Science*, online
- Ortiz, T., & Ruiz, K. (2015), Análisis comparativo económico-estructural de dos sistemas constructivos: aporticado y aporticado con diafragmas, en edificios de 8 pisos, aplicando el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC) y la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), Quito: EPN,

- Oterino, B, B, (20 de diciembre de 2013), GEOLOGÍA, TERREMOTOS Y RIESGO SÍSMICO: AVANCES Y PERSPECTIVAS , Obtenido de GEOLOGÍA, TERREMOTOS Y RIESGO SÍSMICO: AVANCES Y PERSPECTIVAS : https://repositorio,uam.es/bitstream/handle/10486/678735/EM_45_8.pdf
- Padilla Almeida, O., Toulkeridis, T. and Bosque Sendra, J., 2022: Smart city planning with geomatic modeling of Lahar Evacuation routes in the northern populated area of Cotopaxi volcano, Ecuador. In: Berrezueta S., Abad K. (eds) Doctoral Symposium on Information and Communication Technologies - DSICT. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 846. Springer, Cham., pp. 74-88.
- Padilla-Almeida, O., León, P., Kirby, E. and Toulkeridis, T., 2020. Generation of a predictive model of urban growth through the application of Cellular Automata in the Valley de los Chillos, Ecuador. In Conference on Information and Communication Technologies of Ecuador (pp. 406-419). Springer, Cham.
- Padrón, E., Hernández, P.A., Marrero, R., Melián, G., Toulkeridis, T., Pérez, N.M., Virgili, G. and Notsu, K., 2008: Diffuse CO2 emission rate from the lake-filled Cuicocha and Pululagua calderas, Ecuador. Journal of Volcanology and Geothermal Research (Special Volume on Continental Ecuador volcanoes), 176: 163-169.
- Padrón, E., Hernández, P.A., Pérez, N.M., Toulkeridis, T., Melián, G., Barrancos, J., Virgili, G., Sumino H. and Notsu, K., 2012: Fumarole/plume and diffuse CO2 emission from Sierra Negra volcano, Galapagos archipelago. Bull. Of Volcanol., 74: 1509-1519.
- Palacios Orejuela, I. and Toulkeridis, T., 2020. Evaluation of the susceptibility to landslides through diffuse logic and analytical hierarchy process (AHP) between Macas and Riobamba in Central Ecuador. 2020 7th International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2020, 200-206
- Palacios Orejuela, I., Leiva González, C., Buenaño Guerra, X., Chicaiza Mora, E. and Toulkeridis, T., 2021: Geoid undulation modeling through the Cokriging method – a case study of Guayaquil, Ecuador. Geodesy and Geodynamics, 12(5), 356-367.
- Pararas-Carayannis, G. (2012). POTENTIAL OF TSUNAMI GENERATION ALONG THE COLOMBIA/ECUADOR SUBDUCTION MARGIN AND THE DOLORES-GUAYAQUIL MEGA-THRUST. Science of Tsunami Hazards, 31(3).
- Paredes Valle, I. S., & Pachar Romero, B. A. (2019). ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS OCHO ESTRUCTURAS DEL MIDENA, MEDIANTE LA METODOLOGÍA FEMA P-154, Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL EN LA EDIFICACIÓN MÁS VULNERABLE. *Trabajo de Titulación*. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Quito.
- Parra Cárdenas, H. A. (2016). *Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la Peligrosidad Sísmica en el Ecuador continental y estudio de riesgo sísmico en la ciudad de Quito*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. Obtenido de http://redgeomatca.rediris.es/redlatingeo/2015/HUMBERTO_PARRA_CARDENAS_V-2.pdf
- Parra, H. (2016). *Desarrollos metodológicos y aplicaciones hacia el cálculo de la peligrosidad sísmica en el Ecuador Continental y estudio de riesgo sísmico en la ciudad de Quito*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Programa de Doctorado en Ingeniería Geográfica.
