ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estratégicas en el Ecuador

Theofilos Toulkeridis (ed.) y Ana Gabriela Haro Báez (ed.)

Grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estratégicas en el Ecuador

Theofilos Toulkeridis (ed.); Ana Gabriela Haro Báez(ed.); Kevin Alexander Aguirre Ramos; Sebastián Alexander Andrango Vallejos; Jorge Andrés Armijos Arcos; Alondra Jimena Boada Padilla; Jefferson David Díaz Escobar; Emilio Santiago Mejía Cárdenas; David Alejandro Morales Flores; Carlos Eduardo Trujillo Cadena; Carlos Alberto Aldana Chanataxi; Edwin Xavier Arrieta Lema; Bryan Mauricio Luna Chávez; Cristian Germánico Morales Chacón; Javier Alexander Obregón Álvarez; Emilie Beatriz Torres Benalcázar; Grace Magdalena Chiriboga Pozo; Bryan Patricio López Alban; Israel Eduardo Rodríguez Romero; Carlos Andrés Salgado Revelo; Alejandra Carolina Cabrera Torres; Francisco Fabian Endara Benavides; William Fernando Gavilanez Jaya; Stalin Jorge Heredia Timbila; Lesly Mishell Llanos Quimbiulco; Manuel Fabian Moyón Gusqui; Jairo Fidel Nuñez Pintado; Madelaine Bethsabe Tayupanda Maza

Primera edición electrónica: octubre, 2025
ISBN: 978-9942-652-31-7
Revisión científica:
Enrique Abel Morales Moncayo, Ph.D. - Cuerpo de Ingenieros del Ejército
Washington Aníbal Cepeda Jaramillo, Ph.D. - Investigador independiente

Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE
Crnl. de C.S.M. Víctor Villavicencio A., Ph. D.
Rector

Publicación autorizada por:
Comisión Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE
Cpfg. Joseph Alexander Guamán Seis, Ph.D.
Presidente

Corrección de estilo y diseño
Mtr. Xavier Chinga

Imagen de cubierta: Archivo de autores

Derechos reservados. Se prohíbe la reproducción de esta obra por cualquier medio impreso, reprográfico o electrónico. El contenido, uso de fotografía, gráficos, cuadros, tablas, y referencias es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE
Av. General Rumiñahui s/n, Sangolquí, Ecuador
www.espe.edu.ec

Los derechos de esta edición electrónica son de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, para consulta de profesores y estudiantes de la universidad e investigadores en **www.repositorio.espe.edu.ec.**

Reconocimiento – No Comercial – Sin obras derivadas
CC BY-NC-ND 4.0

Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción

Grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estratégicas en el Ecuador

Theofilos Toulkeridis (ed.), Ana Gabriela Haro Báez (ed.),
Kevin Alexander Aguirre Ramos; Sebastián Alexander Andrango Vallejos;
Jorge Andrés Armijos Arcos; Alondra Jimena Boada Padilla;
Jefferson David Díaz Escobar; Emilio Santiago Mejía Cárdenas;
David Alejandro Morales Flores; Carlos Eduardo Trujillo Cadena;
Carlos Alberto Aldana Chanataxi; Edwin Xavier Arrieta Lema;
Bryan Mauricio Luna Chávez; Cristian Germánico Morales Chacón;
Javier Alexander Obregón Álvarez; Emilie Beatriz Torres Benalcázar; Grace
Magdalena Chiriboga Pozo; Bryan Patricio López Alban;
Israel Eduardo Rodríguez Romero; Carlos Andrés Salgado Revelo;
Alejandra Carolina Cabrera Torres; Francisco Fabian Endara Benavides;
William Fernando Gavilanez Jaya; Stalin Jorge Heredia Timbila;
Lesly Mishell Llanos Quimbiulco; Manuel Fabian Moyón Gusqui;
Jairo Fidel Nuñez Pintado; Madelaine Bethsabe Tayupanda Maza

EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

Agradecemos a todos comandantes, directores, coroneles y generales quienes nos permitieron entrar en sus sitios de trabajo, y a todos que nos ayudaron a realizar esta obra...

Dedicado a los alumnos militares y civiles de la carrera de ingeniería civil

Theofilos Toulkeridis
ttoulke@geo.auth.gr

Ciudadano griego, con Licenciatura en geología, mineralogía, geografía y química, Titulo en Maestría en Ciencias de geología y paleontología (1992), Doctorado (Ph.D.) en Geología y Geoquímica de los Isótopos (1996), Investigador Post-Doctorado en el Instituto Max-Planck de Química división Geoquímica en Mainz, Alemania y en el Centro de Geoquímica de la Superficie (CNRS) en Estrasburgo, Francia. Ha sido docente-investigador, profesor principal titular en varias universidades del pregrado y posgrado en el Ecuador desde 1999. Actualmente es investigador invitado del School of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, Thessaloniki, Grecia (desde 2024) y Director de Investigación y Producción Científica de la Universidad de Especialidades Turísticas UDET, Quito, Ecuador.

Entre otras actividades, el Dr. Theofilos Toulkeridis es experto y consultor internacional en gestión de riesgos como de reducción de vulnerabilidades con enfoque a terremotos, tsunamis y volcanes; Comisionario de UNESCO en Cambio Global, Riesgos Geológicos y Patrimonio Geológico; Capitulo-Miembro nacional del grupo mundial "International Association for Geoethics IAGETH"; Miembro del Geo-Network of Latinamerican-German Alumni (GOAL) parte del Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD); Espeleólogo principal del Ecuador y Galápagos; Miembro y expresidente de la Red Ecuatoriana de Cambio Climático (RECC); Fundador, ex - y de nuevo presidente de la Sociedad Científica Ecuatoriana de Espeleología ECUCAVE; Calificado perito del Sistema Judicial del Ecuador (Fiscalia General del Estado) en áreas de geología, minas y riesgos.

El Dr. Theofilos Toulkeridis aparece regular en medios de comunicación de importancia nacional como mundial (CNN, BBC, Canal+, National Geographic etc.). El mismo es revisor de múltiples revistas internacionales de gran factor de impacto. Editor y co-editor de varias revistas nacionales y de una internacional. El mismo es autor de más de 260 artículos SCOPUS en revistas internacionales y 26 libros en hasta tres idiomas. El Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis es ganador de diferentes premios nacionales e internacionales por varios estudios científicos realizados y por su trayectoria.

Ana Gabriela Haro Báez
agharo@espe.edu.ec

Ingeniera Civil, distinguida con la medalla de mejor graduada en su promoción en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Posteriormente, obtuvo una Maestría en Ingeniería Estructural por la Escuela Politécnica Nacional, con distinción Cum Laude, y un Ph.D. en Ingeniería Civil por la North Carolina State University (NCSU), EE. UU., donde fue galardonada con el prestigioso premio Thomas G. Coffey a la excelencia investigativa.

Creó el Grupo de Investigación en Estructuras y Construcciones en la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE y, en su rol de coordinadora, se ha consolidado como una líder en el ámbito de la ingeniería estructural. Asimismo, es docente en programas de posgrado en diversas instituciones ecuatorianas y ha ocupado roles clave en la gestión académica, entre ellos Directora de la Carrera de Ingeniería Civil (2006-2007) y Directora del Departamento de Ciencias de la Tierra y la Construcción (2019-2021).

Su trayectoria investigativa se centra en el diseño sísmico basado en desempeño y resiliencia, con énfasis en el comportamiento de muros de hormigón armado, el monitoreo de la salud estructural y la evaluación del riesgo en infraestructuras. Sus contribuciones han sido importantes en la actualización de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, liderada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), donde presidió el capítulo de Seguridad Estructural, Peligro Sísmico y Diseño Sismorresistente (NEC-SE-DS) entre 2021 y 2023.

Autora de numerosas publicaciones científicas en revistas de alto impacto, ha liderado proyectos de investigación a nivel nacional e internacional. Desde 2014, es miembro activo del Earthquake Engineering Research Institute (EERI), institución con la que ha participado en misiones de reconocimiento post-terremoto, contribuyendo significativamente al desarrollo de prácticas avanzadas en ingeniería sismorresistente.

Índice

Prólogo..... 43

Introducción..... 45

Prefacio..... 47

Parte I - Introducción, contexto y metodología..... 49

Generalidades y planteamiento del problema..... 51

Antecedentes..... 53

Contexto de parámetros y metodología aplicada..... 60

Riesgo sísmico..... 60

Caracterización del Riesgo Sísmico..... 61

Vulnerabilidad (V)..... 63

Evaluación de vulnerabilidad sísmica..... 64

Grupos de Vulnerabilidad (GV)..... 66

Puntaje base de Evaluación según la guía de Ballesteros & Caizaguano (2020)..... 67

(Pre Código)..... 68

Código Ecuatoriano de Construcción 1977 (Período de Transición)..... 68

Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC 2000) (Post código)..... 69

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 15) (Código Moderno)..... 69

Parámetros de GV1..... 71

Número de pisos..... 71

Tipo de edificio FEMA..... 72

Condición de golpeteo y adyacencia..... 72

Tipo de suelo..... 73

Gestión de Riesgos..... 73

Análisis de la capacidad de respuesta Cr..... 74

Elemento de terreno (E)..... 74

Nivel de exposición a la amenaza (NE)..... 75

Fallas geológicas en el Ecuador..... 75

Peligrosidad sísmica en Esmeraldas..... 77

Sistema de fallas en Esmeraldas..... 78

Peligrosidad sísmica en Guayaquil..... 80

Fallas activas en Guayaquil..... 82

Peligrosidad sísmica en Cuenca..... 82

Fallas locales en Cuenca..... 83

Sistema de fallas Girón..... 84

Coeficiente de capacidad..... 84

Riesgo global..... 85

Puntaje base..... 85

Grupos de Vulnerabilidad GV1, GV2 y GV3..... 85

Grupo de vulnerabilidad (GV1)..... 86

Año de construcción..... 86

Número de pisos..... 86

Tipo de Edificio FEMA..... 88

Condición de Golpeteo..... 90

Condición de adyacencia..... 91

Tipo de suelo..... 92

Grupo de Vulnerabilidad (GV2)..... 93

Relación largo - ancho..... 93

Irregularidades en planta..... 94

Irregularidades en elevación..... 96

Ampliaciones verticales y horizontales..... 98

Patologías en vigas y columnas..... 100

Patologías en losas de entrepiso y cubiertas planas..... 103

Patologías en paredes..... 104

Grupo de Vulnerabilidad (GV3)..... 105

Puntaje de grado de vulnerabilidad..... 109

Normativas aplicadas..... 113

Normativa FEMA P-154..... 113

Normativa FEMA 396..... 113

Guía FEMA P-1000..... 114

Normativa NEC-15..... 114

Guía FEMA 577..... 114

Manual FEMA E-74..... 115

Normativa ASCE/SEI 41-17..... 115

Normativa ASCE/SEI 7-22..... 116

Parte II - Resultados de Tesis 1..... 117

Tipo de suelo..... 119

1. Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E..... 120

2. Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E..... 122

3. Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"..... 124

4. Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"..... 125

5. Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1..... 126

6. Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"..... 128

7. Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E..... 130

8. Base Aérea "TAURA"..... 131

9. Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"..... 132

10. Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"..... 133

11. Hospital Básico 1 BI "EL ORO"..... 135

12. Ala de Transportes Nº 11 F.A.E..... 137

13. Hospital Básico - LATACUNGA..... 141

14. Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"..... 142

15. Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"..... 143

16. Depósito Conjunto de Municiones "SUR"..... 146

17. Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"..... 148

18. Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"..... 149

19. Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"..... 150

20. Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"..... 151

21. Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"..... 154

Gráficos comparativos..... 156

Conclusiones y recomendaciones de resultados Tesis 1 157

Conclusiones 157

Recomendaciones 158

Parte III- Resultados de Tesis 2 159

Generalidades de los sitios estudiados 161

Hospital Naval de Guayaquil 161

Hospital Naval de Esmeraldas 161

Hospital General II de Guayaquil 162

Hospital General III de Cuenca 163

Nivel de sismicidad 164

Ubicación e información de identificación 168

Características generales 170

Tipo de suelo y riesgos geológicos 171

1. Hospital Naval de Guayaquil 171

2. Hospital Naval de Esmeraldas 172

3. Hospital General II Guayaquil 174

4. Hospital General III Cuenca 176

Riesgos no estructurales 177

Peligros no estructurales 178

Hospital Naval de Guayaquil 178

Hospital Naval de Esmeraldas 180

Hospital General II de Guayaquil 182

Hospital General III Cuenca 184

Inspección del contenido de la edificación..... 186

Hospital Naval de Guayaquil..... 186

Hospital Naval de Esmeraldas..... 189

Hospital General II de Guayaquil..... 192

Hospital General III de Cuenca..... 194

Identificación del tipo de estructura..... 196

Hospital Naval de Guayaquil..... 197

Hospital Naval de Esmeraldas..... 198

Hospital General II de Guayaquil..... 199

Hospital General III Cuenca..... 201

Irregularidades..... 201

Otros riesgos y alcance de la inspección..... 207

Puntajes básicos, modificadores Nivel 1 y Nivel 2..... 209

Hospital Naval de Guayaquil..... 209

Hospital Naval de Esmeraldas..... 212

Hospital General II de Guayaquil..... 219

Hospital General III Cuenca..... 222

Puntajes finales formularios Nivel 1 y 2..... 227

Acciones requeridas..... 229

Resultados de formularios..... 231

Hospital Naval de Guayaquil..... 231

Hospital Naval de Esmeraldas..... 232

Hospital General II de Guayaquil..... 234

Hospital General III Cuenca..... 235

Recomendaciones técnicas para mitigar la vulnerabilidad sísmica..... 236

Estructural..... 236

No estructural..... 237

Contenido..... 238

Conclusiones y Recomendaciones de Resultados Tesis 2..... 239

Conclusiones..... 239

Recomendaciones..... 241

Parte IV - Resultados de Tesis 3..... 243

Descripción de las Estructuras Evaluadas..... 245

Tipo de suelo..... 245

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica..... 246

1. Escuela Superior Militar De Aviación "Cosme Rennella Barbatto"..... 246

2. Escuela superior militar "ELOY ALFARO"..... 250

3. Escuela Superior Naval "CMDTE. RAFAEL MORÁN VALVERDE"..... 271

4. Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"..... 274

5. Colegio Militar N°1 "ELOY ALFARO"..... 300

6. Escuela de IWIAS..... 305

Gráficos comparativos..... 310

Conclusiones y recomendaciones de resultados Tesis 3..... 313

Conclusiones..... 313

Recomendaciones..... 314

Parte V - Resultados de Tesis 4..... 317

Descripción general de las estructuras evaluadas..... 319

Ubicación..... 319

Tipo de suelo..... 320

1. Brigada de Infantería No. 31 "ANDES"..... 322

2. Grupo de Caballería Mecanizada No. 36"YAGUA-CHI"..... 325

3. Cuarta División de Ejército "AMAZONAS"..... 329

4. Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"..... 331

5. Fuerte Militar "RUMIÑAHUI"..... 336

6. Complejo Ministerial..... 341

7. Colegio Militar "ELOY ALFARO"..... 344

8. Cuerpo de Ingenieros del Ejército..... 346

9. Primera División de Ejército "SHYRIS"..... 350

10. Escuela de Servicios y Especialistas del Ejército..... 353

11. Academia de Guerra del Ejército..... 358

12. Fuerte Militar "SAN JORGE"..... 360

13. Batallón de Ingenieros No. 68 "COTOPAXI"..... 364

14. Batallón de Ingenieros No. 69 "CHIMBORAZO"..... 367

15. Brigada de Aviación del Ejército No. 15 "PAQUI-SHA"..... 370

16. Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR"..... 373

17. Unidad Escuela Misiones de Paz "ECUADOR"..... 375

18. Brigada de Infantería No. 13 "PICHINCHA" 377

19. Brigada de Fuerzas Especiales No. 9 "PATRIA" 382

20. Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA" 390

21. Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALÁPAGOS" 398

Gráficos comparativos 402

Conclusiones y Recomendaciones de Resultados parte 4 404

Conclusiones 404

Recomendaciones 406

Parte VI - Resultados de la Institución 407

Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE 409

Referencias 415

Índice de tablas

Tabla 1 *Filosofía de diseño*..... 69

Tabla 2 *Zonas sísmicas NEC-15*..... 70

Tabla 3 *Fallas y pliegues cuaternarios de la provincia del Azuay*..... 84

Tabla 4 *Puntaje base según el año de construcción*..... 85

Tabla 5 *Grados de vulnerabilidad*..... 86

Tabla 6 *Grados de vulnerabilidad por número de pisos (FEMA, 2016)*..... 87

Tabla 7 *Tipos de edificios FEMA. En caso de que la edificación sea mixta (MX) se debe considerar el sistema constructivo principal y más crítico*..... 88

Tabla 8 *Grados de vulnerabilidad por golpeteo*..... 90

Tabla 9 *Problemas de adyacencia en edificaciones*..... 91

Tabla 10 *Grados de vulnerabilidad por golpeteo*..... 92

Tabla 11 *Grados de vulnerabilidad por tipo de suelo*..... 92

Tabla 12 *Tipos de perfil de suelo según la NEC-15*..... 93

Tabla 13 *Grados de vulnerabilidad por relación largo ancho*..... 94

Tabla 14 *Irregularidades en planta*..... 95

Tabla 15 *Grados de vulnerabilidad por irregularidad en planta*..... 96

Tabla 16 *Irregularidades en elevación (FEMA, 2016)*..... 97

Tabla 17 *Grados de vulnerabilidad por irregularidad en elevación*..... 98

Tabla 18 *Guía para identificar ampliaciones verticales y horizontales*..... 98

Tabla 19 *Grados de vulnerabilidad por ampliaciones verticales*..... 99

Tabla 20 *Grados de vulnerabilidad por ampliaciones horizontales*..... 100

Tabla 21 *Tipos de condiciones para elementos metálicos*..... 100

Tabla 22 *Tipos de condiciones para elementos madera*..... 101

Tabla 23 *Grietas en vigas*..... 101

Tabla 24 *Grietas en columnas*..... 102

Tabla 25 *Grado de vulnerabilidad patologías en vigas*..... 102

Tabla 26 *Grado de vulnerabilidad patologías en columnas*..... 102

Tabla 27 *Grietas en losas*..... 103

Tabla 28 *Grado de vulnerabilidad por grietas*..... 104

Tabla 29 *Grietas en paredes*..... 104

Tabla 30 *Grado de vulnerabilidad por patología en paredes*..... 105

Tabla 31 *Grado de vulnerabilidad de elementos externos no estructurales*..... 105

Tabla 32 *Grado de vulnerabilidad de elementos internos no estructurales*..... 106

Tabla 33 *Grado de vulnerabilidad por estado de la edificación*..... 106

Tabla 34 *Grado de vulnerabilidad por estado de conservación de cubiertas*..... 107

Tabla 35 *Grado de vulnerabilidad por puertas de salida o emergencia*..... 108

Tabla 36 *Grado de Vulnerabilidad por Ventanas*..... 108

Tabla 37 *Grado de vulnerabilidad por accesibilidad universal*..... 109

Tabla 38 *Factor de influencia para GV en función del puntaje base*..... 110

Tabla 39 *Grado de vulnerabilidad sísmica*..... 110

Tabla 40 *Importancia de edificación según elemento de terreno*..... 110

Tabla 41 *Nivel de exposición a la amenaza*..... 111

Tabla 42 *Categoría de unidades militares según el Riesgo Global*..... 112

Tabla 43 *Unidades militares*..... 119

Tabla 44 *Tipo de suelo*..... 119

Tabla 45 *Datos generales del Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 120

Tabla 46 *Datos de los edificios que conforma el Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 121

Tabla 47 *Vulnerabilidad total del Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 121

Tabla 48 *Riesgo global del Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 121

Tabla 49 *Datos generales del Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 122

Tabla 50 *Datos de los edificios que conforma el Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 122

Tabla 51 *Vulnerabilidad total del Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 123

Tabla 52 *Riesgo global del Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.*..... 123

Tabla 53 *Datos generales del Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"*..... 124

Tabla 54 *Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"*..... 124

Tabla 55 *Vulnerabilidad total del Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"*..... 125

Tabla 56 *Riesgo global del Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"* 125

Tabla 57 *Datos generales de la Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"* 125

Tabla 58 *Vulnerabilidad total de la Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"* 125

Tabla 59 *Riesgo global de la Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"* 126

Tabla 60 *Datos generales del Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1* 126

Tabla 61 *Datos de los edificios que conforma el Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1* 127

Tabla 62 *Vulnerabilidad total del Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1* 128

Tabla 63 *Riesgo global del Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1* 128

Tabla 64 *Datos generales del Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"* 128

Tabla 65 *Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"* 129

Tabla 66 *Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"* 129

Tabla 67 *Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"* 130

Tabla 68 *Datos generales del Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E.* 130

Tabla 69 *Datos de los edificios que conforma el Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E.* 130

Tabla 70 *Datos generales de la Base Aérea "TAURA"* 131

Tabla 71 *Vulnerabilidad total de la Base Aérea "TAURA"* 131

Tabla 72 *Riesgo global de la Base Aérea "TAURA"* 131

Tabla 73 *Datos generales de la unidad Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"* 132

Tabla 74 *Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"* 132

Tabla 75 *Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"* 132

Tabla 76 *Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"* 132

Tabla 77 *Datos generales del Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"* 133

Tabla 78 *Datos de los edificios que conforma el Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"* 133

Tabla 79 *Vulnerabilidad total del Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"* 134

Tabla 80 *Riesgo global del Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"* 135

Tabla 81 *Datos generales del Hospital Básico 1 BI "EL ORO"* 135

Tabla 82 *Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico 1 BI "EL ORO"* 135

Tabla 83 *Vulnerabilidad total del Hospital Básico 1 BI El Oro* 137

Tabla 84 *Riesgo global del Hospital Básico 1 BI "EL ORO"* 137

Tabla 85 *Datos generales de la unidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E* 137

Tabla 86 *Datos de los edificios que conforma la entidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E* 138

Tabla 87 *Vulnerabilidad total de la unidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E* 140

Tabla 88 *Riesgo global de la entidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.* 140

Tabla 89 *Datos generales del Hospital Básico – LATACUNGA* 141

Tabla 90 *Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico – LATACUNGA* 141

Tabla 91 *Vulnerabilidad total del Hospital Básico – LATACUNGA* 141

Tabla 92 *Riesgo global del Hospital Básico – LATACUNGA* 141

Tabla 93 *Datos generales del Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"* 142

Tabla 94 *Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"* 142

Tabla 95 *Vulnerabilidad total del Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"* 143

Tabla 96 *Riesgo global del Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"* 143

Tabla 97 *Datos generales del Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"* 143

Tabla 98 *Datos de los edificios que conforma el Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"* 144

Tabla 99 *Vulnerabilidad total del Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"* 146

Tabla 100 *Riesgo global del Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"* 146

Tabla 101 *Datos generales del Depósito Conjunto de Municiones "SUR"* 146

Tabla 102 *Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "SUR"* 147

Tabla 103 *Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "SUR"* 147

Tabla 104 *Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "SUR"* 147

Tabla 105 *Datos generales de la unidad Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"* 147

Tabla 106 *Vulnerabilidad total de la Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"* 148

Tabla 107 *Riesgo global de la Brigada de Selva Nº 19 "NAPO".* 148

Tabla 108 *Datos generales del Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"* 148

Tabla 109 *Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"* 149

Tabla 110 *Vulnerabilidad total del Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"* 149

Tabla 111 *Riesgo global del Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"* 149

Tabla 112 *Datos generales del Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"* 150

Tabla 113 *Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"* 150

Tabla 114 *Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"* 150

Tabla 115 *Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"* 150

Tabla 116 *Datos generales de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"* 151

Tabla 117 *Dependencia de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"* 151

Tabla 118 *Vulnerabilidad total de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"* 154

Tabla 119 *Riesgo global de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"* 154

Tabla 120 *Datos generales del Hospital de Brigada Nº 7 "Loja"* 154

Tabla 121 *Datos de los edificios que conforma el Hospital de Brigada Nº 7 "Loja"* 155

Tabla 122 *Vulnerabilidad total del Hospital de Brigada Nº 7 "Loja"* 155

Tabla 123 *Riesgo global del Hospital de Brigada Nº 7 "Loja"* 155

Tabla 124 *Determinación de la Región Sísmica a partir de la Respuesta de Aceleración Espectral del MCR-R. g = aceleración de la gravedad en dirección horizontal* 165

Tabla 125 *Resultados obtenidos de las gráficas de curvas de peligrosidad sísmica de cada ciudad de estudio y de la página del Instituto Geofísico-EPN para la tasa de excentricidad de 475 años (0,00211)* 166

Tabla 126 *Resultados obtenidos de las gráficas de curvas de peligrosidad sísmica de cada ciudad de estudio y de la página del Instituto Geofísico-EPN para la tasa de excentricidad de 2500 (0,0004) y 2475 (0,000404) años respectivamente* 167

Tabla 127 *Nivel de sismicidad de Esmeraldas* 168

Tabla 128 *Nivel de sismicidad de Guayaquil* 168

Tabla 129 *Nivel de sismicidad de Cuenca* 168

Tabla 130 *Ubicación e información de identificación Hospital Naval de Guayaquil* 169

Tabla 131 *Ubicación e información de identificación Hospital Naval de Esmeraldas* 169

Tabla 132 *Ubicación e información de identificación Hospital General II Guayaquil* 169

Tabla 133 *Ubicación e Información de Identificación Hospital General III Cuenca* 170

Tabla 134 *Características generales Hospital Naval de Guayaquil* 170

Tabla 135 *Características generales Hospital Naval de Esmeraldas* 170

Tabla 136 *Características generales Hospital General II Guayaquil* 171

Tabla 137 *Características generales Hospital General III Cuenca* 171

Tabla 138 *Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital Naval de Guayaquil* 172

Tabla 139 *Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital Naval de Esmeraldas* 174

Tabla 140 *Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital General II Guayaquil* 175

Tabla 141 *Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital General III Cuenca* 177

Tabla 142 *Peligros no estructurales Hospital Naval de Guayaquil* 178

Tabla 143 *Peligros no estructurales Hospital Naval de Esmeraldas* 180

Tabla 144 *Peligros no estructurales Hospital General II de Guayaquil* 182

Tabla 145 *Peligros no estructurales Hospital General III Cuenca* 184

Tabla 146 *Inspección del contenido del Hospital Naval de Guayaquil* 188

Tabla 147 *Inspección del contenido del Hospital Naval de Esmeraldas* 190

Tabla 148 *Inspección del contenido del Hospital General II de Guayaquil* 193

Tabla 149 *Inspección del contenido del Hospital General III Cuenca* 195

Tabla 150 *Tipo de estructura Hospital Naval de Guayaquil*..... 198

Tabla 151 *Tipo de estructura Hospital Naval de Esmeraldas*..... 199

Tabla 152 *Tipo de estructura Hospital General II de Guayaquil*..... 200

Tabla 153 *Tipo de estructura Hospital General III Cuenca*..... 201

Tabla 154 *Irregularidades Hospital Naval de Guayaquil*..... 202

Tabla 155 *Irregularidades Hospital Naval de Esmeraldas*..... 203

Tabla 156 *Irregularidades Hospital General II de Guayaquil*..... 205

Tabla 157 *Irregularidades Hospital General III Cuenca*..... 206

Tabla 158 *Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital Naval de Guayaquil*..... 208

Tabla 159 *Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital Naval de Esmeraldas*..... 208

Tabla 160 *Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital General II de Guayaquil*..... 208

Tabla 161 *Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital General III Cuenca*..... 209

Tabla 162 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 1*..... 209

Tabla 163 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 1*..... 210

Tabla 164 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 2*..... 210

Tabla 165 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 2*..... 211

Tabla 166 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 3*..... 211

Tabla 167 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 3*..... 212

Tabla 168 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 1*..... 212

Tabla 169 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 1*..... 213

Tabla 170 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 3*..... 214

Tabla 171 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 3*..... 214

Tabla 172 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 5*..... 215

Tabla 173 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 5*..... 215

Tabla 174 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (S3) Nivel 1 del bloque 5*..... 216

Tabla 175 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 5*..... 217

Tabla 176 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 9*..... 218

Tabla 177 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 9*..... 218

Tabla 178 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque lateral derecho*..... 219

Tabla 179 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque lateral derecho*..... 219

Tabla 180 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque central*..... 220

Tabla 181 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque central*..... 220

Tabla 182 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque lateral izquierdo*..... 221

Tabla 183 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque lateral izquierdo*..... 221

Tabla 184 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 1*..... 222

Tabla 185 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 1*..... 223

Tabla 186 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 2*..... 223

Tabla 187 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 2*..... 224

Tabla 188 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 3*..... 224

Tabla 189 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 3*..... 225

Tabla 190 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 4*..... 225

Tabla 191 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 4*..... 226

Tabla 192 *Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 5*..... 226

Tabla 193 *Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 5*..... 227

Tabla 194 *Puntajes finales Hospital Naval de Guayaquil*..... 228

Tabla 195 *Puntajes finales Hospital Naval de Esmeraldas*..... 228

Tabla 196 *Puntajes finales Hospital General II de Guayaquil*..... 228

Tabla 197 *Puntajes finales Hospital General III Cuenca*..... 229

Tabla 198 *Acciones requeridas Hospital Naval de Guayaquil*..... 229

Tabla 199 *Acciones requeridas Hospital Naval de Esmeraldas*..... 229

Tabla 200 *Acciones requeridas Hospital General II de Guaya-. quil* 230

Tabla 201 *Acciones requeridas Hospital General III Cuenca* 230

Tabla 202 *Unidades militares* 245

Tabla 203 *Tipo de suelo* 246

Tabla 204 *Vulnerabilidad total de la Unidad* 249

Tabla 205 *Riesgo global* 250

Tabla 206 *Vulnerabilidad total de la unidad* 270

Tabla 207 *Riesgo global* 271

Tabla 208 *Vulnerabilidad total de la unidad* 273

Tabla 209 *Riesgo global* 274

Tabla 210 *Vulnerabilidad total de la unidad* 299

Tabla 211 *Riesgo global* 300

Tabla 212 *Vulnerabilidad total de la unidad* 304

Tabla 213 *Riesgo Global* 304

Tabla 214 *Vulnerabilidad total de la unidad* 309

Tabla 215 *Riesgo Global* 310

Tabla 216 *Unidades militares* 319

Tabla 217 *Tipo de suelo* 320

Tabla 218 *Datos generales de la unidad* 322

Tabla 219 *Datos de los edificios que conforman* 322

Tabla 220 *Vulnerabilidad total de la Unidad* 324

Tabla 221 *Riesgo Global* 325

Tabla 222 *Datos generales de la unidad*..... 325

Tabla 223 *Datos de los edificios que conforman*..... 326

Tabla 224 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 328

Tabla 225 *Riesgo Global*..... 328

Tabla 226 *Datos generales de la unidad*..... 329

Tabla 227 *Datos de los edificios que conforman*..... 329

Tabla 228 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 331

Tabla 229 *Riesgo Global*..... 331

Tabla 230 *Datos generales de la unidad*..... 332

Tabla 231 *Datos de los edificios que conforman*..... 332

Tabla 232 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 335

Tabla 233 *Riesgo Global*..... 336

Tabla 234 *Datos generales de la unidad*..... 336

Tabla 235 *Datos de los edificios que conforman*..... 337

Tabla 236 *Vulnerabilidad total*..... 340

Tabla 237 *Riesgo Global*..... 341

Tabla 238 *Datos generales de la unidad*..... 342

Tabla 239 *Datos de los edificios que conforman*..... 342

Tabla 240 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 343

Tabla 241 *Riesgo Global*..... 343

Tabla 242 *Datos generales de la unidad*..... 344

Tabla 243 *Datos de los edificios que conforman*..... 344

Tabla 244 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 345

Tabla 245 *Riesgo Global*..... 346

Tabla 246 *Datos generales de la unidad*..... 346

Tabla 247 *Datos de los edificios que conforman*..... 347

Tabla 248 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 349

Tabla 249 *Riesgo Global*..... 349

Tabla 250 *Datos generales de la unidad*..... 350

Tabla 251 *Datos de los edificios que conforman*..... 350

Tabla 252 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 353

Tabla 253 *Riesgo Global*..... 353

Tabla 254 *Datos generales de la unidad*..... 354

Tabla 255 *Datos de los edificios que conforman*..... 354

Tabla 256 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 357

Tabla 257 *Riesgo Global*..... 358

Tabla 258 *Datos generales de la unidad*..... 359

Tabla 259 *Datos de los edificios que conforman*..... 359

Tabla 260 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 360

Tabla 261 *Riesgo Global*..... 360

Tabla 262 *Datos generales de la unidad*..... 361

Tabla 263 *Datos de los edificios que conforman*..... 361

Tabla 264 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 363

Tabla 265 *Riesgo Global*..... 364

Tabla 266 *Datos generales de la unidad*..... 364

Tabla 267 *Datos de los edificios que conforman*..... 365

Tabla 268 *Vulnerabilidad total de la unidad*..... 367

Tabla 269 *Riesgo global*..... 367

Tabla 270 *Datos generales de la unidad*..... 368

Tabla 271 *Datos de los edificios que conforma*..... 368

Tabla 272 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 370

Tabla 273 *Riesgo Global*..... 370

Tabla 274 *Datos generales de la unidad*..... 371

Tabla 275 *Datos de los edificios que conforman*..... 371

Tabla 276 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 372

Tabla 277 *Riesgo Global*..... 372

Tabla 278 *Datos generales de la unidad*..... 373

Tabla 279 *Datos de los edificios que conforman*..... 373

Tabla 280 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 374

Tabla 281 *Riesgo Global*..... 375

Tabla 282 *Datos generales de la unidad*..... 375

Tabla 283 *Datos de los edificios que conforman*..... 376

Tabla 284 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 376

Tabla 285 *Riesgo Global*..... 376

Tabla 286 *Datos generales de la unidad*..... 377

Tabla 287 *Datos de los edificios que conforman*..... 377

Tabla 288 *Vulnerabilidad total de la Unidad*..... 381

Tabla 289 *Riesgo Global*..... 382

Tabla 290 *Datos generales de la unidad*..... 382

Tabla 291 *Datos de los edificios que conforman* 383

Tabla 292 *Vulnerabilidad total de la unidad* 388

Tabla 293 *Riesgo global* 389

Tabla 294 *Datos generales de la unidad* 390

Tabla 295 *Datos de los edificios que conforman* 390

Tabla 296 *Vulnerabilidad total de la Unidad* 396

Tabla 297 *Riesgo Global* 397

Tabla 298 *Datos generales de la unidad* 398

Tabla 299 *Datos de los edificios que conforman* 398

Tabla 300 *Vulnerabilidad total de la Unidad* 401

Tabla 301 *Riesgo Global* 402

Tabla 302 *Datos generales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE* 409

Tabla 303 *Listado de edificios de la infraestructura principal de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE* 409

Tabla 304 *Evaluación de los edificios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE* 413

Tabla 305 *Resumen y promedio de evaluación de los edificios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE* 413

Índice de figuras

Figura 1 *La situación geodinámica del Ecuador y placas asociadas, microplaca y crestas volcánicas (Microplaca Oceánica Galápagos, Placa Oceánica de Pacifico, de Nazca y Cocos, Placa Continental de Caribe y America Sur, Cresta de Carnegie y de Cocos)*..... 51

Figura 2 *Izquierda: Hospital en Ambato arruinado por el terremoto en 1949. Derecha: Colapso del edificio de la Unidad Educativa "Linus Pauling" en Manta debido del terremoto del 2016*..... 53

Figura 3 *Terremoto de México en 1985*..... 54

Figura 4 *Terremoto de Haiti*..... 55

Figura 5 *Terremoto y tsunami en Japón, 2011*..... 57

Figura 6 *Terremoto de Ibarra en 1868*..... 58

Figura 7 *Zonas Fuentes símicas en el Ecuador. Izquierda: Corticales; Derecha: Interplaca e Intraplaca*..... 62

Figura 8 *Mapa de peligro sísmico para zona de estudio*..... 63

Figura 9 *Capítulos de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC-15*..... 71

Figura 10 *Fallas geológicas en el Ecuador*..... 77

Figura 11 *Estimación de máximas magnitudes probables obtenidas desde análisis de fallas capaces empleando el método de ecuaciones propuestas por Wesnousky (2008)*..... 80

Figura 12 *Mapa de fallas activas en la provincia del Guayas*..... 81

Figura 13 *Mapa de fallas y pliegues cuaternarios de Ecuador y regiones oceánicas adyacentes*..... 83

Figura 14 *Observación de número de pisos en edificación*..... 87

Figura 15 *Condición de golpeteo en estructuras*..... 90

Figura 16 *Condición de adyacencia en estructuras*..... 91

Figura 17 *Relación largo-ancho en estructuras*..... 94

Figura 18 *Estimación del riesgo global*..... 156

Figura 19 *Grado de vulnerabilidad por dependencias*..... 156

Figura 20 *Normativa de construcción por estructuras*..... 156

Figura 21 *Tipo de edificaciones según la FEMA*..... 157

Figura 22 *Estado de conservación de las edificaciones*..... 157

Figura 23 *Vista frontal del Hospital Naval de la ciudad de Guayaquil*..... 161

Figura 24 *Vista panorámica Hospital Naval de Esmeraldas (HOSNAE)*..... 162

Figura 25 *Vista frontal del Hospital General II de Libertad de la ciudad de Guayaquil*..... 163

Figura 26 *Vista frontal del Hospital Militar III de Tarqui de la ciudad de Cuenca*..... 164

Figura 27 *Curvas de peligro sísmico para Esmeraldas a diferentes períodos estructurales*..... 165

Figura 28 *Curvas de peligro sísmico para Guayaquil a diferentes períodos estructurales*..... 168

Figura 29 *Curvas de peligro sísmico para Cuenca a diferentes períodos estructurales*..... 166

Figura 30 *Mapa de zonas geotécnicas de la ciudad de Esmeraldas*..... 173

Figura 31 *Mapa geológico de la ciudad de Guayaquil*..... 175

Figura 32 *División del plano de la ciudad de Cuenca en Unidades Geotécnicas*..... 177

Figura 33 *Tipos de suelos en las unidades militares evaluadas*..... 246

Figura 34 *Escuela Militar de Aviación "Cosme Rennella Barbatto"* 247

Figura 35 *Residencia ESMA* 247

Figura 36 *Vista lateral Residencia ESMA* 248

Figura 37 *Hotel de Oficiales ESMA* 248

Figura 38 *Hotel de Oficiales ESMA* 249

Figura 39 *Comando ESMA* 249

Figura 40 *Escuela superior militar "ELOY ALFARO"* 250

Figura 41 *Edificio Central ESMIL* 251

Figura 42 *Edificio Central ESMIL* 251

Figura 43 *Auditorio ESMIL* 252

Figura 44 *Fachada este Biblioteca, Bar, Cajero ESMIL* 253

Figura 45 *Fachada sur Biblioteca, Bar, Cajero ESMIL* 253

Figura 46 *Casino de cadetes ESMIL* 254

Figura 47 *Ingreso al casino de cadetes ESMIL* 254

Figura 48 *Vista área de la cocina ESMIL* 255

Figura 49 *Fachada de la cocina ESMIL* 255

Figura 50 *Vista aérea de los dormitorios ESMIL* 256

Figura 51 *Dormitorio 1ra y 4ta compañía de cadetes ESMIL* 256

Figura 52 *Fachada este del almacén de cadetes ESMIL* 257

Figura 53 *Fachada norte del almacén de cadetes ESMIL* 257

Figura 54 *Foto área del policlínico ESMIL* 258

Figura 55 *Fachada del policlínico ESMIL* 258

Figura 56 *Vista aérea del coliseo ESMIL*..... 259

Figura 57 *Ingreso del coliseo ESMIL*..... 259

Figura 58 *Vista aérea de la piscina ESMIL*..... 260

Figura 59 *Ingreso de la piscina ESMIL*..... 260

Figura 60 *Ingreso del comedor de oficiales instructores ESMIL*..... 261

Figura 61 *Fachada del comedor de oficiales instructores ESMIL*..... 261

Figura 62 *Vista aérea de la capilla ESMIL*..... 262

Figura 63 *Fachada norte de la capilla ESMIL*..... 262

Figura 64 *Dormitorios de oficiales ESMIL*..... 263

Figura 65 *Fachada norte dormitorios oficiales instructores ESMIL*..... 263

Figura 66 *Vista aérea de la mecánica ESMIL*..... 264

Figura 67 *Fachada sur de la cocina y comedor ESMIL*..... 264

Figura 68 *Fachada norte de la cocina y comedor ESMIL*..... 265

Figura 69 *Vista aérea de los dormitorios ESMIL*..... 265

Figura 70 *Fachada este de los dormitorios ESMIL*..... 266

Figura 71 *Vista aérea de las aulas ESMIL*..... 266

Figura 72 *Fachada de las aulas ESMIL*..... 267

Figura 73 *Vista en planta de la imagen 3D ESMIL*..... 267

Figura 74 *Imagen 3D del edificio central ESMIL*..... 268

Figura 75 *Imagen 3D con las fotos secuenciales para la generación de imagen ESMIL*..... 268

Figura 76 *Foto realizada con el dron para la inspección de fachadas y cubiertas ESMIL*..... 269

Figura 77 *Zoom al 50% para inspección de fachadas y cubiertas ESMIL* 269

Figura 78 *Zoom al 95% para la inspección de fachadas y cubiertas ESMIL* 270

Figura 79 *Escuela Superior Naval "CMDTE RAFAEL MORÁN VALVERDE"* 271

Figura 80 *Dormitorios ESSUNA* 272

Figura 81 *Aulas ESSUNA* 273

Figura 82 *Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"* 274

Figura 83 *Piscina CENEPA* 275

Figura 84 *Fachada Edificio Central CENEPA* 276

Figura 85 *Vista frontal edificio Central CENEPA* 276

Figura 86 *Casino de Oficiales CENEPA* 277

Figura 87 *Vista frontal centro de salud urbano CENEPA* 278

Figura 88 *Vista posterior centro de salud urbano CENEPA* 279

Figura 89 *Estacionamientos CENEPA* 280

Figura 90 *Estacionamientos CENEPA* 280

Figura 91 *Vista lateral dormitorios de oficiales 1 CENEPA* 281

Figura 92 *Vista frontal dormitorios de oficiales 1 CENEPA* 281

Figura 93 *Dormitorios de oficiales 2 CENEPA* 282

Figura 94 *Dormitorios de oficiales 3 CENEPA* 283

Figura 95 *Interior de piscina 2 CENEPA* 284

Figura 96 *Vista exterior piscina 2 CENEPA* 284

Figura 97 *Gimnasio CENEPA* 285

Figura 98 *Bodegas CENEPA* 286

Figura 99 *Comedor 2 CENEPA* 286

Figura 100 *Centro de fisioterapia y radiaciones CENEPA* 287

Figura 101 *Centro de fisioterapia y radiaciones CENEPA* 287

Figura 102 *Farmacias CENEPA* 288

Figura 103 *Farmacias CENEPA* 288

Figura 104 *Bodega de intendencia CENEPA* 289

Figura 105 *Bodegas 2 CENEPA* 290

Figura 106 *Bodegas 2 CENEPA* 290

Figura 107 *Bloque administrativo CENEPA* 291

Figura 108 *Almacén militar - Bodega de suministros CENEPA* 291

Figura 109 *Almacén militar - Bodega de suministros CENEPA* 292

Figura 110 *Vista Frontal Aulas - Laboratorios CENEPA* 292

Figura 111 *Vista Posterior Aulas - Laboratorios CENEPA* 293

Figura 112 *Dormitorios CENEPA* 293

Figura 113 *Material de riesgo CENEPA* 294

Figura 114 *Material de riesgo CENEPA* 294

Figura 115 *Aulas y oficinas CENEPA* 295

Figura 116 *Dormitorios especialistas CENEPA* 296

Figura 117 *Dormitorio CENEPA* 297

Figura 118 *Dormitorio mujeres CENEPA* 298

Figura 119 *Dormitorios Aspirantes CENEPA* 298

Figura 120 *Dormitorios ESPE mujeres CENEPA* 299

Figura 121 *Colegio Militar N°1 "ELOY ALFARO"* 301

Figura 122 *Aulas sección básica COMIL* 301

Figura 123 *Aulas bachillerato COMIL* 302

Figura 124 *Coliseo COMIL* 302

Figura 125 *Piscina COMIL* 303

Figura 126 *Gimnasio - Aulas COMIL* 304

Figura 127 *Escuela de IWIAS* 305

Figura 128 *Auditorio IWIAS* 306

Figura 129 *Baños hombres y mujeres IWIAS* 306

Figura 130 *Bodegas IWIAS* 307

Figura 131 *Cocina IWIAS* 308

Figura 132 *Comando IWIAS* 308

Figura 133 *Dormitorios IWIAS* 309

Figura 134 *Estimación del riesgo global por recintos* 310

Figura 135 *Grado de vulnerabilidad por dependencias* 311

Figura 136 *Normativa de construcción por estructuras* 311

Figura 137 *Tipo de edificaciones según la FEMA* 312

Figura 138 *Estado de conservación de las edificaciones* 312

Figura 139 *Tipo de suelo* 321

Figura 140 *Unidad Grupo de Caballería Mecanizada No. 36"YAGUACHI* 325

Figura 141 *Cuarta División de Ejército "AMAZONAS"* 329

Figura 142 *Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"* 331

Figura 143 *Fuerte Militar "RUMIÑAHUI"* 336

Figura 144 *Ministerio de Defensa* 341

Figura 145 *Colegio Militar "ELOY ALFARO"* 344

Figura 146 *Cuerpo de Ingenieros del Ejército* 346

Figura 147 *Primera División de Ejército "SHYRIS"* 350

Figura 148 *Escuela de Servicios y Especialistas del Ejército* 353

Figura 149 *Academia de Guerra del Ejército* 358

Figura 150 *Fuerte Militar "SAN JORGE"* 360

Figura 151 *Batallón de Ingenieros No. 68 "COTOPAXI"* 364

Figura 152 *Batallón de Ingenieros No. 69 "CHIMBORAZO"* 367

Figura 153 *Brigada de Aviación del Ejército No. 15 "PAQUISHA"* 370

Figura 154 *Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR"* 373

Figura 155 *Unidad Escuela Misiones de Paz "ECUADOR"* 375

Figura 156 *Brigada de Infantería No. 13 "PICHINCHA" (en una importante visita)* 377

Figura 157 *Brigada de Fuerzas Especiales No. 9 "PATRIA"* 382

Figura 158 *Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"* 390

Figura 159 *Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALÁPAGOS"* 398

Figura 160 *Estimación de riesgo global* 403

Figura 161 *Grado de vulnerabilidad por dependencias* 403

Figura 162 *Norma de construcción por dependencias* 403

Figura 163 *Tipo de edificaciones según FEMA* 404

Figura 164 *Estado de conservación*..... 404

Figura 165 *Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en Sangolquí*..... 409

Figura 166 *Distribución de la vulnerabilidad de los edificios de la ESPE en la Matriz de Sangolquí*..... 414

Prólogo

Es un privilegio presentar al Sr. Doctor Theófilos Toulkeridis eminente científico y a su equipo de investigadores, quienes a través de este documento presentan a la comunidad científica y académica, a la autoridades y organismos de control sus hallazgos en las construcciones militares en todo el territorio nacional.

Este trabajo constituye un valioso aporte para que los especialistas en Ingeniería Civil y Estructural tengan una referencia que oriente a la toma de decisiones en la construcción de urbanizaciones populares, grandes edificaciones o instalaciones destinadas a la seguridad y desarrollo nacional.

La recopilación de información obtenida de las diferentes estructuras militares (edificios para comando y control, hospitales, coliseos, piscinas, gimnasios, vivienda fiscal, refugios y centros de entrenamiento) permitirá determinar el nivel se siniestralidad cuando se produzca un evento generado por una amenaza natural originada por la propia dinámica del planeta tierra como es el terremoto.

En el Ecuador, desde 1868 con el terremoto de Ibarra hasta el año 2016 con el terremoto de Manabí y Esmeraldas, se han producido seis eventos naturales de diferente intensidad que han sido un completo desastre por los efectos nocivos que representaron para la comunidad.

También este trabajo establece que en diferentes años las autoridades han establecido las normas para la construcción, pero a pesar de que estas existan, se siguen realizando edificaciones ilegales que de ninguna manera garantizan la seguridad de los ciudadanos.

Distinguidos doctores y equipo de investigadores, reciban nuestra felicitación por haber realizado este importante estudio que beneficiará a nuestro país, particularmente a las Fuerzas Armadas, porque nos permitirá identificar las falencias estructurales y no estructurales que podrían tener las construcciones militares antiguas para evitar su colapso y proporcionar seguridad al personal militar y civil que labora en su interior.

Msc. Carlos Patricio Vasco Cevallos

General de División (S.P.)

Introducción

En el presente estudio se desarrolla un análisis de vulnerabilidad sísmica mediante la "Guía para la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de unidades educativas, escuelas militares localizadas en la parroquia de Saangolquí, basada en la guía FEMA P-1000" elaborada por Ballesteros y Caizaguano (2020), bajo la dirección de la Dra. Ana Gabriela Haro. Normativas como la NEC-15, la ASCE/SEI 41-17 y la ASCE/SEI 7-22 también fueron consideradas. Esta guía permite obtener el grado de vulnerabilidad según los aspectos generales de la estructura tales como año de construcción, tipo de edificación según el FEMA, número de pisos, tipo de suelo, estado de elementos estructurales, elementos no estructurales y el grado de vulnerabilidad sísmica.

En este proyecto se realizó la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de varias unidades militares, incluyendo el Ministerio de Defensa, la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, además de unidades, recintos, hospitales, colegios, aeropuertos y polvorines militares en las ciudades de Manta, Puyo, Shell, Quito, Machachi, Guayaquil, Naranjal, Machala, Riobamba, Latacunga, Cuenca, Saraguro, Coca, Patuca, Loja, Ambato, Salinas, Tulcán, Ibarra, Atuntaqui y Sangolquí.

El estudio se inició con la recopilación de información de las diferentes entidades militares de todo Ecuador, obteniendo los datos de la edificación, datos de construcción, tipo de suelo, riegos geológicos, tipología de la estructura, irregularidades, peligro de caídas exteriores, entre otros parámetros importantes. De igual forma, para la evaluación de estas estructuras estratégicas se determinó el nivel de sismicidad en base a las curvas de peligrosidad sísmica establecidas en la NEC-15, y donde fue necesario se combinaron fundamentos de la ASCE/SEI 41-17 y de la ASCE/SEI 7-22.

Una vez obtenidos estos datos se procedió a realizar las evaluaciones visuales rápidas con el objetivo de detallar cada una de las falencias que se presentaban tanto en la zona interna como externa de la estructura. Mediante los formularios se obtuvieron resultados a partir de los cuales se definen una serie de recomendaciones que permitirán reducir la vulnerabilidad sísmica que presentan las estructuras, ya sea por condiciones arquitectónicas y constructivas o por afectaciones que se vienen dando con el pasar de los años, todo esto con base en el nivel promedio de vulnerabilidad de cada estructura.

Con la obtención de los resultados se logró determinar tres rangos de vulnerabilidad sísmica: alto, medio y bajo, los cuales nos permitirán recomendar

si se debe realizar o no un análisis estructural más detallado. En tal virtud se puede evaluar a la edificación de acuerdo a la vulnerabilidad sísmica obtenida mediante FEMA P-154, y con los resultados obtenidos tomar las decisiones más adecuadas para cada una de las estructuras evaluadas.