- Paucar, G. (Septiembre de 2021). *Análisis de Vulnerabilidad Sísmica en la Comuna de "Oyambarillo"* . Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4523/1/Tesis%20Gonzalo%20Paucar.pdf>
- PEÑAFIEL, L, (FEBRERO de 2009), GEOLOGÍA Y ANALISIS DEL RECURSO HIDRICO SUBTERRANEO DE LA SUBCUENCA DEL SUR DE QUITO, Obtenido de REPOSITORIO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL: <https://bibdigital,epn,edu,ec/handle/15000/1147>
- Peñaherrera Bassantes, L., Tito Gonzaga, D., Robalino Bedón, C. and Toulkeridis, T., 2019: Comparative analysis of the mechanical properties of concrete block masonry used in constructions within Argentina and Ecuador. Malaysian Construct. Res. J., 28: 51-64
- Phanindranath, T. S. D., Balaji, K. V. G. D., & Raju, P. M. (2021). Enhancing Seismic Resistance of G+ 10 MSB by Introducing FVD System. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1025, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Podwojewski, P., Poulénard, J., Toulkeridis, T. and Gräfe, M., 2022: Polygenic soils in the southern central Ecuadorian highlands as the result of long-lasting pedogenesis, geodynamic processes and climate change. Journal of South American Earth Sciences, 120, 104096.
- Poma, P., Usca, M., Fdz-Polanco, M., Garcia-Villacres, A. and Toulkeridis, T., 2021: Landslide and environmental risk from oil spill due to the rupture of SOTE and OCP pipelines, San Rafael Falls, Amazon Basin, Ecuador. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 11(4): 1558-1566.

- Portilla, Ó., Leiva, C., Luna, M.P. and Toulkeridis, T., 2021: Elaboration of a local projection system in mainland Ecuador for the generation of detailed cartography. *Revista Geográfica Venezolana*, 62(1), 176-196.
- Porto Quintián, J. (2005). *Manual de patologías en las estructuras de hormigón armado*. La Coruña.
- Prado, E., (2016), Elevación de la construcción de viviendas, Obtenido de <https://onlineresize.club/2021-club.html>
- Pujades, Lantada, N., González, D., Blázquez, R., & Meza, K, (23 de Diciembre de 2021), Guía para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica, Obtenido de https://pocrisc.eu/sites/default/files/documents/E4_2_1_GUIA_EVAL_VULN_2022_03_24.pdf
- PULLAS, M., (AGOSTO de 2018), ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD POR FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO, Obtenido de REPOSITORIO ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19790/1/CD-9200.pdf>
- Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (2016). *Estudio de peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca*. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. México, México.
- QUISPE, W, C, (27 de Julio de 2018), EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES PÚBLICAS DE CONCRETO ARMADO EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE OCUVIRI, PROVINCIA DE LAMPA, REGIÓN PUNO - 2017, Obtenido de <https://vriunap.pe/repositor/docs/d00003841-Borr.pdf>
- Raico, E, E, (26 de Julio de 2018), COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA, Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/159157504.pdf>
- Reyes-Pozo, M.D., Moreno-Izquierdo, V.J., López-Alulema, A.C., Lasso-Benítez, L.d.P., Suango-Sanchez, V.d.R. and Toulkeridis, T., 2020. Use of the heuristic model and GIS to zone landslide hazards in the Mira River Basin, Ecuador. *Conference on Information and Communication Technologies of Ecuador* (pp. 243-257). Springer, Cham.
- Ridolfi, F., Puerini, M., Renzulli, A., Menna, M. and Toulkeridis, T., 2008: The magmatic feeding system of El Reventador volcano (Sub-Andean zone, Ecuador) constrained by mineralogy, textures and geothermobarometry of the 2002 erupted products. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* (Special Volume on Continental Ecuador volcanoes), 176: 94-106.
- Riquetti Morales, J. (2010). *Dimensionamiento Geotécnico de Cimentaciones Superficiales en las Unidades Geotécnicas de la Ciudad de Cuenca*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Azuay, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2582>
- Rivadeneira, F., Segovia, M., Alvarado, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yepes, H. (2007). Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. *Serie: El riesgo sísmico en el Ecuador*. Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Robayo N, A., Llorca, J. and Toulkeridis, T., 2020. Population, territorial and economic analysis of a potential volcanic disaster in the city of Latacunga, Central Ecuador based on GIS techniques – Implications and potential solutions. In *Conference on Information and Communication Technologies of Ecuador* (pp. 549-563). Springer, Cham.
- Rodríguez Espinosa, F., Toulkeridis, T., Salazar Martínez, R., Cueva Girón, J., Taipe Quispe, A., Bernaza Quiñonez, L., Padilla Almeida, O., Mato, F., Cruz D'Howitt, M., Parra, H., Sandoval, W. and Rentería, W., 2017: Economic evaluation of recovering a natural protection with concurrent relocation of the threatened public of tsunami hazards in central coastal Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 36: 293-306.
- Rodriguez, E. A. M., & Toulkeridis, T. (2019). El rol de las fuerzas armadas en la gestión y prevención de riesgos: logros y retos. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(4), 28-28.
- Rodriguez, F., Cruz D'Howitt, M., Toulkeridis, T., Salazar, R., Ramos Romero, G.E., Recalde Moya, V.A. and Padilla, O., 2016: The economic evaluation and significance of an early relocation versus complete destruction by a potential tsunami of a coastal city in Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 35, 1: 18-35.
- Rodriguez, F., Toulkeridis, T., Padilla, O. and Mato, F., 2017: Economic risk assessment of Cotopaxi volcano Ecuador in case of a future lahar emplacement. *Natural Hazards*, 85, (1): 605-618.
- Rodriguez, F., Toulkeridis, T., Padilla, O. and Mato, F., 2017: Erratum to: Economic risk assessment of Cotopaxi volcano Ecuador in case of a future lahar emplacement. *Natural Hazards*, 85, (1): 619-620.
- Rodriguez, M, (21 de Octubre de 2020), Estudio de suelos para mecánica de suelos, Obtenido de ACADEMIA EDU:

- https://www.academia.edu/44499809/Estudios_de_suelo_para_la_mec%C3%A1nica_de_suelos?auto=download
- Rojas Calle, P. F. (2019). *Desempeño de Edificios Esenciales Durante Sismos en Ecuador - Caso Hospitales y Clínicas, Centros de Salud o de Emergencia Sanitaria*. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Guayas, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13830/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-307.pdf>
- Rondón, E., Gómez, I., & Chio, G. (Diciembre de 2008), Simulación de funciones de vulnerabilidad y matrices de probabilidad de daño sísmico para edificaciones de hormigón armado en sistema pórtico, Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64328305>
- Rugel, J., Zamora, D., Bonifaz, H., Duran, R., Delgado, V. and Toulkeridis, T., 2022: Determination of the influence of an absorbing silica gel in concrete. Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, Proceedings of the CIT 2021, Volume 2, 18-27.
- Salcedo, D., Padilla Almeida, O., Morales, B. and Toulkeridis, T., 2022: Smart city planning based on landslide susceptibility mapping using fuzzy logic and multi-criteria evaluation techniques in Quito, Ecuador. In: Berzezueta S., Abad K. (eds) Doctoral Symposium on Information and Communication Technologies - DSICT. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 846. Springer, Cham., pp. 89-103.
- Sánchez-Carrasco, C., Padilla Almeida, O. and Toulkeridis, T., 2020. Simulation of vehicle transit during an eventual eruption of the Cotopaxi volcano in the Valle de los Chillos, central Ecuador. In Conference on Information and Communication Technologies of Ecuador (pp. 391-405). Springer, Cham.
- Sánchez, C. (2016). *Aplicación de métodos probabilistas en la evaluación del riesgo sísmico del Distrito del Eixample (Barcelona)*. Barcelona: Escola de Camins, UPC BARCELONATECH.