De igual manera, se presentan varias sugerencias que permitirán reducir los riesgos en elementos no estructurales, los cuales podrían afectar el bienestar de los ocupantes ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Prefacio

Este estudio se basa en trabajos de integración curricular, previos a la obtención del título de Ingeniero Civil, realizados entre octubre 2021 y marzo 2023 (tres semestres), por cuatro grupos de estudiantes de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Esta iniciativa de investigación se basa en la idea del tutor principal Prof. Dr. Theofilos Toulkeridis (tres semestres, 22 tesistas) y cuenta con la asistencia de la Dra. Ana Gabriela Haro (un semestre, 4 tesistas). Los trabajos se iniciaron y se realizaron durante la dirección del departamento DCTC a cargo del M.Sc. Tcrnl. Carlos Navarette, y la dirección de la Carrera de Ingeniería Civil por parte de la Ing. Maribel Aldás Vaca, Mgs. Agradecemos a los evaluadores (oponentes) de estos trabajos cuales fueron los docentes-investigadores del Grupo de Investigación de Estructuras y Construcciones (GIEC): Manuel Cando Loachamin, Byron Omar Morales Muñoz, Pablo Enrique Caiza Sanchez y Blanca Adriana Chavez Ordoñez. Se recopiló la documentación completa, sin cambio de fondo, de los siguientes títulos::

1. 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.
2. Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de unidades militares importantes (colegios, hospitales, aeropuertos), en el Ecuador basada en la guía FEMA P-1000, NEC-15, ASCE/SEI 41-17, ASCE/SEI 7-22 - Parte 1
3. Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica de Unidades Militares importantes (colegios, hospitales, aeropuertos) en el Ecuador, basada en la guía FEMA P-1000, NEC-15, FEMA 577, ASCE/SEI 41-17, ASCE/SEI 7-22 – Parte 2
4. Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica de Unidades Militares de interés (colegios, hospitales, aeropuertos, polvorínes) en el Ecuador, basada en la guía FEMA P-1000, NEC-15, ASCE/SEI 41-17, ASCE/SEI 7-22 parte final.

Con base en estos aportes, 26 alumnos entre militares y civiles (Kevin Alexander Aguirre Ramos; Sebastián Alexander Andrango Vallejos; Jorge Andrés Armijos Arcos; Alondra Jimena Boada Padilla; Jefferson David Díaz

Escobar; Emilio Santiago Mejía Cárdenas; David Alejandro Morales Flores; Carlos Eduardo Trujillo Cadena; Carlos Alberto Aldana Chanataxi; Edwin Xavier Arrieta Lema; Bryan Mauricio Luna Chávez; Cristian Germánico Morales Chacón; Javier Alexander Obregón Álvarez; Emilie Beatriz Torres Benalcázar; Grace Magdalena Chiriboga Pozo; Bryan Patricio López Alban; Israel Eduardo Rodríguez Romero; Carlos Andrés Salgado Revelo; Alejandra Carolina Cabrera Torres; Francisco Fabian Endara Benavides; William Fernando Gavilanez Jaya; Stalin Jorge Heredia Timbila; Lesly Mishell Llanos Quimbiulco; Manuel Fabian Moyón Gusqui; Jairo Fidel Nuñez Pintado; Madelaine Bethsabe Tayupanda Maza) 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 para la cual se ha detectado una u otra debilidad, garantizando así el funcionamiento de las instalaciones, así como 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, escenarios en los cuales las capacidades militares se han visto reducidas, han occurrido en varias ocasiones, pasando a ser parte de la emergencia en lugar de un alivio ante ella. Como ejemplo, se registra el caso del terremoto en Haití en el 2010, cuando gran parte de un contingente militar quedó inhabilitado (Ver Figura A).

Figura A

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

Parte I

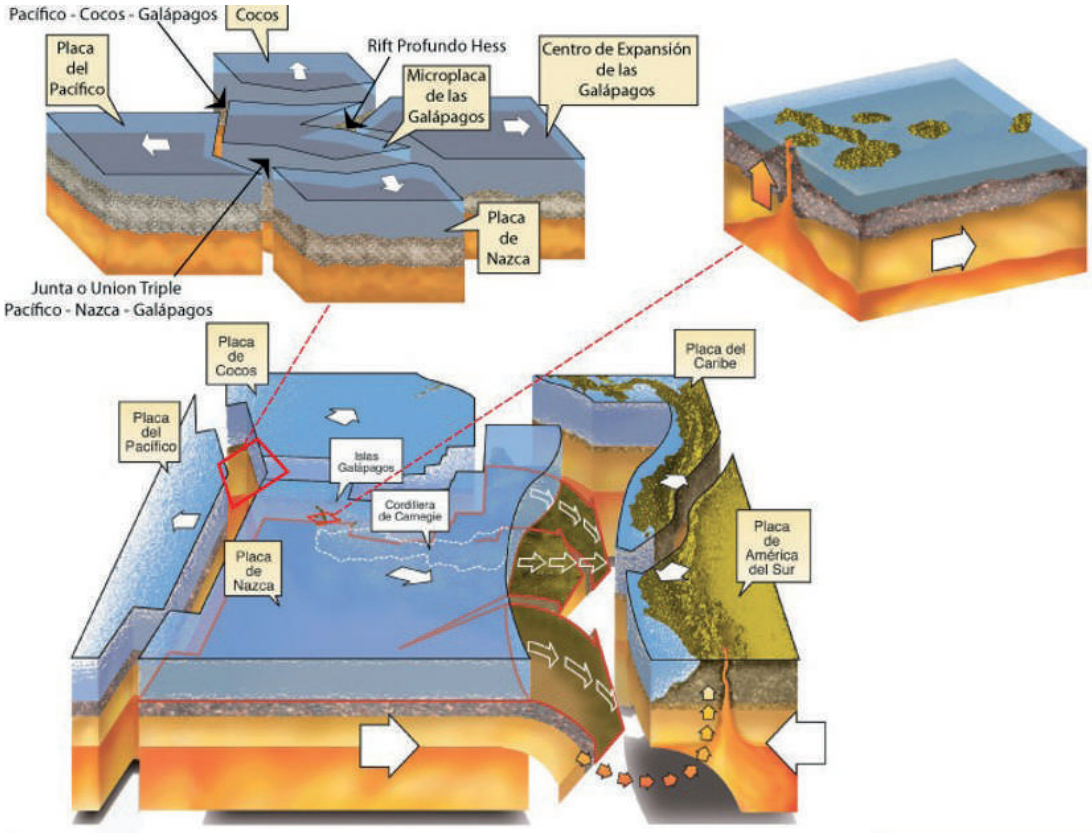
Introducción, contexto y metodología

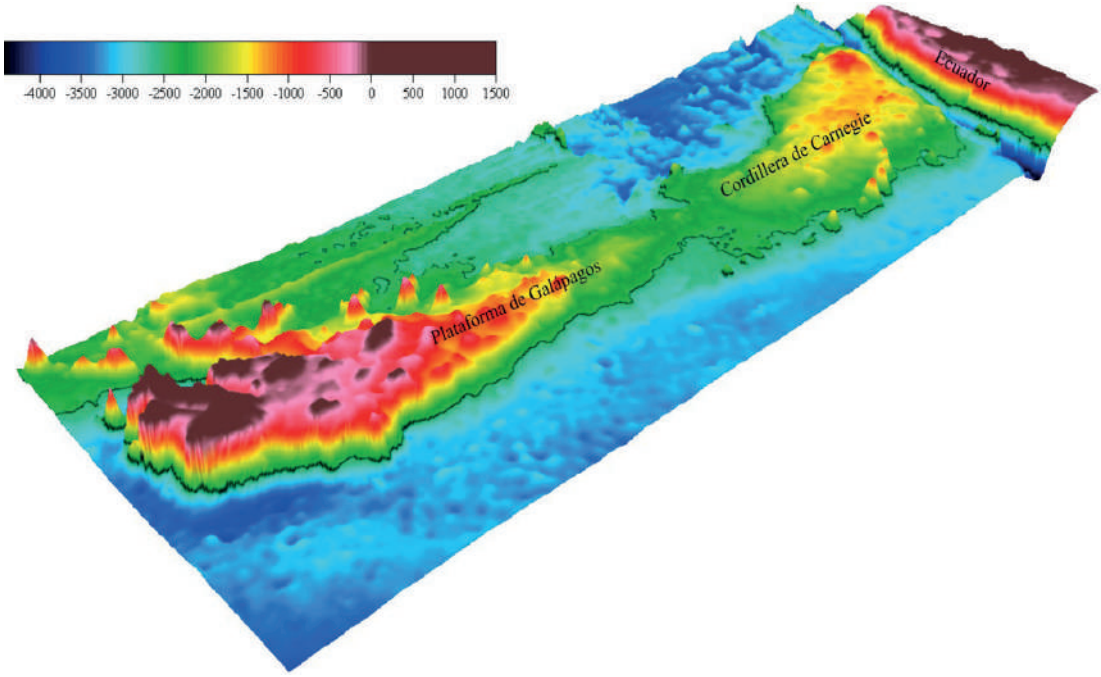
Generalidades y planteamiento del problema

El Ecuador debido a su situación geográfica se encuentra ubicado en el Cinturón de fuego del Pacífico, alrededor de una cadena de volcanes que llegan hasta Chile, zona de alto riesgo sísmico. En este contexto geodinámico, el territorio ecuatoriano presenta constantes movimientos en la zona de subducción, tipo ortogonal entre la placa Nazca y las placas continentales Sudamericana y Caribeña, con un promedio de 7cm/año en dirección este-noreste, convirtiéndolo en uno de los países con mayor actividad sísmica a nivel mundial. Esta constatación se agrava debido a la presencia de una falla transcurrente llamada Mega-Falla Guayaquil-Caracas, la cual atraviesa el país, mayormente en la parte andina (Cahill & Isacks, 1992; Jordán et al., 1983; Lonsdale, 2005; Toulkeridis et al., 2017).

Figura 1

La situación geodinámica del Ecuador y placas asociadas, microplaca y crestas volcánicas (Microplaca Oceánica Galápagos, Placa Oceánica de Pacifico, de Nazca y Cocos, Placa Continental de Caribe y America Sur, Cresta de Carnegie y de Cocos).





Nota. Se nota la posición de las islas Galápagos en medio de la placa oceánica de Nazca arriba de un punto caliente. Además se nota la separación de las placas continentales del Caribe y América del Sur entre la Megafalla Guayaquil-Caracas. En la extrema izquierda de esta figura se nota una microplaca de aproximadamente 120 km de longitud en 2ºN en la zona de separación de las placas Nazca, Cocos y Pacífico, en la región en la que se esperaba tener una junta o unión triple entre las placas referidas, cual subsecuente se nombró "Galápagos" debido de estar la tierra más cercana, a pesar que las Islas Galápagos se encuentran a 1100 km en dirección oriental de la misma. El Rift Profundo Hess es la parte más profunda de un valle expansivo tipo "Rift", causando la propagación de la parte terminal occidental del Centro de Expansión de las Galápagos, la cual se encuentra entre las placas Nazca y Cocos, justo en la parte extrema oriental de la Microplaca Oceánica Galápagos. Abajo derecha se aprecia la morfología tridimensional y batimétrica de la cordillera de Carnegie y la Fosa Ecuatoriana (Toulkeridis, 2011).

A lo largo de la historia, Ecuador ha presentado sismos potenciales que han causado mucho daño, especialmente asociados con las fallas presentadas en la placa sudamericana. Entre los más importantes se encuentra el terremoto ocurrido en Esmeraldas en 1906, que alcanzó una magnitud de 8.8 Ms, el de Ambato dado el 5 de Agosto de 1949 con una magnitud de 6,8 ML, el de Bahía de Caráquez en 1997 con una magnitud de 7,1 y el sismo más reciente es el ocurrido el 16 de abril del 2016, afectando principalmente a Manabí y Esmeraldas, con una magnitud de 7,8 MW (Ye et al., 2016; Yamanaka et al., 2017; Sennson & Beck, 1996; Pararas-Carayannis, 2012; Toulkeridis et al., 2019).

Todos estos terremotos han tenido un severo impacto, ya que ocasionaron pérdidas humanas y económicas, dejando en evidencia falencias en fases de diseño y construcción sismorresistente, dado que se reportaron porcentajes altos de construcciones ilegales (Pimbo, 2021).

Figura 2

Izquierda: Hospital en Ambato arruinado por el terremoto en 1949. Derecha: Colapso del edificio de la Unidad Educativa "Linus Pauling" en Manta debido del terremoto del 2016

Nota. Obtenido de (Nikolaou et al., 2016).

Dadas estas circunstancias en Ecuador y en el mundo entero se han establecido normas que deben ser aplicadas en el ámbito constructivo, de manera que garanticen y proporcionen seguridad a los ciudadanos. Estos diversos fenómenos naturales se han ido presentando de manera diferente, ya sea empezando con un pequeño movimiento en la tierra o manifestándose de manera destructiva, ocasionando un terremoto de gran magnitud. Por lo tanto, existen diversas formas de mitigar y evitar el colapso de los edificios, la principal es la prevención a través de informar a los ciudadanos sobre el riesgo que existe al construir de manera ilegal, sin control (Chávez, 2016).

Antecedentes

Ciudad de México, 19 de septiembre de 1985. Siendo las 7:19 horas un sismo de magnitud de magnitud 8,1 sacude a la capital mexicana, devasta la zona centro de la ciudad, provoca serios daños en cientos de edificios y causa la muerte de miles de personas. No se supo exactamente la cifra real de fallecidos, pero la Cruz Roja Mexicana estima que fueron más de 10.000 víctimas

mortales. Tampoco se conoce el número preciso de personas damnificadas y afectadas psicológicamente por el terremoto. A raíz de este fenómeno natural, en México se elaboraron nuevos reglamentos para que pequeñas casas y grandes edificios sean construidos de manera tal que resistan movimientos telúricos de gran magnitud, como el acaecido aquel aciago 19 de septiembre de 1985. Lo curioso de este caso es que la mayoría de construcciones afectadas fueron relativamente nuevas, mientras las casas y palacios edificados en la época colonial casi no sufrieron daños (Singh et al., 1988; Campillo et al., 1989).

Figura 3

Terremoto de México en 1985

Nota. Obtenido de ABC News

Entonces, surgió la necesidad de estudiar la composición del suelo antes iniciar cualquier tipo de construcción, por ejemplo, los expertos manifiestan que en los lugares donde hubo devastación, el suelo se compone fundamentalmente de arcilla; además, es bien conocido que un buen porcentaje del actual centro de la capital mexicana fue zona lacustre en la época prehispánica, y en cierto período de la época colonial.

La ciudadanía y movimientos sociales del país azteca tomaron conciencia y visualizaron la importancia de establecer una cultura de protección civil frente a diversos fenómenos como terremotos, aluviones, inundaciones, huracanes e, inclusive, incendios. Por lo menos una vez al año se realizan simulacros de

evacuación, auxilio y ayuda en centros educativos, dependencias públicas y empresas, en donde hay personas capacitadas para realizar este tipo de labores en casos de desastres naturales.

Otro terremoto que causó conmoción a nivel mundial fue el que ocurrió en Haití. Un sismo de 7 grados en la escala de Richter, claro que fue un grado menos del ocurrido en México DF, pero la devastación fue mucho mayor y cobró más de ¡200.000 víctimas mortales! Se destruyeron totalmente importantes edificios como el Hotel Christopher (de tres estrellas) que servía de sede al Centro de Comando de la Misión de Estabilización de las Naciones Unidas (MINUSTAH); también colapsaron el Palacio de los Ministros, el de la Protección Civil y otras edificaciones que acogían a entidades municipales y gubernamentales. La tragedia haitiana ha dejado lecciones sobre la precariedad de las construcciones que pueden generar miles de víctimas en un terremoto.

Figura 4

Terremoto de Haiti

Nota. Obtenido de Reinaldo Fioravanti and Alejandro Fros.

Uno de los casos emblemáticos de aquel terremoto fue el colapso del Hotel Christopher. Desde allí dirigían las actividades de estabilización política de Haití el jefe, subjefe y demás miembros de la misión militar encargada de velar el orden en ese país caribeño. El Hotel Christopher era el único en Puerto Prín-

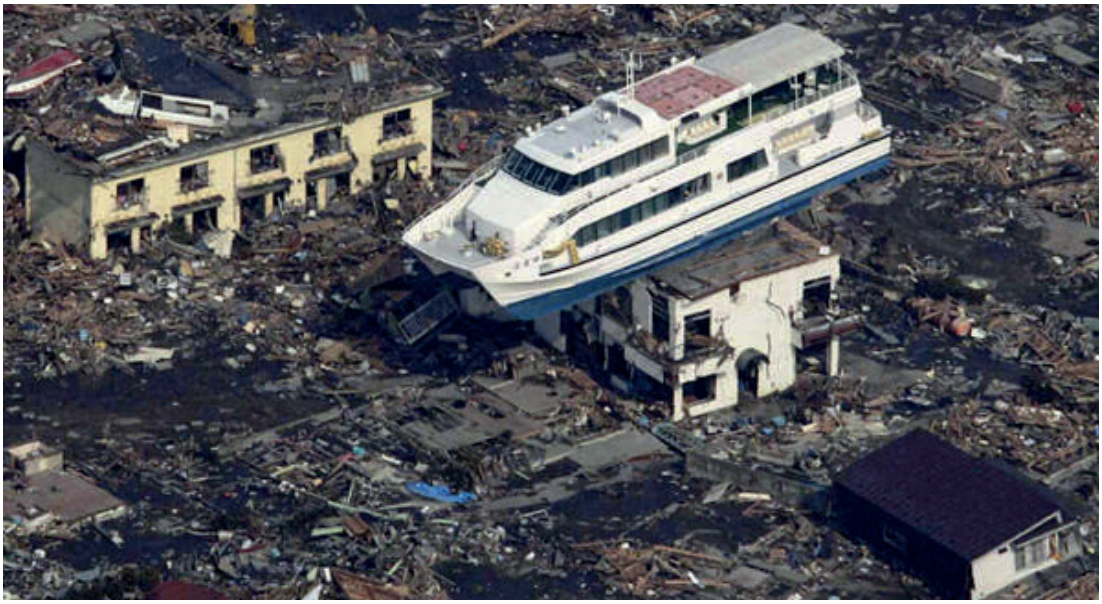
cipe que cumplía ciertos requisitos que exigía la Misión, requisitos referentes a suficiente energía eléctrica, agua y espacio; pero no cumplía los parámetros técnicos exigidos en una construcción segura, sismorresistente. Cuando sucedió el movimiento telúrico, el personal de la MINUSTAH se encontraba dentro del edificio, en cuestión de segundos quedaron bajo los escombros el jefe de la Misión y 37 miembros de la ONU (Voigt et al., 2011; Miura et al., 2016).

Aparte de la seguridad sismorresistente que deben tener las construcciones civiles; las edificaciones militares como helipuertos, calles, carreteras, aeropuertos, sitios de evacuación, etc., con mucha mayor razón deben presentar elevadísimos estándares de seguridad contra terremotos u otros fenómenos naturales que atenten la vida de personas y destrucción de bienes materiales. Las Fuerzas Armadas deben estar bien preparadas hasta en los aspectos señalados para prestar su contingente y ayuda, de manera óptima y exitosa, a la población y bienes afectados.

Uno de los casos dignos de mención es el japonés, por su condición geográfica y característica de país desarrollado, Japón corre el riesgo de sufrir terremotos, tsunamis y afectaciones a su central nuclear de Fukushima. En este país asiático se produjo en el año 2011 un terremoto de magnitud 9 y un tsunami que llegó a tener olas de hasta 10 metros de altura, la planta nuclear fue seriamente afectada. Lo que es peor, el asfalto de la pista del aeródromo militar de la Fuerza Aérea de Autodefensa de Japón sufrió graves daños, como consecuencia de ello se destruyeron algunas naves y se produjeron fuertes inundaciones. Con la pista dañada, el personal militar se vio eventualmente impedido de realizar una pronta y eficaz ayuda a la población (Mimura et al., 2011; Fraser et al., 2013; Norio et al., 2011).

Figura 5

Terremoto y tsunami en Japón, 2011



Nota. Obtenido de NPR.

Ecuador se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, ubicación que lo expone a sufrir, en el momento menos pensado, movimientos telúricos de pequeñas y grandes magnitudes en cualquier sitio de nuestro territorio, esto se debe a la ocurrencia de fenómenos de subducción por la interacción de las placas Nazca y Sudamericana. Esta subducción (proceso por el que una placa litosférica oceánica se hunde bajo otra placa, ya sea oceánica o continental) genera importantes fallas geológicas como las que ocurren en cierta zona de los Andes, por ejemplo, desde Riobamba hasta el sur de Colombia a lado de la generación de volcanes continentales (Toulkeridis et al., 2007; Toulkeridis et al., 2022; Toulkeridis and Zach, 2017).

Las fallas que se producen en la zona mencionada se denominan fallas inversas que, según los geólogos, resultan de esfuerzos compresivos que dan lugar a una singular forma del relieve terrestre con pliegues en crecimiento El sistema de fallas inversas se localiza en Ambato, Latacunga, Quito, Otavalo, Urcuquí y Mira. El sistema se dirige al norte con estructuras transcurrentes y componentes inversos, pero al llegar a Colombia vuelve a tener componentes compresivos. A lo largo del sistema se cree que hay una tasa de movimiento entre 1.5 a 2 mm/año, sin embargo, en la capital ecuatoriana hay una tasa de 4 mm/año hasta 4 mm / año (Alvarado, et al., 2019).

En lo que respecta al estudio de la Geología, nuestro país es un verdadero laboratorio geológico, aquí se puede estudiar los distintos movimientos de la

corteza terrestre, pues tenemos tres tipos de placas: divergentes, convergentes y transcurrentes, lo cual convierte al Ecuador en una zona de alto riesgo sísmico. Puede suceder, y han sucedido terremotos por el choque y subducción entre la placa de Nazca y las continentales del Caribe y Sudamérica. A ello hay que agregar la presencia de la mega falla Guayaquil- Caracas de primer orden y que da lugar a fallas de segundo orden como las de Pallatanga, Lumbisí, Pomasqui, Guayllabamba, etc. La Mega falla Guayaquil-Caracas ha provocado fuertes terremotos, como los que acaecieron en Riobamba en 1797, en Ibarra en 1868, en Ambato y Pelileo en 1949, Manabí-Esmeraldas en 2016, Quito-Guayllabamba en 2014, entre otros. La mega falla Guayaquil-Caracas pasa por debajo de ciudades serranas con gran cantidad poblacional, como Riobamba, Ambato, Latacunga, Quito, Otavalo, Ibarra y Tulcán.

Figura 6

Terremoto de Ibarra en 1868

Nota. Obtenido de Biblioteca Ecuatoriana Aurelio Espinosa Polít.

Se nota que en cualquier momento pueden presentarse sismos de grandes magnitudes en Ecuador, por lo tanto, hay que aplicar las directrices o normas sismo resistentes, expuestas en la normativa vigente del actual código de construcción (NEC-15). Antes de construir una casa, un edificio, un helipuerto, una carretera o una vía de cualquier tipo hay que poner mucha atención en los aspectos técnicos y sistemas constructivos tendientes a evitar cuantiosos daños y víctimas en un terremoto.

Poniendo como ejemplo lo sucedido en Japón durante el sismo del año 2011, es necesario recordar que muchas edificaciones militares (escuelas de formación, hospitales, unidades educativas…) de nuestro país fueron construidas bajo las normas del primer código ecuatoriano de construcción (CCE 77), aquellos reglamentos no exigían diseños sismorresistentes, lo mismo sucede con muchas construcciones civiles; por lo que ya han sonado las alarmas respecto a este particular; inclusive muchos edificios de las FF.AA. fueron construidos antes de la elaboración del primer código ecuatoriano de construcción. Los cuarteles militares deben estar en seguros y en óptimas condiciones para alojar a damnificados por causa de los terremotos.

Por tal motivo, surge la imperiosa necesidad de corregir e identificar el grado de vulnerabilidad, las falencias estructurales y no estructurales que podrían tener las construcciones militares antiguas con el objetivo de evitar el colapso total de las edificaciones y brindar seguridad al personal castrense y civil en caso de un fuerte movimiento telúrico que puede ocurrir en el momento menos pensado, pues la colisión y posterior subducción de las placas continentales del Caribe y América del Sur con la placa de Nazca da como resultado los temblores de tierra en las montañas y valles andinos. Los terremotos antes mencionados fueron provocados fundamentalmente por las fallas de segundo orden que se encuentran en la mayor parte de nuestra cordillera de Los Andes.

Es fundamental que tanto el Gobierno Nacional, así como el resto de gobiernos seccionales tomen muy en cuenta el potencial alto grado de sismicidad ocasionado por la acción de las placas tectónicas, la mega falla y las fallas de segundo orden para que lleven adelante campañas de concientización, prevención o ejercicios anuales de evacuación (como en México) en el caso de que se presenten fenómenos naturales de origen sísmico. Muchas personas hacen caso omiso al código de Normas de Construcción (el más actual es el NEC 2015) y realizan la irresponsable construcción de sus viviendas, sin observar las mínimas normas técnicas de seguridad sismorresistente.

Para hacer frente a las consecuencias o reducir los daños de un movimiento telúrico de gran magnitud los soldados, más aún los ingenieros militares, deben poseer información útil y disponible al respecto, y así estar preparados junto a la Policía, Cruz Roja, personal médico, Bomberos y parte de la sociedad civil para minimizar pérdidas humanas, asistir a la población afectada y salvaguardar o restablecer la seguridad pública y el mantenimiento del orden en nuestro querido Ecuador.

Contexto de parámetros y metodología aplicada

Riesgo sísmico

Según la Real Academia de España, el riesgo significa la posibilidad de que se produzca un contratiempo o una desgracia, de que alguien o algo sufra perjuicio o daño. En caso de un terremoto de gran magnitud con epicentro en el Centro Histórico, al menos el 70% de las edificaciones de Quito tienen alto riesgo de colapsar, causar la pérdida de miles de víctimas humanas y animales, afectar en varios millones de dólares a la economía y provocar severos daños ambientales en toda la ciudad. Con este ejemplo se grafica el concepto de Riesgo Sísmico, tomando en cuenta que el país, y en particular la capital ecuatoriana, se encuentran en una zona de alta peligrosidad sísmica, y es menester prestar toda la atención a este tipo de riesgo para minimizar los efectos dañinos de un posible y fuerte terremoto

R= H* V* E* C*, es el término matemático que caracteriza al riego sísmico. A continuación, veamos su significado:

Variable H significa la peligrosidad natural (Hazard en inglés significa peligro o propensión a sufrir de algo), en el caso que nos ocupa sería un terremoto potencialmente dañino que sucede en lugar específico y durante un intervalo específico de tiempo y la reacción de la población frente al movimiento sísmico.

Variable V es la vulnerabilidad de estructuras o grado de pérdidas materiales como casas, edificios, calles, carreteras, aeropuertos, etc. La vulnerabilidad se expresa en diferentes escalas que pueden ir desde 0 (sin daños) hasta 1 (pérdida total).

Variable E expresa la densidad poblacional del lugar en donde se produce el movimiento telúrico. En esta variable se toma en cuenta, además de la población, las actividades económicas, servicios públicos (luz, agua, alcantarillado, etc.) del sitio en donde ha ocurrido u ocurrirá el fenómeno natural.

Variable C nos indica el costo de pérdidas en vidas humanas; daños en calles, puentes, carreteras, aeropuertos; y daños estructurales en grandes y pequeñas edificaciones.

Es muy necesario e importante estudiar, investigar y evaluar el riesgo sísmico para minimizar las pérdidas humanas y económicas que puede sufrir una

ciudad o cualquier localidad en caso de un inminente terremoto. La evaluación del riesgo sísmico consta de tres componentes, los cuales son la amenaza sísmica, la vulnerabilidad estructural y los datos de exposición. La evaluación del riesgo sísmico está orientada fundamentalmente en términos económicos correspondientes a cuantificar el número de muertos, heridos y damnificados; el porcentaje de daños estructurales, destrucción de edificaciones.

Caracterización del Riesgo Sísmico

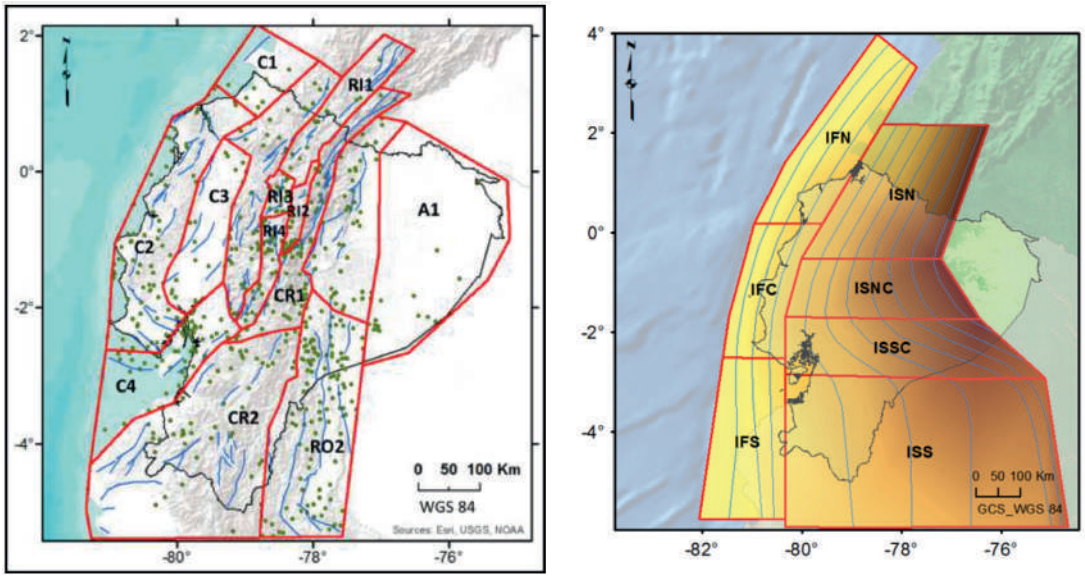
Para caracterizar el riesgo sísmico, dependiendo del tipo de proyecto y objetivos finales que los investigadores se propongan realizar, se utilizan dos métodos: el uniparamétrico y el multiparamétrico. El método uniparamétrico, como su nombre lo indica, se usa para cuantificar el sismo con un solo parámetro, índice o grado de vulnerabilidad, que generalmente es la intensidad macro sísmica que abarca cinco estados de daño diferentes del nulo. La escala macro sísmica es la regla para medir la capacidad destructiva de un terremoto. A este método también se lo conoce como Índice de Vulnerabilidad (MIV).

El método multiparamétrico es aquel modelo que usa más de un parámetro para cuantificar la acción sísmica. Es importante advertir que este método no debe ser utilizado en zonas que posean pocos datos de aceleración o con alta cuantificación de estructuras. La manera más frecuente de definir el terremoto de forma multiparamétrica es en términos espectrales. Hay espectros de demanda y espectros de capacidad para la resistencia sísmica de la estructura. En el método multiparamétrico se utiliza cuatro estados diferentes del nulo.

El riesgo sísmico es la conglomeración de tres ramas importantes que describen el comportamiento de la estructura ante eventualidades sísmicas, en la estimación de daño y pérdidas. Se descomponen las 3 ramas en: peligrosidad que describe el movimiento sísmico del suelo considerando sismos futuros, vulnerabilidad que depende del comportamiento de la estructura frente al sismo y exposición que describe la repartición de los usuarios, bienes y servicios sometidos a riesgos (Navarrete López, 2022).

Figura 7

Zonas Fuentes símicas en el Ecuador. Izquierda: Corticales; Derecha: Interplaca e Intraplaca

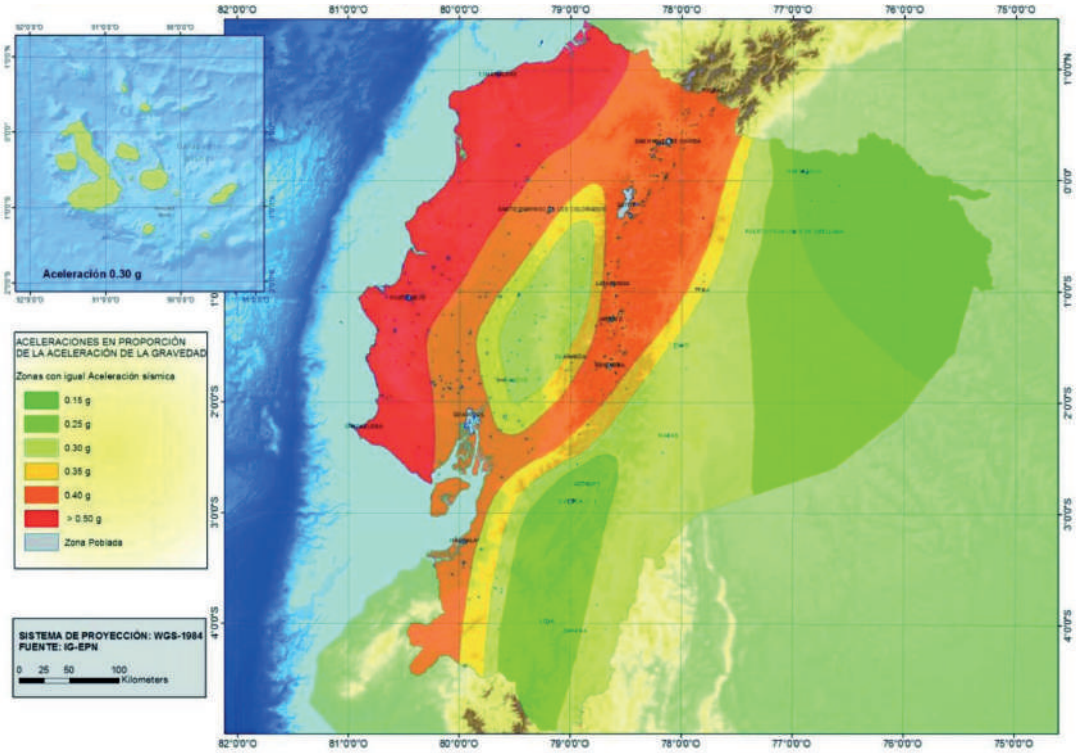


Nota. Obtenido de Parra Cárdenas (2016)

El centro de las actividades sísmicas en la región del Ecuador se debe a la intersección de dos placas tectónicas, la placa de Nazca y la placa Sudamericana, el producto de esta intersección crea dos tipos de fuentes sísmicas: subducción (interplaca e intraplaca) y corticales (superficiales). Lo que se produce en estas fuentes es la acumulación y liberación de energía, sin tener en cuenta lo que ocurre en otras fuentes, al liberar la energía es lo que se produce las eventualidades sísmicas, lo cual en el Ecuador se puede presentar varios sismos como: sismos interplaca, que corresponden a los que se producen a una profundidad menor que 40 km; sismos intraplaca corresponden a los que se producen a una profundidad entre 40 a 300 km. Estos dos sismos se producen por el deslizamiento entre la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana, y los sismos corticales producidos a una profundidad menor a 40 km, se producen superficialmente dentro de la placa Sudamericana (Quinde Martínez & Reinoso Angulo, 2016).

Figura 8

Mapa de peligro sísmico para zona de estudio



Nota. Obtenido de MIDUVI & CAMICOM (2016)

La alta peligrosidad en zonas del Ecuador se ve incrementada también por el mal ordenamiento territorial, se presentan ciudades construidas en fallas activas de la corteza terrestre que cruza desde el golfo de Guayaquil hasta los Andes, como Quito o Riobamba, y los de subducción como Salinas, Manta y Esmeraldas. En el proyecto que se trabajó se ha decidido utilizar el método uniparamétrico junto con el índice de vulnerabilidad, de tal manera que se pueda caracterizar el riesgo sísmico.

Vulnerabilidad (V)

De manera general la vulnerabilidad se define como un grado de susceptibilidad ante una amenaza, es decir, es el riesgo al que se encuentran expuesto las comunidades. En el entorno del estudio se hace referencia a la vulnerabilidad sísmica, que es el grado de capacidad que tienen las estructuras para soportar un evento sísmico, es decir, es el nivel de daño que puede sufrir un edificio, ya sea esta mayor, menor o parcial.

Para que una estructura presente menor vulnerabilidad sísmica depende de muchos factores, pero esencialmente se debe a la configuración de los elementos estructurales, la resistencia de los materiales empleados y la calidad con la que se construyó (Pimbo, 2021).

La vulnerabilidad símica presenta dos componentes: la vulnerabilidad estructural, asociada a la presencia de un sismo que afecta a vigas, columnas, losas, muros y cimentación, de manera que se producen fallas haciendo que estos elementos pierdan resistencia y se comporten de forma deficiente, muchos estudios han llegado a comprobar que las estructuras que presentan mayor vulnerabilidad son las que tienen forma irregular, ya sea en planta o en elevación, por ello la norma ecuatoriana de la construcción provee la información de la configuración estructural y de las formas irregulares que se deben evitar (Pimbo, 2021).

De existir daños estructurales se recomienda la utilización de algunos métodos de reforzamiento, como son el uso de muros estructurales, encamisado de columnas y vigas, contrafuertes, entre otros.

La vulnerabilidad funcional se refiere a la vulnerabilidad que se puede producir en el exterior de una infraestructura ya sea la red de agua potable, red de luz eléctrica, sistema contra incendios y alcantarillado, es decir, es la capacidad de la edificación a prestar servicio en situación de emergencia, esto representa un daño directo a la seguridad de los ciudadanos en caso de que se presentara un sismo y no se disponga se estos servicios (Paucar, 2021).

Evaluación de vulnerabilidad sísmica

Existen diversas metodologías y técnicas para evaluar la vulnerabilidad sísmica y han sido creadas debido a la necesidad de tener una guía útil y de uso inmediato luego de la presencia de un sismo. Entre los métodos de evaluación más frecuentes se encuentran cuatro grandes grupos: los métodos analíticos, empíricos, métodos experimentales, métodos empíricos y métodos que pueden tener mezcla de otros, llamados híbridos.

Los métodos analíticos se definen como métodos más detallados, es decir, poseen un sustento matemático y computarizado abarcando un análisis no lineal, determinan la magnitud del evento sísmico basados en la medida instrumental de la energía elástica liberada durante el fenómeno de propagación sísmica de ondas en el interior sobre la corteza terrestre. La principal ventaja

de este método es que realiza un análisis sísmico a mayor escala, a diferencia de los otros métodos en los cuales implicaría mayor costo. Una de las desventajas es que se trabaja con un índice de probabilidad y requieren parámetros adicionales para la simulación (Arteaga, 2016).

Los métodos experimentales emplean ensayos dinámicos que permiten determinar las propiedades de la estructura, por lo general se realizan ensayos "in situ" para determinar las propiedades dinámicas y otros parámetros de la estructura analizada, por ello se realizan en estructuras cuyo comportamiento no se puede evaluar de manera fácil en la naturaleza o muestra aspectos especiales para definir la dinámica de la estructura. La desventaja principal de los métodos experimentales es que sus resultados no son precisos, pero permiten determinar el estado de la edificación y los efectos que posiblemente tenga ante un sismo (Paucar, 2021).

Los métodos empíricos presentan un alto grado de subjetividad basándose en sucesos ya ocurridos en sismos anteriores, y a partir de estos se miden las intensidades macro sísmicas. Por lo general, se usan cuando se presenta muy poca información de la zona de estudio y se realiza un análisis por desempeño, tiene un enfoque menos exigente y menos costoso, e incluye los métodos de inspección y puntaje (Calvi et al., 2006).

Los métodos de inspección y puntaje permiten evaluar las deficiencias sísmicas de un edificio, mediante valores numéricos que se da a cada componente que es ponderado en función de su importancia determinando un índice de vulnerabilidad, estos métodos son muy subjetivos, nos proporciona una evaluación preliminar y es suficiente para jerarquizar el nivel de vulnerabilidad; sin embargo, para edificaciones de mayor importancia, es esencial complementar con otras metodologías, ya sea analítica o experimental.

Las matrices de probabilidad de daño (MPD) expresan de manera discreta la probabilidad condicional de medir un determinado nivel de daño, para cada tipo de estructura sujeta a un sismo con un determinado nivel de severidad (Braga et al., 1986).

La metodología de evaluación e inspección visual simplificada de acuerdo a la NEC 2015, fue desarrollada con la finalidad que los especialistas clasifiquen las edificaciones existentes en tres categorías (baja vulnerabilidad, media vulnerabilidad y alta vulnerabilidad). Se debe tomar en cuenta que Ecuador está ubicado en una zona altamente sísmica, esta metodología se la realiza de manera inmediata, siempre y cuando la persona encargada cuente con conoci-

mientos previos del tema, ya que su trabajo posterior es llenar un formulario que permite categorizar la edificación a través de un puntaje el cual nos permite evaluar si se necesita un estudio más detallado de la estructura analizada.

Métodos de caracterización o por clase de vulnerabilidad, clasifican las edificaciones según su tipología basándose en la experiencia de terremotos significativos, por ejemplo, la EMS-98 (Ballesteros & Caizaguano, 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., 2020).

Finalmente, los métodos híbridos que se definen como una conjunción de los métodos descritos con anterioridad y se usan para obtener resultados confiables del grado de vulnerabilidad, permitiendo optimizar el recurso de análisis. Ya que al aumentar la utilización de datos de observación los métodos híbridos pueden eliminar la necesidad de crear un conjunto complejo de curvas de vulnerabilidad. A través de este método, se puede valorar modelos analíticos en áreas donde faltan datos sobre los niveles de daño (Calvi et al., 2006).

Grupos de Vulnerabilidad (GV)

A continuación, se describen tres grupos de vulnerabilidad según la Guía de Evaluación según FEMA P-1000 que se pueden cuantificar.

GV1: indica los aspectos generales de la edificación, describe el tipo de edificio construido de acuerdo a la especificación de la guía FEMA, el número de pisos existentes, y si existen presencia de edificios adyacentes, así como el tipo de perfil del suelo presente en la zona de estudio.

GV2: vulnerabilidad estructural en la estructura, este grupo evalúa los elementos estructurales (columnas, vigas, losas y muros de corte (en caso de existir)) al igual que la relación largo-ancho, además se verifica si existe irregularidades ya sea en planta o en elevación, o patologías en elementos no estructurales.

GV3: vulnerabilidad de sistemas no estructurales, refleja el estado de conservación de la estructura, condiciones de los elementos que permiten la entrada y salida, por ejemplo, ventanales, puertas, depósitos de agua, rejillas; es decir todo lo que contiene la edificación evaluada.

Puntaje base de Evaluación según la guía de Ballesteros & Caizaguano (2020)

El terremoto de Ambato-Pelileo, acaecido el 5 de agosto de 1949, cobró la vida de 6.000 personas. En este evento natural, el cantón Pelileo desapareció prácticamente del mapa. En Ambato, la hermosa catedral colonial y otras iglesias se desplomaron, al igual que otros edificios, dejando sepultados centenares de víctimas en los escombros. A raíz de este sombrío suceso, el gobierno ecuatoriano emitió un Código Nacional de la Construcción en 1951, que fue calificado de obligatorio en todo el país. En ese código había normas para construcciones sismo-resistentes, pero por algunas razones esas reglas no fueron aplicadas por todos los constructores o instituciones del gobierno.

Hasta fines de la década de 1970 la mayoría de edificaciones, tanto civiles como militares, eran construidas de manera informal, anti técnica y de mala calidad, lo cual constituía o constituye un grave peligro para la integridad física de civiles y militares en caso de producirse movimientos sísmicos de grandes magnitudes, más aún si tomamos en cuenta que vivimos en un país ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico y a merced de los movimientos o colisiones de placas tectónicas, mega fallas, fallas de segundo orden y frecuentes actividades de volcanes activos.

En la provincia de Cotopaxi, el 6 de octubre de 1976 hubo un movimiento telúrico con características de terremoto que dejó un saldo trágico de 8 muertos entre los moradores de los sectores mayormente afectados. Un año después, en 1977, se expide el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC 1977), considerada por muchos como la primera norma de construcción.

Después del Código Ecuatoriano de la Construcción de 1977 se emitieron otras normas: en el año de 1997 (CEC 97), en el 2000 (CEC 2000), y, finalmente, la Norma Ecuatoriana de Construcción del 2015 (NEC 2015). Cabe señalar que un buen porcentaje de edificaciones de los recintos militares no fue construido con las recomendaciones mínimas que actualmente se exige en el NEC 2015; inclusive, muchos edificios que se desplomaron en el terremoto del 16 de abril del 2016 (que afectó a Manabí y Esmeraldas) fueron construidos bajo las normas del CEC 1977.

Hoy contamos con mayor tecnología que nos permite analizar el comportamiento sísmico de los edificios; así mismo, podemos detectar el grado de vulnerabilidad de las edificaciones, tomando en cuenta el año en que fueron cons-

truidas. También tenemos claro que debemos limitar las derivas de piso con el objetivo de reducir daños estructurales y no estructurales en las edificaciones.

En lo que respecta a las edificaciones de los recintos militares construidas hace muchos años atrás, es urgente e importante hacer un análisis de su desempeño sísmico, para ello debemos tomar como referencia las metodologías contenidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, en la cual existen parámetros de seguridad, control, diseño y mantenimiento de estructuras. Aplicando aquellas normas, que deben ser actualizadas con el paso del tiempo, estaremos minimizando daños en las estructuras y evitando que las personas que estén dentro de un edificio pierdan sus vidas a causa de un violento sismo que puede suceder en cualquier momento.

(Pre Código)

Debido a la situación sísmica del Ecuador, en el año de 1997 a través del Decreto Ejecutivo No. 3970 se firma la primera Norma Ecuatoriana para la Construcción, con el objetivo de evitar el colapso de las estructuras durante un evento sísmico y para controlar las construcciones informales.

Código Ecuatoriano de Construcción 1977 (Período de Transición)

En nuestro país las construcciones eran informales sin ningún tipo de control o supervisión técnica de calidad. Al evidenciar el colapso de edificaciones por movimientos sísmicos considerables se genera desconfianza y miedo en la población. De esta forma entra en vigor en junio de 1977 la que sería la primera norma ecuatoriana para la construcción. Varias instalaciones militares fueron construidas antes de este año.

"En esta normativa se planteó el objetivo de mejorar la seguridad y calidad de las construcciones, así también como resguardar la vida de sus habitantes. A partir de este código se creó la Guía popular de Construcción Sismo Resistente, tratando únicamente con edificaciones hasta de tres pisos, y que no contengan elementos prefabricados o preesforzados" (Fajardo et al., 2021).

Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC 2000) (Post código)

La primera evidencia práctica de la norma ecuatoriana de la construcción fue el 4 de agosto de 1998 con el sismo en Bahía de Caráquez, ya que como resultado de este sismo varias estructuras colapsaron y se vio un deficiente desempeño ante un movimiento telúrico, por esta razón se anexó el capítulo 12 del Código Orgánico de la Construcción, el cual se oficializó en marzo del 2001 por el Consejo Directivo del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

Tabla 1

Filosofía de diseño

Tipo de terremoto	Objetivo
Terremotos leves y frecuentes	Prevenir daños en elementos estructurales y no estructurales
Terremotos moderados y poco frecuentes	Prevenir daños estructurales graves y controlar dañosno estructurales
Terremotos severos y que raravez ocurren	Evitar el colapso de la estructura procurando salvaguardar la vida de las personas.

Nota. Obtenido de Carranza Quinatoa & Yacelga Perugachi (2016); Vásquez León (2015).

En esta normativa se dan como especificaciones básicas que sus derivas de piso sean menores a las admisibles, también determina que el cortante basal mediante la zona sísmica ligada a un factor Z, a su vez que las edificaciones sean capaces de responder adecuadamente dentro del rango elástico, acumulando energía sin exceder sus límites de deformación; también se establece que las zonas sísmicas se dividían en cuatro grupos definidos por el peligro sísmico, y se busca que las estructuras mantengan un comportamiento adecuado en el rango elástico, con control de derivas conforme a normativas internacionales (Correa Zuñiga, 2016).

Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) (Código Moderno)

Con las actualizaciones presentadas en las normativas internacionales de construcción, tales como ACI, AISC, ANSI, etc. El miércoles 6 de abril del 2011, mediante Decreto Ejecutivo N° 705, con registro oficial N°421 el Ministerio de

Desarrollo Urbano y Vivienda MIDUVI, con la colaboración de la Cámara de la Industria de la Construcción inician la actualización del CEC2000 y aparece el Comité Ejecutivo de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 con el objetivo de establecer los requisitos mínimos para diseño, y con esto mejorar los procesos constructivos a través de una guía que cuenta con 10 capítulos con 6 zonas para el diseño sismorresistentes respaldada por nuevos estudios de sismicidad de la EPN-IGN y una clasificación del suelo en categorías de A hasta F (Correa Zuñiga, 2016).

Los primeros capítulos de la NEC-15 aprobados el 19 de agosto de 2014 son:

- NEC-SE-CG: Cargas (no sísmicas)
- NEC-SE-DS: Peligro Sísmico, diseño sismo resistente (4 partes)
- NEC-SE-RE: Riesgo Sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
- NEC-SE-GC: Geotecnia y Diseño de Cimentaciones
- NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado
- NEC-SE-MP: Mampostería Estructural

Los segundos capítulos de la NEC-15 aprobados el 10 de enero de 2015 son:

- NEC-SE-AC: Estructuras de Acero
- NEC-SE-MD: Estructuras de Madera
- NEC-HS-VIDRIO: Vidrio
- NEC-SE-VIVIENDA: Viviendas de hasta dos pisos con luces de hasta 5m (4 partes)

Tabla 2

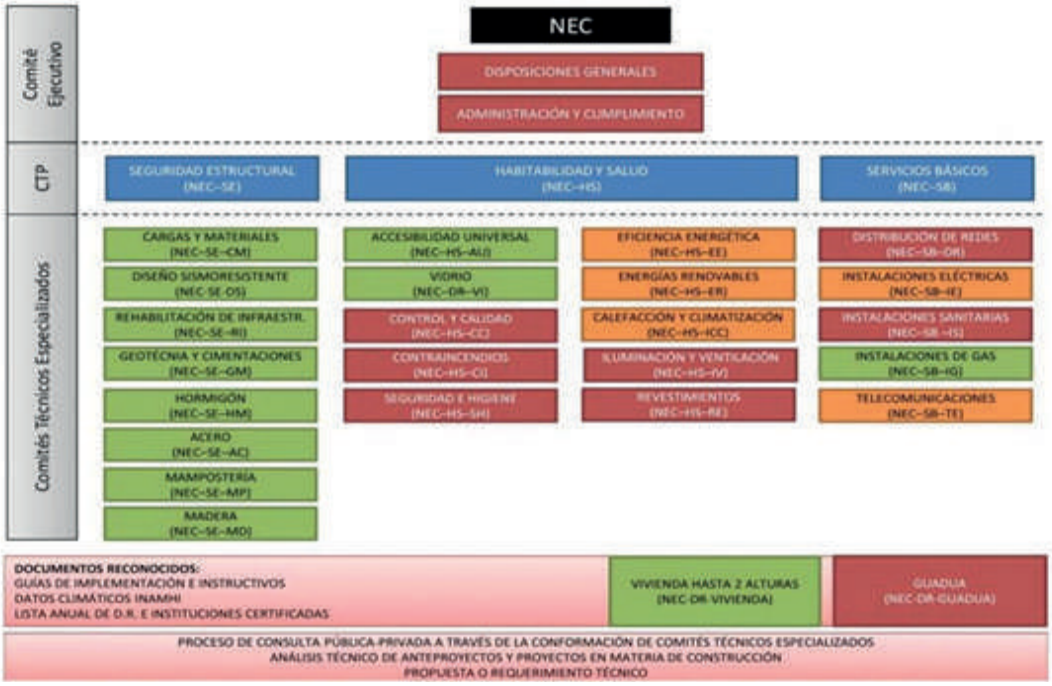
Zonas sísmicas NEC-15

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	>0.5
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Nota. Obtenido de Normativa Ecuatoriana de la Construcción (2015)

Figura 9

Capítulos de la Normativa Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 (Normativa Ecuatoriana de la Construcción, 2015).



Parámetros de GVI

Es la primera calificación para la evaluación de vulnerabilidad sísmica en instituciones militares dentro de los tres grupos de vulnerabilidad mediante la guía de Ballesteros & Caizaguano (2020).

Número de pisos

En Ecuador el número de pisos habitual en instalaciones en recintos militares es de uno hasta cuatro, construidos con la finalidad que su vida útil sea de varios años. Con esto es posible considerar como factor de vulnerabilidad que, mientras mayor sea la antigüedad y número de pisos de la construcción, será más vulnerable frente a un movimiento telúrico. Considerando que las instalaciones de los recintos militares fueron construidas antes del año de 1997, debemos tomar en cuenta que su diseño no fue basado en una norma que prevea daños sísmicos (Aguirre Ramos, y otros, 2022).