- Sánchez, F, V, (01 de Noviembre de 2006), Los terremotos y sus causas, Insituto Andaluz de Geofísica y Prevención de desastres Sísmicos, 1-24,
- Sandoval-Eraza, W., Toulkeridis, T., Merizalde-Mora, M. J. and Viera-Torres, R., 2019. Risk reduction by mitigation structures – Change of the paradigm in risk assessment of volcanic lahar flows of the Cotopaxi volcano in Ecuador. Proceedings of the International Conference on Natural Hazards and Infrastructure 2019, 2nd International Conference on Natural Hazards and Infrastructure, ICONHIC 2019; Chania; Greece; 23 June 2019 through 26 June 2019; Code 257429
- Sandoval, W., Toulkeridis, T., Aguilar-Ponce, A., Echeverria-Chiriboga, S. and Salazar, E., 2022: Risk and vulnerability analysis of flood hazards in the Colón Parrish, western Ecuador based on HEC-RAS numerical simulation. Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, Proceedings of the CIT 2021, Volume 2, 245-260.
- Sani, J., Tierra, A., Toulkeridis, T., Padilla and Almeida, O., 2023: Evaluation of horizontal and vertical positions obtained from an unmanned aircraft vehicle applied to large scale cartography of Infrastructure loss due to the earthquake of April 2016 in Ecuador. In Applied Technologies: 4th International Conference, ICAT 2022, Quito, Ecuador, November 23–25, 2022, Revised Selected Papers, Part II (pp. 60-73). Cham: Springer Nature Switzerland.
- SANTILLÁN, S, (JUNIO de 2011), INTERRELACIONES URBANAS ALREDEDOR DE LA QUEBRADA LA RAYA EN LA CIUDAD DE QUITO, Obtenido de REPOSITORIO ESCUELA POLITECNICA NACIONAL: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3919/1/CD-3692.pdf>
- Secretaría de gestión de riesgos, (abril de 2018), Plan Nacional de respuesta ante desastres, Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Plan-Nacional-de-Respuesta-SGR-RespondeEC.pdf>
- Segura-Alcívar, M., Rodríguez-Espinoza, F. and Toulkeridis, T., 2019. Potential risk analysis of fuel storages in central Quito, Ecuador. Proceedings of the International Conference on Natural Hazards and Infrastructure 2019, 2nd International Conference on Natural Hazards and Infrastructure, ICONHIC 2019; Chania; Greece; 23 June 2019 through 26 June 2019; Code 257429
- Sennson, J. L., & Beck, S. L. (1996). Historical 1942 Ecuador and 1942 Peru subduction earthquakes and earthquake cycles along Colombia-Ecuador and Peru subduction segments. Pure and applied geophysics, 146, 67-101.
- Serrano, C. M. C., & Toulkeridis, T. (2019). PROPUESTA DE UN NUEVO MODELO DE PLANIFICACIÓN PARA EL DISEÑO DE OPERACIONES DE APOYO A LA SEGURIDAD INTEGRAL DEL ESTADO DEL ECUADOR-ÁMBITO INTERNO. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(4), 15-15.
- Silva, V., Crowley, H., Varum, H., Crowley, H., & Pinho, R. (2015). *Seismic risk assessment for mainland Portugal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10518-014-9630-0>

- Singh, S. K., Lermo, J., Dominguez, T., Ordaz, M., Espinosa, J. M., Mena, E., & Quaas, R. (1988). The Mexico earthquake of September 19, 1985—a study of amplification of seismic waves in the valley of Mexico with respect to a hill zone site. *Earthquake spectra*, 4(4), 653-673.
- Souza, J. C. (25 de Junio de 2021). *¿Qué significan las grietas en las estructuras de hormigón?* <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/880210/que-significan-las-grietas-en-las-estructuras-de-hormigon>
- Staff, R. (Enero de 2010). *U.N. mission chief in Haiti killed in quake*. Obtenido de <https://www.reuters.com/article/idUSTRE60C5N820100113>
- Suango Sánchez, V. d. R., Acosta Tafur, J.R., Rodríguez De la Vera, K., Andrade Sánchez, M.S., López Alulema, A.C., Avilés Ponce, L.R., Proaño Morales, J.L., Zambrano Benavides, M.J., Reyes Pozo, M.D., Yépez Campoverde, J.A. and Toulkeridis, T., 2019. Use of geotechnologies and multicriteria evaluation in land use policy – the case of the urban area expansion of the city of Babahoyo, Ecuador. 2019 6th International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2019, 194-202.