Las estructuras edificadas con el post código (CEC 2000) y especialmente las construidas con el código moderno (NEC-15), contemplan los requisitos

para obtener una mejor respuesta ante un movimiento telúrico, en especial los edificios con un máximo de cuatro pisos (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Tipo de edificio FEMA

El evaluador debe tener la capacidad de identificar las características constructivas de las instalaciones en los recintos militares con base en el tipo de edificio FEMA. En caso de no poder acceder a las edificaciones y determinar la tipología, el evaluador deberá realizar un descarte de los sistemas a los que no pertenezca la edificación y se deberá considerar entre las opciones restantes la que más se acople a la estructura en estudio (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020). En Ecuador, se ha adoptado la clasificación estructural propuesta por la guía FEMA P-154 (2015), que agrupa las edificaciones en 13 tipos generales para facilitar la evaluación rápida de vulnerabilidad sísmica.

Condición de golpeteo y adyacencia

En los recintos militares no es común observar edificaciones adyacentes en sus edificaciones originales, sin embargo, en las adecuaciones o construcciones de nuevas instalaciones, con la finalidad de realizar ampliaciones por el aumento poblacional del personal de las unidades, se identifica la existencia de colindancia entre estructuras y en caso de un sismo, estas provocarán oscilaciones que al no existir una separación adecuada entre los edificios, produce un riesgo de golpeteo como respuesta al movimiento telúrico, debido a esto se establece como otro factor de vulnerabilidad (Aguirre Ramos, y otros, 2022).

El riesgo potencial de la caída de elementos no estructurales exteriores o de la misma estructura que se encuentra adyacente se considera como otro factor de vulnerabilidad, por eso se debe establecer la diferencia de separación mínima de cada piso como un nivel de amenaza sísmica, con los datos obtenidos de alturas y separaciones, con la guía se procede a determinar los dos criterios de evaluación, golpeteo y adyacencia (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Tipo de suelo

La importancia de evaluar este factor está en la interacción que existe entre el suelo y la estructura, los esfuerzos y deformaciones que se presentan causado por la rigidez de los materiales empleados. La interacción entre el suelo y la cimentación es vital en el diseño sismo resistente de la estructura cuando las cimentaciones se encuentran sobre suelos blandos, produciendo un incremento en el desplazamiento total del sistema suelo-estructura debido a que la cimentación toma una parte de la deformación (Aguirre Ramos, y otros, 2022).

El tipo de suelo incide en las instalaciones de los recintos militares, ya que, dadas según sus características, la respuesta será distinta al momento de un sismo. Como en el caso de los suelos no cohesivos se puede presentar un fenómeno de licuefacción, este tipo de suelo es diferente a las arenas y gravas existentes en playas, cauces y llanuras aluviales (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

En varios países las normativas de construcción han implementado una tipología general por sus propias condiciones, por esta razón el Ecuador presenta su propia tipología en La Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15 en dos de sus capítulos (Peligro Sísmico; Diseño Sismo Resistente, NEC-SE-DS y Geotecnia y Cimentaciones, NEC-SE-GC) y una clasificación para los perfiles de suelo donde los perfiles A y B son considerados como suelos duros, por lo tanto, representan una menor vulnerabilidad, caso contrario, los suelos E y F los mismos que representan una mayor vulnerabilidad (Fajardo Cartuche, Guevara Álvarez, Herrera Garcés, Ochoa Campoverde, & Torres Orellana, 2021) (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Gestión de Riesgos

Entendemos como riesgo al estado objetivo latente que nos anuncia la probabilidad de la ocurrencia de eventos considerados negativos, los cuales nos pueden ocasionar probables daños y pérdidas futuras. Es un contexto que puede acarrear una reducción o disminución en las opciones de desarrollo pleno de algún elemento de la estructura social y económica de una población (Lavell, 2003). A partir de este concepto definimos a la gestión de riesgo como aquellos saberes disciplinarios que permiten identificar, comprender, generar, gestionar, impulsar y consolidar procesos sociales e institucionales orientados

hacia la disminución o asunción del fenómeno en sus distintas manifestaciones (Toulkeridis, 2015). En resumen, la gestión del riesgo es un proceso de planificación estratégica que incluye el conocimiento científico y del contexto del fenómeno (marco legal, institucional, actores, intereses), de las amenazas (terremotos, sismos, erupciones volcánicas, etc.) de las vulnerabilidades y de los riesgos (PNUD,2007).

La participación de las FF.AA. en apoyo a la gestión de riesgos en un desastre natural a lo largo de la historia ha sido y será de vital importancia para la mitigación de un evento adverso y es primordial coordinar con las instituciones del Estado responsables de la seguridad del país y la población ecuatoriana. Su apoyo debe ser total sobre todo en las tareas de búsqueda, rescate y seguridad cuando suceda el desastre; apoyo a la Policía Nacional en seguridad interna y control del orden público; de ser posible, apoyo a todas las instituciones del Estado en tareas de reconstrucción. En los diferentes COE's que se crean deberá ser parte de las mesas planificadoras para ayudar con todo sus medios materiales y humanos a la mitigación del desastre (Mindiola y Toulkeridis, 2021).

Análisis de la capacidad de respuesta Cr

La capacidad de respuesta (Cr) es un conjunto de elementos, principios y actividades asociadas con la respuesta de emergencia y la recuperación de los impactos de corto y largo plazo ocasionados por eventos sísmicos (Hajibabaee et al., 2014). Para definir la capacidad de respuesta se toman en cuenta aspectos como la planificación, los recursos, la accesibilidad y la capacidad de evacuación en cada zona. La Cr representa el nivel de disponibilidad de recursos humanos, físicos y equipos que se puede disponer y utilizar en las diferentes etapas del fenómeno para reducir las consecuencias de los sismos (Hajibabaee et al., 2013).

Elemento de terreno (E)

Según la guía de Evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica propuesta por Ballesteros Salazar y Caizaguano Montero (2020), el elemento de terreno (E) es un factor de suma importancia que se relaciona directamente con el tipo de edificación que se va analizar, su ocupación, la población presente dentro

de ella frente a la manifestación de un fenómeno natural. Se considera un coeficiente de capacidad, el cual se obtiene valorando la Capacidad de Respuesta de toda la institución evaluada.

Nivel de exposición a la amenaza (NE)

Se entiende como nivel de exposición al conjunto de elementos en riesgo —como la población, edificaciones, actividades económicas, servicios públicos e infraestructura— que se encuentran expuestos ante un eventual sismo, dentro de un área delimitada por el radio de afectación (Mazón Pachacama & Reinoso Salinas, 2020). Según la Guía Práctica para Evaluación Sísmica y Rehabilitación de Estructuras (2016), el nivel de exposición ante una amenaza localizada puede representarse mediante el valor de aceleración horizontal en roca para un periodo de retorno determinado. Este valor permite estimar la respuesta dinámica del subsuelo suprayacente y, con ello, calcular la demanda sísmica esperada en superficie. Los estudios de amenaza sísmica proporcionan datos fundamentales para el diseño de nuevas estructuras o la evaluación de las existentes. Cabe señalar que, debido a la variabilidad inherente del fenómeno sísmico y a la limitada disponibilidad de datos geotécnicos, los resultados obtenidos presentan un grado de incertidumbre que debe ser considerado en el proceso de evaluación.

Fallas geológicas en el Ecuador

Algunos estudios sugieren que los límites de los Andes del Norte están controlados por mega fallas (Campbell, 1974; Pennington, 1981). Las observaciones de campo muestran que los principales sistemas de fallas son oblicuos a los Andes ecuatorianos, comenzando en el Golfo de Guayaquil y atravesando las cadenas hacia el borde oriental de la Cordillera Real en el norte de Ecuador (Soulas et al., 1991). Estas dos fallas principales NE-SO muestran una morfología de deslizamiento de rumbo y características cinemáticas significativas y probablemente sean responsables de los principales terremotos históricos en Ecuador (Eguez et al., 2003). Entre estas fallas, el movimiento de deslizamiento es acomodado por fallas oblicuas menores NE-SO y por zonas de falla N-S a lo largo del Valle Interandino, donde se han identificado pliegues, flexiones y fallas inversas relacionadas (incluida la 35 falla de Quito).

Además, un sistema de fallas transpresionales NNE-SSO a lo largo de la zona subandina acomoda parcialmente la compresión E-O (Eguez et al., 2003). Otros estudios proponen un modelo de fallas con base en la recurrencia de terremotos, deducida de las tasas de deslizamiento geológico y/o geodésico (Beauval et al., 2018). En este se explica como a lo largo del margen ecuatoriano, la subducción oblicua induce la deformación litosférica de la placa continental superior. La deformación continental activa se localiza actualmente a lo largo de un importante sistema de fallas, que conecta varios segmentos de fallas desde el Golfo de Guayaquil hasta la Cordillera de los Andes orientales. La deformación de la corteza se concentra a lo largo del sistema de fallas Chingual-Cosanga-Pallatanga-Puná (CCPP), el sistema de fallas Quito-Latacunga, el cinturón Subandino Oriental y el sistema de fallas El Ángel. El CCPP puede considerarse un límite de microplaca continental. Su segmentación comprende fallas transpresionales laterales derechas con rumbo noreste desde el Golfo de Guayaquil hacia la Cordillera de los Andes (Puná y Pallatanga), con continuación a lo largo de las fallas transpresivas con rumbo norte-sur en los Andes orientales (Cosanga) y fallas laterales derechas de corte recto más al norte (Chingual).

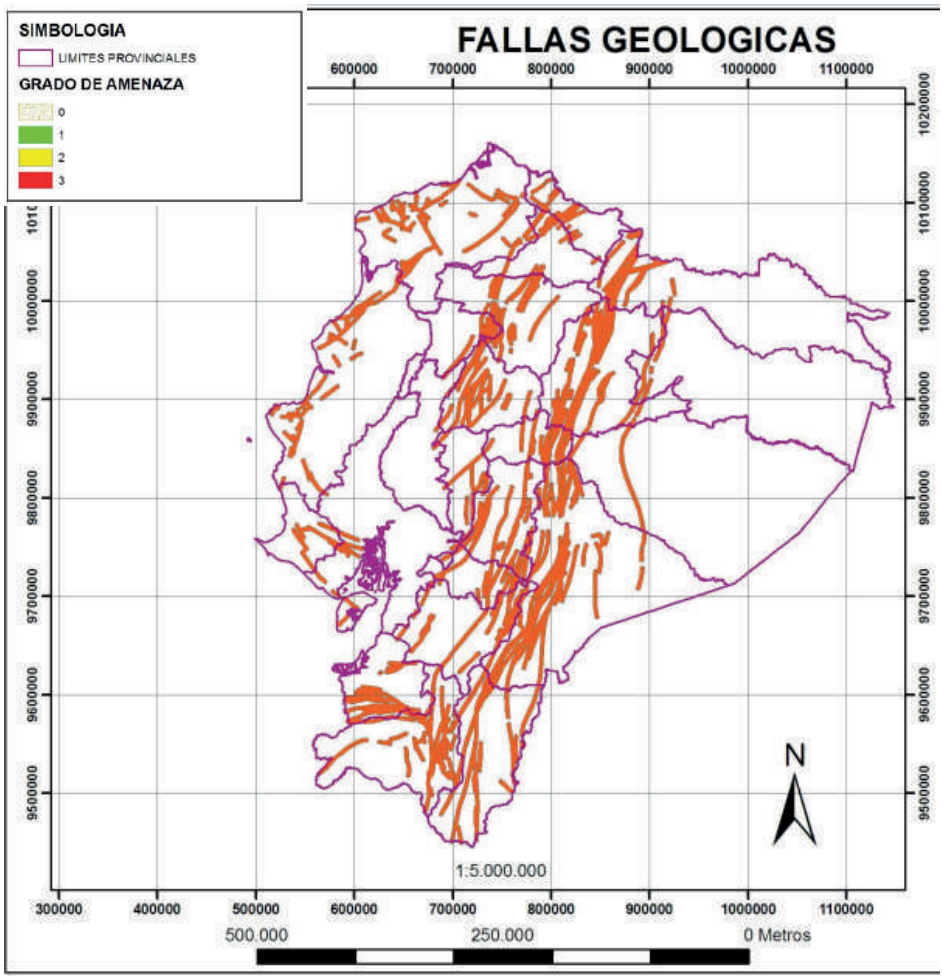
En el norte de Ecuador, al oeste del límite del CCPP, el sistema de fallas norte-norestesur-suroeste de El Ángel comprende una serie de fallas de rumbo lateral derecho y probablemente representa la prolongación sur del sistema principal de fallas RomeralCauca-Patia, descrito en Colombia (Ego et al., 1995; Taboada et al., 2000; Yepes et al., 2016). Bajo este modelo se definen un conjunto de ocho fuentes de fallas de la corteza (Fig. #). Para la falla Chingual, las tasas de deslizamiento estimadas son de 7,7 a 11,9 mm/año con base en varios depósitos del Pleistoceno tardío desplazados por varias ramas de la falla (Tibaldi et al., 2007).

También se estimaron tasas de deslizamiento del 36 Holoceno de 4,3 ± 2,2 mm/año para las fallas inversas norte-sur al sur de la falla Chingual, que son consideradas parte del sistema de fallas transpresivas de Cosanga (Yepes et al., 2016). En el extremo sur del sistema Cosanga se reportan velocidades de levantamiento de hasta 9–10 mm/año durante el Holoceno en el valle superior de Pastaza (De Berc et al., 2005). Los segmentos de Quito y Latacunga acomodan el acortamiento este-oeste de la corteza a tasas que oscilan entre 1 y 2,1 mm/año, respectivamente (Ego & Sebrier, 1996; Lavenu et al., 1995). Con base en excavaciones paleosismológicas a lo largo de la sección sur de la falla de Pallatanga, se estimó una tasa de deslizamiento promedio de ~2,5 mm/año

durante el Holoceno (Baize et al., 2015). Para el segmento Puná, se calculó una tasa de deslizamiento media mínima de 5–7 mm/año desde un lugar particular en la isla Puná durante el Pleistoceno tardío (Dumont et al., 2005).

Figura 10

Fallas geológicas en el Ecuador



Nota. Obtenido de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2010).

Peligrosidad sísmica en Esmeraldas

La ciudad de Esmeraldas presenta una alta vulnerabilidad sísmica debido a su ubicación geodinámica, condiciones geológicas locales y la presencia de fallas activas. Esta peligrosidad se ha evidenciado en diversos eventos sísmicos históricos de gran magnitud, considerados entre los más intensos registrados en el Ecuador. Dichos sismos han provocado daños significativos en la infraestructura y afectaciones sociales recurrentes.

Los terremotos pueden caracterizarse mediante tres parámetros principales: magnitud, intensidad macrosísmica y aceleración máxima del terreno (PGA, Peak Ground Acceleration). El mapa de zonificación sísmica del Ecuador, establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC-15), puede contrastarse con el mapa sismo-tectónico de la costa norte del país, elaborado en el Estudio de microzonificación sísmica y geotécnica de la ciudad de Esmeraldas. Ambos documentos coinciden en clasificar a la provincia de Esmeraldas como una zona de alta sismicidad, con valores de aceleración del terreno que oscilan entre 0,45 g y 0,55 g (aceleración gravitacional) (GEOESTUDIOS S.A., Chunga, & Pozo, 2017, pág. 17).

Ecuador se encuentra en el cinturón de fuego del Pacífico, dentro de la zona tectónica interfase de subducción de la placa oceánica de Nazca y la placa Sudamericana en una longitud de 576 km, en la cual se definen, tres segmentos sismogénicos, uno de ellos es la costa norte de la Provincia de Esmeraldas.

En este segmento de estructura sísmica, el 31 de enero de 1906 frente a la costa de Esmeraldas (Ecuador) y Tumaco (sur de Colombia) se reportó uno de los terremotos más significativos en la historia sísmica de América Latina, tanto por su magnitud como por el tsunami que generó. Posteriores terremotos catastróficos acontecieron en 1958 (Mw 7,6) y 1979 (Mw 7,7; USGS). En la zona sur de Esmeraldas, es bien distinguida la delineación de la fractura Galera, es así como las distribuciones espaciales de las réplicas de sismos del terremoto de Pedernales (2016, Mw 7,8) culminan en esta área sísmica (GEOESTUDIOS S.A., Chunga, & Pozo, 2017, pág. 18).

Sistema de fallas en Esmeraldas

Los sismos históricos generados por fallas de magnitud moderada no han sido registrados con la rigurosidad necesaria. Como consecuencia, en el área de Esmeraldas existe escasa documentación sobre sismos corticales, incluyendo datos sobre su magnitud, profundidad y la falla que los originó.

A pesar de ello se conocen los siguientes registros de sismos corticales, de acuerdo con Geoestudios S.A., Chuga y Pozo (2017):

- 9 de abril de 1976. Mw 6,7; profundidad 9 km.
- 2 de enero de 1981. Mw 5,9. (Causado por una potencial falla de cizalla).
- 25 de junio de 1989. Mw 6,3.

- 19 de diciembre de 2016. Mw 5,4; MI 5,8; profundidad de 4 a 6 km. (Causado por una potencial falla de tipo inverso).
- 31 de enero de 2017. Mw 5,5; MI 5,7; profundidad 9 km. (Asociado a la activación de la falla Atacames).

El reciente terremoto de Pedernales (Mw 7,8) acaecido el 16 de abril de 2016 ha proporcionado una gran cantidad de información sismológica que indica la reactivación de menores fallas capaces en el continente, en particular en la provincia de Esmeraldas. La proyección espacial de los sismos (IGEPN) y los mecanismos focales (USGS) han permitido clasificar la tendencia estructural y los tipos de las fallas capaces de generar sismos en el orden de 6,0 ≤ Mw ≤ 7,3. La ciudad de Esmeraldas, ha presentado una mayor actividad sísmica de por lo menos ocho fallas superficiales. Estas fallas corticales tienen dominio tectónico de campos de esfuerzos inversos con componentes de cizallas, y otras netamente de cizallas sinistrales y dextrales (GEOESTUDIOS S.A., Chunga, & Pozo, 2017, pág. 25).

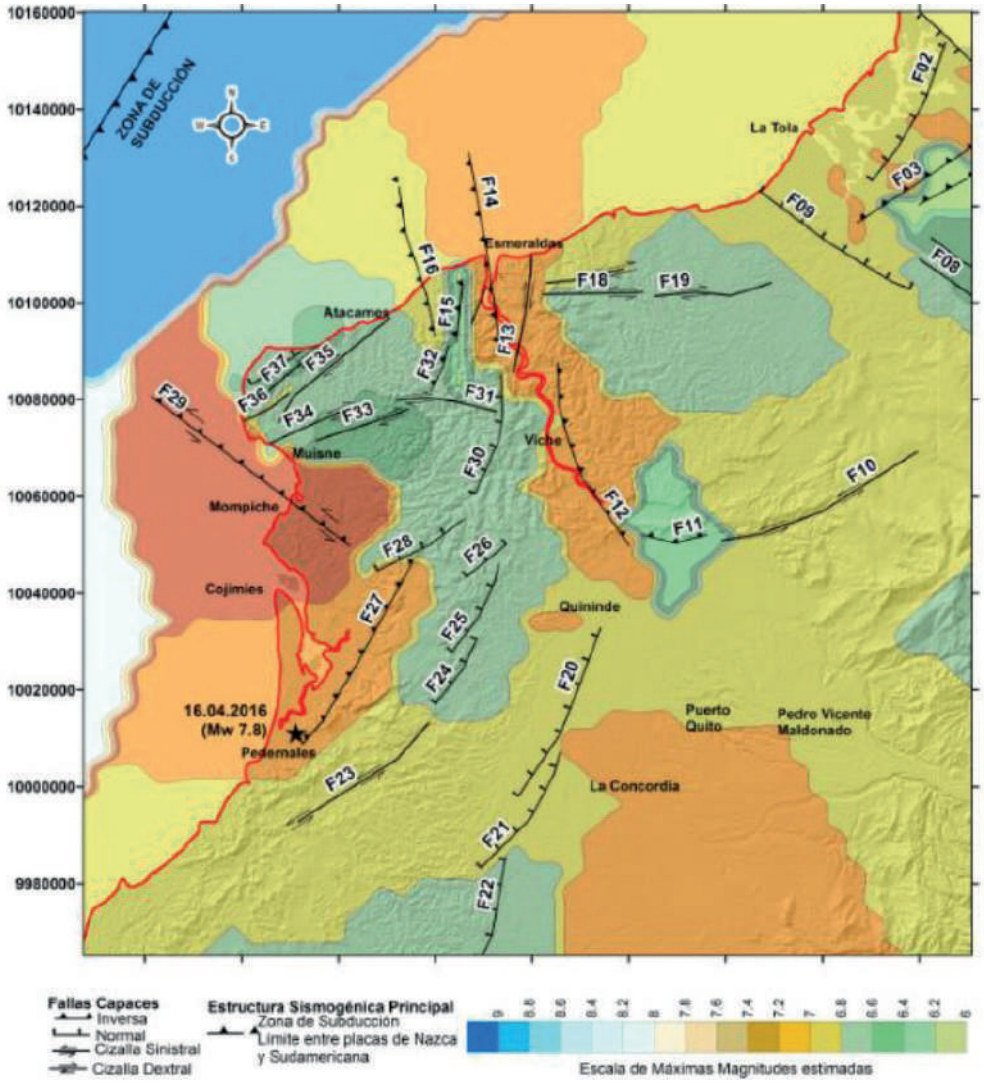
En el Estudio de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la Ciudad de Esmeraldas Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 se realiza un análisis de fallas geológicas estimando máximas Mw y PGA en roca, para ello consideran 38 fallas con un potencial sísmico considerable, capaz de deformar la superficie del terreno y generar futuros eventos sísmicos moderados y altos.

De acuerdo con Geoestudios S.A., Chunga y Pozo (2017): Estas 38 fallas capaces seleccionadas en este estudio podrían generar terremotos en el orden de magnitudes comprendido desde 6,0 hasta 7,3; a excepción del segmento norte de la zona de subducción localizada a 53 y 121 km de distancia desde la costa de la provincia de Esmeraldas, la cual puede generar un potencial terremoto en el orden de 9,0 grados de magnitud y PGA ≥ 0,50 g. La falla FC14 conocida como Falla de Esmeraldas de tipo inversa con componente de cizalla sinistral es la más cercana a la ciudad de Esmeraldas (1 km), en efecto el área urbana más desarrollada se encuentra en la zona de bloque colgante (ie., hangingwall). Esta falla podría generar sismos en el orden de M 7,18 y PGA en roca de 0.41g. Otras fallas de magnitudes similares son referidas a FC03, FC12 y FC27. La falla galera FC29 puede alcanzar la máxima M 7,33 y PGA 0,42; calculada desde la aplicación de Wesnousky (2008). La distancia entre la ciudad de Esmeraldas y estas potenciales fallas están en el orden de los 25 a 77 km. Fallas de menores magnitudes 6,1 ≤ M ≤ 6,9 son localizadas a menos de 10 km de la ciudad de Esmeraldas, las cuales también son consideradas por su cercanía y potencial de daño al área urbana, aquí los PGA están entre los 0,27 g y 0,38g.

La estimación de un terremoto cortical (desde falla capaz) con M ≥ 8,0 queda descartada para la costa norte del Ecuador.

Figura 11

Estimación de máximas magnitudes probables obtenidas desde análisis de fallas capaces empleando el método de ecuaciones propuestas por Wesnousky (2008)



Nota. Obtenido de GEOESTUDIOS S.A., Chunga, & Pozo (2017)

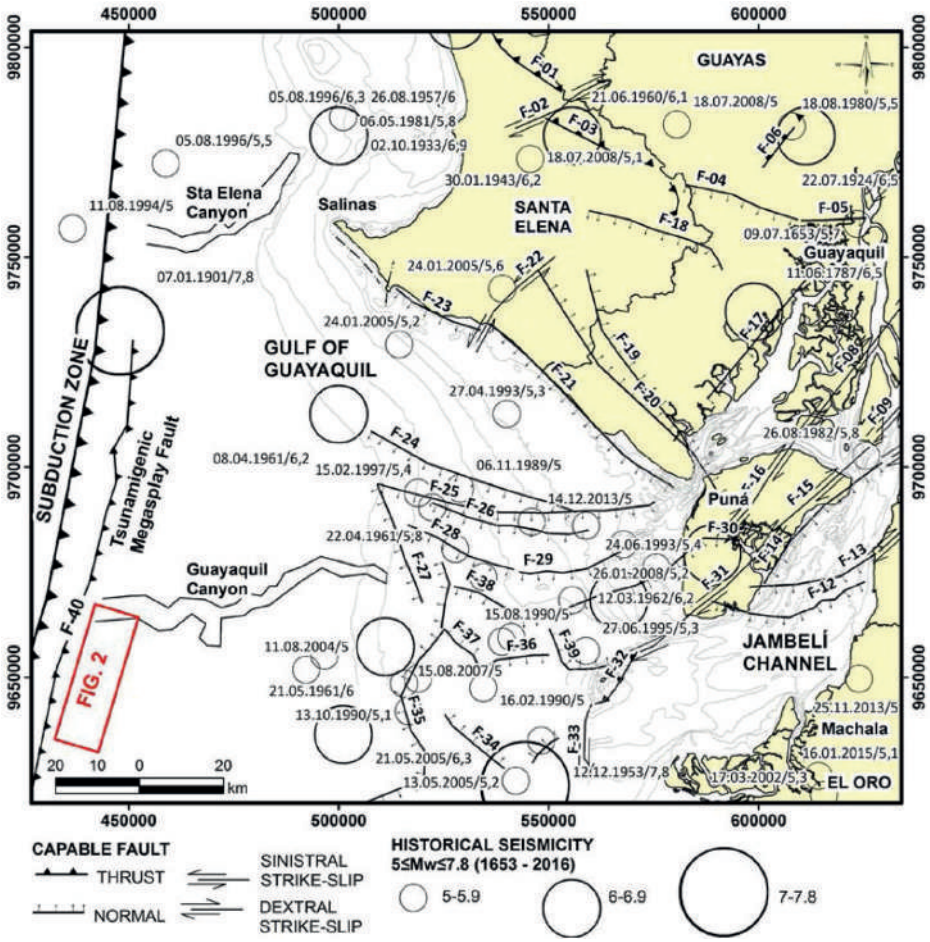
Peligrosidad sísmica en Guayaquil

La ciudad de Guayaquil está ubicada en la región costa ecuatoriana, a una distancia de 70 Km aproximadamente del océano Pacífico, la cual se ve afectada directamente por los fenómenos de subducción causados por las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana (Tacuri Ordoñez, 2019).

El sismo que ha tenido mayor medida en la ciudad de Guayaquil fue producido en 1942 (Ms = 7,9), en donde hubo un colapso de edificaciones comerciales. En esta zona las fallas de la corteza terrestre conforman una fuente sismo genética, en la cual se han registrado sismos con magnitudes Ms de hasta 6,8 grados y epicentros distantes 120 km o menos (como el sismo de 1980 de Ms 6,1). Las afectaciones no han sido de mayor intensidad para edificaciones de menor calidad o sísmicamente vulnerables (Argudo & Yela, 1995).

Figura 12

Mapa de fallas activas en la provincia del Guayas



Nota. Obtenido de Chunga et al. (2019).

Es fundamental evaluar el estado de vulnerabilidad de edificaciones esenciales, como los hospitales, considerando que la NEC-15 establece que Ecuador es una región de alto riesgo sísmico. En este contexto, la ciudad de Guayaquil se ubica en la zona sísmica V, clasificada con peligrosidad sísmica alta y un coeficiente de zonificación sísmica Z = 0,40.

Fallas activas en Guayaquil

Las fallas corticales se identificaron mediante un estudio geológico en un alineamiento en dos direcciones de NE-SO y NO-SE, de las cuales existen 21 fallas geológicas activas y capaces de generar sismos en sentido NE-SO. Estas fallas estructuralmente segmentadas son: (1) falla Carrizal, conformada por seis segmentos, (2) falla Cascol, (3) falla Chanduy, (4) falla Churute, (5) falla Colonche, conformada por siete segmentos, (6) falla Domito, (7) falla Esperanza, (8) falla Estero Salado, caracterizada por ser la más larga alcanzando los 98.79 km, (9) falla Golfo de Guayaquil, (10) falla Jambelí, (11) falla Jipijapa, conformada por dos segmentos, (12) falla La Cruz, conformada por cuatro segmentos, (13) falla Las Delicias, (14) falla Pallatanga, (15) falla Posorja, (16) falla Puná, (17) falla Punta Salinas, (18) falla San Jacinto, conformada por tres segmentos, (19) falla Santa Clara, conformada por dos segmentos, (20) falla Tenguel, y (21) falla Zambapala – Lechuza, conformada por seis segmentos. Estos segmentos se los conoce también como sistema de fallas segmentadas (GEOESTUDIOS & Vera Granauer, 2011, pág. 15).

Peligrosidad sísmica en Cuenca

La ciudad de Cuenca no ha sufrido sismos destructores en los últimos cien años, la sismicidad histórica recogida en el catálogo elaborado por la Red Sísmica del Austro, RSA, da cuenta de la ocurrencia de sismos importantes en 1758, en febrero de 1856, 29 de junio de 1887 y 23 de febrero de 1913. Consideración especial amerita el evento de 1887 (Jiménez Pacheco et al., 2018). Dentro de la ciudad de Cuenca el cantón Girón es una zona de alta vulnerabilidad ante la presencia de movimientos sísmicos, el último sismo de gran magnitud que se ha registrado es en 1913 con una magnitud de 6,7 grados en la escala de Richter que se atribuye directamente a la falla del Girón, causando diversos daños materiales y pérdidas humanas en la zona. De igual manera, en los años 1904 y 1907 se generaron sismos de 7 y 6,5 grados respectivamente en la zona Austral, donde la falla del Girón influye directamente en zonas como Loja, Cuenca y Macas (Ávila Cabrera, 2020).

Debemos recordar que la Norma Ecuatoriana de la Construcción, en el capítulo de "Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente" NEC-15 ubica al territorio nacional de acuerdo con zonas sísmicas en función del estudio de peligro

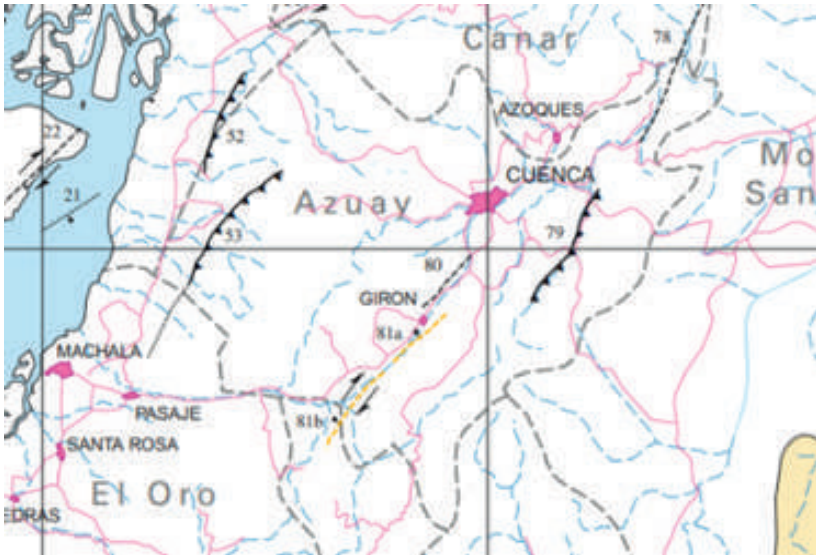
sísmico para un evento que tiene probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años (periodo de retorno de 475 años). Cuenca se encuentra en una zona sísmica II con un factor Z de 0,25 caracterizando una zona con alta peligrosidad sísmica. Cuenta con algunas fallas regionales, pero una de las más importantes y que es considerada una principal amenaza es la "Falla del Girón". A esta se le asocia directamente con el Terremoto de consideración en el sur del país, el 23 de febrero de 1913, en la cual se evidenció el colapso de algunas edificaciones en las provincias de Loja, El Oro y Azuay (Arteaga Mora, 2016).

Fallas locales en Cuenca

El Ecuador registra varios tipos de fallas tectónicas que se clasifican en: falla normal, falla de rumbo dextral, falla inversa o corrimiento y falla de rumbo siniestral. En el caso de la provincial del Azuay, por su ubicación geográfica, presenta distintas fallas tectónicas, las cuales se observa en la Figura 13 y se describe en la Tabla 2.

Figura 13

Mapa de fallas y pliegues cuaternarios de Ecuador y regiones oceánicas adyacentes



Nota. Obtenido de (U.S. Geological Survey & Escuela Politécnica Nacional, 2003)

Tabla 3

Fallas y pliegues cuaternarios de la provincia del Azuay

Número	Nombre de la falla	Sentido de movimiento	Edad del último movimiento	Tasa de movimiento (mm/año)
EC – 53	Ponce Enríquez	Falla inversa	< 1,6 Ma	< 1
EC – 79	Gualaceo	Falla inversa	< 1,6 Ma	< 1
EC – 80	Tarqui	Desconocida	< 1,6 Ma	< 1
EC – 81	Girón			
EC – 81a	Sección Noreste	Falla normal	< 1,5 Ka	< 1
EC – 81b	Sección Suroeste	Falla normal, dextral	< 1,5 Ka	< 1

Nota. Obtenido de U.S.G.S. & Escuela Politécnica Nacional (2003)

Sistema de fallas Girón

Este sistema está conformado por pliegues cerrados, fallas inversas y cabalgamientos con rumbo N-NE a NS. En distintas zonas esta falla tiene una pronunciada convergencia hacia el NO y un carácter inverso. Los movimientos principales de la Falla Girón pueden datarse en forma precisa porque esta trunca pliegues relacionados con cabalgamientos con una fuerte discordancia angular. La falla geológica se extiende por 200 km desde la provincia de Chimborazo y pasa por los cantones de Cuenca y Girón, esta se une con el sistema de fallas Jubones hacia el sur con rumbo EO (Ávila Cabrera, 2020).

La falla del Girón cuenta con la característica de influir en la generación de eventos sísmicos en la región Austral, y por lo tanto en la deformación de las formaciones litológicas, por tal motivo van a existir superficies con discontinuidad en distintas zonas, observándose que la gran parte de movimientos de tierra inciden en dirección NO y SE, perpendicular a la dirección de la falla Girón, esto se da por la existencia de una superficie discontinua en su misma dirección (Ávila Cabrera, 2020).

Coeficiente de capacidad

Representa la vulnerabilidad general de una estructura según el impacto total en su capacidad de respuesta, y el coeficiente puede aumentar o disminuir esa vulnerabilidad (Fajardo et al., 2021).

Riesgo global

Basado en la amenaza sísmica, genera valores para toda la estructura, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: capacidad de respuesta, exposición y vulnerabilidad general. Por otro lado, nos muestra indicadores globales del riesgo sísmico de estructuras según amenazas (Balón Ramos et al., 2018).

Puntaje base

Esta puntuación está vinculada al año en que se construyó el edificio bajo estudio. En general, las edificaciones más antiguas presentan mayor vulnerabilidad sísmica, ya que no fueron diseñadas conforme a las normativas estructurales actuales o se consideran obsoletas frente a los estándares vigentes. Por lo tanto, se espera que los edificios construidos de acuerdo con la normativa vigente (NEC-15) reflejen una menor vulnerabilidad. Hay cuatro apartados, cada uno con una puntuación específica, donde se estima la normativa utilizada según el año de construcción (sin normativa, CEC 77, CEC 2000, NEC15).

Tabla 4

Puntaje base según el año de construcción

Rango de año	Desempeño estructural	Puntaje base
Después del año 2015 (NEC 15)	Buen desempeño	12.5
Entre 2000-2014 (CEC 2000)	Moderado desempeño	22.5
Entre 1978-1999 (CEC 77)	Deficiente desempeño	45
Antes del año 1977 (Sin Norma)	Nulo desempeño	55

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Grupos de Vulnerabilidad GV1, GV2 y GV3

En forma general, se define la vulnerabilidad sísmica de un edificio como su grado de predisposición inherente a soportar daño como resultado de un sismo, en razón de sus propiedades físicas y estructurales (Bonett, 2003). Es fundamental conocer que los grupos de Vulnerabilidad permiten identificar que tan susceptible es una estructura, además de poder cuantificar los diversos parámetros estructurales y no estructurales propios en una edificación y así obtener una evaluación sísmica adecuada mediante esta información. Por

consiguiente, según FEMA P-1000, existen tres grupos de vulnerabilidad para clasificar a estas edificaciones. Cada uno de estos parámetros se los evalúa con 4 grados (GA, GB, GC y GD) los cuales asignan valores diferenciados según las características específicas de cada estructura (Aguirre Ramos et al., 2022).

Tabla 5

Grados de vulnerabilidad

Grado	Descripción	Puntaje
G_A	Representa una vulnerabilidad baja	20
G_B	Representa una vulnerabilidad media	40
G_C	Representa una vulnerabilidad alta	60
G_D	Representa una vulnerabilidad muy alta	80

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Grupo de vulnerabilidad (GV1)

Dentro del grupo GV1 se consideran aspectos generales de la edificación, tales como: el tipo de estructura según la clasificación FEMA, año y características de construcción, número total de pisos, área construida, existencia de remodelaciones, tipo de suelo, adyacencias y posibles irregularidades estructurales o geométricas, entre otros.

Año de construcción

La edad del edificio constituye un factor relevante en el análisis final, ya que puede influir positiva o negativamente en los resultados obtenidos. En general, esta información puede obtenerse a partir de los planos de la estructura en evaluación. En caso de no contar con dicha documentación, es posible estimar el año de construcción mediante una inspección en campo, considerando aspectos como el estilo arquitectónico, el tipo estructural y el uso de la edificación

Número de pisos

El número de pisos de una edificación puede verificarse directamente en campo mediante observación, o a través de los planos arquitectónicos, es-

pecialmente las plantas de elevación. Esta información es relevante para la evaluación de vulnerabilidad estructural, ya que el número de niveles influye en la demanda sísmica, el comportamiento dinámico y los criterios de diseño aplicables. La Tabla 6 presenta los grados de vulnerabilidad estructural según el número de pisos y el año de construcción, conforme a criterios establecidos por FEMA (2016). Esta clasificación permite estimar el nivel de riesgo sísmico asociado a edificaciones estratégicas, considerando dos variables clave: la altura del edificio y su periodo constructivo en relación con la normativa vigente.

Figura 14

Observación de número de pisos en edificación

Tabla 6

Grados de vulnerabilidad por número de pisos

Año de Construcción	Altura	Grado
Post código	Menor a 4 pisos	G_A:20
Post código	Mayor a 4 pisos	G_B:40
Período de transición	Menor a 3 pisos	G_C:60
Periodo de transición y pre-código	Condiciones no contempladas	G_D:80

Nota. Obtenido de FEMA (2016)

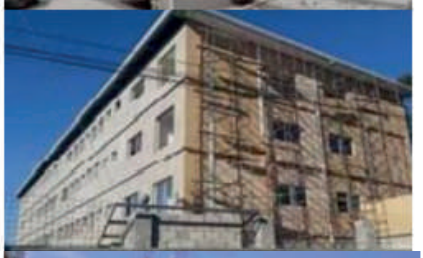
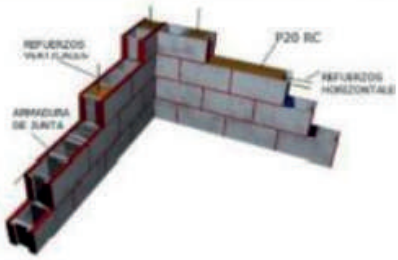
Tipo de Edificio FEMA

Para evaluar este punto es esencial analizar y definir de manera visual ciertas características en campo para determinar la edificación y así detallar el tipo de edificación FEMA, y con ellos reconocer el grado de vulnerabilidad. Si no es posible diferenciar las características del edificio, debemos elegir o realizar un descarte de las tipologías hasta encontrar la más cercana que logre relacionarse con la tabla presentada por la FEMA. La siguiente tabla nos ayuda a determinar el grado de vulnerabilidad según el tipo de edificación FEMA sugerido.

Tabla 7

Tipos de edificios FEMA. En caso de que la edificación sea mixta (MX) se debe considerar el sistema constructivo principal y más crítico (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020)

Grados de Vulnerabilidad	Tipo de edificación FEMA	Gráfico
GA	Estructura liviana de manera simple o multiviviendas de uno más pisos (W1)	
GB	Estructura de acero resistente a momento (S1)	
	Estructuras metálicas livianas (S3)	
GC	Estructuras de acero con arriostramiento (S2)	

	Estructuras con marcos de acero y muros de corte fabricados in situ (S4)	
	Estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5)	
	Edificios con muros de corte de hormigón armado (C2)	
GD	Estructuras de hormigón armado con marcos resistentes a momento (C1)	
	Estructuras de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3)	
	Estructuras de hormigón prefabricado (PC)	
	Estructuras de albañilería reforzada con diafragmas flexibles de piso y techo (RM)	
	Estructuras de pared de apoyo no reforzada (URM)	

Condición de Golpeteo

Para encontrar la distancia entre dos edificios adyacentes, se propone la expresión presentada a continuación:

$$\Delta = \#pisos_B - \#pisos_A$$

$$S = \Delta * 5\ cm$$

Donde:

Δ: Diferencia de pisos existente entre las edificaciones y

S: Separación mínima que debe tener la junta entre las estructuras

Figura 15

Condición de golpeteo en estructuras

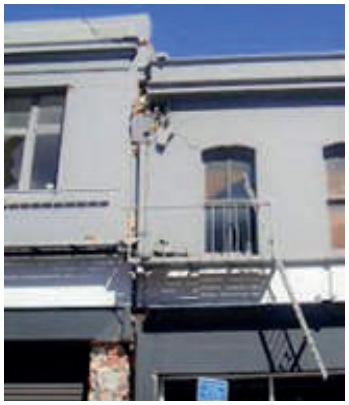


Tabla 8

Grados de vulnerabilidad por golpeteo

Condición	Grado
No presenta edificios cercanos que pueden causar problemas de golpeteo	G_A:20
El edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [Δ(p)x5cm]	G_B:40
El edificio adyacente se encuentra de separación menor igual al mínimo [Δ(p)x5cm]	G_C:60
Ausencia de juntas entre edificaciones contiguas, en caso de presencia de suelos de diferente calidad	G_D:80

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Condición de adyacencia

Figura 16

Condición de adyacencia en estructuras

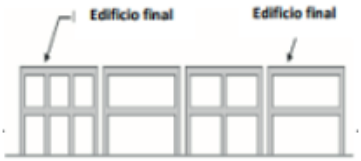
Para la evaluación de este parámetro debemos tener en cuenta las siguientes condiciones:

- La proximidad del edificio a otras estructuras puede causar efectos de impacto significativos (Aguirre Ramos et al., 2022).
- Los edificios al final de una fila de tres o más edificios son los que soportan mayores esfuerzos. Al no contar con edificaciones adyacentes en ambos lados que contribuyan a distribuir las cargas laterales, estas construcciones enfrentan una presión estructural superior a la de los edificios situados en el centro de la fila
- En edificaciones adyacentes, una diferencia vertical entre pisos superior a 60 centímetros incrementa significativamente el riesgo de daño estructural. Durante un sismo, esta discontinuidad puede provocar colisiones desfasadas entre los niveles, afectando directamente columnas y muros en las zonas de impacto (Correa Zuñiga, 2016).
- Los edificios más pequeños sufren el mayor daño cuando son superados por dos o más pisos respecto al edificio contiguo (Correa Zuñiga, 2016).

Tabla 9

Problemas de adyacencia en edificaciones

Condición	Gráfico
Separación vertical de pisos adyacentes	

Edificios con más de dos pisos de alto	
Edificio final celdas	

Nota. Obtenido de FEMA (2016)

Tabla 10

Grados de vulnerabilidad por golpeteo

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

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Tipo de suelo

Para determinar este parámetro debemos conocer sobre qué tipo de suelo está plantada la estructura debido a que, cuando se presenta un movimiento sísmico, dichas edificaciones pueden sufrir diferentes niveles de daños estructurales. Teniendo en cuenta que en la NEC-15 se establece que se tienen seis tipos de suelo (A, B, C, D, E y F).

Tabla 11

Grados de vulnerabilidad por tipo de suelo

Tipo de perfil de suelo	Grado de vulnerabilidad
Tipo A y Tipo B	G_A:20
Tipo C	G_B:40
Tipo D	G_C:60
Tipo F	G_D:80

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Tabla 12

Tipos de perfil de suelo según la NEC-15

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_{S_{30}} \geq 1500\ m/s$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500\ m/s \geq V_{S_{30}} \geq 760 m/s$
C	a) Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante b) Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	a) $760\ m/s \geq V_{S_{30}} \geq 360 m/s$ b. 1) $N \geq 50$ b. 2) $Su \geq 100$ KPa
D	a) Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de onda de corte b) Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	a) $360\ m/s \geq V_{S_{30}} \geq 180 m/s$ b. 1) $50 > N \geq 15$ b. 2) 100 KPa $> Su \geq 50$ KPa
E	a) Perfiles de suelos que cumplan con el criterio de velocidad de onda de corte b) Perfil que contiene un espesor total mayor de 3 m de arcillas blandas	a) $V_{S_{30}} < 180 m/s$ b. 1) $IP > 20$ b. 2) $w \geq 40\%$ b. 3) $Su < 50$ KPa
F	F1: Suelos susceptibles a falla o colapso por excitación sísmica. Suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o pobremente cementados F2: Turba o arcillas orgánicas (H>3m) F3: Arcillas de muy alta plasticidad (H>7.5m e IP>75) F4: Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana – blanda (H>30m) F5: Suelos con contrastes de impedancia dentro de los primeros 30m sobre del perfil del subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones de velocidades de ondas de corte F6: Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Nota. Obtenido de CAMICON (2015)

Grupo de Vulnerabilidad (GV2)

Hace referencia a una vulnerabilidad estructural en la edificación, en este grupo se evalúan los elementos que conforman la estructura de la edificación, tales como columnas, vigas, losas, muros de corte (en caso de existir) así como la relación largo-ancho, irregularidades existentes en planta, irregularidades en elevación, ampliaciones verticales y horizontales, patologías en paredes o acabados de la construcción.

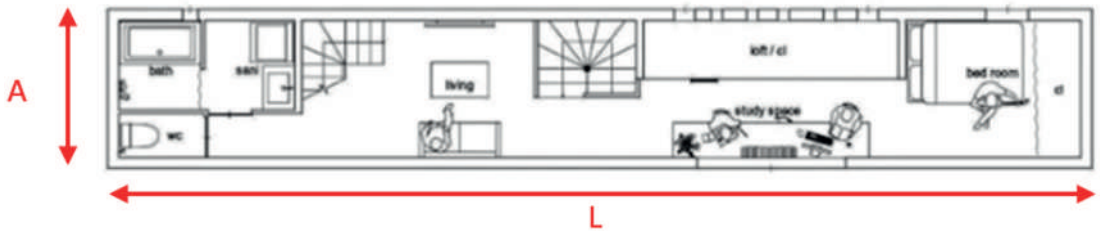
Relación largo - ancho

La longitud de la planta de un edificio afecta en gran medida su comportamiento estructural. Los edificios con plantas alargadas hacen que aumente la demanda de resistencia y flexibilidad. Esto se debe a que los edificios que tienen planos largos experimentan movimientos de rotación, que pueden causar daños significativos durante un terremoto. Diferentes puntos de la estructura

se ven afectados de manera diferente por los terremotos cuando un edificio tiene una planta larga (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Figura 17

Relación largo-ancho en estructuras



La NEC-15 requiere que la relación largo-ancho de una estructura no sea mayor a 4. Su longitud no debe exceder los 30 metros. Si lo hace, entonces el edificio debe ser separado en secciones más pequeñas que no excedan los 30 metros. Esta regla existe porque las estructuras largas pueden volverse peligrosamente inestables (Aguirre Ramos et al., 2022).

Tabla 13

Grados de vulnerabilidad por relación largo ancho

Condición	Grado
La edificación posee una relación largo ancho menor a 4	G_A:20
La edificación posee una relación largo ancho menor a 4. Una de sus longitudes es próxima a 30m	G_B:40
La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4	G_C:60
La edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, no se identifica juntas de separación. Una de las longitudes supera los 30m	G_D:80

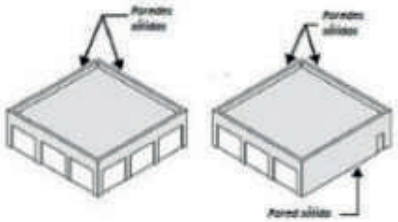
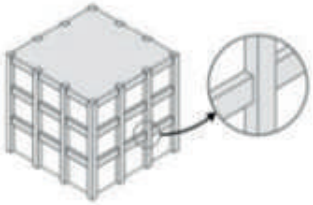
Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Irregularidades en planta

Las irregularidades planificadas surgen por una variedad de razones, muchas de las cuales se deben a las condiciones de construcción o al uso del suelo disponible (Alamgro Oña & Paredes Jaramillo, 2016). La vulnerabilidad de la estructura de un edificio depende de cuáles de las siguientes características estén presentes. De mayor a menor son diafragmas con agujeros, reingreso en esquina, sistemas no paralelos e irregularidad torsional (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Tabla 14

Irregularidades en planta

Condición	Gráfico
Torsión	
Sistemas no paralelos	
Esquina reentrante	
Abertura en diafragma	
Vigas no alineadas con las columnas	

Nota. Obtenido de FEMA (2016)

Tabla 15

Grados de vulnerabilidad por irregularidad en planta

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

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Irregularidades en elevación

Las irregularidades en elevación hacen referencia principalmente a la configuración con la que cuentan, y en su defecto también a los sistemas que resisten a las fuerzas ejercidas lateralmente. Estas desigualdades en las edificaciones pueden causar efectos drásticos no sólo en su comportamiento, también en su desempeño. Sin hacerlo más extenso, se dice que estos efectos pueden causar daños, fallas o incluso el colapso total de la edificación analizada. Este efecto se produce por la concentración de demandas en determinados elementos o plantas (Almagro Oña & Paredes Jaramillo, 2016). El grado de vulnerabilidad de la estructura se determinará teniendo en cuenta si la edificación manifiesta cualquiera de las siguientes tipologías que se enumeran a continuación, tomando en cuenta la mayor repercusión desde lo más crítico hasta lo menos nocivo (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020):

- Retroceso fuera del plano
- Piso blando
- Columnas cortas
- Retroceso en plano
- Pared de sótano sin refuerzo
- Desnivel en el terreno severo
- Niveles divididos y desnivel de terreno moderado (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020)

Tabla 16

Irregularidades en elevación (FEMA, 2016)

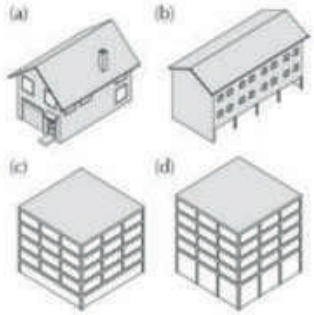
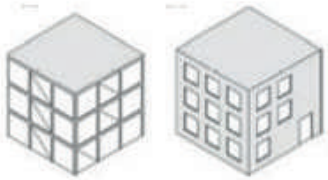
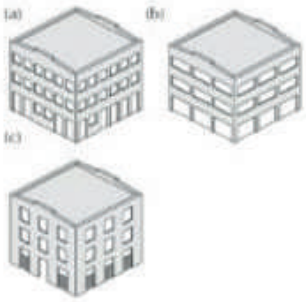
Condición	Gráfico
Pared de sótano sin refuerzo	
Piso blando y/o débil	
Retroceso fuera del plano	
Retroceso en el plano	
Columna corta	
Niveles divididos	

Tabla 17

Grados de vulnerabilidad por irregularidad en elevación

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

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Ampliaciones verticales y horizontales

Las ampliaciones horizontales dependen de la superficie del terreno, además que con ello es posible integrar o crear un espacio nuevo a la construcción antigua. Las ampliaciones verticales, por lo general suelen darse en lugares que no tienen suficiente espacio en costados o laterales, debido a limitaciones del terreno. Una de las peculiaridades más normales con el transcurrir de los años luego de la construcción de algún tipo de edificación, es la de realizar expansiones, ya sean estas de manera horizontal o de manera vertical. Una de las justificaciones se presenta por la necesidad de conseguir mayor espacio dentro de las mismas. Para la evaluación del grado de vulnerabilidad se procederá a revisar las circunstancias y características de las ampliaciones realizadas, en la tabla 18.

Tabla 18

Guía para identificar ampliaciones verticales y horizontales

Orientación	Gráfico
Vertical (1) Planta de menor dimensión que la principal.	
Vertical (2) Más de una planta adicional con la misma configuración en planta y sistema estructural que el edificio original.	

Vertical (3) Más de una planta adicional con un sistema estructural diferente	
Horizontal (1) Edificio adicional del mismo tipo constructivo y número de pisos que el original. Dimensión horizontal del edificio estrecho menor o igual al 50% de la longitud del edificio más ancho.	
Horizontal (2) Edificio adicional con diferente altura que el original.	
Horizontal (3) Edificio adicional con diferente tipo de construcción que el original.	
Horizontal (4) Edificio adicional pequeño, que está apoyado en el edificio original para soporte de gravedad.	

Nota. Obtenido de FEMA (2016)

Tabla 19

Grados de vulnerabilidad por ampliaciones verticales (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020)

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

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Tabla 20

Grados de vulnerabilidad por ampliaciones horizontales

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

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Patologías en vigas y columnas

Las patologías en una edificación son lesiones producidas ya sea por causas internas o externas. En lo que respecta al sistema estructural, las vigas y columnas tienen un papel dominante, por lo que es importante realizar una evaluación objetiva in situ para así verificar el estado de dichos elementos mencionados. Por otro lado, se debe hacer hincapié en el material del que se encuentran constituidos, ya sean de acero, hormigón o madera, y dependiendo de los datos recopilados que la caracterizan, se verificará el grado de vulnerabilidad de las diferentes fallas que se puedan presentar en el lugar.

Tabla 21

Tipos de condiciones para elementos metálicos

Tipo I	Tipo II	Tipo III
Corrosión localizada	Corrosión por picadura (pitting)	Corrosión uniforme, par galvánico (soldaduras, placas)
	Aireación diferencial	Juego de uniones
	Erosión por abrasión	Efecto de fatiga
	Efectos de fuego	

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Tabla 22

Tipos de condiciones para elementos madera

Tipo I	Tipo II	Tipo III
Degradación leve de la madera Pudrición leve de madera	Degradación parcial de la madera Aireación diferencial Pudrición parcial de madera	Degradación grave de madera Pudrición grave de madera Juego de uniones Efecto de fuego en madera Humedad en madera

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Tabla 23

Grietas en vigas

Condición	Gráfico
Grietas en viga por insuficiencia de armadura positiva	
Grietas en viga por insuficiencia de armadura negativa	
Grietas en viga por corte	
Grietas en viga por retracción del hormigón	

Nota. Obtenido de Souza (2021)

Tabla 24

Grietas en columnas

Condición	Gráfico
Grietas en columnas por represión en la fundación	
Grietas en columnas por insuficiencia de estribos	

Nota. Obtenido de Souza (2016)

Tabla 25

Grado de vulnerabilidad patologías en vigas

Condición	Grado
Estructura no presenta ampliaciones	$G_A: 20$
Grietas por retracción de hormigón, afectaciones tipo I (metálica o madera)	$G_B: 40$
Grietas en vigas por insuficiencia de armaduras positiva o negativa, afectaciones tipo II (metálica o madera)	$G_C: 60$
Grietas en viga por corte, afectaciones tipo III (metálica o madera), vigas flejadas	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Tabla 26

Grado de vulnerabilidad patologías en columnas

Condición	Grado
Columnas sin presencia de patologías	$G_A: 20$
Fisuras, afectaciones tipo I (metálica o madera)	$G_B: 40$
Grietas en columnas por represión en la fundación afectaciones tipo II (metálica o madera)	$G_C: 60$
Grietas en columnas por insuficiencia de estribos, afectaciones tipo III (metálica o madera)	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

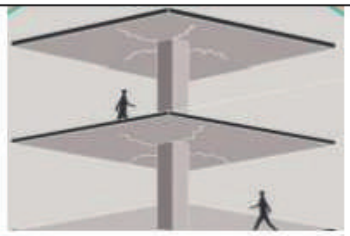
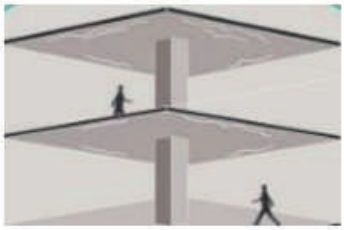
Patologías en losas de entrepiso y cubiertas planas

Las losas de entrepiso y cubiertas planas se diseñan para resistir las cargas que reciben, optimizando peso y eficiencia estructural. Existen diversas tipologías, como placas colaborantes de acero, sistemas mixtos tipo Steel Deck, y entablados de madera, todos orientados a reducir masa sin comprometer resistencia ni funcionalidad.

Por otro lado, la mayoría de las patologías que se presentan en las cubiertas vienen ocasionadas por el envejecimiento y deterioro de los distintos elementos que encontramos en ellas. Esto es porque se presenta una continua exposición a los distintos cambios meteorológicos como son: variaciones en temperatura, humedad, rayos solares, lluvia, granizo, etc. Sin embargo, para la verificación visual en el campo y llegar a un resultado de la vulnerabilidad de las losas de entrepiso y cubiertas se debe tomar en cuenta el material con el cual están constituidas, de igual manera, qué tipo de patologías presentan, sean estas las grietas o diferentes afectaciones que se puedan evidenciar.

Tabla 27

Grietas en losas

Condición	Gráfico
Grietas en losas por insuficiencia de armadura positiva	
Grietas en losas por sobrecarga excesiva	

Nota. Obtenido de Souza (2016)

Tabla 28

Grado de vulnerabilidad por grietas

Condición	Grado
Losas sin presencia de patologías	$G_A: 20$
Fisuras, afectaciones tipo I (metálica, acero, madera)	$G_B: 40$
Grietas en losa por insuficiencia de armadura, Afectaciones tipo II (metálica, acero, madera)	$G_C: 60$
Grietas en losas por sobrecarga excesiva, afectaciones tipo III (metálica, acero, madera), deformación de la losa	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Patologías en paredes

Como ya se había mencionado antes, para realizar un análisis y verificación visual óptimos, se debe constatar de qué material están construidos los elementos, y en este caso, de qué tipo de material está hecha la mampostería; de esta manera, se puede dar un juicio de la gravedad de las afectaciones o circunstancias en las que se encuentran las paredes. Las mamposterías pueden estar conformadas por distintos materiales, como bloques prefabricados de cemento, ladrillos cocidos o piedras irregulares. Tras identificar el tipo de unidad, se procede a verificar posibles fisuras, siendo la humedad una de las patologías más frecuentes.

Tabla 29

Grietas en paredes

Condición	Gráfico
Grietas en esquinas de ventanas y puertas	
Fracturas o grietas horizontales o verticales en fachadas	

Fracturas o grietas inclinadas en fachadas	

Nota. Obtenido de Souza (2016)

Tabla 30

Grado de vulnerabilidad por patología en paredes

Condición	Grado
Paredes sin presencia de patologías	G_A: 20
Grietas en esquinas de ventanas y puertas, humedad localizada, afectaciones tipo I (laminas metálicas y de madera)	G_B: 40
Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (laminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.	G_C: 60
Fractura o grietas horizontales o verticales en fachadas, afectaciones tipo II (laminas metálicas y de madera), humedad generalizada, acción de hongos y moho.	G_D: 80

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Grupo de Vulnerabilidad (GV3)

Elementos externos no estructurales

La presencia de elementos externos no estructurales durante un evento sísmico debe ser considerada, ya que existe la posibilidad de caída y obstrucción del paso durante la evacuación. Se consideran elementos no estructurales las cisternas, astas, chimeneas, entre otros. Es necesario verificar que estos mantengan una correcta fijación, ya que de ello dependerá su grado de vulnerabilidad (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Tabla 31

Grado de vulnerabilidad de elementos externos no estructurales

Condición	Grado
No hay presencia de elementos no estructurales elevados.	G_A: 20
Los elementos no estructurales observados se encuentran con adecuada colocación, fijación, o buen empotramiento con la estructura.	G_B: 40

Los elementos no estructurales observados se encuentran con inadecuada colocación, fijación, o buen empotramiento con la estructura.	$G_C: 60$
Los elementos no estructurales observados se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico.	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Elementos internos no estructurales

En la Guía, se considera a elementos tales cómo archiveros, estantes, instalaciones eléctricas, cielos falsos. etc., debido a que pueden obstaculizar el paso de las personas durante un evento sísmico (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Tabla 32

Grado de vulnerabilidad de elementos internos no estructurales

Condición	Grado
Los elementos no estructurales internos presentan una adecuada colocación e implementación.	$G_A: 20$
Los elementos no estructurales internos presentan una deficiente colocación e implementación.	$G_B: 40$
Los elementos no estructurales internos presentan una mala colocación e implementación	$G_C: 60$
Los elementos no estructurales internos se encuentran con un alto riesgo de caída ante un movimiento sísmico	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Estado de conservación de la edificación

Para evaluar el estado de conservación de la edificación, se consideran los diferentes elementos estructurales, las mamposterías y demás componentes no estructurales, según cuatro categorías: Muy bueno, Bueno, Regular y Deficiente (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Tabla 33

Grado de vulnerabilidad por estado de la edificación

Estado de Conservación	Grado
Muy Bueno	$G_A: 20$
Bueno	$G_B: 40$
Regular	$G_C: 60$
Deficiente	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Estado de conservación de cubiertas

Una de las funciones principales de las cubiertas es la de proteger el edificio o a la vivienda o estructura construida del frío, del calor, así como de los rayos ultravioleta y otras de las condiciones climatológicas como suelen ser el viento, la lluvia, la nieve, el granizo, etc. Por ello, el mantenimiento de cubiertas es fundamental para el bienestar de toda la construcción. Las cubiertas deben ser analizadas de acuerdo al criterio del evaluador, en función de 4 categorías: Muy bueno, Bueno, Regular y Deficiente (Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero, 2020).

Tabla 34

Grado de vulnerabilidad por estado de conservación de cubiertas

Estado de Conservación de las Cubiertas	Grado
Muy Bueno	$G_A: 20$
Bueno	$G_B: 40$
Regular	$G_C: 60$
Deficiente	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Puertas de salida o emergencia

Una salida de emergencia se caracteriza por ser un elemento que se localiza dentro de la construcción o estructura, y que es diseñada con el fin de proporcionar una vía de salida rápida y segura de las edificaciones en el caso de darse una emergencia. Hay varios factores importantes y técnicos en las puertas de salida o puertas de emergencia, ya que se utilizan dentro de eventos que requieran evacuación. Estos factores mencionados se encuentran expuestos dentro del Acuerdo al Consejo Metropolitano de Quito del año 2003, donde se dice lo siguiente:

- Las puertas deben tener un ancho mínimo libre de 0.90m y altura 2.05m.
- Las puertas deben contar con un ángulo de apertura máximo entre 135° y 180° y deben ser abatibles hacia el exterior sin que sus hojas obstruyan pasillos o escaleras.
- Se debe eliminar y dejar de utilizar cerraduras tipo pomo, y dar paso a cerraduras tipo palanca, de accionamiento, o automáticas.
- En puertas debe dejarse un espacio libre cerca de la apertura (0.45 - 0.55 m), la profundidad del espacio libre debe ser de 1.20 m adicional.

Tabla 35

Grado de vulnerabilidad por puertas de salida o emergencia

Condición	Grado
75-100% de las puertas cumplen con los requisitos básicos	$G_A: 20$
50-74% de las puertas cumplen con los requisitos básicos	$G_B: 40$
25-49% de las puertas cumplen con los requisitos básicos	$G_C: 60$
0-24% de las puertas cumplen con los requisitos básicos	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Ventanas

Las ventanas se pueden considerar como los elementos más importantes al momento de una evacuación, por lo que, al considerarse como posibles salidas de emergencia, estas tienen que cumplir con un cierto tipo de características que prioricen a personas con discapacidad, personas de talla baja, niños, etc., y deben construirse con vidrio templado para evitar daños a las personas. Dentro de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020) se menciona que, para los ángulos de visión, tanto hacia arriba como abajo, tiene que ser de 30°, considerando a una persona ambulante con un promedio de altura de 1,60 m, pero se condiciona con el nivel del ojo de una persona sedente que cuenta con un promedio de 1,2 m.

Tabla 36

Grado de Vulnerabilidad por Ventanas

Condición	Grado
75-100% cumplen con los requisitos básicos	$G_A: 20$
50-74% cumplen con los requisitos básicos	$G_B: 40$
25-49% cumplen con los requisitos básicos	$G_C: 60$
0-24% cumplen con los requisitos básicos	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Accesibilidad universal

Respecto a lo mencionado por el Consejo Metropolitano de Quito (2003) se deben cumplir con parámetros importantes para una correcta y segura accesibilidad a las edificaciones, teniendo en cuenta:

Rampas:

- Las pendientes varían del 6 al 12%.

- La pendiente transversal máxima es del 2%
- Ancho mínimo de la rampa debe ser de 0,90 m.
- Pasamanos intermedios
- Desnivel que la rampa está salvando es mayor a 20 cm, utilizar bordillos.

Escaleras:

- Ancho mínimo de escaleras de 1,20 m
- Las contrahuellas deben tener una altura máxima de 18 cm.
- Tramos continuos hasta un máximo de diez escalones.
- Pasamanos a ambos lados
- La dimensión de la huella viene dada por la fórmula:

$$b=0,64-2*(a)$$

Donde:

b: Dimensión de la huella

a: Altura de la contrahuella en metros

Tabla 37

Grado de vulnerabilidad por accesibilidad universal

Condición	Grado
Se identifica satisfactoriamente las normas básicas para accesibilidad inclusiva.	$G_A: 20$
Deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva.	$G_B: 40$
En proceso de implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva.	$G_C: 60$
No se ha implementado ninguna norma básica para accesibilidad inclusiva.	$G_D: 80$

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Puntaje de grado de vulnerabilidad

Se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$V=GV+P.Base$$

Tabla 38

Factor de influencia para GV en función del puntaje base

I	Puntaje Base			
	12,5	*22,5*	*45*	*55*
Gv1	0,225	0,225	0,225	0,1875
Gv2	0,1125	0,1125	0,113	0,0938
Gv3	0,0375	0,0375	0,038	0,0313

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

El GV se obtiene al sumar los grupos de vulnerabilidad influenciados por el factor correspondiente:

$$GV = I_{GV1} * GV_1 + I_{GV2} * GV_2 + I_{GV3} * GV_3$$

Tabla 39

Grado de vulnerabilidad sísmica

Rango	Grado de Vulnerabilidad (V)	Observaciones
60 < valor ≤ 80	Alto	Debe realizarse un análisis estructural.
40 < valor ≤ 60	Medio	Evaluar mediante FEMA P-154, para descartar o confirmar la realización de un análisis estructural.
20 < valor ≤ 40	Bajo	Tomar las recomendaciones emitidas por los evaluadores.

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Elemento del terreno (E)

Tabla 40

Importancia de edificación según elemento de terreno

	Población de la edificación			
Uso	De 1 a 10	De 10 a 50	De 50 a 100	Más de 100
Enfermería	5	5	5	5
Aulas/Dormitorios	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	N/A	N/A
Coliseo	N/A	4	5	6

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Este elemento captura el grado de importancia de acuerdo al tipo de edificación, a su tipo de uso y el número de personas existentes en un momento concreto.

Nivel de exposición de la amenaza (NE)

Es un factor importante para conocer el riesgo de estar situado dentro de una zona de amenaza sísmica. Existen cuatro interpretaciones diferentes de la exposición: Amenaza Muy alta (AMA), Amenaza Alta (AA), Amenaza Media (AM) y Amenaza Baja (AB) (Torres Rites, 2016).

Tabla 41

Nivel de exposición a la amenaza

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

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Vulnerabilidad Total

Para determinar el valor de la vulnerabilidad total por unidades militares, se aplica el método tradicional según Ballesteros, K., & Caizaguano, D. (2020). Este valor se cuantifica con la siguiente expresión matemática:

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

Donde:

V_{total}: es la vulnerabilidad significativa de todo el establecimiento escolar

V_i: grado de vulnerabilidad de cada edificación

E_i: importancia de la edificación de acuerdo al número de ocupantes

Coeficiente de capacidad

El valor asignado para el parámetro de Capacidad de respuesta es de 70, debido a que estamos evaluando dependencias y unidades militares; razón por la cual se aplica la fórmula cuando Cr es mayor a 50.

$$C = \frac{(Cr + 100) * (170 - Vt)}{13500}$$

Donde:

Cr: capacidad de respuesta

Vt: Vulnerabilidad Total de la estructura

Riesgo Global

Finalmente, las unidades militares serán categorizadas en función de los datos obtenidos de vulnerabilidades, capacidades y riesgos, asignando cinco categorías (A-F) según el riesgo que representa.

Tabla 42

Categoría de unidades militares según el Riesgo Global

Nivel de Riesgo Global	Estimación del Riesgo Global	Descripción	Categ.
Rg≤15	Bajo	No se identifica un riesgo global relevante. El riesgo global está controlado. Las medidas preventivas existentes reducen eficientemente el riego.	*A*
15<Rg≤30	Moderado	Se ha detectado que existe entre el 6% y 22% de características desfavorables que se pueden mejorar dentro de la unidad educativa por lo que se debe implementar medidas preventivas que puedan reducir de forma apreciable los potenciales riesgos	*B*
30<Rg≤45	Moderado Alto	Se ha detectado que existe entre el 22% y 45% de características desfavorables que se pueden mejorar dentro de la unidad educativa por lo que debe implementar medidas preventivas más estrictas ya que las condiciones actuales no son lo suficiente para manejar emergencias.	*C*
45<Rg≤75	Alto	Se ha detectado que existe entre el 45% y 78% de características desfavorables que se pueden mejorar dentro de la unidad educativa por lo que debe implementar medidas preventivas como: refuerzo de edificaciones vulnerables, reformular los planes de operación ante emergencias, y capacitar a todo el personal ya que es muy probable que se produzca un desastre.	D
75<Rg≤100	Muy Alto	Se ha detectado más del 78% de características desfavorables que se pueden mejorar dentro de la unidad educativa por lo que las actividades dentro de ella no pueden continuar. No se refleja un conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo, y existen muchas edificaciones con un alto grado de vulnerabilidad.	E

Nota. Obtenido de Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020)

Normativas aplicadas

Para desarrollar la evaluación del grado de vulnerabilidad sísmica en los hospitales seleccionados se utilizarán metodologías establecidas en normativas nacionales e internacionales. Todos los estándares planteados deberán acoplarse a la situación de cada estructura, tomando en cuenta su ubicación, características, entre otros factores. Esto aplica especialmente a las normas internacionales, tomando en cuenta que las condiciones detalladas en muchas de ellas se alejan del panorama ecuatoriano. Las normativas y sus recomendaciones son fundamentales para la elaboración de los planes de acción y contingencia, pues en ellas se recopilan experiencias, lecciones y soluciones que serán de gran utilidad para este trabajo.

Normativa FEMA P-154

El FEMA P-154 es un manual usado en los Estados Unidos, en el cual se presenta la determinación del grado de vulnerabilidad mediante la "Detección Visual Rápida" (RVS en inglés "Rapid Visual Screening") de elementos estructurales y no estructurales, asignando valores ante posibles eventualidades sísmicas. A este método se lo llama el método cualitativo, el cual es desarrollado para: identificar, inventariar y evaluar a estructuras ante una eventualidad sísmica. La metodología RVS se basa en la recolección de datos basados en una observación visual de la estructura desde el exterior y de ser posible en el interior, en donde se recopilan datos esenciales en formularios como: tipología de estructura, irregularidad en planta, irregularidad en elevación, tipo de suelo, año de construcción, entre otros. Estas características son relacionadas con el desempeño sísmico, de tal manera que la puntuación indica el grado de vulnerabilidad que presenta la estructura.

Normativa FEMA 396

El manual FEMA 396 toma en cuenta a estructuras de atención medica catalogadas como esenciales para la realización de una evaluación de vulnerabilidad sísmica y la implementación de un programa de rehabilitación, el cual se subdividen en tres partes: Decisiones críticas, Planificación y gestión, y Herramientas para la rehabilitación. El objetivo final es establecer políticas

de reducción de riesgo sísmico e iniciar un programa más específico como el reforzamiento estructural y la orientación técnica para el diseño detallado de proyectos de rehabilitación.

Guía FEMA P-1000

La guía FEMA P-1000 proporciona información para mejorar la seguridad en instituciones educativas como: escuelas, colegios y universidades ante peligros naturales. El objetivo de la norma es orientar sobre: los peligros que podrían afectar a la estructura, el diseño de edificios más seguros para grupos de personas vulnerables, la planificación y preparación ante desastres naturales, y la recuperación posterior a dichos eventos.

Por ello, la guía se centra en tres ejes: prevención, protección y mitigación. En el presente trabajo, este enfoque se aplica al peligro sísmico, abarcando temas como el nivel de sismicidad, la identificación del diseño estructural, las opciones de mitigación para lograr mayor resiliencia sísmica, la creación o mejora de planes de operaciones de emergencia, y la identificación de aspectos clave para facilitar la recuperación después de un sismo.

Normativa NEC-15

La Norma Ecuatoriana de la Construcción se fundamenta de normas internacionales, se establece un diseño sismo resistente para contemplar principios como la prevención de daños en elementos no estructurales y estructurales, ante terremotos pequeños y frecuentes. De igual manera, se busca limitar los daños estructurales graves y controlar los daños no estructurales ante terremotos moderados y poco frecuentes. Por otro lado, se pretende evitar el colapso ante terremotos severos que pueden ocurrir durante la vida útil de la estructura, procurando salvaguardar la vida de los ocupantes (NEC-15, 2015).

Guía FEMA 577

Es una guía de diseño para mejorar la seguridad hospitalaria en terremotos, inundaciones y vientos fuertes, como primer punto se describe la vulnerabilidad más frecuente y los daños causados por eventos de amenazas naturales

en las edificaciones que se encuentran en operación. Concluye con una mirada al enfoque de peligros múltiples para el diseño de hospitales y proporciona pautas básicas sobre la interacción entre las respuestas de los componentes del edificio a varios riesgos de peligros naturales. Se realizan mejoras para las prácticas en diseño y reacondicionamiento sísmicos de instalaciones hospitalarias (FEMA 577, 2007).

Manual FEMA E-74

El objetivo principal que busca alcanzar este manual es servir de guía para identificar las fuentes de daños no estructurales causados por terremotos y definir metodologías que permitan reducir los riesgos potenciales. En este manual se definen los diferentes componentes no estructurales como son: todos los sistemas arquitectónicos, mecánicos, eléctricos y de plomería, también se incluyen muebles, enseres, equipos y contenidos.

Se trata de crear conciencia sobre los riesgos no estructurales que pueden existir, así como las consecuencias que se llegarían a tener en caso de fallas, las cuales serían principalmente económicas, destacando sobre todo las oportunidades que permiten evitar dichas pérdidas (FEMA E-74, 2012),

Normativa ASCE/SEI 41-17

Esta normativa tiene como objetivo especificar disposiciones aplicables para la evaluación sísmica y el reforzamiento de edificios existentes, basadas en niveles de desempeño estructural. Dicho desempeño resulta de la combinación de componentes tanto estructurales como no estructurales, y se expresa como un estado de daño discreto. Estos niveles incluyen: ocupación inmediata, control de daños, seguridad de vida y seguridad limitada, con el fin de prevenir la falla catastrófica o el colapso.

Esta norma no impide que una edificación sea evaluada o readecuada por otros procedimientos basados en métodos racionales y por la aprobación por parte de la Autoridad Competente (ASCE/SEI 41-17, 2017).

Normativa ASCE/SEI 7-22

Esta normativa se enfoca en las cargas mínimas de diseño y en la coordinación para el diseño estructural general, considerando que su metodología principal se basa en los tipos de eventualidades que pueden presentarse en distintas zonas donde se proyecte una obra civil. Por tal motivo, esta norma proporciona criterios de diseño para diversos peligros, tales como: inundaciones, tsunamis, nieve, lluvia, hielo, sismos, vientos e incendios. Asimismo, hace referencia a la evaluación de las distintas combinaciones de carga (ASCE/SEI 7-22, 2022).

Parte II

Resultados de Tesis 1

Una vez completada la información de los formularios mencionados por las diferentes estructuras estudiadas, se comienza a analizar los resultados obtenidos, verificando cada uno de los puntos planteados acorde a la evaluación que se observó al momento de realizar las visitas en cada lugar.

Tabla 43

Unidades militares

N°	Nombre	Ubicación	Latitud	Longitud	Cota
1	Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.	Manta	536037	9894833	18 m
2	Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.	Manta	535768	9894927	16 m
3	Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"	Puyo	832265	9834919	931 m
4	Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"	Shell	826831	9833544	1051 m
5	Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1	Quito	778985	9976449	2818 m
6	Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"	Machachi	765290	9945582	3241 m
7	Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E.	Guayaquil	624141	9760799	3 m
8	Base Aérea "TAURA"	Naranjal	648359	9751139	11 m
9	Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"	Machala	648578	9754526	05 m
10	Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"	Machala	622653	9635047	13 m
11	Hospital Básico 1 BI "EL ORO"	Machala	631964	9631707	26 m
12	Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.	Latacunga	764960	9897986	2782 m
13	Hospital Básico - LATACUNGA	Latacunga	764880	9898242	2782 m
14	Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"	Riobamba	760964	9816743	2788 m
15	Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"	Cuenca	726893	9681879	2509 m
16	Depósito Conjunto de Municiones "SUR"	Saraguro	376253	9792411	2485 m
17	Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"	Coca	279703	9946728	264 m
18	Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"	Coca	279934	9946930	262 m
19	Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"	Coca	279934	9946930	254 m
20	Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"	Patuca	804358	9695331	543 m
21	Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"	Loja	699636	9558172	2065 m

Tipo de suelo

Los lugares en los cuales se ubican las unidades militares de estudio se encuentran en diferentes tipos de suelos que son de gran incidencia para el estudio del desempeño estructural, debido a que en un evento sísmico cada uno tendrá una diferente reacción. La NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) presenta una tipología de diferentes perfiles de los suelos para el diseño sísmico, parámetro considerado en nuestro estudio.

Tabla 44

Tipo de suelo

N°	Nombre	Geología (Tipo de Suelo)	Perfil
1	Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.	Rocas sedimentarias de origen marino-continental de edad Terciaria	D
2	Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.	Rocas sedimentarias de origen marino-continental de edad Terciaria	D

3	Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"	Arcilloso muy profundo	F
4	Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"	Arcilloso muy profundo	F
5	Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1	Cenizas y capas de pómez, Cangahua	D
6	Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"	Depósito lagunar de ceniza, Cangahua	D
7	Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E.	Sedimento de grano fino predominando limos y arcillas	E
8	Base Aérea "TAURA"	Depósitos de la llanura aluvial (arcillas aluviales)	E
9	Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"	Depósitos de la llanura aluvial (arcillas aluviales)	E
10	Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"	Sedimento de grano fino predominando limos y arcillas	E
11	Hospital Básico 1 BI "EL ORO"	Sedimento de grano fino predominando limos y arcillas	E
12	Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
13	Hospital Básico - LATACUNGA	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
14	Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"	Conglomerado, formación Riobamba, Pleistoceno	D
15	Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"	Roca de rigidez media (gravas y arenas)	B
16	Depósito Conjunto de Municiones "SUR"	Depósito lagunar de ceniza, Cangahua	D
17	Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"	Areniscas, lutitas, tobas	E
18	Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"	Areniscas, lutitas, tobas	E
19	Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"	Areniscas, lutitas, tobas	E
20	Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"	Arcilloso muy profundo	F
21	Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"	Conglomerado con pocas areniscas	C

1. Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E

Tabla 45

Datos generales del Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Hospital Básico ALA Nº 23 F.A.E.	
Provincia:	Manabí	
Cantón:	Manta	
Coordenadas:	536037 E	9894833 S
Cota de construcción aprox. promedio:	18 m	
Número de estructuras:	1	

Tabla 46

Datos de los edificios que conforma el Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*(1) Hospital Básico ALA 23*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción compuesta por un sistema estructural con pórticos de Hormigón Armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3) estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5),con columnas de hormigón armado y con vigas descolgadas cubiertas por cielo raso , según FEMA irregular en planta y regular en elevación , no posee edificaciones adyacentes, está situado en un suelo tipo D, la edificación posee una relación largo ancho mayor a 4, el estado de conservación de la edificación es bueno, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia el 50% de ventanas son de vidrio templado.	

Tabla 47

Vulnerabilidad total del Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Estructura Principal	60,73	5	303,63	60,73
TOTAL		60,73	5,00	303,63	

Tabla 48

Riesgo global del Hospital del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,37603057	
Riesgo Global (Rg)	44,1320022	**MODERADO ALTO - C**

2. Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

Tabla 49

Datos generales del Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.
Provincia:	Manabí
Cantón:	Manta
Coordenadas:	535768 E 989492 S
Cota de construcción aprox. promedio:	16 m.
Número de estructuras:	5

Tabla 50

Datos de los edificios que conforma el Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*(1) Terminal aéreo ala Nº 23*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción 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 irregular 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 regular ya que se presta grietas en columnas, vigas, losa y en paredes además se ve afectada por la humedad, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia ni con ventanas de vidrio templado.	
E2(1)	*(2) Oficina Comando*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción 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 irregular 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 regular ya que se presta grietas en columnas, vigas, losa y en paredes se presenta grietas en esquinas de ventanas y puertas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia.	
E3(2)	*(3) Oficina Grupo Base Nº 23*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5), según FEMA regular en planta y en elevación, posee edificaciones adyacentes sin presencia de juntas, está situado en un suelo tipo D, la edificación posee una relación largo menor a 4, el estado de conservación de la edificación es regular ya que se presta grietas en columnas y en paredes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia ni vidrios templados.	

E4(1)	*(4) Oficina Compras Públicas*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción compuesta por un sistema estructural con pórticos de Hormigón Armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3), según FEMA regular en planta y 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 deficiente ya que se presta grietas en columnas por represión en la fundación, afectaciones tipo II, vigas, losa y en paredes fracturas inclinadas en fachadas, afectaciones tipo III, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia.	
E5(2)	*(5) Dormitorios Aerotécnicos Base Aérea*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción compuesta por un sistema estructural con pórticos de Hormigón Armado con mampostería de relleno sin refuerzo (C3), según FEMA regular en planta y 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 bueno y, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia ni con ventanas de vidrio templado.	

Tabla 51

Vulnerabilidad total del Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Terminal aéreo ala N° 23	61,88	4	247,52	61,96
E2	Oficina Comando	61,52	4	246,08	
E3	Oficina Grupo Base N° 234	65,09	3	195,26	
E4	Oficina Compras Públicas	61,45	5	307,24	
E5	Villas Aerotécnicos Base Aérea	61,02	5	305,09	
	TOTAL	310,96	21,00	1301,21	

Tabla 52

Riesgo global del Aeropuerto del Ala de Combate Nº 23 F.A.E.

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,36047648	
Riesgo Global (Rg)	45,5444564	**ALTO - D**

3. Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"

Tabla 53

Datos generales del Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"

Datos Generales de la Unidad		
Unidad militar:	Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"	
Provincia:	Pastaza	
Cantón:	Puyo	
Coordenadas:	832265	9834919
Cota de construcción aprox. promedio:	931 m	

Tabla 54

Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*(3) Consultorios Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene 35 años de construcción, construcción en hormigón armado y mampostería de ladrillos. (C3) según FEMA regular en planta y en elevación, no posee edificaciones adyacentes. El estado de conservación de la estructura es bueno.	
E2(1)	*(1) Dormitorios Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene 35 años de construcción, construcción en hormigón armado y mampostería de ladrillos. (C3) según FEMA regular en planta y en elevación, no posee edificaciones adyacentes. El estado de conservación de la estructura es bueno.	
E3(1)	*(1) Dormitorios Tipo 2*	
	La construcción presentada tiene 35 años de construcción, construcción en hormigón armado y mampostería de ladrillos. (C3) según FEMA regular en planta y en elevación, no posee edificaciones adyacentes. El estado de conservación de la estructura es regular.	

Tabla 55

Vulnerabilidad total del Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Consultorios Tipo 1	60,87	5	304,37	
E2	Dormitorio Tipo 1	60,70	4	242,79	60,87
E3	Dormitorio Tipo 2	61,24	4	244,96	
	TOTAL	60,87	5,00	304,37	

Tabla 56

Riesgo global del Hospital Básico 17 BS "PASTAZA"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,37418366	
Riesgo Global (Rg)	44,298046	**MODERADO ALTO - C**

4. Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"

Tabla 57

Datos generales de la Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"

Datos Generales de la Unidad		
Unidad militar:	Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"	
Provincia:	Pastaza	
Cantón:	Mera	
Coordenadas:	826831	9833544
Cota de construcción aprox. promedio:	1051 m	
Número de estructuras:	15	

Tabla 58

Vulnerabilidad total de la Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Centro Logística	60,30	4	241,20	
E2	Almacenes	65,09	4	260,36	
E3	Residencia Tipo1	61,53	4	246,10	

E4	Nave Industrial Buses	58,57	4	234,29	
E5	Gasolinera	58,35	1	58,35	
E6	Hangar Aviones	58,42	1	58,42	
E7	Bodegas	64,77	1	64,77	
E8	Destacamento de Inteligencia	60,70	4	242,80	62,16
E9	Centro de Apoyo Electrónico	59,80	4	239,19	
E10	Centro de Saluda	65,23	5	326,16	
E11	Casino Tipo 1	61,99	4	247,97	
E12	Residencia Tipo1	64,91	3	194,72	
E13	Villas	61,99	3	185,98	
E14	Oficinas Tipo 2	65,38	4	261,50	
E15	Casino Tipo 2	61,52	4	246,08	
TOTAL		928,55	50,00	3107,90	

Tabla 59

Riesgo global de la Brigada de Selva Nº 17 "PASTAZA"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,35801013	
Riesgo Global (Rg)	45,7713957	**ALTO - D**

5. Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1

Tabla 60

Datos generales del Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Hospital de Especialidades de las FF.AA. N°1	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Quito	
Coordenadas:	778985	9976449
Cota de construcción aprox. promedio:	2818 m.	
Número de estructuras:	8	

Tabla 61

Datos de los edificios que conforma el Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(4)	*Edificio de Consulta Externa* La construcción presentada tiene aproximadamente 49 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, si posee edificaciones adyacentes (Edificio administrativo), cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	
E2(4)	*Edificio Administrativo* La construcción presentada tiene aproximadamente 49 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, si posee edificaciones adyacentes (Consulta Externa), cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E3(2)	*Dormitorio de Voluntarios* La construcción presentada tiene aproximadamente 49 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.	
E4(2)	Bodega de Insumos médicos La construcción presentada tiene aproximadamente 49 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3) según FEMA regular en planta y elevación, posee cubierta metálica sobre la losa de hormigón armado, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia y tiene pequeñas ventanas de vidrio templado.	
E5(12)	*Edificio de Hospitalización* La construcción presentada tiene aproximadamente 49 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) 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.	
E6(1)	*Bodega de Materiales, Partes y Repuestos* La construcción presentada tiene aproximadamente 49 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C1) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia y cuenta con pequeñas ventanas de vidrio templado.	
E7(1)	Bodega de Seguridad, Salud y Ambiente La construcción presentada tiene aproximadamente 49 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C1) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con el techo de zinc instalado en estructura metálica, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia y cuenta con pequeñas ventanas de vidrio templado.	

E8(1)	*Bodega de desechos infecciosos* La construcción presentada tiene aproximadamente 49 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C1) según FEMA cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia y cuenta con pequeñas ventanas de vidrio templado.	

Tabla 62

Vulnerabilidad total del Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Edificio de Consulta Externa	70,07	5	350,34	67,48
E2	Edificio Administrativo	69,19	4	276,77	
E3	Dormitorio de Voluntarios	66,19	4	264,77	
E4	Bodega de Insumos médicos	66,19	1	66,19	
E5	Edificio de hospitalización	65,90	6	395,37	
E6	Bodega de materiales, Partes y Repuestos	66,19	1	66,19	
E7	Bodega de Seguridad, Salud y Ambiente	66,19	1	66,19	
E8	Bodega de desechos infecciosos	66,19	1	66,19	
	TOTAL	536,12	23,00	1552,04	

Tabla 63

Riesgo global del Hospital de Especialidades FF.AA. Nº 1

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,29099456	
Riesgo Global (Rg)	52,2696581	**ALTO - D**

6. Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"

Tabla 64

Datos generales del Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Depósito conjunto de municiones "EL CORAZÓN"
Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía

Coordenadas:	765290	9945582
Cota de construcción aprox. promedio:	3241 m.	
Número de estructuras:	2	

Tabla 65

Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1	*Depósito de municiones y explosivos*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, construcción tipo berma la cual presenta una inclinación en sus paredes laterales y está cubierta de tierra y vegetación del sector.	
E1	*Depósito de municiones y explosivos N.2*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, construcción tipo berma la cual presenta una inclinación en sus paredes laterales y está cubierta de tierra y vegetación del sector. Presenta diferentes medidas con respecto al depósito de municiones y explosivos N.1	

Tabla 66

Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Depósito de munición y explosivo	35,64	1	35,64	35,64
E2	Depósito de Municiones y explosivos N.2	35,64	1	35,64	
	TOTAL	71,27	2,00	71,27	

Tabla 67

Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "CORAZÓN"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,69199471	
Riesgo Global (Rg)	21,0613627	**MODERADO - B**

7. Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E.

Tabla 68

Datos generales del Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E.

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E	
Provincia:	Guayas	
Cantón:	Guayaquil	
Coordenadas:	624141	9760799
Cota de construcción aprox. promedio:	3 m.	
Número de estructuras:	1	

Tabla 69

Datos de los edificios que conforma el Hospital del Ala de Combate Nº 22 F.A.E.

Cód. (#pisos)	**Dependencias y detalles**	**Descripción gráfica**
E1(2)	(1) recepción, consultorios, oficinas (2) consultorios, oficinas	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 38 años de construcción, elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero según (C3) FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	
E2(1)	(1) Bodega	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 38 años de construcción, elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero según (C3) FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	

8. Base Aérea "TAURA"

Tabla 70

Datos generales de la Base Aérea "TAURA"

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Base Aérea "TAURA"
Provincia:	Guayas
Cantón:	Naranjal
Coordenadas:	648359 754526
Cota de construcción aprox. promedio:	11 m.
Número de estructuras:	**8**

Tabla 71

Vulnerabilidad total de la Base Aérea "TAURA"

VULNERABILIDAD TOTAL					
EDIFICACIÓN	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Oficina Comando	59,83	3	179,49	
E2	Centro de salud	69,63	5	348,15	
E3	Gimnasio, museo	60,48	4	241,92	
E4	Bloque dormitorios	60,48	4	241,92	62,83
E5	Bodega	60,12	1	60,12	
E6	Auditorio	62,64	4	250,55	
E7	Vivienda fiscal	62,14	4	248,54	
TOTAL		435,31	25,00	1570,70	

Tabla 72

Riesgo global de la Base Aérea "TAURA"

RIESGO GLOBAL		
PARÁMETRO	**Valor**	**Observación**
CAPACIDAD DE RESPUESTA (CR)	70	
NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	1	
COEFICIENTE DE CAPACIDAD (C)	1,34957437	
RIESGO GLOBAL (RG)	46,5538756	**ALTO - D**

9. Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"

Tabla 73

Datos generales de la unidad Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Depósito conjunto de municiones "TAURA"	
Provincia:	El Oro	
Cantón:	Machala	
Coordenadas:	648578	9754526
Cota de construcción aprox. promedio:	14 m	
Número de estructuras:	5	

Tabla 74

Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(2)	*Depósito de municiones y explosivos*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, construcción tipo berma la cual presenta una inclinación en sus paredes laterales.	

Tabla 75

Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Depósito de Municiones y explosivos	35,64	1	35,64	35,64
	TOTAL	35,64	1,00	35,64	

Tabla 76

Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "TAURA"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,69199471	
Riesgo Global (Rg)	21,0613627	**MODERADO - B**

10. Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"

Tabla 77

Datos generales del Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Colegio Militar #3 "Héroes de 41"	
Provincia:	El Oro	
Cantón:	El Cambio	
Coordenadas:	622653	9635047
Cota de construcción aprox. promedio:	13 m.	
Número de estructuras:	8	

Tabla 78

Datos de los edificios que conforma el Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(2)	*(1) Recepción, oficinas (2) oficinas*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia asi como ventanas de vidrio templado.	
E2(1)	*(1) Bar*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E3(1)	*(1) Bloque Aulas tipo 1*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E4(1)	*(1) Bloque de Aulas tipo 2*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	

E5(1)	*(1) Gimnasio*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con elementos vigas y columnas conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío. (S3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E6(3)	*(1) (2) (3) Aulas tipo 3*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E7(1)	*(1) Aulas tipo 4*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E8(1)	*(1) Cancha cubierta*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 28 años de construcción, considerándose una construcción con elementos vigas y columnas conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío. (S3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	

Tabla 79

Vulnerabilidad total del Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"

VULNERABILIDAD TOTAL DE LA UNIDAD					
EDIFICACIÓN	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Edificio Administrativo	60,33	4	241,33	61,05
E2	Bar	61,20	2	122,40	
E3	Bloque aulas tipo 1	61,45	4	245,80	
E4	Bloque aulas tipo 2	61,20	4	244,80	
E5	Gimnasio	59,62	4	238,47	
E6	Bloque aulas tipo 3	62,64	4	250,55	
E7	Bloque aulas tipo 4	62,14	4	248,54	
E8	Cancha cubierta	59,87	4	239,47	
TOTAL		488,44	30,00	1831,36	

Tabla 80

Riesgo global del Colegio Militar Nº 3 "HÉROES DEL 41"

RIESGO GLOBAL		
PARÁMETRO	**Valor**	**Observación**
CAPACIDAD DE RESPUESTA (CR)	70	
NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	1	
COEFICIENTE DE CAPACIDAD (C)	1,37202013	
RIESGO GLOBAL (RG)	44,493123	**MODERADO ALTO - C**

11. Hospital Básico 1 BI "EL ORO"

Tabla 81

Datos generales del Hospital Básico 1 BI "EL ORO"

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Hospital Militar HB 1B1 "EL ORO"	
Provincia:	El Oro	
Cantón:	Machala	
Coordenadas:	631964	9631707
Cota de construcción aprox. promedio:	26 m	
Número de estructuras:	9	

Tabla 82

Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico 1 BI "EL ORO"

Cód. (#pisos)	**Dependencias y detalles**	**Descripción gráfica**
E1(2)	*(1) Dormitorio de Personal de voluntarios nuevo* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [Δ(p)x5 cm]. Nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical, presenta grietas horizontales en el borde de la cubierta, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E2(1)	*(1) Servicio de Emergencia* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E3(1)	*(1) Dormitorio de Personal de Sres. Oficiales* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA irregular en planta y en elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

E4(1)	*(1) oficinas* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 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, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E5(1)	*(1) Departamento de imagen (rayos x, ecosonografía)* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, posee fisuras horizontales en la losa y fisuras verticales en las columnas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E6(3)	*(1) Oficinas administrativas* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E7(1)	*(1) Servicio de hospitalización* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E8(1)	*(1) Bodega de archivos* La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA regular en planta y en elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E9(1)	(1) Capilla La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con elementos vigas y columnas conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío (S3), según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E10(1)	(1) Comedor La construcción presentada tiene aproximadamente 31 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C3), según FEMA regular en planta y en elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

Tabla 83

Vulnerabilidad total del Hospital Básico 1 BI "EL ORO"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Dormitorio personal voluntarios	65,16	4	260,64	63,51
E2	Servicio de emergencia	65,81	5	329,04	
E3	Dormitorio personal oficiales	63,07	4	252,28	
E4	Oficinas	61,74	4	246,94	
E5	Departamento de imagen rayos x	60,94	4	243,78	
E6	Oficinas administrativas	61,95	5	309,76	
E7	Servicios de hospitalización	60,95	5	304,74	
E8	Bodega de archivos	63,65	1	63,65	
E9	Comedor	65,67	4	262,66	
E10	Capilla	61,63	4	246,53	
	TOTAL	630,56	24,00	1524,30	

Tabla 84

Riesgo global del Hospital Básico 1 BI "EL ORO"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,34095287	
Riesgo Global (Rg)	47,3637572	**ALTO - D**

12. Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.

Tabla 85

Datos generales de la unidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.

Datos Generales de la Unidad		
Unidad militar:	Ala de Transportes Nº 11 "BACO"	
Provincia:	Cotopaxi	
Cantón:	Latacunga	
Coordenadas:	764960	9635047
Cota de construcción aprox. promedio:	2782	
Número de estructuras:	11	

Tabla 86

Datos de los edificios que conforma la entidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*(1) Oficinas Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, es una estructura pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA regular en planta, irregular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con puertas de salida de emergencia, no se evidencia agrietamiento en elementos estructurales.	
E2(1)	*(6) Hangar Tipo1*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de metal ligero, conformado por cerchas (S3) según FEMA regular en planta y elevación, se evidencia leve corrosión en elementos estructurales, estado de mantenimiento regular.	
E3(2)	*(1) Oficinas Tipo 2*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de hormigón resistente a momento (C1) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no presenta agrietamiento en elementos estructurales.	
E4(1)	*(2) Talleres Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA regular en planta y elevación, elementos estructurales sobredimensionados debido a que su propósito es resistir ataques aéreos, no posee edificaciones adyacentes.	

E5(1)	*(2) Hangar Tipo 2*
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de metal ligero (S3), además de una construcción en hormigón armado que funciona como oficinas (C1) según FEMA irregular en planta Tipo C, regular en elevación, mantenimiento regular, presencia de construcciones adyacentes.
E6(1)	*(1) Dormitorio Tipo 1*
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una vivienda prefabricada, con sistemas prefabricados a base de grandes paneles o de pórticos (MH) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.
E7(3)	*(3) Dormitorios Tipo 2*
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no presenta agrietamiento en elementos estructurales, estado de mantenimiento regular.
E8(1)	*(1) Comedor Tipo 1*
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, no presenta agrietamiento en elementos estructurales, estado de mantenimiento regular.
E9(1)	*(2) Talleres Tipo 2*
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero (S2) según FEMA regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, no presenta agrietamiento en elementos estructurales, estado de mantenimiento regula.

E10(3)	*(1) Dormitorios Tipo 3*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no presenta agrietamiento en elementos estructurales, estado de mantenimiento regular	
E11(1)	*(1) Iglesia Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no presenta agrietamiento en elementos estructurales, estado de mantenimiento regular.	

Tabla 87

Vulnerabilidad total de la unidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Oficinas Tipo 1	59,80	4	239,19	
E2	Hangar Tipo 1	57,35	1	57,35	
E3	Oficinas Tipo 2	59,69	4	238,75	
E4	Talleres Tipo 1	59,01	4	236,02	
E5	Hangar Tipo 2	37,05	4	148,20	
E6	Dormitorio Tipo 1	27,09	5	135,43	52,06
E7	Dormitorio Tipo 2	60,05	5	300,24	
E8	Comedor Tipo 1	60,05	5	300,24	
E9	Talleres Tipo 2	36,61	4	146,46	
E10	Dormitorio Tipo 3	60,05	5	300,24	
E11	Iglesia Tipo 1	60,12	4	240,46	
	TOTAL	576,85	45,00	2342,59	

Tabla 88

Riesgo global de la entidad Ala de Transportes Nº 11 F.A.E.

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,48520235	
Riesgo Global (Rg)	35,0507527	**MODERADO ALTO - C**

13. Hospital Básico - LATACUNGA

Tabla 89

Datos generales del Hospital Básico – LATACUNGA

Datos Generales de la Unidad		
Unidad militar:	Ala de Transportes Nº 11 "BACO"	
Provincia:	Cotopaxi	
Cantón:	Latacunga	
Coordenadas:	764960	9635047
Cota de construcción aprox. promedio:	2782 m	
Número de estructuras:	1	

Tabla 90

Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico – LATACUNGA

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*(1) Consultorios Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene 35 años de construcción, es una estructura pórticos de hormigón armado resistente a momento (C1) según FEMA irregular en planta, regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, cuenta con puertas de salida de emergencia, no se evidencia agrietamiento en elementos estructurales.	

Tabla 91

Vulnerabilidad total del Hospital Básico – LATACUNGA

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Consultorios Tipo 1	59,80	4	239,19	59,80
	TOTAL	59,80	4,00	239,19	

Tabla 92

Riesgo global del Hospital Básico – LATACUNGA

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,38773968	
Riesgo Global (Rg)	43,0895964	**MODERADO ALTO - C**

14. Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"

Tabla 93

Datos generales del Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"

Datos Generales de la Unidad		
Unidad militar:	Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"	
Provincia:	Chimborazo	
Cantón:	Riobamba	
Coordenadas:	760964	9816743
Cota de construcción aprox. promedio:	2788 m	
Número de estructuras:	3	

Tabla 94

Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"

Cód. (#pisos)	**Dependencias y detalles**	**Descripción gráfica**
E1(1)	*(3) Consultorios Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 20 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.	
E1(1)	*(1) Cuarto de máquinas*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 20 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.	
E1(1)	*(1) Farmacia*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 20 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.	

Tabla 95

Vulnerabilidad total del Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Consultorios Tipo 1	37,55	5	187,75	
E2	Cuarto de máquinas	37,05	1	37,05	37,55
E3	Farmacia	37,69	3	113,08	
	TOTAL	37,55	5,00	187,75	

Tabla 96

Riesgo global del Hospital Básico 11 BCB "GALÁPAGOS"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,66788889	
Riesgo Global (Rg)	22,5134901	**MODERADO - B**

15. Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"

Tabla 97

Datos generales del Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"

Datos Generales de la Unidad		
Unidad militar:	Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"	
Provincia:	Azuay	
Cantón:	Cuenca	
Coordenadas:	726893	9681879
Cota de construcción aprox. promedio:	2509 m	
Número de estructuras:	8	

Tabla 98

Datos de los edificios que conforma el Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1 (1)	*(1) Recepción, oficinas (8) oficinas* La construcción presentada tiene aproximadamente 27 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.	
E2(1)	*(1) Bar Tipo 1* La construcción presente tiene aproximadamente 30 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) 1.	
E3(1)	*(1) Bloque Aulas tipo 1* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, ni cuenta con vidrios templados, el estado de conservación de la estructura es bueno.	
E4(1)	*(1) Bloque de Aulas tipo 2* La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, ni cuenta con vidrios templados, el estado de conservación de la estructura es bueno.	

E5(1)	*(1) Gimnasio*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales Pórtico Acero con paredes mampostería de ladrillo. (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, ni cuenta con vidrios templados, el estado de conservación de la estructura es bueno.	
E6 (1)	*Bar Tipo2*	
	La construcción presente tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y mampostería de ladrillo sin varillas de acero. (C3) según FEMA con irregularidad en planta, no posee edificaciones adyacentes, ni cuenta con vidrios templados, el estado de conservación de la estructura es bueno.	
E7 (2)	*(1) (2) Baños*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales, vigas y columnas de acero con mampostería sin varillas de acero. (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, ni cuenta con vidrios templados, el estado de conservación de la estructura es bueno.	
E8 (1)	*(1) Laboratorio*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 25 años de construcción, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y mampostería de ladrillo, sin varillas de acero. (C3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, ni cuenta con vidrios templados, el estado de conservación de la estructura es bueno.	