- Suango, V., Diaz, D., Reyes Pozo, M.D., Cañar, M., Zapata, A., Moreno-Izquierdo, V.J., García-Villacres, A. and Toulkeridis, T., 2022: Capacity of Constructive Reception through geo-spatial analysis of physical soil variables in Ibarra, Ecuador. Recent Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy, Proceedings of the CIT 2021, Volume 2, 184-198.
- Suárez-Acosta, P.E., Cañamar-Tipan, C.D., Nato-Criollo, D.A., Vera-Zambrano, J.D., Galarza-Vega, K.L., Guevara-Álvarez, P.M., Fajardo-Cartuche, C.N., Herrera-Garcés, K. K., Ochoa-Campoverde, C.V., Torres-Orellana, J.S., Rentería, W., Chunga, K., Padilla, O., Sinde-González, I., Simón-Baile, D. and Toulkeridis, T., 2021: Evaluation of seismic and tsunami resistance of potential shelters for vertical evacuation in case of a tsunami impact in Bahía de Caráquez, central coast of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 40(1), 1-37.
- Suhr, N., Rojas-Agramonte, Y., Chew, D. M., Pinto, A. J., Villagómez-Díaz, D., Toulkeridis, T., & Mertz-Kraus, R., 2019. Detrital-zircon geochronology and provenance of the El Oro Metamorphic Complex, Ecuador: Geodynamic implications for the evolution of the western Gondwana margin. *Journal of South American Earth Sciences*, 90, 520-539.
- Tacuri Ordoñez, V. M. (2019). Vulnerabilidad sísmica de edificaciones de mediana altura en suelos blandos de la ciudad de Guayaquil. *Trabajo de titulación de Ingeniero Civil*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.
- Theurer, M. M., Jiménez, J. V., Velasco, G. M., & Zambrano, I. B. (2017). Análisis sobre la recurrencia de terremotos severos en Ecuador. *Prisma tecnológico*, 8(1), 12-17.
- Tito Gonzaga, D., Durán Carrillo, J.R., Robalino Bedón, C. and Toulkeridis, T., 2022: Determination of compression stress and volumetric weight of lightened concrete blocks, with the use of recycled polymers and nanoadditives. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 12(3), 1023-1031.
- Tixilema, H, F, (21 de Febrero de 2023), Evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones de estructuras metálicas en la parroquia Izamba zona 1, Ambato, Ecuador: Propuesta de reforzamiento estructural de una edificación representativa. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38258>
- Torres Rites, D. (2016). *Instructivo para elaborar el Diagnóstico de Riesgos*. Ministerio de Educación del Ecuador. Obtenido de https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Libro2.1-Instructivo-para-elaborar-el-Diagnostico_SIGR-E.pdf
- Torres, J. (2017). *Estado central, gobierno local y población ambateña en la reconstrucción de la urbe tras el terremoto del 5 de agosto de 1949*. Obtenido de Universidad Andina Simón Bolívar. Programa de Maestría.: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5859/1/T2429-MH-Torres-Estado.pdf>
- Toulkeridis, T. (2015). Amenazas de origen natural y gestión de riesgo en el Ecuador. *Imprenta de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, Ecuador*.
- Toulkeridis, T. and Zach, I., 2017: Wind directions of volcanic ash-charged clouds in Ecuador – Implications for the public and flight safety. *Geomatics, Natural Hazards and Risks*, 8(2): 242-256.
- Toulkeridis, T., 2016: The Evaluation of unexpected results of a seismic hazard applied to a modern hydroelectric center in central Ecuador. *Journal of Structural Engineering*, 43, (4): 373-380.
- Toulkeridis, T., Arroyo, C.R., Cruz D'Howitt, M., Debut, A., Vaca, A.V., Cumbal, L., Mato, F. and Aguilera, E., 2015: Evaluation of the initial stage of the reactivated Cotopaxi volcano - Analysis of the first ejected fine-grained material. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 3, (11): 6947-6976.