Tabla 99

Vulnerabilidad total del Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Edificio Administrativo	35,21	4	140,83	59,98
E2	Bar	59,83	2	119,66	
E3	Bloque aulas tipo 1	35,39	4	141,57	
E4	Bloque aulas tipo 2	35,46	4	141,86	
E5	Gimnasio	34,56	4	138,26	
E6	Bar Tipo 2	36,46	4	145,86	
E7	Baños	34,56	2	69,13	
E8	Laboratorio	37,37	4	149,49	
TOTAL		481,24	16,00	959,64	

Tabla 100

Riesgo global del Colegio Militar Nº 4 "ABDÓN CALDERÓN"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,38546827	
Riesgo Global (Rg)	43,290432	**MODERADO ALTO - C**

16. Depósito Conjunto de Municiones "SUR"

Tabla 101

Datos generales del Depósito Conjunto de Municiones "SUR"

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Depósito conjunto de municiones "SUR"	
Provincia:	Loja	
Cantón:	Saraguro	
Coordenadas:	3, 6253	79,2411
Cota de construcción aprox. promedio:	2508 m.	
Número de estructuras:	8	

Tabla 102

Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "SUR"

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles
E1(2)	*Depósito de municiones y explosivos*
	La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, construcción tipo berma la cual presenta una inclinación en sus paredes laterales.

Tabla 103

Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "SUR"

VULNERABILIDAD TOTAL				
Uso	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
Depósito de municiones y explosivos	35,64	1	35,64	35,64
TOTAL	35,64	1,00	35,64	

Tabla 104

Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "SUR"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,69199471	
Riesgo Global (Rg)	21,0613627	**MODERADO - B**

17. Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"

Tabla 105

Datos generales de la unidad Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Brigada de Selva No 19 NAPO
Provincia:	Francisco de Orellana
Cantón:	El Coca
Coordenadas:	0°28'53.0"S 76°58'46.1"W
Cota de construcción aprox. promedio:	294 m.
Número de estructuras:	13

Tabla 106

Vulnerabilidad total de la Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Edificio Comando	60,05	3	180,14	60,38
E2	Oficina de Construcciones	60,67	3	182,00	
E3	Escuela de Selva	60,08	3	180,25	
E4	Departamento Administrativo	60,67	3	182,00	
E5	Comedor	61,42	4	245,68	
E6	Bar y Lavandería	60,52	3	181,56	
E7	GAE	59,07	4	236,29	
E8	Hangar	60,73	4	242,93	
E9	CEMAFLU	60,84	4	243,35	
E10	Bodega de Aceros	59,83	1	59,83	
E11	Dormitorio de Oficiales	60,33	3	181,00	
E12	Casino	60,83	4	243,33	
E13	Dormitorio de Voluntarios	59,43	3	178,30	
	TOTAL	784,48	36,00	2173,82	

Tabla 107

Riesgo global de la Brigada de Selva Nº 19 "NAPO"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,38035236	
Riesgo Global (Rg)	43,7451949	**MODERADO ALTO - C**

18. Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"

Tabla 108

Datos generales del Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"

Datos Generales de la Unidad		
Unidad militar:	Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"	
Provincia:	Orellana	
Cantón:	Coca	
Coordenadas:	279934	9946930
Cota de construcción aprox. promedio:	262 m	
Número de estructuras:	1	

Tabla 109

Datos de los edificios que conforma el Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"

Cód. (#pisos)	**Dependencias y detalles**	**Descripción gráfica**
E1(1)	*(3) Consultorios Tipo 1* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 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.	

Tabla 110

Vulnerabilidad total del Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Consultorios Tipo 1	37,66	5	188,29	37,66
	TOTAL	37,66	5,00	188,29	

Tabla 111

Riesgo global del Hospital Básico IV DE "AMAZONAS"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,66653968	
Riesgo Global (Rg)	22,5960073	**MODERADO - B**

19. Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"

Tabla 112

Datos generales del Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Depósito conjunto de municiones y explosivos "AMAZONAS"	
Provincia:	Orellana	
Cantón:	El Coca	
Coordenadas:	279934	9946930
Cota de construcción aprox. promedio:	262 m	
Número de estructuras:	2	

Tabla 113

Datos de los edificios que conforma el Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"

Cód. (#pisos)	**Dependencias y detalles**	**Descripción gráfica**
E1	*Depósito de municiones y explosivos* La construcción presentada tiene aproximadamente 15 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, construcción tipo berma la cual presenta una inclinación en sus paredes laterales.	

Tabla 114

Vulnerabilidad total del Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Depósito de municiones y explosivos	35,64	1	35,64	35,64
	TOTAL	35,64	1,00	35,64	

Tabla 115

Riesgo global del Depósito Conjunto de Municiones "AMAZONAS"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,69199471	
Riesgo Global (Rg)	21,0613627	**MODERADO - B**

20. Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"

Tabla 116

Datos generales de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"

DATOS GENERALES	
Unidad militar:	Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"
Provincia:	Morona Santiago
Cantón:	Patuca
Coordenadas:	25032 781329
Cota de construcción aprox. promedio:	543 m.
Número de estructuras:	11

Tabla 117

Dependencia de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"

Cód. (#pisos)	**Dependencias y detalles**	**Descripción gráfica**
E1(2)	*(1) Coliseo*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	
E2(1)	*(1) Bodega*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin presencia de juntas, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, desnivel en el terreno moderado, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	

E3(2)	*(1) Gasolinera*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin presencia de juntas, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, desnivel en el terreno moderado, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E4(1)	*(1) Carpintería*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	
E5(1)	*(1) Centro de mensajes de comunicación*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin presencia de juntas, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, desnivel en el terreno moderado, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E6(1)	*(1) Oficinas de Brigada*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	

E7(1)	*(1) Sala de Operaciones*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con elementos vigas y columnas conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío. (S3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E8(2)	*(1) Baño*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con elementos vigas y columnas conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío. (S3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E9(1)	*(1) Dormitorio Tipo 1*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 27 años de construcción considerándose una construcción con estructuras con vigas y columnas de hormigón armado (C2) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	
E10(1)	*(1) Dormitorio tipo 2*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con elementos vigas y columnas conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío. (S3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E11(1)	*(1) Policlínico*	
	La construcción presentada tiene aproximadamente 34 años de construcción, considerándose una construcción con elementos vigas y columnas conformadas por secciones de acero de lámina delgada doblada en frío. (S3) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	

Tabla 118

Vulnerabilidad total de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Coliseo	60,05	4	240,19	60,36
E2	Bodega	60,67	1	60,67	
E3	Gasolinera	60,08	1	60,08	
E4	Carpintería	60,67	3	182,00	
E5	Centro de mensajes comunicación	61,42	3	184,26	
E6	Oficinas de brigada	60,52	3	181,56	
E7	Sala de operaciones	59,07	3	177,22	
E8	Baños	60,73	2	121,47	

Tabla 119

Riesgo global de la Brigada de Selva Nº 21 "CÓNDOR"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,38064496	
Riesgo Global (Rg)	43,7190944	**MODERADO ALTO - C**

21. Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"

Tabla 120

Datos generales del Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Hospital Básico 7BI "LOJA"	
Provincia:	Loja	
Cantón:	Loja	
Coordenadas:	699636	9558172
Cota de construcción aprox. promedio:	265 m	
Número de estructuras:	1	

Tabla 121

Datos de los edificios que conforma el Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(2)	(1) Hospital 7BI LOJA El Hospital Básico 7 B. I "LOJA" tiene aproximadamente 82 años y presentas las siguientes características: Edificación antigua de dos pisos y una ampliación de estructura metálica liviana con cubierta inaccesible, con dimensiones aproximadas de 39 metros de ancho por 42 metros de longitud, con un área total de construcción es de 1482m2, visualmente la estructura se encuentra en mal estado. La estructura está conformada por la unión de dos viviendas de dos pisos (con variación de nivel entre edificaciones) y una ampliación para la conformación de un tercer piso. No existe juntas sísmicas entre la unión de las dos viviendas y las estructuras adyacentes colindantes. Se evidencia que en el trascurso de la vida útil la estructura ha sufrido modificaciones de carácter estructural, arquitectónica y demás servicios complementarios (eléctricos, electrónicos y sanitarios) para un hospital.	

Tabla 122

Vulnerabilidad total del Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Estructura Principal	71,74	5	358,68	71,74
	TOTAL	71,74	5,00	358,68	

Tabla 123

Riesgo global del Hospital de Brigada Nº 7 "LOJA"

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,23738812	
Riesgo Global (Rg)	57,974393	**ALTO - D**

Gráficos comparativos

Al obtener los resultados producto de las evaluaciones a las unidades y dependencias militares, se realiza la comparación grafica de los resultados tomando en consideración la estimación del riesgo global por unidades militares, grado de vulnerabilidad por dependencias, norma de construcción usada en cada dependencia y tipo de estructura usada.

Figura 18

Estimación del riesgo global

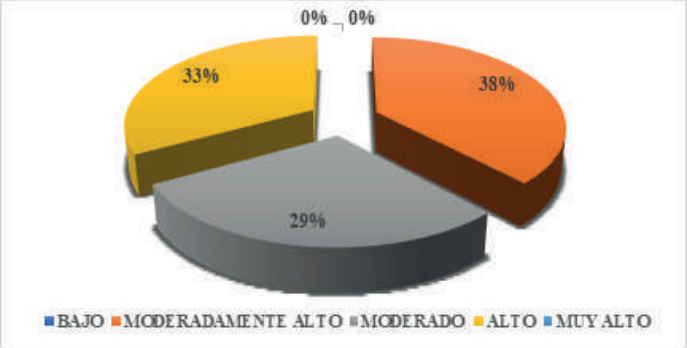


Figura 19

Grado de vulnerabilidad por dependencias

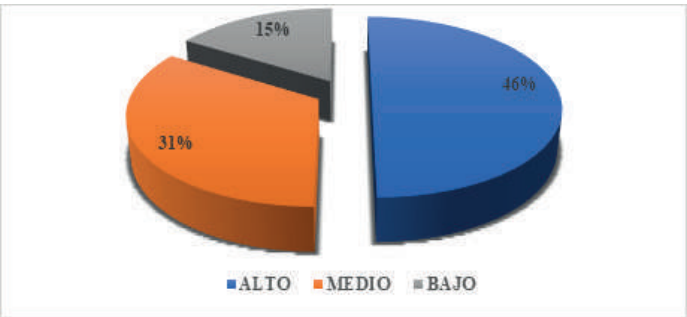


Figura 20

Normativa de construcción por estructuras

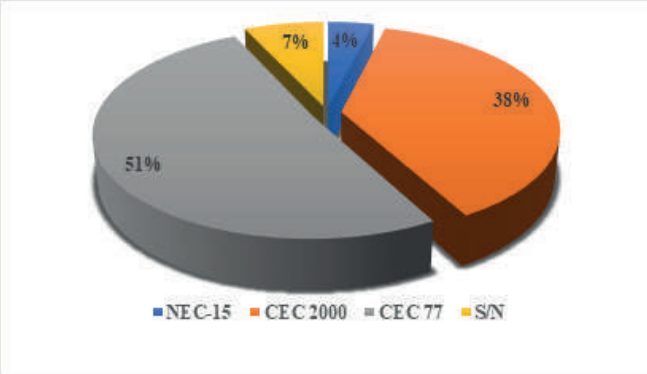


Figura 21

Tipo de edificaciones según la FEMA

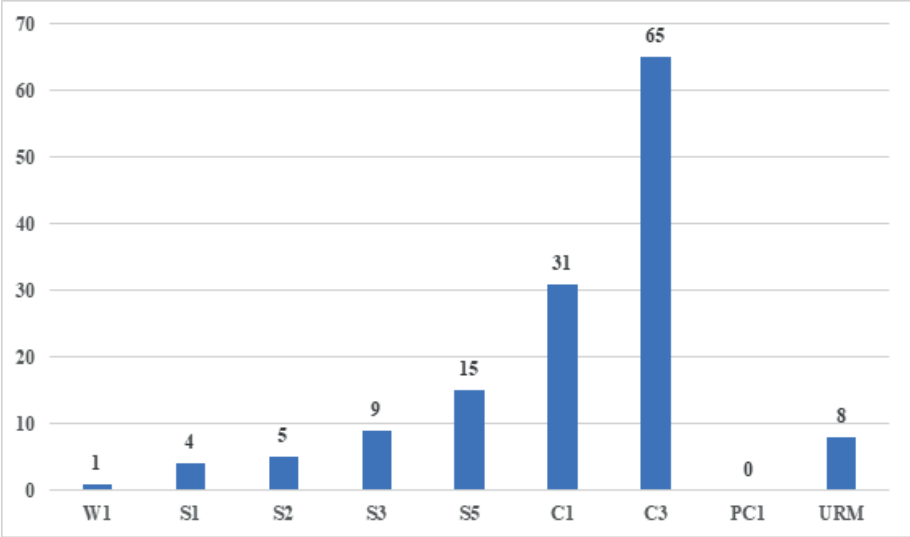
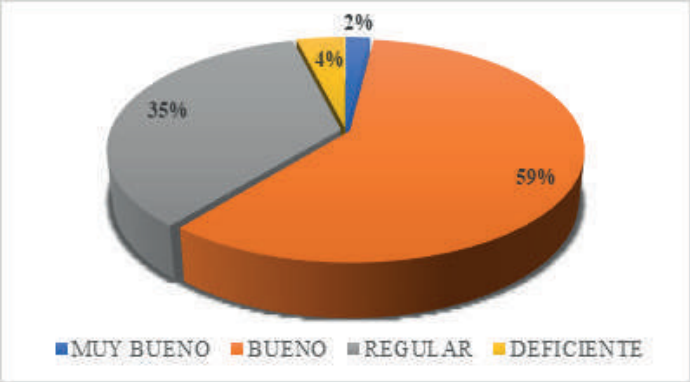


Figura 22

Estado de conservación de las edificaciones



Conclusiones y recomendaciones de resultados Tesis 1

Conclusiones

- La herramienta para el análisis de vulnerabilidad sísmica elaborada por Caizaguano y Ballesteros permite identificar el estado actual de las estructuras evaluadas; determina el valor del grado de vulnerabilidad sísmica y además nos permite conocer el riesgo global.
- La herramienta descrita anteriormente fue utilizada para la evaluación de 21 unidades militares localizadas en diferentes sectores del país, dando un total de 138 dependencias evaluadas.

- En cuanto a la estimación del riesgo global, el 38% representa a 8 unidades militares que indican un riesgo global "Moderado Alto"; el 29% que representa a 6 unidades, indican un riesgo global "Moderado"; y el 38% que representa a 7 unidades, que nos indican un riesgo global "Alto", las cuales se debe tomar en consideración para una evaluación más exhaustiva, lo cual determinara la elaboración de un plan de acción de lo más adecuado para evitar posibles desastres.
- Se determina que el 46% refleja un grado de vulnerabilidad alto, un 31% un grado de vulnerabilidad medio y un 15% un grado de vulnerabilidad bajo.
- En cuanto a normas de construcción destacan CEC 77 con un 51%, CEC 2000 con un 38%, S/N un 7% y NEC-15 un 4%.
- El 59% de las instalaciones militares evaluadas evidencian un buen estado de conservación, el 35% un estado regular, un 4% un estado deficiente y un 2% un muy estado lo cual corresponde principalmente a instalaciones recientemente remodeladas o construidas.

Recomendaciones

- La evaluación preliminar se la debe realizar a todas las entidades del estado que juegan un papel importante para una gestión de riesgos de lo más efectiva en caso de que se produzca una o varias catástrofes en el territorio nacional.
- Con los resultados obtenidos se recomienda el uso de la matriz FEMA P-154 para confirmar o descartar un análisis estructural detallado de las dependencias que presentan mayores novedades.

Parte III

Resultados de Tesis 2

Generalidades de los sitios estudiados

Hospital Naval de Guayaquil

El Hospital Naval de Guayaquil (HOSNAG), funcionando en la base Naval Sur desde el año 1968 hasta la actualidad, brindando atención integral con servicios de consulta externa, emergencias y hospitalización las 24 horas, en el trascurso de las necesidades a las cuales se ven enfrentadas se adosa un edificio de 7 pisos a policlínico naval, con el fin de adquirir una atención a nuevas especialidades el 11 de noviembre de 1983 con una capacidad de 120 camas, 5 quirófanos, unidad de cuidados intensivos, unidad de imágenes, laboratorio clínico, odontología y fisiatría. Con forme a la demanda en el 2004 se construyen 3 nuevos bloques para la atención de traumatología y en el 2008 se construye la nueva área de medicina física y rehabilitación (HOSNAG, 2022).

En el sismo de abril del 2016, el hospital HOSNAG sufrió daños considerables estructurales, es por ello que los trabajos de reforzamiento restringieron su capacidad de 80 a 50 y limitar en varios servicios médicos y hospitalarios, los trabajos de reforzamiento se realizaron en el año 2018 en la torre de 7 pisos.

Figura 23

Vista frontal del Hospital Naval de la ciudad de Guayaquil

Hospital Naval de Esmeraldas

El Hospital Naval de Esmeraldas (HOSNAE) inicia su construcción el 27 de enero de 2002, fecha en la que a manera de acto conmemorativo el señor con-

traalmirante Renán Sánchez Coba, comandante de Operaciones Norte y director de Sanidad de aquella época coloca la primera piedra para la construcción del futuro hospital. La inauguración de esta institución se realiza el 6 de agosto de 2004, la cual tiene un diseño arquitectónico horizontal, en pabellones tipo modular de dos plantas, cuenta con 12 bloques.

Actualmente, el hospital cuenta con las áreas de consulta externa, emergencias y hospitalización, además en él se atienden diferentes especialidades de salud, así como servicios de laboratorio, centro quirúrgico, unidad de cuidados intensivos, unidad de quemados y los servicios de farmacia y ambulancia, el área de hospitalización tiene la capacidad de 50 camas. Está ubicado en la Avenida Kennedy al lado del sistema ECU 911 de la ciudad de Esmeraldas y junto a la Empresa Pública Flota Petrolera Ecuatoriana EP – FLOPEC.

Figura 24

Vista panorámica Hospital Naval de Esmeraldas (HOSNAE).

Nota. Tomado de Historia Resumida de la Armada del Ecuador Parte II (Vargas Molina, 2014).

Hospital General II de Guayaquil

Es un establecimiento de Sanidad Militar asignado para asistencia médica al personal del ejército en servicio activo y pasivo de las FF.AA. a sus familiares y dependientes; fue construido en el año 1958, ofrece servicios médicos, quirúrgicos y de apoyo en laboratorio, imagenología, odontología y rehabilitación con una capacidad hospitalaria de 81 camas. Es una entidad que aporta al desarrollo social del país; está situado frente al cementerio general de Guaya-

quil en la Av. Pedro Menéndez Gilbert, tiene acceso terrestre y aéreo al contar con un helipuerto (Ortega, 2014), según la información dada por el personal el hospital tuvo una remodelación interna en el año 2000 y 2012 (Mosquera, 2015).

Figura 25

Vista frontal del Hospital General II de Libertad de la ciudad de Guayaquil

Nota. Tomado de Anexos de Tesis (Castañeda Roman, 2015)

Hospital General III de Cuenca

El Hospital Militar III – de "Tarqui" fue creado el 5 de marzo de 1822 por el General Sucre, prestando atención originalmente en el antiguo Hospital de Belén. Luego de 11 años de construcción en enero de 1870 es inaugurado el Hospital San Vicente de Paúl, y al pasar 4 años en 1874 el presidente Gabriel García Moreno ordenó asignar un departamento de este para el Hospital Militar. Bajo la Dirección del Dr. Braulio Pozo Díaz, en 1930, es asignado personal médico militar; con el fin de dar atención permanente a la comunidad civil y militar del Austro. El Hospital Divisional se proyecta permanentemente a la comunidad con su personal de médicos especialistas en las diferentes áreas de salud, con atención interrumpida y con costos bajos, lo cual redunda en una favorable acogida por parte de la población austral. Se encuentra ubicado en la provincia del Azuay, cantón Cuenca, Parroquia Huayna-Cápac, Av. 12 de Abril 5-21 y Federico Malo (Avilés Arévalo, 2013).

Figura 26

Vista frontal del Hospital Militar III de Tarqui de la ciudad de Cuenca

Nota. Tomado de Google Maps.

Nivel de sismicidad

Las inspecciones visuales rápidas pueden desarrollarse usando 5 formularios diferentes que establece la norma FEMA P-154, los cuales están clasificados de acuerdo con el nivel de sismicidad existente, que puede ser: muy alta, alta, moderadamente alta, moderada y baja. Para definir el formulario a utilizar en las inspecciones visuales rápidas de los hospitales en estudio se determina el nivel de sismicidad de cada una de las ciudades en donde se encuentran construidos, para ello se hace uso de las curvas de peligrosidad sísmica establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-15. En estas curvas se determinan los valores de respuesta espectral de aceleración para: periodo corto (0,2 s), S_S, y para periodo largo (1,0 s), S_1; de cada una de las ciudades, considerando los periodos de retorno de 475 años establecido por la NEC-15 y de 2475 años de acuerdo con el máximo sismo considerado según el código ASCE, American Society of Civil Engineers, 2017.

Adicionalmente, también se utiliza para este estudio el Mapa Digital Interactivo de Peligro Sísmico para Ecuador desarrollado por el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional EPN a manera de comparación. Estos valores son analizados tomando en cuenta los límites establecidos por la FEMA P-154 para la definición de los 5 niveles de sismicidad que se muestran a continuación. En las siguientes figuras y tablas se puede observar el proceso realizado y los resultados obtenidos de las curvas de peligrosidad sísmica para cada ciudad.

Tabla 124

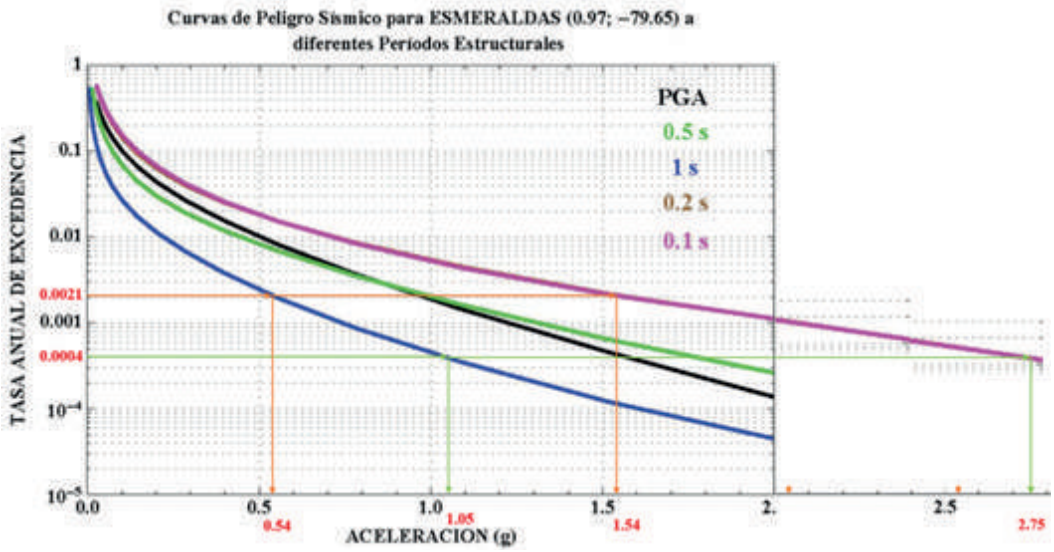
Determinación de la Región Sísmica a partir de la Respuesta de Aceleración Espectral del MCR-R. g = aceleración de la gravedad en dirección horizontal

	Región de Sismicidad	Respuesta de Aceleración Espectral S_S (Período Corto)	Respuesta de Aceleración Espectral S_1, (Período Largo)
	Bajo	$S_S < 0{,}25g$	$S_1 < 0{,}10g$
	Moderado	$0{,}25g \leq S_S < 0{,}50g$	$0{,}10g \leq S_1 < 0{,}20g$
	Moderadamente Alto	$0{,}50g \leq S_S < 1{,}00g$	$0{,}20g \leq S_1 < 0{,}40g$
	Alto	$1{,}00g \leq S_S < 1{,}50g$	$0{,}40g \leq S_1 < 0{,}60g$
	Muy Alto	$S_S \geq 1{,}50g$	$S_1 \geq 0{,}60g$

Nota. Recuperado de (FEMA P-154, 2015).

Figura 27

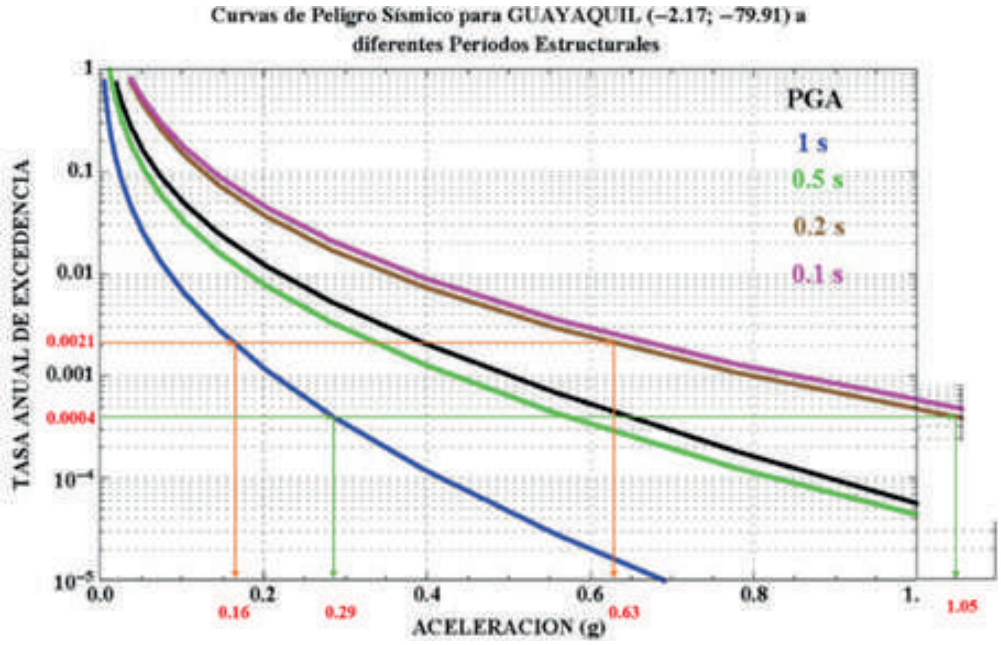
Curvas de peligro sísmico para Esmeraldas a diferentes períodos estructurales.



Nota. El gráfico representa las curvas de peligrosidad sísmica para Esmeraldas, de modo que se obtuvo la aceleración en los períodos corto Ss y largo S1 con la tasa de excedencia de 475 y 2500 años. Tomado de NEC-SE-DS (MIDUVI & CAMICOM, 2016)

Figura 28

Curvas de peligro sísmico para Guayaquil a diferentes períodos estructurales



Nota. El gráfico representa las curvas de peligrosidad sísmica para Guayaquil, de modo que se obtuvo la aceleración en los períodos corto Ss y largo S1 con la tasa de excedencia de 475 y 2500 años. Tomado de NEC-SE-DS (MIDUVI & CAMICOM, 2016)

Tabla 125

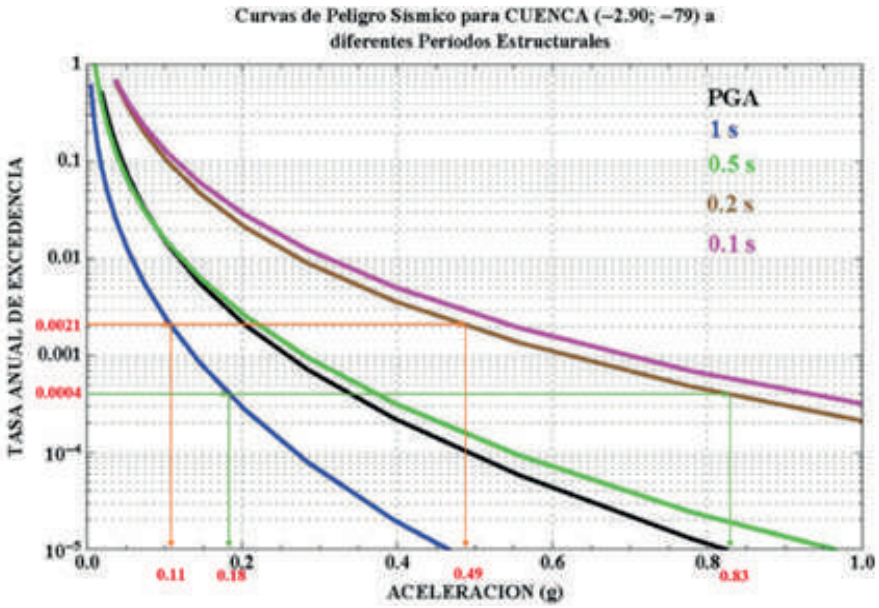
Resultados obtenidos de las gráficas de curvas de peligrosidad sísmica de cada ciudad de estudio y de la página del Instituto Geofísico-EPN para la tasa de excentricidad de 475 años (0,00211).

Periodos	NEC-15		Instituto Geofísico – EPN	
	Aceleración	Sismicidad	Aceleración	Sismicidad
		Esmeraldas		
Período corto (0.2 s)	1,54	Muy alta	1,40	Alta
Período largo (1.0 s)	0,54	Alta	0,38	Moderadamente alta
		Guayaquil		
Período corto (0.2 s)	0,63	Moderadamente alta	0,69	Moderadamente alta
Período largo (1.0 s)	0,16	Moderada	0,15	Moderada
		Cuenca		
Período corto (0.2 s)	0,49	Moderada	0,84	Moderadamente alta
Período largo (1.0 s)	0,11	Moderada	0,16	Moderada

Nota. La tabla contiene las aceleraciones en los períodos corto Ss y largo S1 con la tasa de excedencia de 475 años de las curvas de peligrosidad sísmica para Esmeraldas, Cuenca y Guayaquil, de igual manera los datos de la página web del Instituto Geofísico – EPN

Figura 29

Curvas de peligro sísmico para Cuenca a diferentes períodos estructurales



Nota. El gráfico representa las curvas de peligrosidad sísmica para Cuenca, de modo que se obtuvo la aceleración en los períodos corto Ss y largo S1 con la tasa de excedencia de 475 y 2500 años. Tomado de NEC-SE-DS (MIDUVI & CAMICOM, 2016).

Tabla 126

Resultados obtenidos de las gráficas de curvas de peligrosidad sísmica de cada ciudad de estudio y de la página del Instituto Geofísico-EPN para la tasa de excentricidad de 2500 (0,0004) y 2475 (0,000404) años respectivamente

Periodos	NEC-15		Instituto Geofísico – EPN	
	Aceleración	Sismicidad	Aceleración	Sismicidad
		Esmeraldas		
Período corto (0.2 s)	2,75	Muy alta	2,13	Muy alta
Período largo (1.0 s)	1,05	Muy Alta	0,91	Muy Alta
		Guayaquil		
Período corto (0.2 s)	1,05	Alta	1,29	Alta
Período largo (1.0 s)	0,29	Moderadamente alta	0,28	Moderadamente alta
		Cuenca		
Período corto (0.2 s)	0,83	Moderadamente alta	1,60	Muy alta
Período largo (1.0 s)	0,18	Moderado	0,31	Moderadamente alta

Nota. La tabla contiene las aceleraciones en los períodos corto Ss y largo S1 con la tasa de excedencia de 2500 años de las curvas de peligrosidad sísmica para Esmeraldas, Cuenca y Guayaquil, de igual manera los datos de la página web del Instituto Geofísico – EPN con la tasa de excedencia de 2475 años.

A continuación, en las tablas 127-129, se presenta la interpretación de resultados para cada ciudad, en base a ella se realiza la selección de los formularios a utilizar.

Tabla 127

Nivel de sismicidad de Esmeraldas

Aceleraciones máximas probables [g]		Nivel de Sismicidad	
Ss	2,75	Muy Alta	
S1	1,05	Muy Alta	

Tabla 128

Nivel de sismicidad de Guayaquil

Aceleraciones máximas probables [g]		Nivel de Sismicidad	
Ss	1,05	Alta	
S1	0,29	Moderadamente Alta	

Tabla 129

Nivel de sismicidad de Cuenca

Aceleraciones máximas probables [g]		Nivel de Sismicidad	
Ss	0,83	Moderadamente alta	
S1	0,18	Moderada	

Al identificar el nivel de sismicidad, se lo realiza de acuerdo con los valores de las aceleraciones espectrales, teniendo en cuenta el máximo sismo considerado (MCE) establecido en el formulario FEMA P-154 con un periodo de retorno de 2475 años, sin embargo, en los formularios de la normativa NEC se establece periodos de retorno de 2500 años, para este trabajo se estima a lo que plantea la normativa nacional. De las tablas antes mostradas se considera el valor más alto, se asume el nivel de sismicidad que cataloga las aceleraciones espectrales para periodos cortos (T=0,2 s), a pesar que el valor de las aceleraciones para periodos largos (T=1,0 s) sean inferiores.

Ubicación e información de identificación

Los formularios de nivel 1 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción y de la FEMA P-154, requieren de información básica de los lugares a ser inspeccionados, así como de datos de ubicación que permitan identificar de manera sencilla y acertada cual es la edificación en estudio. Los datos recopilados para

cada uno de los hospitales considerados para este trabajo se muestran a continuación en las tablas 130-133.

Tabla 130

Ubicación e información de identificación Hospital Naval de Guayaquil

Referencia			Información		
Hospital Naval de Guayaquil					
Dirección			Ecuador, provincial de Guayas, cantón Guayaquil, Avenida 25 de Julio		
Código Postal			090205		
Sitio de Referencia / Otros Identificadores			Junto la Aduana Puerto Marítimo Guayaquil		
Tipo de Uso			Hospital de uso público		
Ocupación			Servicio de Emergencia - Público		
Coordenadas					
Latitud		2°16'10'' N	Longitud		79°54'10'' O
Zona	17 N	Sur	9749134,60 m S	Este	621988,01 m E

Tabla 131

Ubicación e información de identificación Hospital Naval de Esmeraldas

Referencia			Información		
Hospital Naval de Esmeraldas					
Dirección			Ecuador, provincial de Esmeraldas, cantón Esmeraldas, Avenida Kennedy s/n		
Código Postal			080108		
Sitio de Referencia / Otros Identificadores			Junto al Centro Local Sistema Integrado de Seguridad ECU 911		
Tipo de Uso			Hospital de uso público		
Ocupación			Servicio de Emergencia - Público		
Coordenadas					
Latitud		0°59'10'' N	Longitud		79°39'11'' O
Zona	17 N	Norte	109025,34 m N	Este	649873,03 m E

Tabla 132

Ubicación e información de identificación Hospital General II Guayaquil

Referencia			Información		
Hospital General II Guayaquil					
Dirección			Ecuador, provincial de Guayas, cantón Guayaquil, parroquia Tarqui, sector Atarazana, Av. Pedro Menéndez Gilbert y Av. de la Democracia		
Código Postal			090505		
Sitio de Referencia / Otros Identificadores			Junto al Centro de Movilización de Guayaquil		
Tipo de Uso			Hospital de uso público		
Ocupación			Servicio de Emergencia - Público		
Coordenadas					
Latitud		2°10'43,9" S	Longitud		79°53'07,4" O
Zona	17 N	Norte	9759123.40 m N	Este	623947.10 m E

Tabla 133

Ubicación e Información de Identificación Hospital General III Cuenca

Referencia			Información		
Hospital General III Cuenca					
Dirección			Ecuador, provincial de Azuay, cantón Cuenca, Av. 12 de Abril y Av. Federico Malo		
Código Postal			010204		
Sitio de Referencia / Otros Identificadores			Junto al Centro de Salud Nicanor Merchán		
Tipo de Uso			Hospital de uso público		
Ocupación			Servicio de Emergencia - Público		
Coordenadas					
Latitud	2°54'11,77'' S		Longitud	79°0'14,52'' O	
Zona	17 N	Norte	9678903,00 m S	Este	721863,00 m E

Características generales

Las características que se pudieron observar y constatar durante las inspecciones visuales rápidas se detallan a continuación, debido a que todos los hospitales tenían varios bloques, en las tablas 134-137 se hace referencia al bloque de mayor relevancia por su vulnerabilidad sísmica.

Tabla 134

Características generales Hospital Naval de Guayaquil

Referencia	Información
Hospital Naval de Guayaquil	
Número de Bloques	3
Año de Construcción	1968
Código Año	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción
Área total de construcción (bloque) (m^2)	2007,63
Adiciones	Ninguna
Número de pisos	
Sobre el suelo	7
Bajo el suelo	0

Tabla 135

Características generales Hospital Naval de Esmeraldas

Referencia	Información
Hospital Naval de Esmeraldas	
Número de Bloques	13
Año de Construcción	2002
Código Año	Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)
Área total de construcción (bloque) (m^2)	1236,00
Adiciones	SI
Número de pisos	
Sobre el suelo	2
Bajo el suelo	0

Tabla 136

Características generales Hospital General II Guayaquil

Referencia	Información
Hospital General II Guayaquil	
Número de Bloques	3
Año de Construcción	1958
Código Año	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción
Área total de construcción (bloque) (m^2)	11321,87
Adiciones	Ninguna
Número de pisos	
Sobre el suelo	4
Bajo el suelo	0

Tabla 137

Características generales Hospital General III Cuenca

Referencia	Información
Hospital General III Cuenca	
Número de Bloques	5
Año de Construcción	1959
Código Año	Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción
Área total de construcción (bloque) (m^2)	3741,80
Adiciones	Ninguna
Número de pisos	
Sobre el suelo	2
Bajo el suelo	0

Tipo de suelo y riesgos geológicos

De acuerdo con la información recopilada durante la etapa de recolección de datos, tanto en trabajos investigativos y diversas fuentes científicas confiables, así como en las indagaciones realizadas durante las inspecciones en campo, se obtuvo lo siguiente más abajo.

1. Hospital Naval de Guayaquil

De acuerdo con la actualización del mapa geológico de la ciudad de Guayaquil, en el estudio realizado por la empresa GEOESTUDIOS S.A. se determinó el tipo de suelo acorde a lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción. El Hospital HOSNAG se encuentra situado en un suelo tipo E, lo cual se identifica como un suelo blando, los parámetros a mencionar por la NEC-15 corresponden a una profundidad superior a los 30 m, con una descripción geológica catalogada como lacustres y una descripción litológica como sedimentos de grano fino predominando lomo y arcillas.

Según el estudio el perfil cumple los criterios de velocidad de la onda de cortante Vs < 180 m/s o el perfil contiene una altura (H) mayor de 3 m de arcillas blandas con un índice de plasticidad IP > 20, porcentaje de humedad w ≥ 40% y Resistencia al corte no drenado Su < 50 kPa (Rojas Calle, 2019). El estudio no habla sobre el peligro de licuefacción, pero existe la posibilidad debido a que es un suelo tipo E, caracterizado geotécnicamente como suelo blando, un tipo de suelo suave predominando el limo y la arcilla, al igual que en los alrededores del hospital presentan suelos tipo E y F, en el cual puede ser potencialmente licuables.

Tabla 138

Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital Naval de Guayaquil

Referencia	Información
Hospital Naval de Guayaquil	
Tipo de suelo	E – Suelo blando
Riesgos Geológicos	
Licuefacción	No se conoce
Deslizamiento	NO
Ruptura de superficie	No se conoce

2. Hospital Naval de Esmeraldas

De acuerdo con lo que plantea GEOESTUDIOS S.A., Chunga, & Pozo (2017) en el Estudio de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la Ciudad de Esmeraldas según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015:

El suelo en el cual se encuentra emplazado el Hospital Naval Esmeraldas es tipo D, que corresponde a un suelo rígido con una velocidad de onda cortante entre 360 m/s > Vs ≥ 180 m/s o un suelo rígido con un número de golpes entre 50 > N ≥ 15 o un suelo cohesivo con resistencia al corte no drenado entre 100 kPa > Su ≥ 50 kPa.

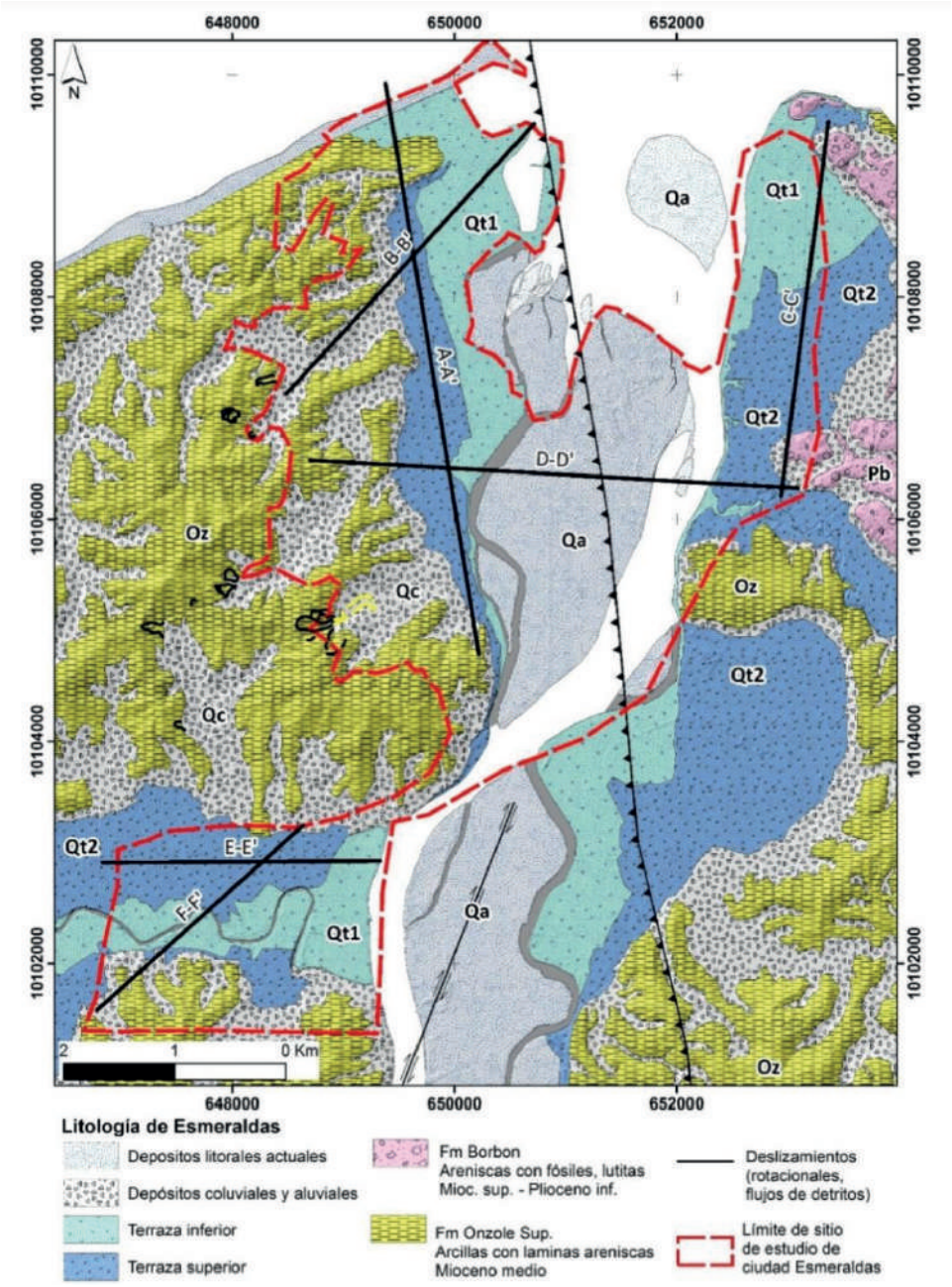
No se tiene la certeza suficiente para descartar o confirmar la posibilidad de la ocurrencia de licuefacción por un evento sísmico, esto debido a que existen suelos tipo E y F cerca al lugar en donde se encuentra el hospital en estudio, los cuales pueden ser potencialmente licuables.

La zona en donde se encuentra ubicado el Hospital Naval Esmeraldas corresponde a una terraza aluvial superior, la cual se desarrolla en medio de las

zonas de colinas bajas y planicies inundables y tendría una inclinación suave comprendida entre 2° y 8°; además se encuentra lejos de las tres zonas potenciales de deslizamientos que han sido detectadas en la ciudad de Esmeraldas en el estudio mencionado. Por tanto, tomando en cuenta estas condiciones y de acuerdo con lo observado durante la inspección visual rápida se concluye que no existe un riesgo de deslizamiento que afecte al hospital.

Figura 30

Mapa de zonas geotécnicas de la ciudad de Esmeraldas



Nota. Obtenido de GEOESTUDIOS Y X. VERA, (2017)

La posibilidad de ruptura superficial es muy probable, debido a que la Falla Esmeraldas se encuentra muy cerca al lugar en donde está emplazado el hospital (distancia < 1km), por tanto, se puede afirmar la posibilidad de afectación de la superficie de la tierra para el hospital por la falla geológica mencionada.

Tabla 139

Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital Naval de Esmeraldas

Referencia		Información
	Hospital Naval de Esmeraldas	
Tipo de suelo		D – Suelo Rígido
	Riesgos Geológicos	
Licuefacción		No se conoce
Deslizamiento		NO
Ruptura de superficie		SI

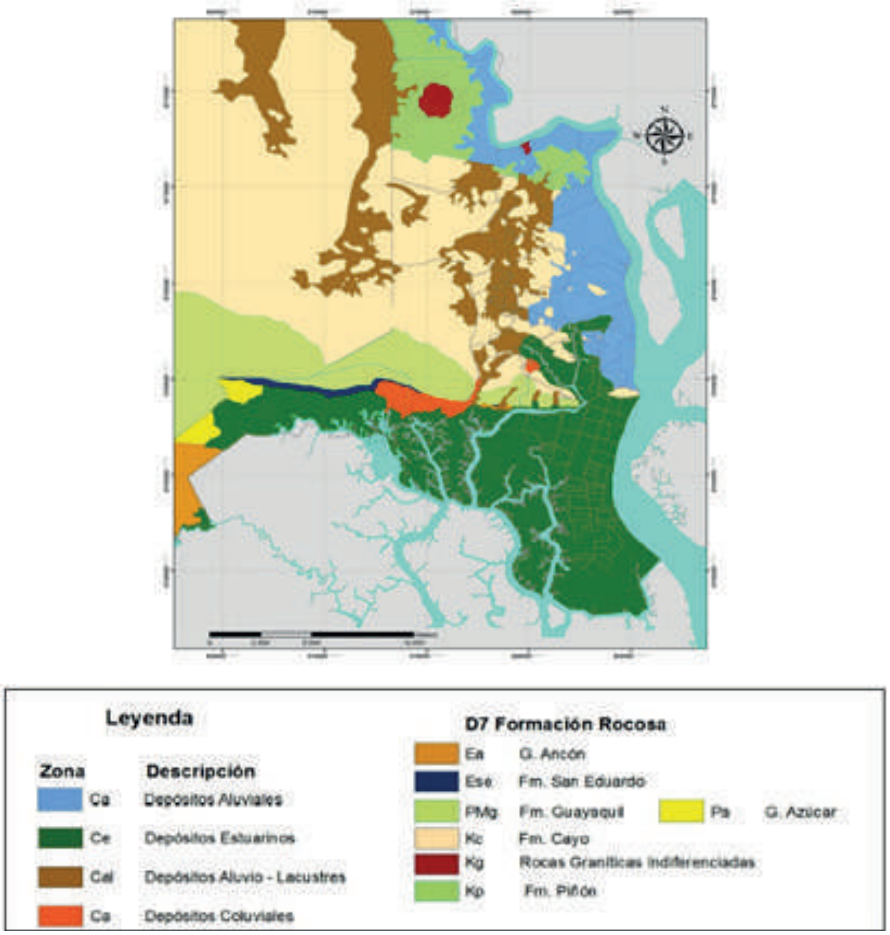
3. Hospital General II Guayaquil

Conforme a lo que estipula el Estudio de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la Ciudad de Guayaquil según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011, elaborado por Vera-Granauer, X., 2014:

El Hospital General II de Guayaquil está situado en un suelo tipo E, a una profundidad de suelo mayor a 20 m, con una zona geotécnica de depósitos de la llanura aluvial (arcillas aluviales), con una resistencia al corte no drenado entre 90 kPa > Su ≥ 35 kPa, en el sector Norte pero cercano a la ribera del río Daule se identifican valores de Vs30 que se encuentran en el rango de 130 a 180 m/s, asociados a los sedimentos aluviales (GEOESTUDIOS & Vera Granauer, 2011).

Figura 31

Mapa geológico de la ciudad de Guayaquil



Nota. Obtenido de GEOESTUDIOS & Vera Granauer (2011)

No se tiene la certeza suficiente para descartar o confirmar la posibilidad de la ocurrencia de licuefacción por un evento sísmico, esto debido a que existen suelos tipo E y F cerca al lugar en donde se encuentra el hospital en estudio, los cuales pueden ser potencialmente licuables.

Tabla 140

Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital General II Guayaquil

Referencia		Información
	Hospital General II Guayaquil	
Tipo de suelo		E – Suelo blando
	Riesgos Geológicos	
Licuefacción		No se conoce
Deslizamiento		NO
Ruptura de superficie		No se conoce

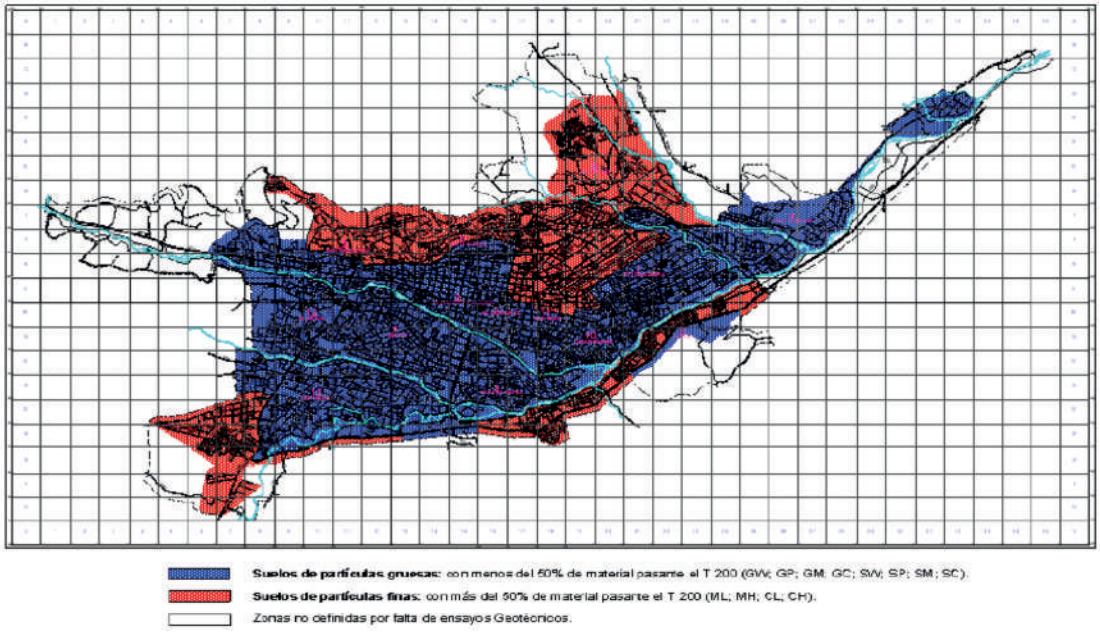
4. Hospital General III Cuenca

Con base en el estudio realizado por (Riquetti Morales, 2010) plantea mapear a la zona urbana de Cuenca para definir las unidades geotécnicas con el fin de facilitar la información del tipo de suelo en las distintas zonas que se requiera evaluar, por tal motivo buscan caracterizar el suelo conociendo sus propiedades físicas, granulometría, plasticidad y clasificar el suelo con el sistema SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). De acuerdo con los 378 ensayos realizados en la zona del Hospital General III Cuenca, se garantiza que corresponden a suelos de partículas gruesas que son resistentes y óptimos para la construcción de edificaciones. La zona en la que se encuentra ubicado el Hospital pertenece a una Unidad Geotécnica (A) la cual, dice que son suelos gruesos con porcentaje en peso de material que pasa el tamiz No. 200 menores al 12% clasificándolos como suelos (GW; GP; SW; SP) los cuales según la SUCS son gravas y arenas bien graduadas, mal graduadas con pocos finos o sin finos.