- Toulkeridis, T., Barahona-Quelal, I.N., Pilco-Paguay, E.O., Cacuango-Casco, D.M., Guilcaso-Tipán, B.S. and Sailema-Hurtado, W.P., 2021: Evaluation of seismic and tsunami resistance of potential shelters for

- vertical evacuation in case of a tsunami impact in Manta and Salinas, central coast of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 40(4), 286-314.
- Toulkeridis, T., Bernabé, M., Simón Baile, D., Carreon, D., Cerca, M., Culqui, J., & Zacarías, S. (2015). Gestión de Riesgo en el Ecuador. *Centro de Geología, Volcanología y Geodinámica (CGVG)–GEOI de la ESPE*, 10.
- Toulkeridis, T., Buchwaldt, R. and Addison, A., 2007: When Volcanoes Threaten, Scientists Warn. *Geotimes*, 52: 36-39.
- Toulkeridis, T., Chunga, K., Rentería, W., Rodríguez, F., Mato, F., Nikolaou, S., Cruz D’Howitt, M., Besenzon, D., Ruiz, H., Parra, H. and Vera-Grunauer, X., 2017c: The 7.8 M_w Earthquake and Tsunami of the 16th April 2016 in Ecuador - Seismic evaluation, geological field survey and economic implications. *Science of tsunami hazards*, 36: 197-242.
- Toulkeridis, T., Flores, J., & Artieda, J. (2016). PREPARACIÓN EN EL MANEJO DE RIESGOS Y CRISIS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE DELANTE DE FENÓMENOS CATASTRÓFICOS DE ORIGEN NATURAL–PRE-TERREMOTO DEL 2016. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 1(3), 13-13.
- Toulkeridis, T., Jacome, A., & Mato, F. (2018). Ethics, policy, and risk assessment of the Cotopaxi volcanic crisis in Ecuador—vulnerable society versus unprepared volcanic monitoring staff and authorities. *Geoethics in Latin America*, 153-170.
- Toulkeridis, T., Martínez, N., Barrantes, G., Rentería, W., Barragan-Aroca, G., Simón-Baile, D., Palacios, I., Salazar, R., Salcedo-Hurtado, E.d.J. and Pararas-Carayannis, G., 2022. Impact and response in Central and South America due to the tsunami generated by the submarine eruption of Hunga Tonga-Hunga Ha’apai volcano. *Science of Tsunami Hazards*, 41(1), 1-38.
- Toulkeridis, T., Mato, F., Toulkeridis-Estrella, K., Perez Salinas, J.C., Tapia, S. and Fuertes, W., 2018: Real-Time Radioactive Precursor of the April 16, 2016 Mw 7.8 Earthquake and Tsunami in Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 37: 34-48.
- Toulkeridis, T., Ortiz-Prado, E., Chunga-Moran, J., Heredia-R, M., & Debut, A. (2022). Excess Mortality Data Analysis of COVID-19 Infections and Fatalities in Ecuador. *Uniciencia*, 36(1), 280-289.
- Toulkeridis, T., Parra, H., Mato, F., Cruz D’Howitt, M., Sandoval, W., Padilla Almeida, O., Rentería, W., Rodríguez Espinosa, F., Salazar Martínez, R., Cueva Girón, J., Taípe Quispe, A. and Bernaza Quiñonez, L., 2017: Contrasting results of potential tsunami hazards in Muisne, central coast of Ecuador. *Science of tsunami hazards*, 36: 13-40
- Toulkeridis, T., Porrás, L., Tierra, A., Toulkeridis-Estrella, K., Cisneros, D., Luna, M., Carrión, J.L., Herrera, M., Murillo, A., Perez-Salinas, J.C., Tapia, S., Fuertes, W. and Salazar, R., 2019. Two independent real-time precursors of the 7.8 Mw earthquake in Ecuador based on radioactive and geodetic processes—Powerful tools for an early warning system. *Journal of Geodynamics*, 126: 12-22
- Toulkeridis, T., Porrás, L., Tierra, A., Toulkeridis-Estrella, K., Cisneros, D., Luna, M., Carrión, J.L., Herrera, M., Murillo, A., Perez-Salinas, J.C., Tapia, S., Fuertes, W. and Salazar, R., 2019. A potential early warning system for earthquakes based on two independent real-time precursors – the case of Ecuador’s 7.8 Mw in 2016. *Proceedings of the International Conference on Natural Hazards and Infrastructure 2019, 2nd International Conference on Natural Hazards and Infrastructure, ICONHIC 2019; Chania; Greece; 23 June 2019 through 26 June 2019; Code 257429*
- Toulkeridis, T., Rodríguez, F., Arias Jiménez, N., Simón Baile, D., Salazar Martínez, R., Addison, A., Freyre Carryon, D., Mato, F. and Díaz Perez, C., 2016: Causes and consequences of the sinkhole at El Trébol of Quito, Ecuador - Implications for economic damage and risk assessment. *Natural Hazards and Earth Science System*, 16: 2031–2041
- Toulkeridis, T., Seqqat, R., Arias, M. T., Salazar-Martinez, R., Ortiz-Prado, E., Chunga, S., ... & Debut, A. (2022). Volcanic Ash as a precursor for SARS-CoV-2 infection among susceptible populations in Ecuador: A satellite Imaging and excess mortality-based analysis. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 16(6), 2499-2511.
- Toulkeridis, T., Seqqat, R., Torres A, M., Ortiz-Prado, E., & Debut, A. (2020). COVID-19: Pandemic in Ecuador: a health disparities perspective. *Revista de Salud Pública*, 22(3).
- Toulkeridis, T., Simón Baile, D., Rodríguez, F., Salazar Martínez, R., Arias Jiménez, N., Carreon Freyre, D., 2015: Subsidence at the "trébol" of Quito, Ecuador: An indicator for future disasters?. *Proceedings of the International Association of Hydrological Sciences*, 372, 12 November 2015: 151-155
- Toulkeridis, T., Sínde-González, I. and Orbe, J. 2022. Glacial lake tsunami of 13 October 2000 on “El Altar” volcano of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 41(3), 311-335

- Toulkeridis, T., Tamayo, E., Simón-Baile, D., Merizalde-Mora, M.J., Reyes –Yunga, D.F., Viera-Torres, M. and Heredia, M., 2020. Climate change according to Ecuadorian academics–Perceptions versus facts. *La Granja*, 31(1), 21-49
- Toulkeridis, T., Torres, J., Artieda, J., Maisincho, J., & Molina, D. (2019). PREPARACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE FRENTE A FENÓMENOS CATASTRÓFICOS DE ORIGEN NATURAL EN EL 2018–POST COTOPAXI DEL 2015 Y POST-TERREMOTO DEL 2016. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(2), 40-40.
- U.S. Geological Survey & Escuela Politécnica Nacional. (2003). *Mapa de Fallas y Pliegues Cuaternarias de Ecuador y Regiones Oceánicas Adyacentes*.
- UNISDR, (2009), Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres, Estrategia, Obtenido de Internacional Para La Reducción de Desastres de Las Naciones Unidas (UNISDR): <https://rsn.ucr.ac.cr/documentos/educativos/geologia/244-que-es-una-falla#>
- Vaca, A.V., Arroyo, C.R., Debut, A., Toulkeridis, T., Cumbal, L., Mato, F., Cruz D’Howitt, M. and Aguilera, E., 2016: Characterization of fine-grained material ejected by the Cotopaxi volcano employing X-ray diffraction and electron diffraction scattering. *Biology and Medicine*, 8: 3
- VALDIVIESO, M, (ENERO de 2018), MECÁNICA DE SUELOS, Obtenido de <https://es.scribd.com/document/610036299/Mecanica-de-suelos-metodo-directo-e-indirecto>
- Vargas Molina, J. G. (2014). *Historia Resumida de la Armada del Ecuador*. Guayaquil.
- Vásquez León, C. (2015). *Análisis del desempeño sísmico del edificio Peña, aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 vigente en el Distrito Metropolitano de Quito en el año 2015*. Obtenido de <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2202>
- Vicente, R., Parodi, S., Lagomarsino, S., Varum, H., & Mendes da Silva, J. A. R. (2008, October). Seismic vulnerability assessment, damage scenarios and loss estimation. Case study of the old city centre of Coimbra, Portugal. In *Proceedings of the 14th world conference on earthquake engineering, Beijing, China* (pp. 12-17).