Según lo que plantea Bermeo Moyano (2016) en la Determinación de Espectros de Respuesta y Espectros de Diseño Elásticos e Inelásticos para la Ciudad de Cuenca, en las estaciones acelero gráficas con los que se van a recopilar datos para la realización de los distintos espectros uno de estos está ubicado en la Universidad de Cuenca ubicado aproximadamente a unos 750 metros del Hospital General III Cuenca y cuenta con un suelo Tipo B de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción. Con los distintos estudios que se han realizado, se toma la decisión que el suelo donde se encuentra ubicado el Hospital General III Cuenca es tipo B, que corresponde a un perfil de roca de rigidez media con una velocidad de onda de corte entre 1500 m/s > Vs ≥ 760 m/s.

Figura 32

División del plano de la ciudad de Cuenca en Unidades Geotécnicas



Nota. Obtenido de Riquetti Morales (2010).

Tabla 141

Tipo de suelo y riesgos geológicos Hospital General III Cuenca

Referencia	Información
Hospital General III Cuenca	
Tipo de suelo	B – Roca de rigidez media
Riesgos Geológicos	
Licuefacción	NO
Deslizamiento	NO
Ruptura de superficie	No se conoce

Riesgos no estructurales

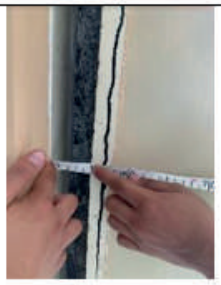
Durante la realización de las inspecciones visuales rápidas se pudo constatar el estado de las instalaciones hospitalarias, tanto externamente como internamente; en las tablas 143, 144, 145 y 146, se detallan de manera generalizada todos los peligros no estructurales encontrados en los hospitales en estudio, sin hacer distinción del bloque al cual pertenecen.

Peligros no estructurales

Hospital Naval de Guayaquil

Tabla 142

Peligros no estructurales Hospital Naval de Guayaquil

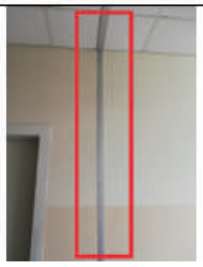
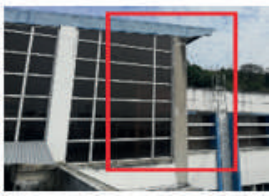
Condición	SI/NO	Comentario	Fotografía
		Adyacencia	
Golpeteo	SI	Espesor de junta de construcción menor a lo especificado en la FEMA P-154. 4,5 cm < 26,67 cm.	
Riesgos de caídas desde un edificio adyacente más alto	SI	Cubierta metálica poco segura.	
		Riesgos de caídas exteriores	
Chimeneas sin arriostramiento	NO	-	-
Revestimiento o enchapado pesados	NO	-	-
Parapetos	SI	Mampostería no reforzada parapeto de 0,95 m	
Apéndices	SI	Mampostería no reforzada colocada como ornamentación	

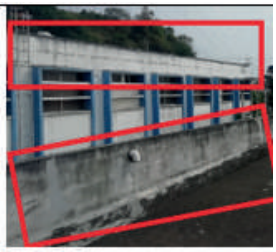
Otros	SI	Ductos de ventilación, Equipos de ventilación.	
Riesgos no estructurales observables			
Exterior			
Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no estar bien apoyada	SI	Marquesinas existentes con apoyos no visibles de hormigón armado.	
Hay un apéndice de mampostería no reforzado sobre puertas de salida o pasarelas peatonales	SI	Mampostería no reforzada colocada como ornamentación en la puerta principal del hospital y en el perímetro del bloque uno.	
Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes	SI	Tanques de oxígeno, generadores eléctricos y almacenamiento de materiales peligrosos	
Hay un edificio adyacente más alto con un muro de mampostería no reforzada sin anclar o un parapeto o chimenea de mampostería no reforzada sin arriostramiento	SI	Bloques adyacentes más altos con mampostería no reforzada, bloque 1.	
Otro riesgo de caída exterior no estructural observado	SI	Escaleras de acceso a terrazas y postes de luminarias cerca de las áreas de circulación entre bloques	
Interior			
Hay tabiques huecos de arcilla o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida	NO	Paredes de mampostería de bloques de hormigón no reforzada presentes en escaleras y pasillos	-
Otro riesgo de caída interior no estructural observado	SI	Cielo falso del tumbado, posible caída de lámparas. Equipos médicos con anclaje deficiente. Separadores de espacios internos con anclaje insuficiente	

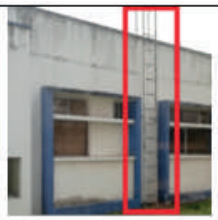
Hospital Naval de Esmeraldas

Tabla 143

Peligros no estructurales Hospital Naval de Esmeraldas

Condición	SI/NO	Comentario	Fotografía
		Adyacencia	
Golpeteo	SI	Espesor de junta de construcción menor a lo especificado en la FEMA P-154. 5 cm < 10,16 cm. Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m.	 
Riesgos de caídas desde un edificio adyacente más alto	SI	Antena de telecomunicaciones, escaleras de acceso a las terrazas.	
		Riesgos de caídas exteriores	
Chimeneas sin arriostramiento	SI	Chimeneas del cuarto de máquinas	
Revestimiento o enchapado pesados	NO	-	-

Parapetos	SI	Mampostería no reforzada, parapetos de 1 m	
Apéndices	SI	Mampostería no reforzada colocada de manera ornamental	
Otros	SI	Cielo falso en viseras de ingreso principal al hospital y de bloques	
Riesgos no estructurales observables			
Exterior			
Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no estar bien apoyada	SI	Marquesinas existentes con apoyos no visibles, con recubrimientos y cielo falso deteriorados que indican falta de mantenimiento y posibles afectaciones en la parte estructural	
Hay un apéndice de mampostería no reforzado sobre puertas de salida o pasarelas peatonales	SI	Mampostería no reforzada colocada como ornamentación en la puerta principal del hospital y en el perímetro de los bloques	
Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes	SI	Tanques de oxígeno, diésel, almacenamiento de materiales peligrosos y residuos biológicos	
Hay un edificio adyacente más alto con un muro de mampostería no reforzada sin anclar o un parapeto o no reforzada sin arriostramiento	SI	Bloques adyacentes más altos con muros y parapetos de mampostería no reforzada sin anclaje y arriostramiento deficientes	

Otro riesgo de caída exterior no estructural observado	SI	Escaleras de acceso a terrazas.	
		Interior	
Hay tabiques huecos de arcilla o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida	SI	Paredes de mampostería de bloques de hormigón no reforzada presentes en escaleras y pasillos	
Otro riesgo de caída interior no estructural observado	SI	Cielo falso del tumbado, posible caída de lámparas. Equipos médicos con anclaje deficiente. Separadores de espacios internos con anclaje insuficiente	

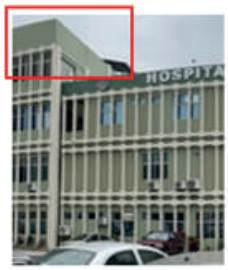
Hospital General II de Guayaquil

Tabla 144

Peligros no estructurales Hospital General II de Guayaquil

Condición	SI/NO	Comentario	Fotografía
		Adyacencia	
Golpeteo	NO	-	-
Riesgos de caídas desde un edificio adyacente más alto	SI	Antena de telecomunicaciones, escaleras de acceso a las terrazas.	
		Riesgos de caídas exteriores	
Chimeneas sin arriostramiento	NO	-	-
Revestimiento o enchapado pesados	NO	-	-

Parapetos	SI	Mampostería no reforzada, parapetos de 2.17x 0.15m y de 1m 0.15 m	
Apéndices	SI	Marquesina, elementos arquitectónicos de interés decorativo en fachada	
Otros	SI	Equipos de climatización apoyados a las paredes	
Riesgos no estructurales observables			
Exterior			
Hay un parapeto de mampostería no reforzado o una chimenea de mampostería no reforzada sin anclaje	SI	Muros de mampostería no reforzada de 2.10 x 0.15 m	
Hay revestimiento o enchapado pesados.	NO	-	-
Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no estar bien apoyada.	SI	Marquesina existente con apoyos visibles y con recubrimientos.	
Hay un apéndice de mampostería no reforzado sobre puertas de salida o pasarelas peatonales.	SI	Elementos arquitectónicos de interés decorativo en fachada	
Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes.	NO	-	-

Hay un edificio adyacente más alto con una pared URM anclado o un parapeto URM no anclado.	SI	Bloques adyacentes más altos con muros de mampostería no reforzada	
Otro riesgo de caída exterior no estructural observado.	SI	Escaleras de acceso a terrazas, antena de telecomunicaciones, equipos de climatización	
		Interior	
Hay tabiques huecos de arcilla o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida	NO	Paredes de mampostería de bloques de hormigón no reforzada.	-
Otro riesgo de caída interior no estructural observado	SI	Cielo raso con gypsum, posible caída de lámparas y equipos de climatización.	

Hospital General III Cuenca

Tabla 145

Peligros no estructurales Hospital General III Cuenca

Condición	SI/NO	Comentario	Fotografía
		Adyacencia	
Golpeteo	SI	Losas con distintas alturas, no se alinean	
Riesgos de caídas desde un edificio adyacente más alto	SI	Antena de telecomunicaciones.	

Riesgos de caídas exteriores			
Chimeneas sin arriostramiento	NO	-	-
Revestimiento o enchapado pesados	NO	-	-
Parapetos	SI	Mampostería no reforzada, parapetos de 1,20 x 0,20 m	
Apéndices	SI	Mampostería no reforzada colocada como ornamentación	
Otros	SI	Ductos de ventilación apoyados a las paredes	
Riesgos no estructurales observables			
Exterior			
Hay una marquesina pesada sobre las puertas de salida o las pasarelas peatonales que parece no estar bien apoyada	NO	-	-
Hay un apéndice de mampostería no reforzado sobre puertas de salida o pasarelas peatonales	SI	Mampostería no reforzada colocada como ornamentación en la puerta principal del hospital y en el perímetro del hospital	
Hay un letrero en el edificio que indica que hay materiales peligrosos presentes	SI	Generador Eléctrico	
Hay un edificio adyacente más alto con un muro de mampostería no reforzada sin anclar o un parapeto o chimenea de mampostería no reforzada sin arriostramiento	NO	-	-

Otro riesgo de caída exterior no estructural observado	SI	Escaleras de acceso a departamentos del hospital, soporte para bandera cerca de las áreas de circulación	
		Interior	
Hay tabiques huecos de arcilla o ladrillo en cualquier escalera o pasillo de salida	NO	Paredes de mampostería de bloques de hormigón no reforzada y de ladrillo presente en pasillos y escaleras	-
Otro riesgo de caída interior no estructural observado	SI	Cielo falso del tumbado de gypsum, posible caída de porcelanato de paredes y ductos de ventilación	

Inspección del contenido de la edificación

Al realizar los distintos recorridos en cada una de las edificaciones se tuvo que llevar a cabo una inspección superficial debido al COVID-19 (Toulkeridis et al., 2020; 2021; 2022) y la presencia de pacientes en distintas áreas, con estas restricciones se identificaron ciertos contenidos que forman parte de los hospitales como: equipos médicos, repisas, sistemas mecánicos, eléctricos, muebles, etc. A continuación, se detalla los elementos encontrados en las edificaciones estudiadas.

Hospital Naval de Guayaquil

En el Hospital Naval de Guayaquil se realizó un recorrido tanto por la zona externa como interna identificando ciertas características de acuerdo con la norma FEMA E74 (2012), por tal motivo se recalcan los siguientes contenidos que se encontraron a lo largo de la inspección visual:

En la entrada principal se encuentran instalados en la mampostería pizarras y accesorios con un anclaje deficiente, de igual manera, se encuentran elementos decorativos y accesorios sin un correcto anclaje, lo cual presenta riesgo ante una eventualidad sísmica, por lo que son elementos que pueden ser peligrosos ante la evacuación del edificio.

Las paredes que dividen a diferentes áreas del hospital son de mampostería no reforzada como de bloque o ladrillo y mamparas con vidrio templado, las ventanas de los exteriores se encuentran correctamente instaladas con perfiles de aluminio, al igual que es vidrio templado, sin presentar riesgo de caída a las personas en sus alrededores.

En el tumbado se encuentra instalado cielo raso con cables y arriostramiento diagonales adecuados, también el cielo raso soporta la instalación de la iluminación para las diferentes áreas, se encuentra colocados en paneles, de tal forma no cuentan con soportes verticales seguros, connotando el riesgo en caída.

En los exteriores de los bloques se encuentran zonas destinadas para los equipos como calderas y aire acondicionado, los cuales no se contempla un adecuado anclaje ya sea al contrapiso o a la mampostería, resaltando que la mampostería no cuenta con un refuerzo.

De igual forma, el hospital cuenta con un área distinta para el almacenamiento y suministro de oxígeno, en lo cual no se encuentra sujeto a una cadena y sin arriostramientos en ambos sentidos, causando un riesgo y pérdida de la instalación destinada para el suministro de oxígeno.

El bloque 2 cuenta con ascensor ayudando a la accesibilidad del piso 1 al 7, se connota que se encuentra fijado a los rieles guía del mismo modo que los contrapesos y las guías son correctamente ancladas.

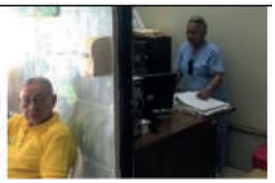
En varias áreas del hospital cuentan con computadoras, monitores e impresoras, sin una debida instalación que restrinjan el desplazamiento de los equipos o sufran daños de caída, o estén situados lejos de los bordes del escritorio para evitar el deslice, estanterías de igual forma no cuentan con cuerdas elásticas para evitar que libros, artículos varios y químicos caigan y produzcan riesgos a las personas en el alrededor.

Varias zonas del hospital cuentan con ductos de ventilación rectangulares, no cuentan con apoyos laterales en ambos sentidos y causan riesgo considerable obstaculizando la evacuación del edificio, al igual que en algunas paredes

y ventanas cuentan con unidades de aire acondicionado colocados de una manera inapropiada.

Tabla 146

Inspección del contenido del Hospital Naval de Guayaquil

Tipo	Comentario	Fotografía
	Hospital Naval de Guayaquil	
Cielo falso	El cielo falso del hospital se había caído en anteriores eventos sísmicos y fue reemplazado sin tomar en cuenta precauciones adicionales para evitar su desprendimiento.	
Escritorio y equipo de computación	Al no tener un apoyo fijo de los equipos, estos pueden caerse ante cualquier movimiento y romperse, se debe tener un respaldo de documentación de las computadoras.	
Televisor	Ante una eventualidad aparatos de video, televisores y cámaras de seguridad tienden a caer, por ende, debe existir soportes adecuados.	
Ascensor	Ante un sismo el ascensor puede detenerse y encerrar a las personas que se encuentran dentro, por eso debe haber un mantenimiento técnico constante del mismo.	
Equipos de climatización	No cuentan con un anclaje adecuado, lo que podría generar grandes desplazamientos en caso eventos sísmicos.	
Tanques de Oxígeno	Tanques de oxígeno no se encuentran sujetos con cadenas en la zona superior, también deberían considerar anclajes o arriostramientos para evitar algún tipo de riesgo.	

Hospital Naval de Esmeraldas

En el Hospital Naval de Esmeraldas se pudo observar de forma superficial el contenido existente, es decir todo lo que se refiere a elementos arquitectónicos, sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, muebles, accesorios y equipos médicos en general que se encontraban en las diferentes áreas y que ante eventos sísmicos podían resultar vulnerables, cayéndose y causando daño a las personas que están cerca, así como en la parte financiera, causando grandes pérdidas económicas para el hospital. Es así como a continuación se detalla lo observado:

En cuanto a elementos arquitectónicos, como se detalló anteriormente en la sección de riegos no estructurales, el principal elemento propenso a caerse y que se encontraba en la mayoría de áreas era el cielo falso, el cual en muchas partes se hallaba desprendido y en otras se observaba a punto de caerse. También se pudieron observar pasamanos flojos, los cuales no estaban sujetos lo suficiente y podían caerse; los separadores de espacio también presentaban problemas, muchos de ellos no estaban anclados correctamente a las paredes.

En cambio, los sistemas hidráulicos, eléctricos y otras instalaciones se encontraban cubiertos por el cielo falso, por tanto, no pudieron ser verificados, ni su anclaje y tampoco su funcionamiento, sin embargo, en ciertas partes del cielo falso se observó que existían manchas de agua, lo que indicaría que en esas partes hubo alguna fuga de las tuberías que causó ese problema. Los anclajes de aspersores contra incendios y luminarias del tumbado estaban cubiertos también por el cielo falso, por ello tampoco se pudo verificar si eran adecuados, pero por el estado del cielo falso se puede decir que deberían ser verificados los anclajes de todos estos elementos.

Algunos de los muebles y accesorios que se encontraron, como estanterías, escritorios, computadoras, impresoras, televisores, archivadores, carteles informativo móviles, eran propensos a caídas, especialmente las computadoras, y archivadores, los cuales no tenían el apoyo suficiente como para sostenerse ante fuertes eventos sísmicos. También se encontraron extintores que no estaban sujetos a la pared de forma adecuada. En la sección de lavandería se pudo observar que muchos equipos no se apoyaban sobre el suelo correctamente. Y en la mayoría de habitaciones se encontraban ventiladores, los cuales no estaban lo suficientemente sujetos y eran propensos a caerse.

En cuanto a equipos médicos no se observó mucho debido a que no se pudo acceder a las áreas de emergencia y cirugía, además en los diferentes cuartos se encontraban pacientes ocupando las camillas. De lo que se pudo observar se encontraron porta sueros que no se apoyaban bien, los cuales tenían otros equipos que colgaban de ellos: medidores de presión, pulsaciones cardiacas, que podían caerse. Los equipos presentes en las áreas de emergencias, hospitalización, centro quirúrgico, cuidados intensivos, entre otros se encontrarían en riego tomando en cuenta que las paredes existentes a su alrededor son de mampostería no reforzada.

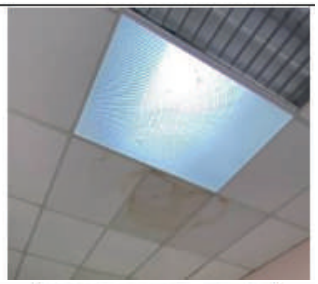
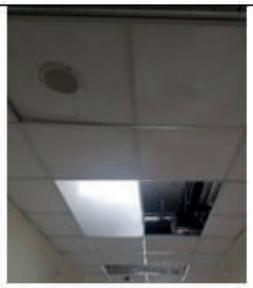
En las terrazas se encontraban diferentes aparatos, como transformadores, equipos de climatización, etc., algunos de los cuales no tenían el anclaje suficiente en caso de eventos sísmicos y muchos de ellos se ubicaban cerca de los bordes, lo que podría ocasionar su colapso.

El cuarto de máquinas, incinerador y generador de energía, así como bodega se encontraban en los bloques pequeños, a ellos no se pudo acceder internamente, sin embargo, se destaca que, al estar rodeados por muros conformados por mampostería no reforzada, todos estos podrían ser dañados, en caso de que las paredes colapsen.

Tabla 147

Inspección del contenido del Hospital Naval de Esmeraldas

Tipo	Comentario	Fotografía
	Hospital Naval de Esmeraldas	
Cielo falso	El cielo falso del hospital se había caído en anteriores eventos sísmicos y fue reemplazado sin tomar en cuenta precauciones adicionales para evitar su desprendimiento. Se destaca que el cielo falso del bloque 1 es un gran peligro, debido a la considerable altura del tumbado.	
Pasamanos	Algunos pasamanos presentes en las escaleras no estaban anclados correctamente, generando un peligro constante, y aumentando el riesgo durante un evento sísmico debido a que podrían soltarse, evitando que las personas se sostengan de ellos al momento de evacuar y causando otros accidentes.	
Separadores de Espacio	Los separadores de espacios, especialmente los ubicados en las habitaciones de atención médica, no contaban con un correcto anclaje a las paredes y pisos, por tanto, ante un evento sísmico podrían ser susceptibles a volcamiento.	

Instalaciones hidráulicas.	Posibles fugas en tuberías, evidentes a través de manchas de humedad y agua en el cielo falso.	
Anclajes de luminarias y elementos en el tumbado.	Luminarias, aspersores contra incendios y otros elementos del tumbado, con insuficiente anclaje, pueden caer durante eventos sísmicos hiriendo a las personas.	
Mobiliario y elementos en general	Muchos equipos del mobiliario no tienen el apoyo o anclaje suficiente en caso de sismos, como las lavadoras, estanterías, archivadores, computadoras, escritorios, ventiladores ubicados en las diferentes habitaciones, etc.	
Equipos médicos básicos	Se observó porta sueros con gran probabilidad de caída ante sismos, algunos de los cuales tenían otros aparatos colgando, lo que generaría grandes pérdidas económicas.	
Equipos de climatización	Se encuentran en las terrazas de los bloques del hospital, muchos de ellos no cuentan con un anclaje adecuado, lo que podría generar grandes desplazamientos en caso eventos sísmicos.	
Tanque de Diésel	El tanque de diésel no se encuentra lo suficientemente protegido ante caídas de objetos exteriores, lo que podría causar fugas y accidentes más graves.	

Hospital General II de Guayaquil

En el Hospital General II de Guayaquil se verificó algunos de los elementos, tanto en la parte externa como interna de la edificación conforme a las características de la norma FEMA E74 (2012), y se presenta lo siguiente, de acuerdo con la inspección visual:

En la parte exterior de los edificios se observa los elementos no estructurales de modo que en la entrada principal se observa una marquesina con apoyos visibles y recubrimiento, componentes de interés decorativo en la fachada, ventanas y paredes de mampostería, de igual manera tuberías, equipos de climatización con apoyos, por lo tanto, presentan un riesgo ante un sismo y sus réplicas al momento de evacuar por las salidas de emergencia al personal y pacientes de estas instalaciones.

Existe un área destinada para los tanques de diésel, generador de energía y caldero, esta zona se encuentra restringida solo para personal autorizado, de modo que si no se aseguran o se anclan estos equipos puede causar un riesgo.

En las terrazas se halla antenas de telecomunicación y escaleras para acceder a estas, de tal manera si no se encuentran ancladas o sujetas puede provocar un peligro.

En la parte interna de los bloques se encuentra cielo raso con gypsum en todos los pisos, al igual que ventanas y paredes de mampostería, en los pisos que están destinados para la parte administrativa, las oficinas de dividen por mamparas de madera y vidrio, lo cual en un evento sísmico pueden tener riesgo de caída al no contar con un buen soporte.

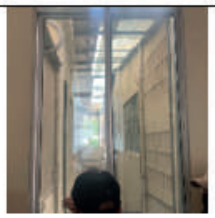
Igualmente, se visualiza transformadores, equipo de climatización, tubería y ascensores, estos se localizan en el bloque central en las partes laterales junto a las escaleras desde planta baja hasta el piso 4, si sufre eventualmente un sismo el ascensor se tiene a detenerse en el piso más cercano y abrir puertas para que las personas puedan evacuar, o puede tener un desperfecto técnico y quedarse sin funcionar, para ellos debe haber un mantenimiento cada cierto tiempo verificando que tenga un excelente funcionamiento. En la parte mobiliaria se observa escritorios, televisión, estanterías, computadores y accesorios, estos también pueden tener riesgo de caída ante un movimiento de superficie.

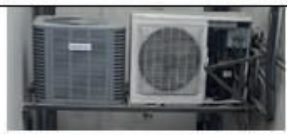
En las unidades de Laboratorio, Rayos X, Quirófano, Esterilización, Neonatología, Odontología, entre otras, existen paredes de mampostería, cielo raso,

lámparas, suministros, equipos médicos e instrumentación donde al no estar sujetos o anclados, pueden caer al piso, esto puede producir daños graves en los inmuebles.

Tabla 148

Inspección del contenido del Hospital General II de Guayaquil

Tipo	Comentario	Fotografía
	Hospital General II de Guayaquil	
Caldero	Al examinar el caldero, cuenta con conectores y ajustes en la superficie, se puede detectar un peligro al instante de una eventualidad, al considerar que el caldero se mueva y provoque que las conexiones y tuberías se revienten, debido a una falla en su anclaje.	
Generador de energía	El peligro que se detecta en el generador de energía es al momento de que se produzca un movimiento, este propende a moverse o desplazarse.	
Tanque de diésel	Si no cuenta con un buen anclaje, el peso del tanque al desplazarse puede chocar o agredir con otros objetos y personas.	
Ventanas y televisor	Ante una eventualidad el peligro existe si se trizan los vidrios y caen, por ende, debe existir soportes adecuados que aíslen a cada ventanilla.	
Mamparas de madera y ventanas de vidrio	Las mamparas pueden presentar un peligro en pasillos o áreas de evacuación al momento se suscitarse un sismo, ya que pueden caer fragmentos de vidrio o sufrir daño por torsión.	
Cielo raso y lámparas	Debido al evento sísmico los paneles del cielo raso pueden caerse por la separación que existe entre estos, ya que son muy livianos y pueden estar inestables.	

Tuberías	Debido al movimiento la tubería puede sufrir daño en las conexiones como: en las uniones, ingresos por la mampostería, en columnas o vigas, entre otros.	
Equipos de climatización	Al no contar con apoyos fijos o anclados pueden caer o golpear a objetos y personas ante el movimiento sísmico, ya que se hallan en los exteriores e interiores del hospital.	
Ascensor	Ante un sismo el ascensor puede detenerse y encerrar a las personas que se encuentran dentro, por eso debe haber un mantenimiento técnico constante del mismo.	
Escritorio y equipo de computación	Al no tener un apoyo fijo de los equipos, estos pueden caerse ante cualquier movimiento y romperse, se debe tener un respaldo de documentación de las computadoras.	

Hospital General III de Cuenca

En el Hospital General III de Cuenca se realizó un recorrido, tanto por la zona externa como interna identificando ciertas características de acuerdo con la norma FEMA E74 (2012), por tal motivo se recalcan los siguientes contenidos que se encontraron a lo largo de la inspección visual:

Se observa a simple vista que en los elementos de mampostería existen pizarras y accesorios con un anclaje deficiente, así mismo, las paredes dividen y secciona al hospital en distintas áreas, estas son de ladrillo y bloque de hormigón lo cual al momento de presenciar un evento sísmico puede causar un riesgo mayor como obstaculizar salidas de emergencia.

Las ventanas que se encuentran alrededor del hospital son de vidrio templado, lo cual garantiza un riesgo menor, de igual forma, el cielo falso conformado por gypsum se aprecia que no tiene una seguridad que garantice su estabilidad.

El exterior del hospital se encuentra con zonas destinadas para almacenar calderas, generadores de energía, aire acondicionado sin un correcto anclaje ya sea al contrapiso o a la mampostería resaltando que la mampostería no cuenta con refuerzo.

Existe un área destinada para los tanques de oxígeno, pero se puede observar que se encuentra sujeta con una cadena, pero no está arriostrado en ambos sentidos, lo cual puede causar un riesgo mayor.

Al interior de la estructura se puede detallar que el ascensor y el contrapeso se encuentran bien fijados a los rieles de guía, así mismo, las guías bien fijadas a la mampostería.

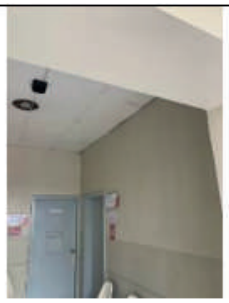
De igual forma, se puede observar que en algunos departamentos las computadoras, tanto monitores como impresoras, no se encuentran ancladas a los escritorios, las estanterías no cuentan con cuerdas elásticas para evitar que, tanto los equipos como distintos químicos caigan y produzcan algún riesgo al personal que labora en dicho departamento.

Por último, en la zona exterior se puede observar que existen ductos de ventilación rectangulares y circulares que no se encuentra apoyados lateralmente en ambos sentidos y podrían causan un riesgo considerable al momento que existan un evento sísmico.

Tabla 149

Inspección del contenido del Hospital General III Cuenca

Tipo	Comentario	Fotografía
	Hospital General III Cuenca	
Generador de energía	El peligro que se resalta en la zona para el generador de energía es que, al ocurrir un evento sísmico, este puede sufrir desplazamiento y no aportar con su función, ya que sus anclajes se ven en mal estado.	
Tanque de gas	Tanques de gas doméstico sin ningún anclaje o adecuado arriostramiento, podría causar riesgos importantes al presenciar un sismo de magnitud alta.	

Tanques de Oxígeno	Tanques de oxígeno sujetos con cadenas en la zona superior, sin embargo, se debería considerar anclajes o arriostramientos para evitar algún tipo de riesgo.	
Cielo raso y lámparas	En ciertas partes se podía observar que el cielo raso se había desprendido de su estructura, esto por no contar con cables de arriostramiento o puntales de compresión que ayuden a mantenerse en su correcta posición.	
Ductos de ventilación	Existen ductos de ventilación rectangulares y circulares que no se encuentran apoyados lateralmente en ambos sentidos, y podrían causar un riesgo considerable al momento que existan un evento sísmico.	
Equipos de climatización	Aire acondicionado anclado al piso, este tiene un buen sistema de seguridad, pero se podría mejorar con arriostramientos laterales.	
Ascensor	A pesar de ser un hospital de dos pisos, cuenta con un ascensor en buenas condiciones tanto en su parte mecánica como estructural, pero ante un evento sísmico este se puede atascar en medio de un traslado de un paciente o de personal médico.	

Identificación del tipo de estructura

Para determinar el tipo de estructura de los diferentes bloques presentes en los hospitales Navales y Generales, durante las inspecciones en campo se recorrieron todas las instalaciones, accediendo al interior de las estructuras

y a las terrazas, accesibles mediante escaleras colocadas en los costados de los bloques, tratando de establecer las características que permitan definir con certeza que tipo de estructura se estaba evaluando. A continuación, se detallan los resultados obtenidos.

Hospital Naval de Guayaquil

Según los diferentes tipos de estructuras definidos en la FEMA P-154, se realizó el recorrido externo e interno del hospital y se analizó paulatinamente el tipo de estructura, llegando a la conclusión de que la mayoría de bloques en el hospital tiene un sistema estructural compuesto por Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo (C3), sin embargo, el bloque 3 cuenta con un reforzamiento estructural, lo cual compone reacondicionamiento sísmico completo visible desde el piso 1 hasta el piso 7.

Se destaca la información de la estructura para caracterizar que tipología se encontró en el sitio:

La cimentación de la estructura compone de acuerdo con el tipo de suelo suave, se detalla de una cimentación tipo profunda con pilotes sin sótano. Las columnas son de hormigón armado se encuentra visible en los diferentes bloques estructurales. Las vigas son embebidas en la losa y vigas descolgadas cubiertas por cielo raso.

La losa en los bloques es de hormigón armado y con terrazas accesibles, los bloques 2 y 3 no contemplan terrazas accesibles.

La presencia de parapetos de mampostería no reforzada se ubica en las terrazas accesibles, en base a la arquitectura del hospital siendo elementos arquitectónicos de interés decorativo en la fachada.

Por lo tanto, los bloques son de hormigón armado, pero existe una excepción en el bloque 3, ya que fue el bloque más afectado en el sismo del 16 de abril, lo cual no permitió su funcionamiento inmediato, por tal motivo, es una estructura de hormigón armado con mampostería sin reforzamiento y consta de un reforzamiento estructural de vigas metálicas de perfil I y con un diafragma enlazado mediante elementos tipo “frame”.

Para el bloque que se encuentra realizado el reforzamiento estructural, se evaluará como una estructura tipo C3, indicando que consta de un reacondicionamiento sísmico completo, el cual es visible. A continuación, en la tabla

150 se detalla la tipología del sistema estructural para cada uno de los bloques del Hospital Naval de Guayaquil.

Tabla 150

Tipo de estructura Hospital Naval de Guayaquil

Bloque	Símbolo	Tipología del Sistema Estructural
Bloques del 1 al 3	C3	Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo

Hospital Naval de Esmeraldas

Tomando en cuenta los diferentes tipos de estructura definidos según la FEMA P-154 se realizó un recorrido en todo el hospital y luego del análisis en campo se llegó a la conclusión de que la mayoría de bloques en este hospital tienen un sistema estructural compuesto por Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo (C3).

Las principales características que se observaron en los bloques para poder llegar a esta conclusión fueron:

Columnas de hormigón armado visibles en el interior y exterior de las estructuras con dimensiones considerables que destacaban de la mampostería. Vigas de hormigón armado cubiertas por cielo falso colocado en el tumbado, solo visibles en ciertos bloques.

Losas de hormigón armado visibles en las terrazas accesibles, así como en las secciones donde el cielo falso se encontraba desprendido.

Mampostería presente en los edificios, interna y externamente, presencia de parapetos y apéndices. De acuerdo con lo observado en las instalaciones y las averiguaciones realizadas, la mampostería no había sido reforzada de manera alguna.

Adicionalmente, según lo observado, existe un bloque con una adición, es el bloque 5 del Hospital Naval de Esmeraldas, el cual en su primer piso tiene un sistema estructural compuesto de columnas, vigas y losa de hormigón armado, sin embargo, en la terraza, la cual es accesible únicamente mediante escaleras colocadas en los costados de los bloques, está construida una cubierta de estructura metálica, con varias columnas de sección cuadrada que soportan una cercha en la cual se apoya una plancha metálica inclinada de una sola caí-

da, que además presenta revestimiento lateral superior, que permite proteger diferentes equipos que se encuentran instalados en el techo. Esta adición tiene un sistema estructural conformado por Pórticos de Acero Livianos (S3). Para este bloque se realizará una evaluación con el formulario de nivel 1 para ambos tipos de estructura, una evaluación para el tipo C3 y otra para el tipo S3, se escogerá el puntaje más bajo que se obtenga y con ese resultado se realizará el formulario de nivel 2.

Por otro lado, el bloque 1 es una construcción mixta, pues está conformado por columnas y vigas de hormigón armado, con mampostería de relleno sin refuerzo; sin embargo, su cubierta es metálica, para este caso se va a analizar al bloque como una estructura tipo (C3). Independientemente del puntaje final que se obtenga de los formularios, para este bloque se va a recomendar una evaluación estructural detallada, ya que en campo no se pudo observar cómo se encuentra la conexión entre ambos sistemas estructurales debido a la presencia del cielo falso. A continuación, en la tabla 151 se detalla la tipología del sistema estructural para cada uno de los bloques del Hospital Naval de Esmeraldas.

Tabla 151

Tipo de estructura Hospital Naval de Esmeraldas

Bloque	Símbolo	Tipología del Sistema Estructural
Bloques del 1 al 12, excepto el bloque 5	C3	Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo
Bloque 5 primer piso	C3	Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo
Bloque 5 segundo piso (adición)	S3	Pórticos de Acero Livianos

Hospital General II de Guayaquil

Con los requerimientos establecidos por la FEMA P-154 de los diferentes tipos de estructura, se hizo una impetuosa visualización externa de todos los bloques del hospital y se procedió a evaluar, de modo que el sistema estructural está constituido por tres bloques independientes en forma de H, los dos bloques laterales son pórticos de hormigón armado (C3) y el bloque central es un estructura mixta (S5), planta baja y primer piso son de hormigón armado, el segundo piso es de acero, donde las oficinas administrativas se distribuyen por mamparas de madera.

Se destaca la información de la estructura para caracterizar qué tipología se encontró en el sitio:

La cimentación de la estructura esta detallada de acuerdo con el tipo superficial con pilotes y sin sótano. Las columnas son de hormigón armado se encuentran visibles en el interior de la estructura. Las vigas son de hormigón armado cubiertas por cielo raso y tumbados

Las losas en los bloques son de hormigón armado y terrazas accesibles, algunas cubiertas inaccesibles.

Existen parapetos de mampostería no reforzada en terrazas y algunos lugares inaccesibles como techos, solo para una mejor presentación de fachada o cubrimiento.

Por lo general, los bloques son de hormigón armado, pero existe una excepción en el bloque central, ya que la planta baja y el primer piso es un sistema estructural de pórticos de hormigón armado con mampostería sin reforzamiento, y el segundo piso es de columnas y vigas de acero, con mampostería de bloque, la losa recubierta de cielo raso, el interior de este piso está distribuido en oficinas con mamparas de madera y ventanas.

Para este bloque se realizará una evaluación con el formulario de nivel 1, para ambos tipos de estructura, una evaluación para el tipo C3 y otra para el tipo S5, se escogerá el puntaje más bajo que se obtenga y con ese resultado se realizará el formulario de nivel 2. A continuación, en la tabla 152 se detalla la tipología del sistema estructural para cada uno de los bloques del Hospital General II de Guayaquil.

Tabla 152

Tipo de estructura Hospital General II de Guayaquil

Bloque	Símbolo	Tipología del Sistema Estructural
Bloques laterales	C3	Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo
Bloque central, planta baja y primer piso	C3	Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo
Bloque central segundo piso	S5	Pórtico Acero con paredes de mampostería de bloque

Hospital General III Cuenca

De acuerdo con los formularios que comparte la FEMA P-154 para la evaluación de la estructura se realiza un recorrido por todos los bloques que forman parte del Hospital con el fin de observar el sistema estructural con el que fue diseñado, los 5 bloques que conforman al hospital cuentan con un sistema compuesto por Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo (C3).

Las características que se visualizaron y se pudieron llegar a definir el tipo de sistema estructural del hospital son:

Cuenta con columnas de hormigón armado de dimensiones importantes que se visualiza fácilmente tanto dentro como fuera de la estructura, vigas de hormigón armado que no se podían observar a simple vista en la zona interna de la estructura ya que se encuentran cubiertas por cielo falso, pero por el exterior se logra visualizar en ciertas zonas, adicional se visualiza cartelas en uno de los cinco bloques.

Losas de hormigón armado detectadas a simple vista, tanto en pequeños volados y terraza accesible, son difíciles de visualizar dentro de la estructura, ya que esta cuenta con cielo falso.

Todos los bloques cuentan con mampostería sin refuerzo tanto en la zona interna como externa, adicional cuenta con parapetos y apéndices en el perímetro del hospital. A continuación, en la tabla 153 se detalla la tipología del sistema estructural para cada uno de los bloques del Hospital General III Cuenca:

Tabla 153

Tipo de estructura Hospital General III Cuenca

Bloque	Símbolo	Tipología del Sistema Estructural
Bloques del 1 al 5	C3	Pórticos de Hormigón Armado con Mampostería de Relleno sin Refuerzo

Irregularidades

Durante la realización de las inspecciones visuales rápidas se determinaron las diferentes irregularidades que presentan cada una de las estructuras de los

Hospitales Navales y Generales, para poder definir los puntajes y modificadores en el formulario que presenta la FEMA P-154 con el fin de obtener los puntajes finales para cada edificación. A continuación, en las siguientes tablas se detallan todas las irregularidades encontradas de manera general en los diferentes hospitales sin hacer distinción del bloque al cual pertenecen. Esta distinción se puede observar en la parte de anexos, en donde se encuentran los formularios de cada bloque de los diferentes hospitales.

Tabla 154

Irregularidades Hospital Naval de Guayaquil

Condición	Comentario	Fotografía
	Irregularidades Verticales	
Pendiente en Sitio	NO	-
Piso Débil y/o Blando	SI – Planta baja tiene menos paredes que el primer piso en el bloque 1	
Retrocesos	SI – Fuera de plano, en el bloque 2	
Columna/Pilar Corto	NO	-
Nivel Dividido	NO	-
Otra Irregularidad	-	-
	Irregularidad en planta	
Irregularidad Torsional	NO	-
Sistema No Paralelo	NO	-
Esquina Reentrante	SI – Esquina reentrante en el bloque 1 y en forma de L en el bloque 2	
Apertura de Diafragma	NO	-
Edificio C1, C2 con desfase fuera del plano	NO	-

Otra Irregularidad	NO	-
	Otros	
Redundancia	SI - El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	
Golpeteo	NO	-
Edificios de mampostería no reforzada (URM)	NO	-
Reacondicionamiento	SI – Es visible en el bloque 3	

Tabla 155

Irregularidades Hospital Naval de Esmeraldas

Condición	Comentario	Fotografía
	Irregularidades Verticales	
Pendiente en Sitio	NO	-
Piso Débil y/o Blando	SI - La altura de un piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	
Retrocesos	NO	-
Columna/Pilar Corto	SI – Hay paredes de relleno que acortan la columna	
Nivel Dividido	SI – Hay un nivel dividido en el techo	

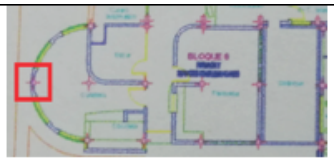
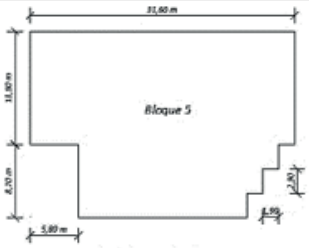
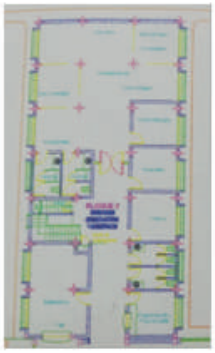
Otra Irregularidad	NO	-
	Irregularidad en planta	
Irregularidad Torsional	NO	-
Sistema No Paralelo	SI - Hay uno o más elementos verticales principales del sistema lateral que no son ortogonales entre sí.	
Esquina Reentrante	SI - Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.	 Vista en Planta
Apertura de Diafragma	NO	-
Edificio C1, C2 con desfase fuera del plano	NO	-
Otra Irregularidad	NO	-
	Otros	
Redundancia	SI - El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	
Golpeteo	SI - Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m. El edificio está al final de la cuadra o filas del edificio	
Edificios de mampostería no reforzada (URM)	NO	-
Reacondicionamiento	NO	-

Tabla 156

Irregularidades Hospital General II de Guayaquil

Condición	Comentario	Fotografía
	Irregularidades Verticales	
Pendiente en Sitio	NO	-
Piso Débil y/o Blando	SI – Planta baja tiene menos paredes que el primer piso en el bloque central	
Retrocesos	SI – Fuera de plano, en los bloques laterales (pisos superiores se proyectan en el espacio más pequeño de la planta baja), en el bloque central (desde el segundo piso) Bloque lateral izquierdo se divide en dos partes: 4P+terraza y 3P+terraza Bloque lateral derecho se divide en dos partes: 5P y 4P+terraza	
Columna/Pilar Corto	SI – Hay paredes de relleno que acortan la columna	
Nivel Dividido	NO	-
Otra Irregularidad	NO	-
	Irregularidad en planta	
Irregularidad Torsional	NO	-
Sistema No Paralelo	NO	-
Esquina Reentrante	NO	-
Apertura de Diafragma	NO	-
Edificio C1, C2 con desfase fuera del plano	NO	-
Otra Irregularidad	NO	-

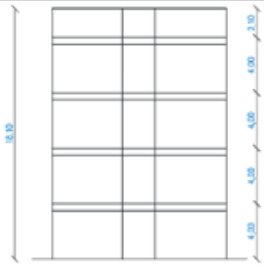
	Otros	
Redundancia	SI - El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	
Golpeteo	NO	-
Edificios de mampostería no reforzada (URM)	NO	-
Reacondicionamiento	NO	-

Tabla 157

Irregularidades Hospital General III Cuenca

Condición	Comentario	Fotografía
	Irregularidades Verticales	
Pendiente en Sitio	NO	-
Piso Débil y/o Blando	SI - La altura de un piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	
Retrocesos	NO	-
Columna/Pilar Corto	SI – Hay paredes de relleno que acortan la columna	
Nivel Dividido	SI – Hay un nivel dividido en el piso de bloque a bloque	
Otra Irregularidad	-	-

	Irregularidad en planta	
Irregularidad Torsional	NO	-
Sistema No Paralelo	NO	-
Esquina Reentrante	NO	-
Apertura de Diafragma	NO	-
Edificio C1, C2 con desfase fuera del plano	NO	-
Otra Irregularidad	NO	-
	Otros	
Redundancia	SI - El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	
Golpeteo	SI - Los pisos no se alinean verticalmente.	
Edificios de mampostería no reforzada (URM)	NO	-
Reacondicionamiento	NO	-

Otros riesgos y alcance de la inspección

A continuación, en las tablas 158-161 se detalla el alcance la inspección realizada, junto con datos que permitan confirmar la veracidad de la información recopilada, así como la existencia de otros riesgos que afecten al sistema estructural de las edificaciones.

Tabla 158

Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital Naval de Guayaquil

Referencia	Información
Otros Riesgos	
Daño significativo/deterioro del sistema estructural	SI – Se contempla daños significativos, pero se realizó el respectivo reforzamiento en el bloque 3
Alcance de la Inspección	
Exterior	Todos los lados
Interior	Ingreso a secciones permitidas
Planos revisados	NO – Transición en cambio de personal administrativo no contemplan planos
Fuente del tipo de suelo	Estudio de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la Ciudad de Guayaquil Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015, e informe geotécnico de la empresa GEOESTUDIOS S.A
Persona de Contacto	-

Tabla 159

Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital Naval de Esmeraldas

Referencia	Información
Otros Riesgos	
Daño significativo/deterioro del sistema estructural	NO
Alcance de la Inspección	
Exterior	Todos los lados
Interior	Ingreso a secciones permitidas
Planos revisados	SI – Únicamente planos arquitectónicos y de instalaciones, no estructurales
Fuente del tipo de suelo	Estudio de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la Ciudad de Esmeraldas Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015
Persona de Contacto	-

Tabla 160

Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital General II de Guayaquil

Referencia	Información
Otros Riesgos	
Daño significativo/deterioro del sistema estructural	NO
Alcance de la Inspección	
Exterior	Todos los lados
Interior	Ingreso a secciones permitidas
Planos revisados	SI – Únicamente planos arquitectónicos
Fuente del tipo de suelo	Estudio de Microzonificación Sísmica y Geotécnica de la ciudad de Guayaquil Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011
Persona de Contacto	-

Tabla 161

Otros riesgos y alcance de la inspección al Hospital General III Cuenca

Referencia	Información
Otros Riesgos	
Daño significativo/deterioro del sistema estructural	NO
Alcance de la Inspección	
Exterior	Todos los lados
Interior	Ingreso a secciones permitidas
Planos revisados	NO – No cuentan con planos del Hospital
Fuente del tipo de suelo	Dimensionamiento geotécnico de cimentaciones superficiales en las unidades geotécnicas de la ciudad de Cuenca. Determinación de espectros de respuesta y espectros de diseño elásticos e inelásticos para la ciudad de Cuenca.
Persona de Contacto	-

Puntajes básicos, modificadores Nivel 1 y Nivel 2

Se procedió a evaluar cada uno de los bloques con los diferentes formularios para la obtención de los puntajes básicos del nivel 1. Y para el nivel 2 se realiza un reajuste mediante los modificadores de puntaje.

Hospital Naval de Guayaquil

Tabla 162

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 1.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,2**
Irregularidad vertical Moderada, V_{L1}	-0,4
Irregularidad en Planta, P_{L1}	-0,5
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)	-0,2
Puntaje final nivel 1, $S_{L1} > S_{MIN}$:	**0,0**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 163

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 1

Tema	Instrucción	Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**	**0,0**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,4
	Irregularidad en Planta P_{L1} =	-0,5
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**	**0,9**

Irregularidad Vertical, V_{L2}	Piso blando y/o débil (circule un máximo)	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,5
Irregularidad en Planta, V_{L2}	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.		-0,2
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} = (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:			**0,4**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 164

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 2.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,2**
Irregularidad vertical Moderada, V_{L1}	-0,4
Irregularidad en Planta, P_{L1}	-0,5
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)	-0,2
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**0,0**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 165

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 2.

Tema	Instrucción	Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**	**0,0**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,4
	Irregularidad en Planta P_{L1} =	-0,5
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**	**0,9**
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Entradas: Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están situándose en el interior del piso inferior.	-1,0
Irregularidad en Planta, V_{L2}	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.	-0,2
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	0,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} = (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:		**-0,1**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):		**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 166

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 3.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,2**
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Suelo Tipo E (1-3 Pisos)	-0,2
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**0,9**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 167

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 3.

Tema	Instrucción	Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**	**0,9**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =	0,0
	Irregularidad en Planta P_{L1} =	0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**$S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1})$ =**	**0,9**
Irregularidad en Planta, V_{L2}	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.	-0,2
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	0,2
Modificación	El reacondicionamiento sísmico completo es visible o conocido a partir de planos	1,2
Puntaje final Nivel 2, $S_{L2} = (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$:		**2,1**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Hospital Naval de Esmeraldas

En las siguientes tablas se detallan los puntajes y modificadores de los formularios Nivel 1 y 2 para los bloques del Hospital Naval de Esmeraldas que presentan características más relevantes. Se toma en cuenta que está ubicado en una zona de muy alta sismicidad. En los formularios de muy alta sismicidad, para el nivel 2 se tiene un límite de -0,9 para irregularidad vertical VL2 y de -0,7 para irregularidad en planta P_{L2}.

Tabla 168

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 1.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**0,9**

Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,6
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0,0
Suelo Tipo D	0,0
Puntaje final nivel 1, $S_{L1} > S_{MIN}$:	**0,3**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 169

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 1

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**		**0,3**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =		-0,6
	Irregularidad en Planta P_{L1} =		0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**$S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1})$ =**		**0,9**
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Columna corta / Pilar Corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,4
	Nivel Dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles del suelo o en el techo.	-0,4
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,2
Golpeteo	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m.		-0,7
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} $(S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$:			**-0,4**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):			**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de

estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 170

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 3.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**0,9**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,6
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0,0
Suelo Tipo D	0,0
Puntaje final nivel 1, $S_{L1} > S_{MIN}$:	**0,3**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 171

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 3.

Tema	Instrucción	Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**	**0,3**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,6
	Irregularidad en Planta P_{L1} =	0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**$S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1})$ =**	**0,9**

Irregularidad Vertical, V_{L2}	Columna corta / Pilar Corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,4

Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	0,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:		**0,7**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 172

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 5

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) Nivel 1	C3 (URM INF)
Puntaje básico	**0,9**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,6
Irregularidad en planta, P_{L1}	-0,3
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0,0
Suelo Tipo D	0,0
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**0,0**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 173

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 5.

Tema	Instrucción	Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**	**0,0**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,6
	Irregularidad en Planta P_{L1} =	-0,3
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**	**0,9**

Irregularidad Vertical, V_{L2}	Piso blando y/o débil	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,4
	Columna corta / Pilar Corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,4
	Nivel Dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles del suelo o en el techo.	-0,4
Irregularidad en Planta, P_{L2}	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.		-0,2
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,2
Golpeteo	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m.		-0,7
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:			**-0,7**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):			**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 174

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (S3) Nivel 1 del bloque 5.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,6**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,8
Irregularidad en planta, P_{L1}	-0,6
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0,0
Suelo Tipo D	0,0
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**0,2**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,5**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 175

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 5.

Tema		Instrucción	Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:		**S_{L1} =**	**0,2**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:		Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,8
		Irregularidad en Planta P_{L1} =	-0,6
Puntuación de línea de base ajustada		**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**	**1,6**
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Piso blando y/o débil	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,4
	Columna corta / Pilar Corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,4
	Nivel Dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles del suelo o en el techo.	-0,4
Irregularidad en Planta, P_{L2}	Esquina entrante: Ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección.		-0,2
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,2
Golpeteo	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m.		-0,7
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:			**0,0**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):			**0,5**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 176

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 9

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**0,9**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	0,0
Construido en etapa de transición (desde 2001 pero antes de 2015)	0,0
Suelo Tipo D	0,0
Puntaje final nivel 1, $S_{L1} > S_{MIN}$:	**0,9**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 177

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 9.