- Voigt, S., Schneiderhan, T., Twele, A., Gähler, M., Stein, E., & Mehl, H. (2011). Rapid damage assessment and situation mapping: learning from the 2010 Haiti earthquake. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing (PE&RS)*, 77(9), 923-931.
- Yamanaka, Y., Tanioka, Y., & Shiina, T. (2017). A long source area of the 1906 Colombia–Ecuador earthquake estimated from observed tsunami waveforms. *Earth, Planets and Space*, 69(1), 1-11.
- Ye, L., Kanamori, H., Avouac, J. P., Li, L., Cheung, K. F., & Lay, T. (2016). The 16 April 2016, MW 7.8 (MS 7.5) Ecuador earthquake: A quasi-repeat of the 1942 MS 7.5 earthquake and partial re-rupture of the 1906 MS 8.6 Colombia–Ecuador earthquake. *Earth and Planetary Science Letters*, 454, 248-258.
- Yépez V., Toledo, J. and Toulkeridis, T., 2020. The Armed Forces as a State institution in immediate response and its participation as an articulator in the risk management in Ecuador. *Smart Innovation, Systems and Technologies* 181, 545-554.
- Zafirir Vallejo, R., Padilla-Almeida, O., Cruz D’Howitt, M., Toulkeridis, T., Rodríguez Espinosa, F., Mato, F. and Morales Muñoz, B., 2018: Numerical probability modeling of past, present and future landslide occurrences in northern Quito, Ecuador – Economic implications and risk assessments. 2018 5th International Conference on eDemocracy and eGovernment, ICEDEG 2018 8372318: 117-125.
- Zambrano-Coello, K.A., Chunga, K. and Toulkeridis, T., 2023. Analysis of local risk perception in the event of a tsunami – a case study in Manta, coastal Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 42(2), 65-93.
- Zambrano, C. (2019). EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ANÁLISIS DE POSIBLE INTERVENCIÓN Y REFORZAMIENTO DEL EDIFICIO VENUS LOOR UBICADO EN EL CANTÓN PEDERNALES. En C. ZAMBRANO, *EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA Y ANÁLISIS DE POSIBLE INTERVENCIÓN Y REFORZAMIENTO DEL EDIFICIO VENUS LOOR UBICADO EN EL CANTÓN PEDERNALES*. (pág. 19). Manabí: Manabí, 2019
- Zambrano, J. B. (4 de Abril de 2022). *El UNIVERSO*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/seis-anos-despues-del-potente-terremoto-en-pedernales-hay-familias-que-esperan-un-techo-propio-y-titulos-de-propiedad-nota-2/>
- Zapata, A., Sandoval, J., Zapata, J., Ordoñez, E., Suango, V., Moreno, J., Mullo, C., Tipán, E., Rodríguez, K.E. and Toulkeridis, T., 2020. Application of quality tools for evaluation of the use of geo-information in various municipalities of Ecuador. In *Conference on Information and Communication Technologies of Ecuador* (pp. 420-433). Springer, Cham.
- Zucca, M., Crespi, P. G., & Longarini, N. (2017). Seismic vulnerability assessment of an Italian historical masonry dry dock. *Case Studies in Structural Engineering*, 7, 1-23.

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS
UNIDADES LOGÍSTICAS EN EL FUERTE MILITAR “EL PINTADO”
(BATALLONES: DE ABASTECIMIENTO, MANTENIMIENTO Y TRANSPORTES)
BASADA EN LA GUÍA FEMA P-1000.**



FUERTE EL PINTADO

Miguel Ángel Cajamarca Vargas, Camila Nicole Cerón Rivera,
Cristian Félix Endara Benavides, Abraham Daniel Mueses Cabrera,
Joseth Fernando Nasevilla Farinango y Leslie Jhoana Paspuel Guerra

Editor: Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis

ISBN: 978-9942-929-28-0



9 789942 929280