Tema	Instrucción	Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**	**0,9**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =	0,0
	Irregularidad en Planta P_{L1} =	0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**$S' = (S_{L1} - V_{L1} - P_{L1})$ =**	**0,9**
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	0,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} $(S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$:		**1,1**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015)

Hospital General II de Guayaquil

En los formularios de alta sismicidad, para el formulario 1 de acuerdo con la tipología de estructura se tiene como C3 con un puntaje básico mínimo de S_{MIN} = 0,3; para el nivel 2 se tiene un límite de -1,2 para irregularidad vertical V_{L2} y de -1,1 para irregularidad en planta P_{L2}.

Tabla 178

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque lateral derecho.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,2**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,7
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,3
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**0,1**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 179

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque lateral derecho

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**		**0,1**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =		-0,7
	Irregularidad en Planta P_{L1} =		0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**		**0,8**
Irregularidad Vertical, *VL2*	Entradas	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están afuera del piso inferior causando un diafragma en voladizo en el desfase.	-1,0
		Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están situados en el interior del piso inferior.	-0,5
	Columna corta / Pilar Corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,5

Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	0,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S $_{MIN}$:		**-0,2**
Puntaje Mínimo (S $_{MIN}$):		**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 180

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque central.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,2**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,7
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Suelo Tipo E (1-3Pisos)	-0,2
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S $_{MIN}$:	**0,2**
Puntaje Mínimo (S $_{MIN}$):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de la Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 181

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque central.

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:		**S_{L1} =**	**0,2**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:		Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,7
		Irregularidad en Planta P_{L1} =	0,0
Puntuación de línea de base ajustada		**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**	**0,9**
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Piso blando y/o débil *(circule un máximo)*	Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,5
	Entradas	Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están situados en el interior del piso inferior.	-0,5

Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.	0,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:		**0,1**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):		**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015)

Tabla 182

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque lateral izquierdo

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,2**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,7
Pre-código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Tipo de suelo E (>3 Pisos)	-0,3
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**0,1**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015)

Tabla 183

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque lateral izquierdo

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:		**S_{L1} =**	**0,1**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:		Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,7
		Irregularidad en Planta P_{L1} =	0,0
Puntuación de línea de base ajustada		**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**	**0,8**
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Entradas	Los elementos verticales del sistema lateral situados en un piso superior están afuera del piso inferior causando un diafragma en voladizo en el desfase.	-1,0
		Los elementos verticales del sistema lateral en un piso superior están situados en el interior del piso inferior.	-0,5
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,2

Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:	**-0,2**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):	**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Hospital General III de Cuenca

En base a los análisis realizados se determinó que para la ciudad de Cuenca se va utilizar un formulario de sismicidad moderadamente alta en el cual se realizó la respectiva calificación, tomando en cuenta que al evaluar el formulario nivel 1 se tiene que para estructuras Tipo C3 se cuenta con un puntaje mínimo de S_{MIN} = 0,3; así mismo en el formulario de nivel 2 se tiene un límite de -1,4 para irregularidad vertical V_{L2} y de -1,4 para irregularidad en planta P_{L2}.

Tabla 184

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 1.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,4**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,8
Pre - código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Tipo de suelo A o B	0,7
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**1,2**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015)

Tabla 185

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 1.

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**		**1,2**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =		-0,8
	Irregularidad en Planta P_{L1} =		0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**		**2,0**
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Columna corta / Pilar corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,5
	Nivel dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles de suelo o en el techo	-0,6
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,4
Golpeteo	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m		-1,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:			**0,1**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):			**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 186

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 2.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,4**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,8
Pre - código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Tipo de suelo A o B	0,7
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**1,2**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 187

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 2.

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**		**1,2**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =		-0,8
	Irregularidad en Planta P_{L1} =		0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**		**2,0**
Irregularidad Vertical, *VL2*	Piso blando y/o débil (circule un máximo)	. Edificio no W1: La longitud del sistema lateral en cualquier piso está entre el 50% y el 75% la longitud del piso superior o la altura de cualquier piso es entre 1,3 y 2,0 veces la altura del piso superior.	-0,6
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,4
	Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:		**1,8**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 188

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 3.

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,4**
Irregularidad vertical Moderada, V_{L1}	-0,5
Pre - código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Tipo de suelo A o B	0,7
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**1,5**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 189

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 3

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**		**1,5**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =		-0,8
	Irregularidad en Planta P_{L1} =		0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**		**2,3**
Irregularidad Vertical, *VL2*	Nivel dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles de suelo o en el techo	-0,6
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,4
Golpeteo	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m		-1,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:			**0,9**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 190

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 4

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,4**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,8
Pre - código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Tipo de suelo A o B	0,7
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**1,2**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015).

Tabla 191

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 4.

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:	**S_{L1} =**		**1,2**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:	Irregularidad vertical, V_{L1} =		-0,8
	Irregularidad en Planta P_{L1} =		0,0
Puntuación de línea de base ajustada	**S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1}) =**		**2,0**
Irregularidad Vertical, *VL2*	Columna corta / Pilar corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,5
	Nivel dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles de suelo o en el techo	-0,6
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,4
Golpeteo	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m		-1,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} (S' + V_{L2} + P_{L2} + M) ≥ S_{MIN}:			**0,1**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):			**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015)

Tabla 192

Parámetros calificativos de la estructura (tipo de edificio FEMA) (C3) Nivel 1 del bloque 5

Tema/Instrucción	Puntaje
Puntaje básico	**1,4**
Irregularidad vertical Grave, V_{L1}	-0,8
Pre - código moderno (construido antes de 2001) o auto construcción	-0,1
Tipo de suelo A o B	0,7
Puntaje final nivel 1, S_{L1} > S_{MIN}:	**1,2**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015)

Tabla 193

Modificadores estructurales para agregar al puntaje básico ajustado Nivel 2 del bloque 5

Tema	Instrucción		Puntaje
Puntuación de Nivel Final 1:		**S_{L1} =**	**1,2**
Modificadores de irregularidad de nivel 1:		Irregularidad vertical, V_{L1} =	-0,8
		Irregularidad en Planta P_{L1} =	0,0
Puntuación de línea de base ajustada		**$S' = (S_{L1} – V_{L1} – P_{L1})$ =**	**2,0**
Irregularidad Vertical, V_{L2}	Columna corta / Pilar corto	C1, C2, C3, PC1, PC2, RM1, RM2: La altura de la columna (o pilar) es menor a la mitad de la altura del antepecho, o hay paredes de relleno o pisos adyacentes que acortan la columna.	-0,5
	Nivel dividido	Hay un nivel dividido en uno de los niveles de suelo o en el techo	-0,6
Redundancia	El edificio tiene al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección.		0,4
Golpeteo	Los pisos no se alinean verticalmente dentro del rango de 0,60m		-1,2
Puntaje final Nivel 2, S_{L2} $(S' + V_{L2} + P_{L2} + M) \geq S_{MIN}$:			**0,1**
Puntaje Mínimo (S_{MIN}):			**0,3**

Nota. Esta tabla es una recopilación de datos de FEMA P-154 modificado en el 2021. Tomado de Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras, de conformidad con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15, 2015)

Puntajes finales formularios Nivel 1 y 2

De acuerdo con el análisis realizado en las tablas antes mostradas y tomando en cuenta todo lo mencionado en secciones anteriores, se procedió a determinar los puntajes finales para los formularios de nivel 1 y mediante los modificadores establecidos por las normas, el puntaje de los formularios nivel 2, para cada uno de los bloques existentes en los diferentes hospitales estudiados. En las tablas 195, 196, 197 y 198 mostradas a continuación, se detallan los puntajes obtenidos a partir de los formularios establecidos en las normas y se muestra el grado de vulnerabilidad sísmica determinado, tomando en cuenta que el puntaje si es menor a 2 se considera alta vulnerabilidad y requiere una evaluación especial, si se encuentra entre 2 a 2,5 la edificación tendrá una vulnerabilidad media y por último, si el puntaje de corte es mayor a 2,5 la estructura cuenta con una baja vulnerabilidad (MIDUVI & CAMICOM, 2016).

Los formularios de cada uno de los bloques se encuentran en la sección de apéndices, en ellos se hace alusión a las características y detalles encontrados durante las inspecciones realizadas en campo. Es así como los formularios del Hospital Naval de Guayaquil se encuentran en el Apéndice A, los archivos del Hospital Naval de Esmeraldas en el Apéndice B, los archivos del Hospital General II de Guayaquil en el Apéndice C y en el Apéndice D lo correspondiente al Hospital General III de Cuenca.

Tabla 194

Puntajes finales Hospital Naval de Guayaquil.

Bloque	Puntaje formulario nivel 1	Puntaje formulario nivel 2	Grado de Vulnerabilidad Sísmica
1	0,3	0,4	Alta Vulnerabilidad
2	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
3	0,9	2,1	Media Vulnerabilidad

Tabla 195

Puntajes finales Hospital Naval de Esmeraldas.

Bloque	Puntaje formulario nivel 1	Puntaje formulario nivel 2	Grado de Vulnerabilidad Sísmica
1	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
2	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
3	0,3	0,7	Alta Vulnerabilidad
4	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
5 (C3)	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
5 (S3)	0,5	0,5	Alta Vulnerabilidad
6	0,3	0,7	Alta Vulnerabilidad
7	0,3	0,7	Alta Vulnerabilidad
8	0,6	0,9	Alta Vulnerabilidad
8 (adición)	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
9	0,9	1,1	Alta Vulnerabilidad
10	0,3	0,7	Alta Vulnerabilidad
11	0,3	0,7	Alta Vulnerabilidad
12	0,3	0,7	Alta Vulnerabilidad

Tabla 196

Puntajes finales Hospital General II de Guayaquil.

Bloque	Puntaje formulario nivel 1	Puntaje formulario nivel 2	Grado de Vulnerabilidad Sísmica
Bloque central PB y 1P (C3)	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
Bloque central 2P (S5)	0,5	0,5	Alta Vulnerabilidad
Bloque lateral izquierdo	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad
Bloque lateral derecho	0,3	0,3	Alta Vulnerabilidad

Tabla 197

Puntajes finales Hospital General III Cuenca

Bloque	Puntaje formulario nivel 1	Puntaje formulario nivel 2	Grado de Vulnerabilidad Sísmica
1	1,2	0,3	Alta Vulnerabilidad
2	1,2	1,8	Alta Vulnerabilidad
3	1,5	0,9	Alta Vulnerabilidad
4	1,2	0,3	Alta Vulnerabilidad
5	1,2	0,3	Alta Vulnerabilidad

Acciones requeridas

Los formularios de la FEMA P-154 y la NEC-15 presentan dos acciones requeridas a manera de conclusión, las cuales pueden ser recomendadas a partir de lo observado en campo, del análisis realizado y de los puntajes obtenidos, estas acciones requeridas están formuladas a partir del desempeño sísmico estructural y no estructural estimado. En las tablas 199-202 mostradas, se indican las acciones que requieren ser llevadas a cabo en cada uno de los bloques de los hospitales en estudio.

Tabla 198

Acciones requeridas Hospital Naval de Guayaquil.

Bloque	¿Se requiere una evaluación estructural detallada?	¿Se recomienda una evaluación no estructural detallada?
1	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
2	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
3	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

Tabla 199

Acciones requeridas Hospital Naval de Esmeraldas.

Bloque	¿Se requiere una evaluación estructural detallada?	¿Se recomienda una evaluación no estructural detallada?
1	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
2	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
3	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
4	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

5 (C3)	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
5 (S3)	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
6	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
7	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
8	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
8 (Adición)	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
9	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
10	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
11	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
12	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

Tabla 200

Acciones requeridas Hospital General II de Guayaquil.

Bloque	¿Se requiere una evaluación estructural detallada?	¿Se recomienda una evaluación no estructural detallada?
Bloque central PB y 1P (C3)	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
Bloque central 2P (S5)	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
Bloque lateral izquierdo	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
Bloque lateral derecho	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados

Tabla 201

Acciones requeridas Hospital General III Cuenca

Bloque	¿Se requiere una evaluación estructural detallada?	¿Se recomienda una evaluación no estructural detallada?
1	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
2	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada
3	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
4	Sí, puntaje menor que el límite	Sí, peligros no estructurales identificados que deben ser evaluados
5	Sí, puntaje menor que el límite	No, existen peligros no estructurales que requieren mitigación, pero no necesita una evaluación detallada

Resultados de formularios

Una vez que se han determinado los puntajes finales para cada estructura y con todo el trabajo realizado en campo se procede a definir que implican los resultados obtenidos para cada uno de los hospitales. A continuación, se va a detallar los problemas más graves encontrados y lo que significa el puntaje calculado, para los hospitales analizados de manera general.

Hospital Naval de Guayaquil

De acuerdo al análisis realizado, los puntajes de los formularios que se obtuvieron para el Hospital Naval de Guayaquil están comprendidos en el rango de 0,3 a 0,4; lo que indica que los bloques se catalogan en el grado alto de vulnerabilidad sísmica, a excepción del bloque 3, que se encuentra en un rango de 0,9 a 2,1; debido al reforzamiento estructural los resultados que se presentan se encuentran en un rango moderadamente alto, es decir, que los resultados en los bloques 1 y 2 contemplan una alta probabilidad de colapso; por otro lado, el bloque 3 presenta una moderada probabilidad de colapso de que ocurra un sismo máximo considerado.

Según el nivel de sismicidad analizado se cataloga como alta, conforme a los formularios planteados el puntaje inicial baja significativamente debido a la zona en donde se encuentra ubicado el hospital.

Las características que afectan los puntajes son las irregularidades, tanto en planta como en elevación. El parámetro que se connota en los bloques del Hospital Naval de Guayaquil es la irregularidad en planta, específicamente la esquina reentrante, sin embargo, el bloque 1 presenta irregularidad en elevación como piso débil y/o blando; por otro lado, el bloque 2 presenta retroceso. Se presentan estas irregularidades por el diseño arquitectónico, la mampostería no reforzada que en algunos casos tiene una altura considerable respecto a la columna al igual que antepechos de las ventanas y terrazas accesibles, lo cual provocaría, en caso de una eventualidad sísmica, daños considerables en la columna, concentrando fuerzas puntuales a elementos que soportan carga axial, debilitando a las conexiones y aumentando la posibilidad de colapso.

Los bloques 1 y 2 presentan reducción del puntaje debido la irregularidad en planta, que corresponde la característica de esquina reentrante en donde la

peculiaridad de su diseño arquitectónico en planta conlleva tener diferentes formas, de modo que se produce la concentración de tensión en equinas provocando daños a áreas específicas de la estructura, además la irregularidad en planta aleja el centro de gravedad del centro de masa, provocando torsión.

El desempeño también se ve afectado por el golpeteo, se produce debido a que la separación o junta sísmica es mínima, ya que los bloques se encuentran adyacentes y fueron construidos en función de una expansión del hospital, pero son estructuras independientes, debido a ello, los bloques al tener diferentes periodos presentarían daños de elementos estructurales y riesgo de colapso.

Por otro lado, la característica que ayuda positivamente al edificio aumentando su puntuación en el grado de vulnerabilidad sísmica es la redundancia, refiriendo esta condición a construcciones que tienen al menos dos vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección, esta condición contempla los 3 bloques del hospital.

Las características mencionadas son condiciones las cuales fueron verificadas durante la inspección visual rápida, ayudando a una correcta evaluación de la estructura, en función de lo descrito se procedió a establecer si es necesario o no una evaluación estructural más detallada.

No obstante, también se deben tomar en cuenta problemas no estructurales que afectan el desempeño estructural del hospital, entre ellos el riesgo de caídas exteriores, riesgos no estructurales, tanto internos como externos, y riesgo en cuanto al contenido del edificio, es por ello por lo que al verificar el peligro de varias peculiaridades, ya sea arquitectónicas o decorativas; de igual forma, la mala instalación de acabados se connota el realizar un estudio más detallado.

Hospital Naval de Esmeraldas

Según el análisis realizado, los puntajes de los formularios que se obtuvieron para el Hospital Naval de Esmeraldas están comprendidos en el rango de 0,3 a 1,1; lo que indica que para todos los bloques existentes en el hospital se tiene una alta vulnerabilidad sísmica, es decir una alta probabilidad de colapso en caso de que ocurra un sismo máximo considerado.

De acuerdo con lo analizado el puntaje inicial baja significativamente debido a la zona en donde se encuentra ubicado el hospital, que es una zona con un nivel de sismicidad muy alto.

El siguiente parámetro que afecta el puntaje es la existencia de alguna irregularidad vertical. La mayoría de bloques del hospital, presentan la condición de columna corta, la cual es considerada como una irregularidad vertical grave. Esta se presenta ya que, de acuerdo con el diseño arquitectónico del hospital, los antepechos tienen una altura considerable respecto a las columnas, mientras que en otros casos existen paredes de relleno que también acortan las columnas, lo cual provocaría que, en caso de un evento sísmico, el daño se concentre en estos elementos y no en las vigas, lo que aumenta la potencial pérdida de apoyo vertical y, por tanto, la posibilidad de colapso. Otra condición existente es la de niveles divididos que, de igual manera, pueden afectar directamente a las columnas y a otros elementos, sin embargo, se la considera como una irregularidad vertical moderada. Otra irregularidad grave observada y que afecta el puntaje del bloque 5 del hospital es la de piso blando, en este caso un piso es considerablemente alto en comparación con el piso superior, haciendo que las columnas del primer piso sean más altas que las del segundo, generando un problema a nivel de todo el piso.

Para el bloque 5 también se presenta una reducción del puntaje debido a una irregularidad en planta, que corresponde a una esquina reentrante en donde ambas proyecciones de una esquina interior superan el 25% de la dimensión total en planta en esa dirección, en este caso, las concentraciones de tensión pueden darse en esta esquina, provocando daños o incluso colapso, además, por esta condición este bloque puede experimentar torsión.

Otro factor que afecta el desempeño sísmico de los bloques es el golpeteo, se da debido a que estos no cumplen con la separación mínima que establece la normativa, dando lugar a que se presenten condiciones más complejas vistas también en el hospital, como es la falta de alineación vertical entre bloques en un rango de 0,60 m. Este problema de golpeteo también se da debido a que el edificio analizado se encuentra al final de una hilera de 3 o 4 edificaciones contiguas, como es el caso de los bloques 2 y 8 (adición), en ellos se puede presentar un mayor daño en caso de la ocurrencia de un sismo.

A pesar de que muchos modificadores afecten el puntaje de los bloques negativamente, existen otros que lo afectan de manera positiva, como es la redundancia, esta condición se refiere a que la construcción tiene al menos dos

vanos de elementos laterales en cada lado del edificio en cada dirección. Esa condición la presentan todos los bloques del hospital, lo que es positivo y ha permitido que para ciertas estructuras el puntaje no sea tan inferior.

Lo antes mencionado son las condiciones que han sido verificadas durante las inspecciones visuales rápidas y que afectan al puntaje en la parte estructural, de acuerdo con ello se ha procedido a establecer si es necesaria o no una evaluación estructural más detallada.

Sin embargo, también existen ciertos problemas no estructurales que afectan el desempeño de la edificación, entre ellos están riesgos de caídas exteriores, riesgos no estructurales, tanto internos como externos, y riesgos en cuanto al contenido del edificio. Es por ello por lo que, al verificar la existencia de muchos de estos riesgos, se ha definido anteriormente la necesidad de realizar evaluaciones detalladas y por supuesto de su mitigación.

Hospital General II de Guayaquil

Para la obtención del grado de vulnerabilidad sísmica del Hospital General II de Guayaquil se realizó el análisis de los formularios de nivel 1 y nivel 2, y se determinó que cada bloque está en un rango de 0,3 a 0,5 por ende las edificaciones se presentan como alta probabilidad de colapso si sucediera un sismo.

En relación con los parámetros que indican el puntaje de cada bloque, se tiene como relevancia la irregularidad vertical severa, por lo que se presenta el tipo de retroceso fuera de plano por la diferencia del número de pisos en el diseño arquitectónico, por consiguiente, otro retroceso se vio en los bloques laterales donde se observan voladizos. De igual forma, se muestra que en el bloque central hay una irregularidad de piso débil al tener en planta baja menos fuerza que el primer piso (menos paredes) esto se clasifican como irregularidad severa. Otra condición se tiene en el bloque lateral derecho denominado columna corta, es un caso de irregularidad severa, ya que se presenta paredes de relleno que acortan la columna y cuando ocurra alguna eventualidad puede que los daños se concentren en esta parte.

Los modificadores de puntaje tienen un aporte positivo y negativo de acuerdo con las características que presente el edificio en estudio, por lo tanto, se detectó una condición relevante en todos los bloques que es la redundancia, donde se explica que la estructura debe tener al menos dos vanos de elementos

laterales en cada dirección del edificio, este tema ayuda a aumentar la puntuación en el nivel 2.

En la parte no estructural se presentan varios tipos de riesgos exteriores, como son parapetos, apéndices y otros. De acuerdo con lo escrito anteriormente se detalla una consideración de evaluar la estructura más a fondo, para descartar los riesgos eventuales que se puedan dar a lo largo del tiempo, tanto en la parte estructural como no estructural, y evitar cualquier acción.

Hospital General III de Cuenca

Con base en el análisis visual que se realizó en el hospital se obtuvieron puntajes que arrojan los formularios seleccionados para dicha estructura, estos resultados se comprenden en un rango de 1,2 a 1,8 lo que, dentro de la normativa aplicada, indica que cada uno de los bloques en los que se dividió la estructura cuentan con una alta vulnerabilidad sísmica, lo cual muestra que si existiese un evento sísmico, esta estructura podría contar una probabilidad alta de colapso

Los valores que proporcionan los formularios son relativamente altos debido al suelo donde se asienta el hospital, ya que cuentan con un suelo tipo B, pero ni con este parámetro se lo puede clasificar con una vulnerabilidad media o baja, ya que los aspectos, tanto estructurales como no estructurales que se observan en el hospital, producen una pérdida de puntos para que se lo clasifique de tal forma.

En el bloque 1, 4 y 5 uno de los parámetros que condiciona al puntaje es el problema de columna corta, ya que en el diseño arquitectónico con el que cuenta el hospital se resaltan ventanas que han sido rellenadas con mampostería (ladrillo) hasta cierta altura, antepechos entre columnas y paredes que no llegan hasta el nivel de losa de entrepiso, provocando un exceso de esfuerzos en la columna y causando un posible colapso de la estructura.

Uno de las irregularidades que se observaron a simple vista es el problema de nivel dividido, el cual podría asimilarse al problema de columna corta, ya que el elemento afectado es directamente la columna por lo que se considera como irregularidad vertical y produce que el nivel de vulnerabilidad siga disminuyendo en sus respectivos rangos.

Específicamente en el bloque 2 se aprecia la irregularidad de piso blando y/o débil, ya que fue un bloque adaptado y al ser construido la planta baja

tiene más altura que el primer piso ocasionando un problema en toda la planta de este bloque.

Al observar diferencia de altura de nivel entre la losa de un bloque con la del otro bloque se contempla que puede existir un golpeteo entre un bloque y otro, ya que al ir construyendo bloque a bloque nunca se dio la disposición de realizar una junta sísmica para evitar este problema que al sufrir un evento sísmico la estructura pueda contar con un riesgo alto de colapso. Sin embargo, entre todos estos puntos evaluados detalladamente se contempló una redundancia en los distintos bloques, ayudando a subir el puntaje del hospital, ya que cuenta con dos vanos en ambas direcciones de cada bloque.

Con la ayuda de los formularios y los puntajes obtenidos se puede considerar si es necesaria una evaluación estructural detallada, así mismo, una evaluación no estructural ya que se puedo observar que se pueden dar distintos riesgos, tanto en la parte interna como externa del hospital, de elementos no estructurales, con lo cual se detalló posibles problemas que este puede llegar a causar en la edificación.

Recomendaciones técnicas para mitigar la vulnerabilidad sísmica

A partir de lo observado, los puntajes obtenidos y el análisis realizado se plantea que para cada hospital se sigan las siguientes recomendaciones que permitan reducir la vulnerabilidad ante eventos sísmicos, tales como terremotos. De acuerdo con el análisis realizado en el apartado de resultados de formularios, se han identificado los diferentes problemas que afectan el desempeño sísmico de la estructura, se propone realizar una evaluación estructural detallada y también se plantean las siguientes recomendaciones a tomar en cuenta:

Estructural

Realizar un aislamiento de los antepechos y paredes que están en contacto con las columnas para evitar el problema de columna corta. El aislamiento se puede realizar mediante columnas y vigas de amarre que separen las paredes de las columnas y a la vez garanticen su estabilidad. Esto deberá realizarse

acompañado de un análisis global de la estructura que permita verificar que no se produzcan inconvenientes en otros elementos debido a esta modificación.

Para la condición de niveles divididos y golpeteo se plantea realizar un análisis de desplazamientos de las estructuras afectadas que permita identificar cuál será el desplazamiento total de esa estructura ante un sismo y el grado de afectación que produzca a la otra estructura. En caso de que se determine que el grado de afectación es significativo, se plantea realizar un reforzamiento de la columna afectada, que puede ser mediante ensanchamiento del concreto o encamisado de acero. Además, se propone una revisión de las juntas de construcción entre bloques que permita determinar si existen falencias y poder realizar las correcciones necesarias.

En cuanto a la condición de piso blando y/o débil y esquina reentrante, primero se propone realizar una verificación del estado de las conexiones entre ambos sistemas constructivos de manera que se pueda garantizar que tengan una respuesta sísmica adecuada. También se propone un análisis estructural del bloque en general que permita determinar la afectación real por las irregularidades en planta y elevación. En caso de que esta afectación sea importante, se plantea una propuesta de reforzamiento de columnas y vigas acompañado por la incorporación de diagonales que trabajen a manera de disipadores.

En la condición de retrocesos fuera del plano se requiere el análisis dinámico de la estructura verificando si existe torsión, de igual manera, si afectaría el desempeño sísmico, y si fuese necesario aplicar un reforzamiento que puede depender del peso distribuido que tenga la estructura, de igual manera, para evitar los desplazamientos discontinuos al tener irregularidad por la diferencia de número de pisos se pretende realizar 2 sistemas mediante juntas sísmicas.

No estructural

En cuanto a los elementos no estructurales, la principal preocupación se enfoca en los elementos de mampostería no reforzada, por ello se plantea realizar un reforzamiento de paredes, apéndices y principalmente parapetos existentes en los diferentes bloques, esto mediante la colocación de malla electrosoldada en ambos lados de la pared, en franjas verticales y horizontales. Adicionalmente, se plantea revisar y mejorar la conexión de los anclajes de los parapetos con la losa en las terrazas, ya que se observan fisuras a simple vista.

Así mismo, el sistema de ventanas que conforma tanto los perímetros externos como zonas internas del hospital debe ser de preferencia de vidrio templado ya que al ocurrir un evento sísmico puede causar un riesgo alto tanto al personal como a pacientes que estén en dichas áreas.

En la zona exterior de los hospitales se puede identificar ductos de ventilación tanto rectangulares como circulares los cuales se encuentran apoyados a la mampostería de los distintos bloques, se recomienda que estos deben estar arriostrados en ambos sentidos, ya que al estar simplemente apoyados podrían causar riesgos al personal que este circulando por áreas cercanas a estos ductos.

Uno de los principales problemas que se observa en los hospitales es la mala colocación del cielo falso, ya que a simple viste existen partes donde este elemento ya se había desprendido de su base, por tal motivo se recomienda instalar cables de arriostramiento diagonal o puntales de compresión para soportar cargas sísmicas, de tal forma es más seguro ante un evento sísmico.

Contenido

En las distintas áreas que son partes de los hospitales se observó zonas destinadas a equipos como calderos, bombas, enfriadores y similares, los cuales no contemplan un anclaje correcto o recomendado por el fabricante para precautelar el funcionamiento de estos, por lo cual se sugiere un anclaje al contrapiso o pared con pernos del tamaño adecuado, evitando deslizamientos del equipo y posible falla, en caso de que los equipos de climatización cuenten con condensadores, estos se deben colocar sobre aisladores, los cuales tiene restricción lateral dada por amortiguadores. Las líneas de gas de igual forma deben tener una conexión flexible acomodándose al movimiento.

Al ser un hospital que garantiza su funcionamiento y atención en cualquier horario, posee generadores de emergencia, los que deben contar con anclajes seguros a la mampostería o loseta; de igual manera, el motor debe está montado sobre aisladores de resortes para evitar la vibración, y el tanque de combustible debe estar arriostrado y anclado, sus conexiones deben ser flexibles y capaces de adaptarse al movimiento en las uniones de los equipos.

Varias zonas de los hospitales cuentan con equipos computacionales, los cuales presentan riesgo en su colocación, de modo que no cuentan con una

sujeción firme, estos deberían descansar sobre almohadillas de goma de alta fricción. Por otro lado, se encuentran al borde de los escritorios y deberían ser reubicados lejos de los mismos o en mesas para evitar deslizamientos ante una eventualidad sísmica.

Las instalaciones de televisores, monitores de video, cámaras de vigilancia y altavoces, cuentan con un deficiente anclaje en varias zonas de los hospitales, por lo cual se debe asegurar con un anclaje a la pared o en el techo, equipados con cables de seguridad.

Los hospitales cuentan con estanterías independientes en varias zonas administrativas las cuales no se encuentran sujetas al suelo o a la pared, la correcta instalación debe ser sujetas entre sí en caso de que sea posible sino con pernos o sujetadores mecánicos.

Los suministros químicos, al ser contenidos altamente peligrosos, en algunos casos no cuentan con la protección adecuada, debido a ello se debe asegurar con labios sujetadores de varias pulgadas de altura, a su vez deben estar almacenadas en contenedores evitando así que se vuelquen o se caigan.

Por otro lado, existen áreas destinadas al almacenamiento de cilindros de oxígeno, los cuales no presentan un arriostramiento firme, por lo tanto, deben asegurarse con cadenas en la parte superior e inferior así restringiendo el movimiento para cada dirección, de igual manera deben estar anclados a la mampostería con tornillos o pernos en lugar de abrazaderas.

Conclusiones y Recomendaciones de Resultados Tesis 2

Conclusiones

- Se determinó el desempeño de las estructuras esenciales, las cuales connotan varios problemas estructurales debido a su antigüedad o descuido del personal a cargo para la evaluación de vulnerabilidad estructural, de acuerdo a la metodología planteada se llenó el Formulario Nivel 1 y 2, catalogando a la mayoría de hospitales con un grado de vulnerabilidad alto, siendo este resultado directamente proporcional a la probabilidad de colapso, de modo que se plantea la necesidad de realizar una evaluación más detallada, contemplando ya no solo un análisis cualitativo sino un análisis cuantitativo, reflejando características del material y su comportamiento desarrollado en un Software computacional estructural.

- De acuerdo al análisis realizado con la metodología NEC-15 y FEMA P-154, los índices de vulnerabilidad presentan de manera general en todos los hospitales un grado alto exceptuando el bloque 3 del Hospital Naval de Guayaquil, dicho bloque destaca, ya que tiene un grado de vulnerabilidad medio, connotando su reforzamiento estructural, para el cual es imprescindible realizar una evaluación más detallada reflejando el nuevo comportamiento de la estructura reforzada, contemplando su desempeño con el fin de garantizar la reducción del riesgo sísmico.
- De los resultados obtenidos se concluye que existe una gran necesidad de sujetar, anclar o colocar un arriostramiento en la parte no estructural de las edificaciones, ya que por lo general implica algunos riesgos como son caídas exteriores e interiores de apéndices, parapetos, inmuebles (estanterías, televisiones, escritorios, equipos de climatización, lámparas y demás), equipos médicos, entre otros; para constancia de ello se debe tomar a la normativa FEMA E-74 que establece una metodología para reducir los daños provocados por los elementos no estructurales ante un terremoto.
- La estabilidad estructural es importante, ya que los elementos del edificio son capaces de soportar las acciones de un sismo o terremoto sin desplomarse o colapsar, esto depende de la forma, apoyos y asignación del peso de la estructura, por ende, las irregularidades en elevación como en planta de un edificio deben someterse a un análisis de desplazamientos y si sufren afectaciones ante una eventualidad se dispone a reforzar las instalaciones para lograr una mejor función operacional.
- El proceso de realizar una inspección visual rápida para determinar los puntos que detallan los formularios que propone tanto la NEC-15 como la FEMA P-154, juega un papel importante en el puntaje que obtendrá la estructura ya que permite tener un panorama visual completo del sistema estructural verificando falencias y posibles puntos a favor que sobresalgan, dando a conocer el nivel de vulnerabilidad con el que va a contar la edificación analizada.
- Las inspecciones visuales rápidas que propone la metodología NEC-15 y FEMA P-154 son un gran aporte para obtener el nivel de vulnerabilidad aproximado de las edificaciones, ya que permite tener una noción clara y acertada de problemas que pueden existir en elementos tanto estructurales como no estructurales a los cuales se le puede dar una solución

y ayudar a que el grado de vulnerabilidad de la edificación descienda y no contemple un alto riesgo sísmico.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar un análisis, en el cual se cuente con parámetros que posibiliten calcular el desempeño del hospital, orientado a un análisis no lineal con el fin de evaluar en conjunto al edificio, buscando que el nivel de desempeño operacional de una estructura tenga una mayor probabilidad de ocurrencia ante un sismo de alta intensidad.
- Es esencial desarrollar una evaluación estructural detallada por medio de ensayos no destructivos y requerimientos técnicos, con personal capacitado que pueda evaluar y dar soluciones a los efectos que se produzcan a lo largo de la vida útil de las edificaciones.
- Para realizar las inspecciones visuales rápidas se recomienda seguir un procedimiento organizado, que haya sido planificado con tiempo y que involucre una serie de pasos que permitan desarrollar el trabajo en campo de manera ordenada. Se aconseja una fase de entrenamiento que permitirá comprender el proceso que se debe seguir y solventar falencias que podrían aparecer en las visitas a las propias estructuras en estudio.
- Al momento de realizar las inspecciones visuales rápidas se debe recopilar de preferencia una serie de fotografías de cada irregularidad y anomalía encontrada, para que exista un sustento comprobable de lo que se debe corregir y en caso de que el estudio sea utilizado para reducir la vulnerabilidad sísmica, los encargados de realizar las evaluaciones estructurales y no estructurales detalladas sepan con certeza los elementos que deben analizar.
- Para las inspecciones a las distintas estructuras se recomienda realizar planificaciones que faciliten el trabajo en campo, ya que al tratarse del análisis de un hospital se puede generar inconvenientes con las actividades habituales que se realizan, tanto del personal que labora como de los pacientes que se encuentren en las diferentes áreas, por tal razón es importante conocer de forma detallada la normativa que se va a aplicar para recopilar información importante, valiosa y significativa para la correcta evaluación.

- Al ser estructuras esenciales militares se debe recabar información básica que ayude a realizar el primer acercamiento, con el fin de planificar y agendar la visita técnica, en donde se asigne el personal técnico adecuado en el área estructural, aportando con un recorrido en el que se otorga la apertura de todas las áreas con las que cuenta el hospital, de igual manera facilite datos esenciales para el correcto análisis de la estructura.
- Para la determinación de los puntajes en los formularios de nivel 1 y nivel 2 se deben tener en cuenta las instrucciones presentes en cada uno de ellos, tratando de resaltar con gran detalle los elementos o condiciones que pueden causar vulnerabilidad, de manera que el puntaje que se obtenga sea el más apegado a la realidad y pueda ser utilizado como un instrumento que impulse, o no evaluaciones más detalladas y por tanto una mejora de la estructura analizada.
- Se debe tomar en cuenta la implementación de protección sísmica e innovación tecnológica a la hora de construir nuevas edificaciones, por lo que se considera que las estructuras esenciales deben ser capaces de resistir fuerzas sísmicas para que el daño estructural y no estructural sea mínimo ya que la operación antes, durante y después de un evento sísmico o fenómeno natural es de vital importancia.

Parte IV

Resultados de Tesis 3

Descripción de las Estructuras Evaluadas

Ubicación

Cada una de las unidades militares cuentan con un riesgo centralizado dentro de sus propias instalaciones debido a que se tratan de construcciones apartadas de edificaciones civiles. Las unidades militares evaluadas fueron 6 ubicadas en Quito, Shell, Ambato y Salcedo mediante el uso de la guía FEMA P-1000.

Tabla 202

Unidades militares

N°	Unidad militar	Ubicación	Latitud	Longitud	Cota
1	Escuela Superior Militar de Aviación "Cosme Rennella Barbatto"	Salinas	500957	9756852	13 m.
2	Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"	Quito	779712	9990583	2655 m.
3	Escuela Superior Naval	Salinas	501382	9757830	11 m.
4	Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"	Ambato	767774	9866259	2613 m.
5	Escuela de Iwias	Shell	826971	9833026	1042 m.
6	Colegio Militar No. 1 "ELOY ALFARO"	Quito	779335	9978246	2785 m.

Tipo de suelo

La mayoría de las unidades militares se encuentran en un sector de gran incidencia, puesto que en un evento sísmico cada una de ella tendrá reacciones diferentes, mediante la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) se tiene las características tipológicas de perfiles de los suelos para el diseño sísmico, en donde es un parámetro de nuestra evaluación de estudio. Con los mapas geológicos podemos determinar la ubicación de las unidades militares y así determinar la geología del sitio, como también tener el perfil que se describe en la tabla 202.

Figura 33

Tipos de suelos en las unidades militares evaluadas

Nota. Leyenda, 1. Escuela superior Militar "ELOY ALFARO"; 2. Colegio Militar N.º 1 "ELOY ALFARO"; 3. Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"; 4. Escuela de IWIAS; 5. Escuela Superior de Aviación "Cosme Rennella Barbatto"; 6. Escuela Superior Naval "CMDTE RAFAEL MORÁN VALVERDE"

Tabla 203

Tipo de suelo

N°	Nombre	Geología (Tipo de Suelo)	Perfil
1	Escuela Superior Militar de Aviación "Cosme Rennella Barbatto"	Rocas sedimentarias de origen marino-continental de edad Terciaria.	D
2	Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"	Cangahua con sedimentos del Holoceno	D
3	Escuela Superior Naval "CMDTE RAFAEL MORÁN VALVERDE"	Rocas sedimentarias de origen marino-continental de edad Terciaria.	D
4	Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"	Ceniza, Cangahua	D
5	Escuela de Iwias	Arcilloso muy profundo	F
6	Colegio Militar No. 1 "ELOY ALFARO"	Cenizas y capas de pómez, Cangahua	D

Evaluación de la vulnerabilidad sísmica

1. Escuela Superior Militar De Aviación "Cosme Rennella Barbatto"

Datos generales de la unidad:

Provincia: Santa Elena

Cantón: Salinas

Ubicación georreferenciada:	500959 E / 9756913 N
Número de estructuras:	3

Figura 34

Escuela Militar de Aviación "Cosme Rennella Barbatto"

Datos de los edificios que conforman:

ESMA 1: Residencia

La edificación de esta estructura data de alrededor de 51 años, considerándose una construcción de hormigón armado y mampostería con ladrillo, pertenece a la clase C3, presenta irregularidad en planta, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en losas y humedad en la cubierta, no existe vidrio templado en las ventanas ni accesos inclusivos, el estado de conservación de la estructura es buena.

Figura 35

Residencia ESMA

Figura 36

Vista lateral Residencia ESMA

ESMA 2: Hotel de oficiales

La edificación de esta estructura data de alrededor de 51 años, considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3, existe un elemento no estructural (poste de luz) adyacente con más de 60 cm en vertical, presenta patologías tipo I en losas y humedad en la cubierta, no existe vidrio templado en las ventanas ni accesos inclusivos, el estado de conservación de la estructura es buena.

Figura 37

Hotel de Oficiales ESMA

Figura 38

Hotel de Oficiales ESMA

ESMA 3: Comando

Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3, no existe vidrio templado en las ventanas ni accesos inclusivos en la estructura, el estado de conservación de la estructura es muy buena.

Figura 39

Comando ESMA

Tabla 204

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Residencia	69,76	4	279,04	58,14
E2	Hotel de Oficiales	68,27	4	273,06	
E3	Comando	36,40	4	145,60	
	TOTAL	**174,42**	**12,00**	**697,70**	

Tabla 205

Riesgo global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,41	
Riesgo Global (Rg)	41,28	**ALTO - C**

2. Escuela superior militar "ELOY ALFARO"

Datos generales de la unidad:

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Ubicación georreferenciada: 779708 E / 9990583 N

Número de estructuras: 18

Figura 40

Escuela superior militar "ELOY ALFARO"

Datos de los edificios que conforman:

ESMIL 1: Edificio central, oficinas

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 41

Edificio Central ESMIL

Figura 42

Edificio Central ESMIL

ESMIL 2: Auditorio

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 43
Auditorio ESMIL

ESMIL 3: Biblioteca, Bar, Cajero

La edificación fue construida hace más de 20 años, materializada en su totalidad por pórticos de hormigón armado, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C1, cuando se aplica carga se debe considerar la formación de rotulas al no tener un refuerzo en la viga.

Figura 44

Fachada este Biblioteca, Bar, Cajero ESMIL

Figura 45

Fachada sur Biblioteca, Bar, Cajero ESMIL

ESMIL 4: Casino

La edificación fue construida hace más de 20 años, materializada en su totalidad por pórticos de hormigón armado, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C1, cuando se aplica carga se debe considerar la formación de rotulas al no tener un refuerzo en la viga.

Figura 46

Casino de cadetes ESMIL

Figura 47

Ingreso al casino de cadetes ESMIL

ESMIL 5: Cocina

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada en su mayoría por pórticos que tienen la capacidad de resistir momento en dirección transversal de igual manera en la dirección longitudinal presenta pórticos arriostrados por columnas y vigas de hormigón armado, insuficiente capacidad en la parte de los tirantes de tensión, dando como resultado un alargamiento considerable y a la postre daños importantes durante movimientos telúricos de esta manera según la FEMA seria catalogada como S3.

Figura 48

Vista área de la cocina ESMIL

Figura 49

Fachada de la cocina ESMIL

ESMIL 6: Dormitorios

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 50

Vista aérea de los dormitorios ESMIL

Figura 51

Dormitorio 1ra y 4ta compañía de cadetes ESMIL

ESMIL 7: Peluquería, almacén de cadetes

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 52

Fachada este del almacén de cadetes ESMIL

Figura 53

Fachada norte del almacén de cadetes ESMIL

ESMIL 8: Policlínico

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 54

Foto área del policlínico ESMIL

Figura 55

Fachada del policlínico ESMIL

ESMIL 9: Coliseo

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada en su mayoría por pórticos que tienen la capacidad de resistir momento en dirección transversal de igual manera en la dirección longitudinal presenta pórticos arriostrados por columnas y vigas de hormigón armado, insuficiente capacidad en la parte de los tirantes de tensión, dando como resultado un alargamiento considerable y a la postre daños importantes durante movimientos telúricos de esta manera según la FEMA seria catalogada como S3.

Figura 56

Vista aérea del coliseo ESMIL

Figura 57

Ingreso del coliseo ESMIL

ESMIL 10: Piscina

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada en su mayoría por pórticos que tienen la capacidad de resistir momento en dirección transversal de igual manera en la dirección longitudinal presenta pórticos arriostrados por columnas y vigas de hormigón armado, insuficiente capacidad en la parte de los tirantes de tensión, dando como resultado un alargamiento considerable y a la postre daños importantes durante movimientos telúricos de esta manera según la FEMA seria catalogada como S3.

Figura 58

Vista aérea de la piscina ESMIL

Figura 59

Ingreso de la piscina ESMIL

ESMIL 11: Comedor de oficiales instructores

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 60

Ingreso del comedor de oficiales instructores ESMIL

Figura 61

Fachada del comedor de oficiales instructores ESMIL

ESMIL 12: Capilla

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 62

Vista aérea de la capilla ESMIL

Figura 63

Fachada norte de la capilla ESMIL

ESMIL 13: Dormitorios de oficiales

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 64

Dormitorios de oficiales ESMIL

ESMIL 14: Vivienda Fiscal de Oficiales solteros

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 65

Fachada norte dormitorios oficiales instructores ESMIL

ESMIL 15: Mecánica

La edificación fue construida hace más de 20 años, materializada en su totalidad por pórticos de hormigón armado, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C1, cuando se aplica carga se debe considerar la formación de rotulas al no tener un refuerzo en la viga.

Figura 66

Vista aérea de la mecánica ESMIL

ESMIL 16: Cocina, Comedor de Cadetes

La edificación fue construida hace más de 20 años, materializada en su totalidad por pórticos de hormigón armado, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C1, cuando se aplica carga se debe considerar la formación de rotulas al no tener un refuerzo en la viga.

Figura 67

Fachada sur de la cocina y comedor ESMIL

Figura 68

Fachada norte de la cocina y comedor ESMIL

ESMIL 17: Dormitorios 2da y 3ra compañía cadetes

La edificación fue construida hace más de 30 años, materializada por columnas y vigas de hormigón armado, en la parte estructural de la construcción se suman muros portantes, la mampostería está conformada en su mayoría sin varillas de acero, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C3, una característica importante es el espesor de las paredes pueden llegar a tener el mismo que de las columnas y vigas de concreto.

Figura 69

Vista aérea de los dormitorios ESMIL

Figura 70

Fachada este de los dormitorios ESMIL

ESMIL 18: Aulas

La edificación fue construida hace más de 20 años, materializada en su totalidad por pórticos de hormigón armado, de esta manera según la FEMA seria catalogada como C1, cuando se aplica carga se debe considerar la formación de rotulas al no tener un refuerzo en la viga.

Figura 71

Vista aérea de las aulas ESMIL

Figura 72

Fachada de las aulas ESMIL

Imagen 3D para la inspección de fachadas del edificio central con Software DroneDeploy

Figura 73

Vista en planta de la imagen 3D ESMIL

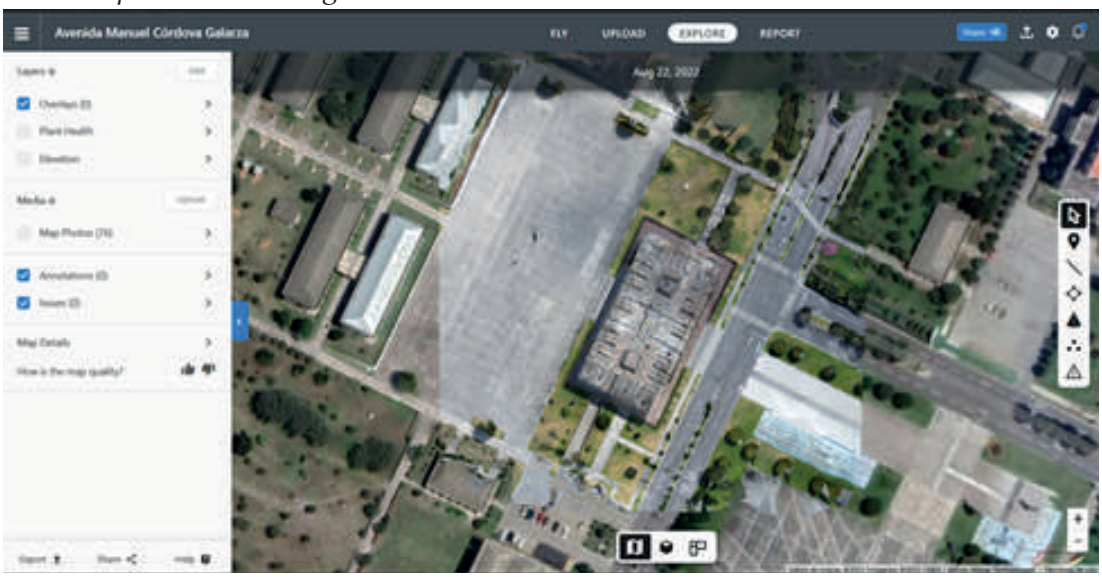


Figura 74

Imagen 3D del edificio central ESMIL

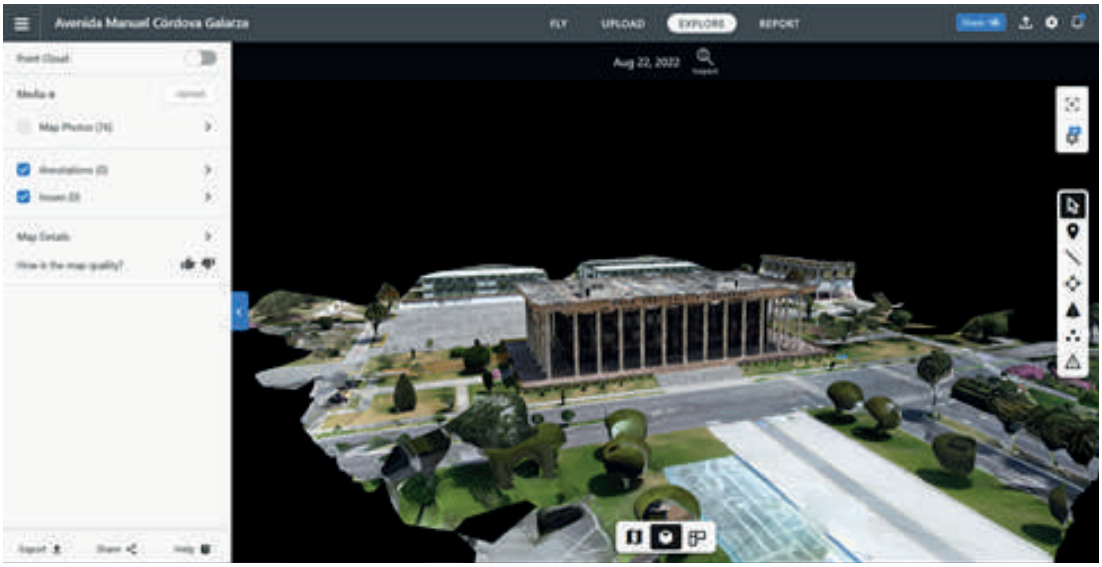


Figura 75

Imagen 3D con las fotos secuenciales para la generación de imagen ESMIL

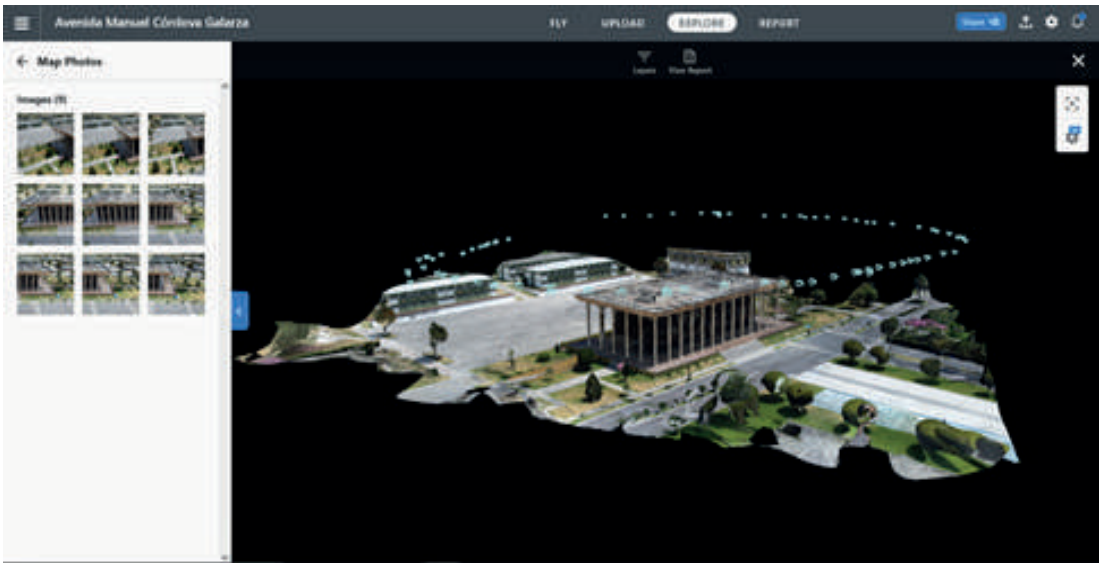


Figura 76

Foto realizada con el dron para la inspección de fachadas y cubiertas ESMIL

Figura 77

Zoom al 50% para inspección de fachadas y cubiertas ESMIL

Figura 78

Zoom al 95% para la inspección de fachadas y cubiertas ESMIL

Tabla 206

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Recepción, Oficinas	59.32	5	296.60	56.17
E2	Auditorio	61.37	5	306.86	
E3	Mini Marquet y Biblioteca	36.39	4	145.57	
E4	Comedor	36.71	5	183.57	
E5	Cocinas	59.25	4	237.01	
E6	Dormitorios	39.24	6	235.46	
E7	Peluquería y Cabinas	69.45	2	138.90	
E8	Consultorios, Habitaciones y laboratorios	63.07	5	315.33	
E9	Coliseo	58.13	6	348.80	
E10	Piscina	58.13	5	290.67	
E11	Comedor	60.87	5	304.35	
E12	Iglesia	74.24	4	296.97	
E13	Dormitorios	69.43	4	277.71	
E14	Dormitorios	63.43	6	380.56	
E15	Auto centro, oficinas	60.01	1	60.01	
E16	Bodega	60.01	1	60.01	
E17	Comedor, Dormitorios	59.76	6	358.54	
E18	Aulas	57.85	6	347.09	
	TOTAL	**1046.616**	**80.00**	**4584.00**	

Tabla 207

Riesgo global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1.419186	
Riesgo Global (Rg)	40.37525	**MODERADO ALTO - C**

3. Escuela Superior Naval "CMDTE RAFAEL MORÁN VALVERDE"

Datos generales de la unidad:

Provincia: Santa Elena

Catón: Salinas

Ubicación georreferenciada: 501382 E / 9757830 N

Número de estructuras: 6

Figura 79

Escuela Superior Naval "CMDTE RAFAEL MORÁN VALVERDE"

Datos de los edificios que conforman:

ESSUNA 1: Dos Bloques de Dormitorios

La estructura inspeccionada tiene aproximadamente 40 años de uso, su estructura es de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada que cuenta con 3 plantas, cuenta con una edificación adyacente con separación mayor al mínimo, es una edificación regular en planta y elevación, no presenta ampliaciones verticales ni horizontales, sus elementos estructurales como

vigas, columnas y losas no presentan patologías, sus paredes se encuentran en muy buen estado sin patologías, no presenta elementos no estructurales exteriores altos exteriores, los elementos no estructurales interiores tienen una adecuada colocación e implementación, cubiertas en muy buen estado, salidas de emergencia cumplen los criterios básicos de diseño, ventanas con otro tipo de material y sin implementación de accesibilidad inclusiva, teniendo un bloque en muy buen estado.

Figura 80

Dormitorios ESSUNA

ESSUNA 2: Bloque central

La edificación tiene una vida útil de aproximadamente 40 años de uso, compuesta de hormigón armado relleno de mampostería no reforzada de 3 plantas, el edificio es adyacente pero cumple con la separación mayor al mínimo, presenta regularidad en planta y elevación, no cuenta con ampliaciones verticales ni horizontales, no presenta patologías en vigas, columnas, losas y paredes; no presenta elementos no estructurales e interiores, las cubiertas se encuentran en muy buen estado, las salidas de emergencia cumplen con los requisitos básicos de diseño, las ventanas no son vidrios templados y la accesibilidad inclusiva no se ha implementado, teniendo una conservación muy buena de la edificación.

ESSUNA 3: Tres bloques de aulas

La estructura tiene un uso aproximadamente de 40 años, compuesta de hormigón armado relleno de mampostería no reforzada de 2 plantas, no presenta edificios cercanos que puedan ocasionar golpeteo, es una estructura regular en planta y elevación, la estructura no presenta ampliaciones verticales ni horizontales. Las vigas, columnas, losas y paredes no presentan patologías; existen elementos no estructurales exteriores con una adecuada colocación, no presenta elementos estructurales no interiores, las cubiertas se encuentran en muy buen estado, las puertas de emergencia cumplen con los requisitos básicos, las ventanas no tienen vidrios templados y la accesibilidad inclusiva no fue implementado. Teniendo una conservación de la edificación en muy buen estado.

Figura 81

Aulas ESSUNA

Tabla 208

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
1	Dormitorio 1	56,12	4	224,49	56,63
2	Dormitorio 2	56,12	4	224,49	
3	Bloque Central	56,12	4	224,49	
4	Aula 1	57,13	4	228,52	
5	Aula 2	57,13	4	228,52	
6	Aula 3	57,13	4	228,52	
	TOTAL	**339,76**	**24,00**	**1359,04**	

Tabla 209

Riesgo global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,43	
Riesgo Global (Rg)	39,67	**MODERADO ALTO - C**

4. Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"

Datos generales de la unidad:

Provincia:	Tungurahua
Cantón:	Ambato
Ubicación georreferenciada:	767774 E / 9866259 N
Número de estructuras:	30

Figura 82

Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"

Datos de los edificios que conforman:

CENEPA 1: Piscina 1

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 años de uso, considerada como una construcción mixta con cubierta de acero y un revestimiento de chapa ondulada, cuenta con una relación de largo-ancho menor a 4 y una de sus longitudes se encuentra próxima a 30 m, cuenta con irregularidad en planta debido a esquinas reentrantes así como irregularidad en elevación, además de contar con una ampliación que se apega al sistema constructivo utilizado inicialmente, las puertas de salida o de emergencia no son las adecuadas, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado y existe una nula presencia de accesos inclusivos.

Figura 83
Piscina CENEPA

CENEPA 2: Edificio Central

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada, no posee edificaciones cercanas que puedan causar problemas de golpeteo, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado y no existen accesos inclusivos.

Figura 84

Fachada Edificio Central CENEPA

Figura 85

Vista frontal edificio Central CENEPA

CENEPA 3: Casino de Oficiales

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 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 es menor a 4 pero una de sus longitudes se aproxima a 30m, existen patologías en columnas y vigas, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado y no existen accesos inclusivos.

Figura 86

Casino de Oficiales CENEPA

CENEPA 4: Área desalojo

La edificación tiene aproximadamente 40 años de funcionamiento, teniendo una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada, no presenta edificios cercanos que puedan generar problemas de golpeteo y adyacencia, la relación largo ancho es menor a cuatro, tenemos regularidades en planta y elevación, no cuenta con ampliaciones horizontales y verticales, sus elementos estructurales vigas, columnas y losas no presentan patologías, las paredes presentan grietas en las fachadas, no hay elementos estructurales exteriores ni interiores que puedan generar problemas de colapso estructural, la cubierta se encuentra en muy buen estado, las ventas, puertas de emergencia y accesibilidad inclusiva cumple con los requisitos básicos de diseño y podemos considerar una estructurar que se encuentra en muy buen estado.

CENEPA 5: Comedor 1

La estructura cuenta con aproximadamente 20 años de uso, presenta una estructura de cuatro pisos de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o adyacencia, la edificación posee una relación largo ancho menor a 4m, presenta una edificación regular en planta y elevación, no presenta ampliaciones, no presenta patologías en las vigas, columnas y losas, en las paredes presenta fracturas o grietas en fachadas, no hay presencia de elementos estructurales exteriores e interiores, las puertas, ventanas y accesibilidad cumplen con los requisitos básicos, teniendo una edificación de conservación muy buena.

CENEPA 6: Centro de Salud Urbano

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 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 (27m x 15m, 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 en esquinas de ventanas, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado.

Figura 87

Vista frontal centro de salud urbano CENEPA

Figura 88

Vista posterior centro de salud urbano CENEPA

CENEPA 7: Estacionamientos

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada, no posee edificaciones cercanas que puedan causar problemas de golpeteo, su relación largo ancho (30m x 17m, aproximadamente) es menor a 4 pero una de sus longitudes se aproxima a 30m, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, además de no contar con ampliaciones verticales pero si cuenta con una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo e igual número de plantas, hay presencia de patologías en paredes debido a presencia de humedad y grietas en esquinas de ventanas, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado.

Figura 89

Estacionamientos CENEPA

Figura 90

Estacionamientos CENEPA

CENEPA 8: Dormitorio de Oficiales 1

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada como una estructura con pórticos de acero con paredes de mampostería de relleno sin refuerzo, su cubierta es metálica, su relación largo ancho (11m x 10m, aproximadamente) es menor a 4, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, además de no contar con ampliaciones verticales

u horizontales, existen patologías en paredes debido a grietas presentes en esquinas de ventanas y puertas, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado, existen elementos no estructurales exteriores correctamente fijados que no presentan inconvenientes, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 91

Vista lateral dormitorios de oficiales 1 CENEPA

Figura 92

Vista frontal dormitorios de oficiales 1 CENEPA

CENEPA 9: Dormitorio de Oficiales 2

La estructura evaluada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada como una estructura con pórticos de acero con paredes de mampostería de relleno sin refuerzo, su cubierta es metálica, su relación largo ancho (11m x 10m, aproximadamente) es menor a 4, la estructura no posee irregularidad en planta y elevación, además de no contar con ampliaciones verticales u horizontales, existen patologías en paredes debido a grietas presentes en esquinas de ventanas y puertas, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado, existen elementos no estructurales exteriores correctamente fijados que no presentan inconvenientes, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 93

Dormitorios de oficiales 2 CENEPA

CENEPA 10: Dormitorio de Oficiales 3

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada como una estructura con pórticos de acero con paredes de mampostería de relleno sin refuerzo, su cubierta es metálica, su relación largo ancho (20m x 12.5m, aproximadamente) es menor a 4, la estructura posee irregularidad en planta debido a esquinas reentrantes e irregularidad en elevación por niveles divididos, además de no contar con ampliaciones verticales u horizontales, se evidencia patologías en las columnas debido a fisuras, existen patologías en paredes debido a grietas presentes en esquinas de ventanas y puertas, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado, existen elementos no estructurales exteriores correctamente fijados que

no presentan inconvenientes, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 94

Dormitorios de oficiales 3 CENEPA

CENEPA 11: Piscina 2

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada como una construcción mixta con cubierta de acero y un revestimiento de chapa ondulada, cuenta con una relación de largo-ancho menor a 4 y una de sus longitudes se encuentra próxima a 30 m, cuenta con un edificio adyacente, mismo que no cumple con la distancia mínima de separación, no cuenta con irregularidad en planta así como irregularidad en elevación, existen patologías en paredes debido a fracturas o grietas horizontales en la fachada, cuenta con la presencia de un elemento con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico, las puertas de salida o de emergencia no son las adecuadas, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado y existe una nula presencia de accesos inclusivos.

Figura 95

Interior de piscina 2 CENEPA

Figura 96

Vista exterior piscina 2 CENEPA

CENEPA 12: Gimnasio

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada, se toma en cuenta condiciones de golpeteo ya que un edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo mientras que en las condiciones de adyacencia existe un edificio adyacente con más de dos plantas, la edificación cuenta con una relación largo-ancho menor a 4, es regular en

planta y en elevación, existen patologías en paredes debido a grietas presentes en esquinas de ventanas y puertas, las ventanas no cumplen con el requerimiento de ser de vidrio templado, cuenta con la presencia de un elemento con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado y no existen accesos inclusivos.

Figura 97
Gimnasio CENEPA

CENEPA 13: Bodegas

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, se trata de una estructura con pórticos de acero con paredes de mampostería no reforzada, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la relación largo-ancho es inferior a 4, no es irregular en planta y en elevación, posee patologías en vigas debido a grietas por retracción de hormigón, patología en columnas debido a fisuras, no existen patologías en la cubierta metálica y las paredes presentan fracturas en la fachada, cuenta con la presencia de un elemento con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 98

Bodegas CENEPA

CENEPA 14: Comedor 2

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la relación largo-ancho es inferior a 4, es irregular en planta debido a esquinas reentrantes y no presenta irregularidad en elevación, existen patologías en vigas debido a grietas por retracción del hormigón, se observan patologías en paredes debido a fracturas en la fachada, cuenta con la presencia de un elemento con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 99

Comedor 2 CENEPA

CENEPA 15: Fisioterapia y Radiaciones

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo y cubierta metálica, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la relación largo-ancho es inferior a 4.

Figura 100

Centro de fisioterapia y radiaciones CENEPA

No presenta irregularidad en planta y elevación, se observa patologías en columnas debido a fisuras presentes en la estructura y patologías en paredes por grietas en esquinas de ventanas y puertas, cuenta con la presencia de un elemento con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y las ventanas no están fabricadas en vidrio templado.

Figura 101

Centro de fisioterapia y radiaciones CENEPA

CENEPA 16: Farmacia

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo y cubierta metálica, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4m, no presenta irregularidad en planta y elevación, presenta patologías en vigas debido a grietas por retracción de hormigón, además de patología en columnas por fisuras y patologías en paredes por grietas en esquinas de ventanas y puertas, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 102

Farmacias CENEPA

Figura 103

Farmacias CENEPA

CENEPA 17: Bodega de Intendencia

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo y cubierta metálica, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la edificación posee una relación largo-ancho (38m x 13.50m) menor a 4m y una de sus longitudes es próxima a 4, no presenta irregularidad en planta y elevación, presenta patología en columnas por fisuras y patologías en paredes por grietas en esquinas de ventanas y puertas, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 104

Bodega de intendencia CENEPA

CENEPA 18: Bodega 2

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 40 años de uso, se trata de una estructura con pórticos de acero con paredes de mampostería no reforzada, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4m, no presenta irregularidad en planta y elevación, existen patologías en paredes por grietas en esquinas de ventanas y puertas, se encuentran elementos no estructurales exteriores con riesgo de colapso o caída en caso de movimiento sísmico, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 105

Bodegas 2 CENEPA

Figura 106

Bodegas 2 CENEPA

CENEPA 19: Bloque Administrativo

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo, existe condición de golpeteo debido a la presencia de un edificio adyacente que se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo, cuenta con edificaciones adyacentes con nivel de piso mayor a 60cm de forma vertical, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4m, no presenta irregularidad en planta y elevación, existen patologías en paredes por grietas en la fachada, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 107

Bloque administrativo CENEPA

CENEPA 20: Almacén Militar - Bodega de Suministros

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo y cubierta metálica, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la edificación posee una relación largo-ancho (17.25m x 14.25m) menor a 4m, no presenta irregularidad en planta y elevación, presenta patologías en vigas debido a grietas por retracción de hormigón, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y existe una deficiente implementación de normas básicas para accesibilidad inclusiva.

Figura 108

Almacén militar - Bodega de suministros CENEPA

Figura 109

Almacén militar - Bodega de suministros CENEPA

CENEPA 21: Aulas de Computación - Laboratorios

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo y cubierta metálica, existe condición de golpeteo, la edificación posee una relación largo-ancho (38.25m x 14.25m) menor a 4m y una de sus longitudes es próxima a 30m, no presenta irregularidad en planta y elevación, presenta patologías en vigas debido a grietas por retracción de hormigón, existen elementos no estructurales exteriores con adecuada fijación, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 110

Vista Frontal Aulas - Laboratorios CENEPA

Figura 111

Vista Posterior Aulas - Laboratorios CENEPA

CENEPA 22: Dormitorios Aspirantes, Instructores, Voluntarios

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4m y una de sus longitudes es próxima a 30m, no presenta irregularidad en planta y elevación, se observan patologías en paredes por grietas en esquinas de ventanas y puertas, existen elementos no estructurales interiores (cielo falso) que presentan una adecuada colocación e implementación, la mayoría de las puertas de salida de emergencia cumplen con los requisitos básicos, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado y no existen accesos inclusivos.

Figura 112

Dormitorios CENEPA

CENEPA 23: Material de Riesgo

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo, no presenta edificios cercanos que puedan causar problemas de golpeteo o de adyacencia, la edificación posee una relación largo-ancho menor a 4m, no presenta irregularidad en planta y elevación, no existen patologías visibles en los elementos estructurales, la estructura cumple con las normas básicas establecidas.

Figura 113

Material de riesgo CENEPA

Figura 114

Material de riesgo CENEPA

CENEPA 24: Aulas y Oficinas

La estructura inspeccionada cuenta con aproximadamente 20 años de uso, considerada una construcción con pórticos de hormigón armado con mampostería de relleno sin refuerzo, cuenta con edificaciones adyacentes con nivel de piso mayor a 60cm de forma vertical, la edificación posee una relación largo-ancho (35m x 14m) menor a 4m y una de sus longitudes es próxima a 30 m, no presenta irregularidad en planta y elevación, no existen patologías visibles en los elementos estructurales, las ventanas no están fabricadas en vidrio templado, las puertas de salida o emergencia no cumplen con los requisitos básicos y no existen accesos inclusivos.

Figura 115

Aulas y oficinas CENEPA

CENEPA 25: Dormitorios especialistas

La estructura analizada tiene aproximadamente 40 años de uso, presenta un estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada,, no presenta problemas de golpeteo ni de adyacencia, tenemos una relación largo-ancho menor a cuatro, no presenta problemas de irregularidades en planta y elevación, es una estructura que no presenta ampliaciones verticales ni horizontales, sus elementos estructurales como columnas, vigas y losas no presenten patologías, en lo que respecta a paredes presenta grietas horizontales o verticales en fachadas, no presenta elementos estructurales exteriores ni interiores, sus cubiertas se encuentran en perfecto estado, las ventanas, puertas de emergencias

y accesibilidad inclusiva cumplen con los requisitos básicos, presentando una estructura en muy buen estado.

Figura 116
Dormitorios especialistas CENEPA

CENEPA 26: Cocina

La presente construcción tiene aproximadamente 7 años de funcionamiento, tenemos una edificación menor de cuatro pisos, su estructura es liviana de madera simple, no presenta edificios cercanos que puedan causar golpeteo ni adyacencia, su relación largo-ancho es menor a cuatro, la edificación es regular tanto en elevación y planta, no presenta ampliaciones verticales y horizontales, en sus elementos estructurales como columnas, losas y vigas no presentan patologías, mientras que en sus paredes presentan grietas en fachadas, no hay presencia de elementos estructurales exteriores e interiores, sus cubiertas se encuentran en perfecto estado, lo que respecta a puertas de emergencias, ventanas y accesibilidad inclusiva presentan los requisitos básicos, teniendo una estructura en muy buen estado.

CENEPA 27: Dormitorio

La estructura cuenta con aproximadamente 20 años de uso, presenta una estructura menor a cuatro pisos compuesta de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada, no presenta problemas de golpeteo ni adyacencia, la relación largo-ancho es menor a cuatro, tenemos una edificación regular tanto en planta como en elevación, no presenta ampliaciones verticales ni horizontales, no presenta patologías en vigas, columnas y losas; en paredes

presenta grietas en las fachadas, no hay presencia de elementos estructurales exteriores ni interiores que puedan generar colapsos en la estructura, las cubiertas se encuentran en un estado muy bueno, las salidas de emergencias, ventanas y accesibilidad inclusiva cumplen con los requisitos básicos, considerando a esta estructura en muy buen estado.

Figura 117
Dormitorio CENEPA

CENEPA 28: Dormitorio mujeres

La estructura cuenta con aproximadamente 20 años de uso, tenemos una edificación de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada, no presenta edificios cercanos que puedan ocasionar golpeteo ni adyacencia, la relación largo ancho menor a cuatro, tenemos una estructura regular en planta y elevación, no tiene ampliaciones verticales ni horizontales, sus elementos estructurales, tanto en vigas, losas y columnas, no presentan patologías, mientras que sus paredes cuentan con grietas en fachadas; no hay problemas de colapso porque no presenta elementos estructurales exteriores e interiores, las ventanas cuentan con vidrio templado, las puertas de emergencia y accesibilidad inclusiva presentan los requisitos básicos, considerando a la estructura que se encuentra en muy buen estado.

Figura 118

Dormitorio mujeres CENEPA

CENEPA 29: Dormitorios Aspirantes

La edificación inspeccionada tiene un uso aproximado de 40 años, esta estructura está compuesta por hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada, no tiene problemas de golpeteo ni adyacencia, la relación largo – ancho es menor a cuatro, presenta regularidad tanto en planta y elevación, no tiene ampliaciones verticales ni horizontales, no presenta patologías en columnas, losas y paredes; no hay presencia de elementos estructurales exteriores e interiores que puedan colapsar a la estructura, las cubiertas se encuentran en muy buen estado, las puertas de emergencias, ventanas y accesibilidad inclusiva cumplen con los requisitos básicos, considerando a la estructura en muy buen estado.

Figura 119

Dormitorios Aspirantes CENEPA

CENEPA 30: Dormitorios ESPE Mujeres

La estructura cuenta con aproximadamente 40 años de funcionamiento, tenemos una estructura menor a cuatro pisos, compuesta de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada, no presenta problemas de golpeteo ni adyacencia ya que no se encuentra cercano a otras edificaciones, la relación largo – ancho es menor a cuatro, tenemos una edificación regular en planta y elevación; no cuenta con ampliaciones verticales ni horizontales, sus vigas, columnas y losas no cuentan con patologías, en sus paredes presentan grietas en sus fachadas, los elementos estructurales interiores y exteriores no presentan inconvenientes que puedan generar colapsos, las puertas de emergencias, ventanas y accesibilidad inclusiva cumplen con los requisitos básicos, cubiertas en buen estado, considerando en general una estructura que se encuentra en muy buen estado.

Figura 120

Dormitorios ESPE mujeres CENEPA

Tabla 210

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
1	Piscina 1	37,76	5,00	188,80	
2	Edificio Central	57,46	6,00	344,76	
3	Casino de Oficiales	59,26	4,00	237,04	
4	Área de Desalojo	59,07	1,00	59,07	
5	Comedor 1	36,80	4,00	147,20	
6	Centro de Salud Urbano	59,07	5,00	295,35	
7	Estacionamientos	59,33	1,00	59,33	
8	Dormitorio de Oficiales 1	37,41	5,00	187,04	
9	Dormitorio de Oficiales 2	37,41	5,00	187,04	
10	Dormitorio de Oficiales 3	37,72	5,00	188,61	
11	Piscina 2	37,33	5,00	186,65	

12	Gimnasio	41,58	4,00	166,31	
13	Bodegas	37,46	4,00	149,86	
14	Comedor 2	37,25	4,00	149,00	
15	Fisioterapia y Radicaciones	60,19	5,00	300,95	
16	Farmacia	60,77	5,00	303,84	
17	Bodega de Intendencia	60,30	4,00	241,19	46,41
18	Bodega 2	59,47	4,00	237,90	
19	Bloque Administrativo	38,51	4,00	154,06	
20	Almacén Militar-Suministros	37,41	4,00	149,63	
21	Aula Computación-Laboratorios	39,67	4,00	158,68	
22	Dormitorio Aspirantes, Instructores, Voluntarios	37,66	5,00	188,29	
23	Material de Riesgo	34,50	1,00	34,50	
24	Aulas y Oficinas	39,31	5,00	196,57	
25	Dormitorios Especialistas	57,27	5,00	286,35	
26	Cocina	22,30	4,00	89,20	
27	Dormitorios	34,99	5,00	174,95	
28	Dormitorios Mujeres	59,32	5,00	296,61	
29	Dormitorios Aspirantes	58,82	5,00	294,10	
30	Dormitorio ESPE Mujeres	57,52	5,00	287,61	
	TOTAL	1392,92	128,00	5940,45	

Tabla 211

Riesgo global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,56	
Riesgo Global (Rg)	29,82	**MODERADO - B**

5. Colegio Militar Nº1 "ELOY ALFARO"

Datos generales de la unidad:

Provincia: Pichincha

Cantón: Quito

Ubicación georreferenciada: 779335 E / 9978245 N

Número de estructuras: 6

Figura 121

Colegio Militar N°1 "ELOY ALFARO"

Datos de los edificios que conforman:

COMIL 1: Edificio Central

La construcción presentada tiene alrededor de 120 años, considerándose una construcción con una estructura con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA y mampostería no reforzada, de tres plantas, irregular en planta (presencia de esquinas reentrantes), posee edificaciones cercanas separadas con un espacio mayor al mínimo. No presenta afectaciones en vigas, columnas y losas.

COMIL 2: Aulas Sección Básica

La construcción tiene aproximadamente 90 años, se considera una estructura de hormigón armado con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA de 3 plantas y mampostería no reforzada, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. La estructura presenta grietas en vigas por corte, además grietas inclinadas y verticales en paredes.

Figura 122

Aulas sección básica COMIL

COMIL 3: Aulas Bachillerato

La construcción tiene aproximadamente 90 años, se considera una estructura de hormigón armado con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA y mampostería no reforzada de 3 plantas, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. La estructura presenta afectaciones en vigas por retracción de hormigón y en columnas presenta fisuras.

Figura 123

Aulas bachillerato COMIL

COMIL 4: Coliseo

La construcción tiene aproximadamente 90 años, según FEMA, esta construcción es de mampostería de ladrillo sin armar combinada con vigas y columnas de diferentes materiales. No presenta irregularidad en planta ni elevación. No existen construcciones adyacentes.

Figura 124

Coliseo COMIL

COMIL 5: Piscina

La construcción tiene aproximadamente 25 años, se considera una construcción metálica liviana (S3) según FEMA, presentando una irregularidad en planta debido a sistemas paralelos y en elevación por presentar columna corta. No existen construcciones adyacentes. Presente problema de humedad en las paredes.

Figura 125
Piscina COMIL

COMIL 6: Gimnasio – Aulas

La construcción presentada tiene alrededor de 90 años, considerándose una construcción con una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, posee edificaciones cercanas separadas con un espacio mayor al mínimo. Presenta fisuras en columnas y paredes.

Figura 126

Gimnasio - Aulas COMIL

Tabla 212

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
1	Edificio Central	69,46	4	277,83	
2	Aulas Sección Básica	63,61	6	381,65	
3	Aulas Bachillerato	63,61	6	381,65	64,95
4	Coliseo	67,03	5	335,17	
5	Piscina	58,86	5	294,30	
6	Gimnasio	69,46	4	277,83	
TOTAL		**392,02**	**30,00**	**1948,41**	

Tabla 213

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,32	
Riesgo Global (Rg)	49,09	**ALTO - D**

6. Escuela de IWIAS

Datos generales de la unidad:

Provincia:	Pastaza
Cantón:	Shell
Ubicación georreferenciada:	826971 E / 9833026 N
Número de estructuras:	6

Figura 127
Escuela de IWIAS

IWIAS 1: Auditorio

La construcción presentada tiene alrededor de 40 años, considerándose una construcción con una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA de 2 platas, regular en planta y elevación, no presenta edificios adyacentes cercanos. Las vigas y columnas no presentan patologías. Las paredes presentan fisuras y humedad.

Figura 128

Auditorio IWIAS

IWIAS 2: Baños hombres / Baños mujeres

La construcción presentada tiene alrededor de 40 años, considerándose una construcción con una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA de una planta, regular en planta y elevación, no presenta edificios adyacentes cercanos. Las vigas no presentan patologías, las columnas presentan fisuras. Las paredes presentan fisuras y humedad.

Figura 129

Baños hombres y mujeres IWIAS

IWIAS 3: Bodegas

La construcción presentada tiene alrededor de 40 años, considerándose una construcción con una estructura liviana de madera simple o multi-viviendas de dos pisos (W1) según FEMA, de una planta regular en planta y elevación, no presenta edificios adyacentes cercanos. Las vigas, columnas y losa no presentan patologías. Las paredes presentan fisuras y humedad.

Figura 130
Bodegas IWIAS

IWIAS 4: Cocina

La construcción presentada tiene alrededor de 40 años, considerándose una construcción con una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no presenta edificios adyacentes cercanos. Las vigas presentan grietas por retracción de hormigón, las columnas presentan fisuras las paredes presentan grietas en esquinas de verticales y puertas, así como humedad localizada.

Figura 131
Cocina IWIAS

IWIAS 5: Comando

La construcción presentada tiene alrededor de 40 años, considerándose una construcción con una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, de una planta, regular en planta y elevación, no presenta edificios adyacentes cercanos. Presenta una ampliación vertical de una planta más pequeña que la principal. Las vigas, columnas y losas no presentan patologías. Las paredes presentan grietas.

Figura 132
Comando IWIAS

IWIAS 6: Dormitorios

La construcción presentada tiene alrededor de 40 años, considerándose una construcción con una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta y elevación, no presenta edificios adyacentes cercanos. Presenta una ampliación horizontal con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas. Las vigas y losas no presentan patologías. Las columnas presentan fisuras. Las paredes presentan grietas en esquinas de ventanas y puertas, así como humedad localizada.

Figura 133

Dormitorios IWIAS

Tabla 214

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
1	Auditorio	60,88	6	365,26	60,90
2	Baños	61,02	2	122,03	
3	Bodegas	61,16	1	61,16	
4	Cocina	58,93	3	176,80	
5	Comando	61,67	4	246,67	
6	Dormitorios	61,52	4	246,08	
	TOTAL	**365,18**	**20,00**	**1218,01**	

Tabla 215

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,37	
Riesgo Global (Rg)	44,33	**MODERADO ALTO - C**

Gráficos comparativos

Una vez tabulados los resultados de las evaluaciones en las unidades militares en Quito, Salinas, Shell y Ambato, se procede a la comparación grafica de los resultados con base en la estimación del riesgo global por unidades militares, grado de vulnerabilidad por dependencias, normativa de construcción usada y tipo de estructura en cada edificación evaluada.

Figura 134

Estimación del riesgo global por recintos

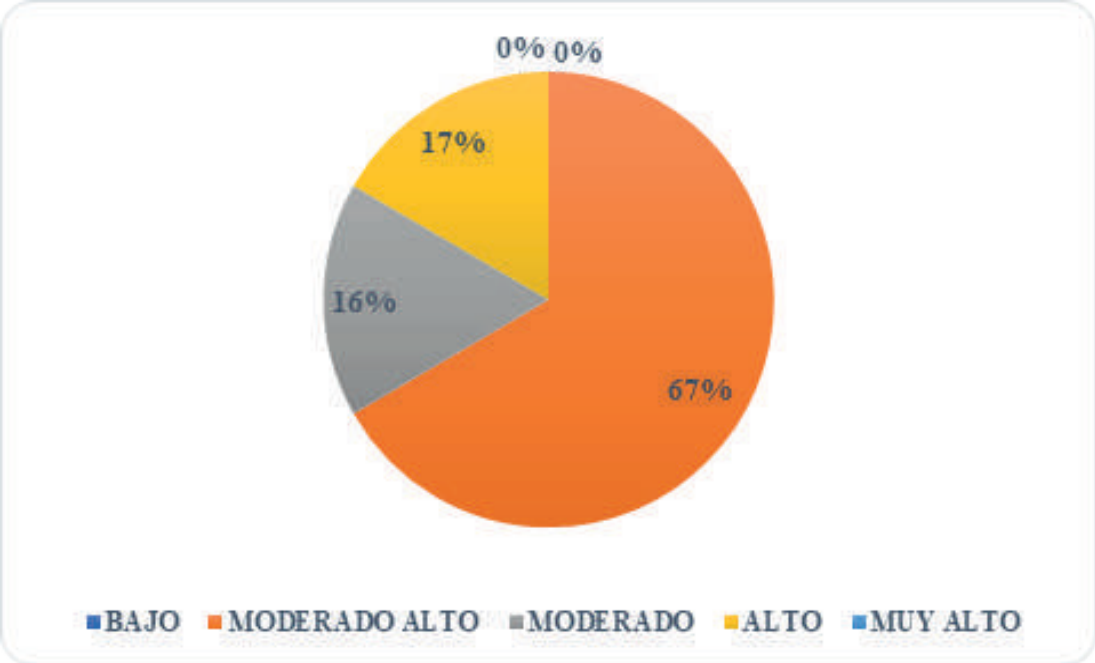


Figura 135

Grado de vulnerabilidad por dependencias

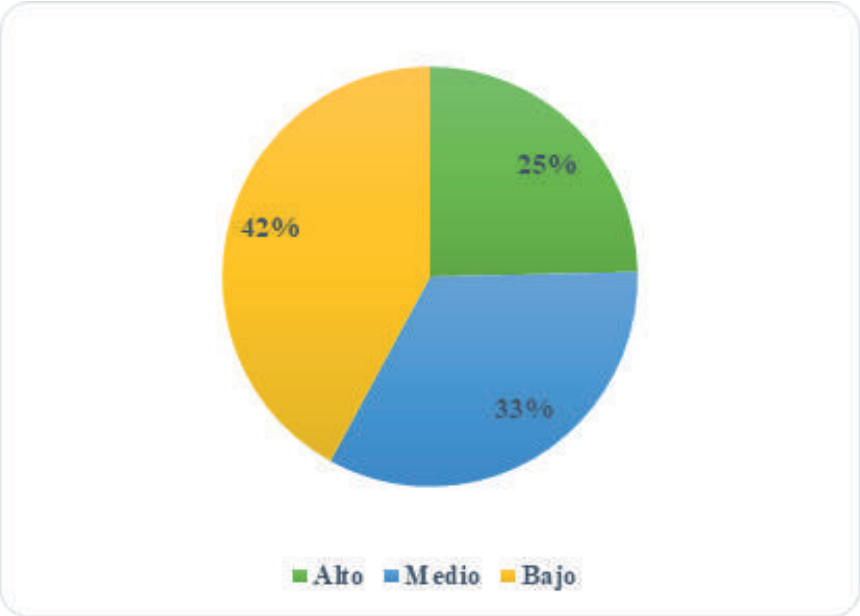


Figura 136

Normativa de construcción por estructuras

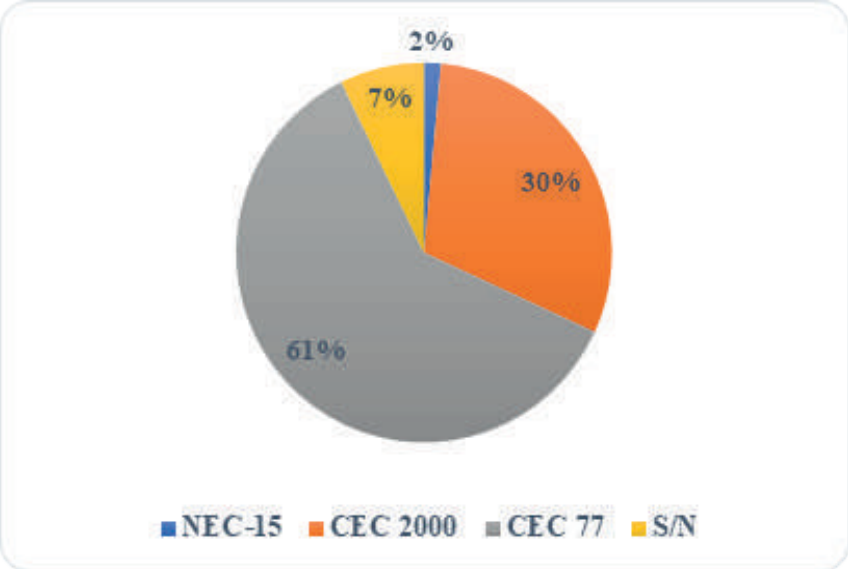


Figura 137

Tipo de edificaciones según la FEMA

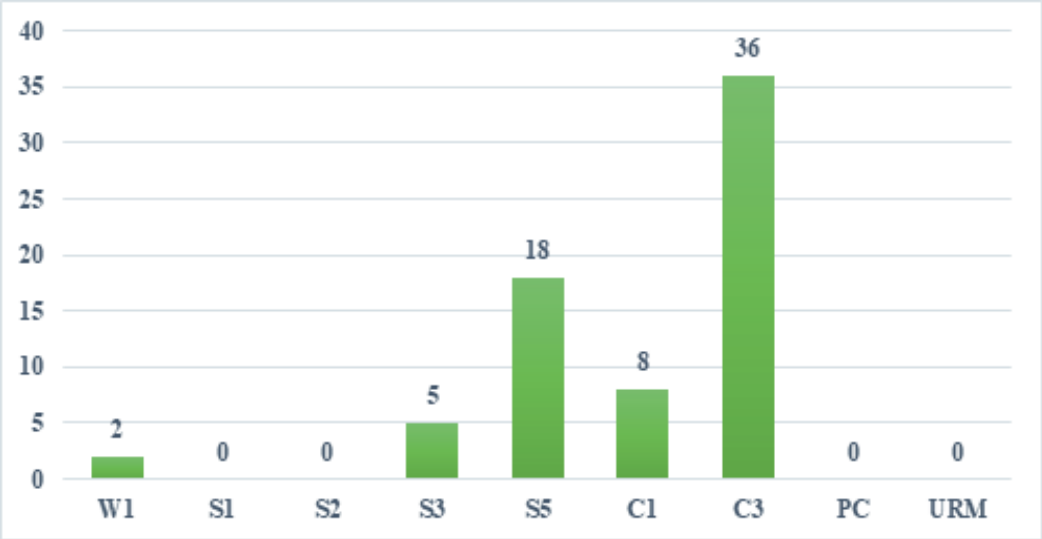
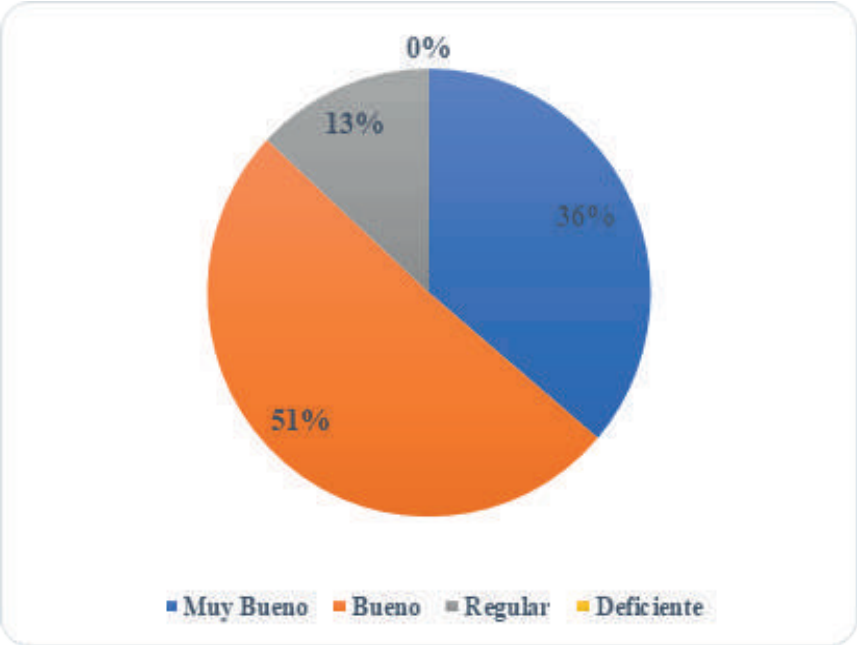


Figura 138

Estado de conservación de las edificaciones



Conclusiones y recomendaciones de resultados Tesis 3

Conclusiones

- La guía para la evaluación de vulnerabilidad sísmica elaborada por Caizaguano y Ballesteros a pesar de que es una evaluación a primera vista, permite conocer el estado actual de las estructuras, además de estimar el valor del grado de vulnerabilidad y riesgo global, lo que permite categorizar a cada una de las unidades militares con base en la respuesta ante un evento sísmico, en tal virtud la guía fue aplicada en 6 unidades militares en Quito, Ambato, Salinas y la Shell, con un total de 69 dependencias de uso militar evaluadas.
- Desde un punto de vista comparativo entre las diferentes escuelas evaluadas, se considera que la Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA" cuenta el porcentaje más bajo de edificaciones que muestran un Alto riesgo global, esto traducido en 3 unidades, mismas que deben ser estudiadas para la incorporación de medidas de pre vención enfocadas principalmente en los grados de vulnerabilidad GV1 y GV2 debido a las patologías encontradas en vigas y paredes, además, se tratan de edificaciones que se encuentran en un período de transición con el CEC 77 y su grado de vulnerabilidad es considerablemente alto.
- En términos de estimación del riesgo global, se determinó que de las 6 unidades militares evaluadas, el 67% que corresponde a 4 unidades militares presentan un riesgo global "Moderado Alto"; el 16,5% que corresponde a 1 unidad, muestran un riesgo global "Moderado"; y el 16,5% que corresponde a 1 unidad, muestran un riesgo global "Alto" en donde se debe incorporar medidas preventivas como: refuerzo de estructuras vulnerables y capacitar al personal militar y civil.
- Al analizar el grado de vulnerabilidad por dependencias, se determinó que el 42% correspondientes a 29 dependencias reflejan un grado de vulnerabilidad Bajo; el 33% correspondientes a 23 dependencias reflejan un grado de vulnerabilidad Medio, siendo aquí en donde se debe evaluar a las edificaciones mediante la FEMA P-154; y el 25% correspondientes a 17 dependencias reflejan un grado de vulnerabilidad Alto para lo cual se debe realizar un análisis estructural detallado, siendo el caso del Colegio Militar No. 1 "ELOY ALFARO" y la Escuela de IWIAS

los cuales presentan la mayor cantidad de edificaciones con un grado de vulnerabilidad alto.

- En base a los gráficos comparativos, se determinó que la normativa de construcción más utilizada en las unidades militares evaluadas corresponde a la CEC 77 con el 61% del total de las dependencias, mientras que únicamente el 2% corresponden a edificaciones construidas con la NEC-15; la mayor parte de edificaciones corresponden a construcciones de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada.
- Finalmente, se mediante la inspección visual a primera vista en paredes, columnas, vigas, losa, fachadas y cubiertas se determinó que el 51% de las 69 dependencias evaluadas se encuentran en un estado de conservación Bueno y únicamente el 36% y 13% reflejan un estado de conservación Muy Bueno y Regular respectivamente.

Recomendaciones

- Cabe recalcar que este método de evaluación es rápido por lo que se recomienda complementarlo con otros análisis o estudios que ayuden a obtener resultados más efectivos.
- Al momento de diseñar y construir una estructura se deberían considerar parámetros sismorresistentes con el objetivo de que sirvan como refugios seguros de evacuación en un futuro. Y en las estructuras que ya están construidas específicamente mejorar los accesos, uso de vidrios templados y escaleras internas haciéndolas más amplias, para evitar aglomeraciones, accidentes y se optimizaría el tiempo y fluidez de circulación del personal.
- El uso de esta guía de evaluación preliminar debe ser aplicado en todas las unidades militares del Ejército en el Ecuador, ya que en estudios anteriores y en el presente se pudo detectar deficiencias físicas y ausencia de reforzamiento estructural en las edificaciones, que ante un evento sísmico en conjunto con su ubicación y tipo de suelo son altamente vulnerables.
- Ante los resultados obtenidos es necesario que se realice una evaluación mediante la aplicación de la matriz FEMA P-154 para confirmar o descartar la realización de un análisis estructural detallado de las de-

pendencias que presenten mayor vulnerabilidad, por otro lado se recomienda realizar un análisis estructural detallado a las dependencias que específicamente lo requieran, como es el caso de una dependencia en la Escuela Militar de Aviación, la cual está completamente abandonada y deshabilitada.

Parte V

Resultados de Tesis 4

Descripción general de las estructuras evaluadas

Ubicación

Las unidades militares, al ser áreas restringidas, en su mayoría se encuentran alejadas de la población a la que pertenecen, por lo cual el riesgo se centraliza en sus propias estructuras. Se evaluaron un total de veinte y dos (22) unidades militares ubicadas a lo largo del valle interandino desde Tulcán hasta Riobamba mediante la guía elaborada por Ballesteros & Caizaguano, *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., (2020), las cuales se describen a continuación:

Tabla 216

Unidades militares

N°	Nombre	Ubicación	Latitud	Longitud	Cota
1	Brigada de Infantería No. 31 "ANDES"	Tulcán	195006	87861	2957 m.
2	Grupo de Caballería Mecanizada No. 36"YAGUACHI"	Ibarra	821719	31274	2623 m.
3	Cuarta División de Ejército "AMAZONAS"	Atuntaqui	810426	37904	2392 m.
4	Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"	Quito	779712	9990583	2655 m.
5	Fuerte Militar "RUMIÑAHUI"	Quito	780883	9984856	2854 m.
6	Colegio Militar "ELOY ALFARO"	Quito	779335	9978246	2785 m.
7	Complejo Ministerial	Quito	776879	9974360	2774 m.
8	Cuerpo de Ingenieros del Ejército	Quito	775544	9973696	2830 m.
9	Primera División de Ejército "SHYRIS"	Quito	775466	9970492	2857 m.
10	Escuela de Servicios y Especialistas del Ejército	Quito	774245	9972604	2853 m.
11	Academia de Guerra del Ejército	Sangolquí	783810	9965304	2487 m.
12	Fuerte Militar "SAN JORGE"	Sangolquí	783450	9964683	2482 m.
13	Comando de Inteligencia Militar Conjunta	Sangolquí	779991	9965713	2540 m.
14	Batallón de Ingenieros No. 68 "COTOPAXI"	Sangolquí	780666	9961213	2527 m.
15	Batallón de Ingenieros No. 69 "CHIMBORAZO"	Sangolquí	780900	9961340	2527 m.
16	Brigada de Aviación del Ejército No. 15 "PAQUISHA"	Sangolquí	780683	9961461	2524 m.
17	Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR"	Sangolquí	779633	9961781	2535 m.
18	Unidad Escuela Misiones de Paz "ECUADOR"	Sangolquí	779441	9961727	2544 m.
19	Brigada de Infantería No. 13 "PICHINCHA"	Machachi	770386	9945986	2896 m.
20	Brigada de Fuerzas Especiales No. 9 "PATRIA"	Latacunga	764669	9905690	2859 m.
21	Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DELCENEPA"	Ambato	767774	9866259	2613 m.
22	Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALAPAGOS"	Riobamba	761108	9816696	2782 m.

Tipo de suelo

El tipo de suelo del lugar en donde se encuentran las unidades militares es de gran incidencia para las estructuras pertenecientes a las unidades militares, ya que, dadas las características de cada uno se tendrá una reacción diferente al momento del sismo. Ecuador, a través de la Norma Ecuatoriana de la Construcción, presenta su propia tipología de perfiles de suelos para el diseño sísmico, el cual es considerado dentro de los parámetros de evaluación. En base a los mapas geológicos de los lugares en donde se encuentran ubicadas las unidades militares a ser evaluadas se determinó la geología del lugar y su tipo de perfil los cuales se detallan a continuación:

Tabla 217

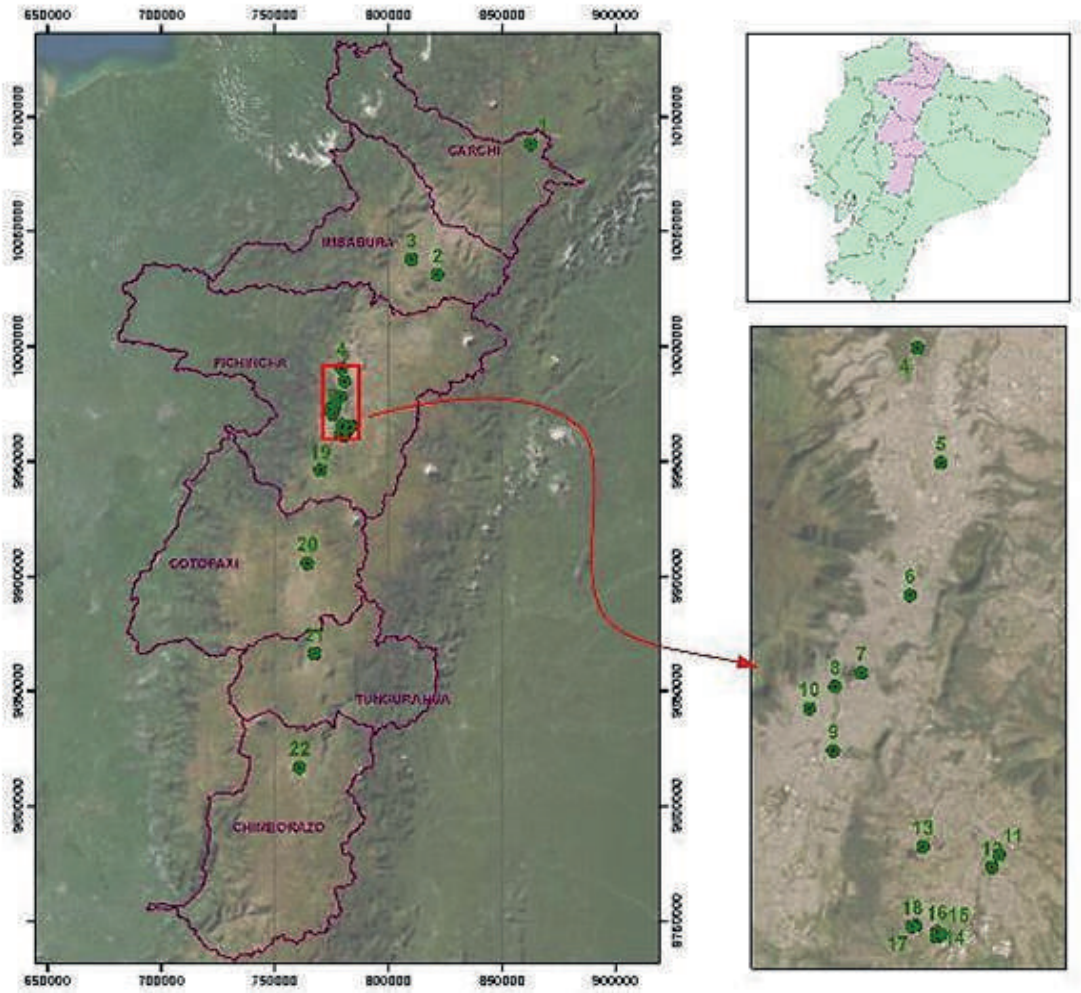
Tipo de suelo

N°	Nombre	Geología (Tipo de suelo)	Perfil
1	Brigada de Infantería No. 31 "ANDES"	Depósitos piroclásticos (lapilli y ceniza), depósitos freato magmáticos	D
2	Grupo de Caballería Mecanizada No. 36"YAGUACHI"	Terraza coluvial y aluvial del Holoceno	E
3	Cuarta División de Ejército "AMAZONAS"	Volcánicos (piroclastos) de Imbabura del Holoceno	E
4	Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"	Cangahua con sedimentos del Holoceno	D
5	Fuerte Militar "RUMIÑAHUI"	Ceniza, toba y lapilli de pómez, cangahua inferior del Holoceno	D
6	Colegio Militar "ELOY ALFARO"	Cenizas y capas de pómez, Cangahua	D
7	Complejo Ministerial	Cenizas y capas de pómez, Cangahua	D
8	Cuerpo de Ingenieros del Ejército	Cenizas y capas de pómez, Cangahua	D
9	Primera División de Ejército "SHYRIS"	Deposito lagunar de ceniza, Cangahua	D
10	Escuela de Servicios y Especialistas del Ejército	Deposito lagunar de ceniza, Cangahua	D
11	Academia de Guerra del Ejército	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
12	Fuerte Militar "SAN JORGE"	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
13	Comando de Inteligencia Militar Conjunta	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
14	Batallón de Ingenieros No. 68 "COTOPAXI"	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
15	Batallón de Ingenieros No. 69 "CHIMBORAZO"	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
16	Brigada de Aviación del Ejército No. 15 "PAQUISHA"	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
17	Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR"	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
18	Unidad Escuela Misiones de Paz "ECUADOR"	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D

19	Brigada de Infantería No. 13 "PICHINCHA"	Deposito lagunar de ceniza, Cangahua	D
20	Brigada de Fuerzas Especiales No. 9 "PATRIA"	Lahar del Cotopaxi, Holoceno	D
21	Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DELCENEPA"	Ceniza, Cangahua	D
22	Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALAPAGOS"	Conglomerado, Formación Riobamba, Pleistoceno	D

Figura 139

Tipo de suelo



Leyenda

1	13 B.I	**6**	COMIL 1	**11**	A.G.E	**16**	15 B.A.E	**21**	E.S.F.O.R.S.E
2	G.C.M 36	**7**	CC.FF.AA	**12**	F.M. SAN JOI	**17**	G.E.O	**22**	11 B.C.B
3	IV D.E	**8**	C.E.E	**13**	C.O.I.M.C	**18**	U.E.M.P.E		
4	ESMIL	**9**	I D.E	**14**	B.E 68	**19**	13 B.I		
5	F.M RUMIÑAHUI	**10**	E.S.E.E	**15**	B.E 69	**20**	9 B.F.E		

1. Brigada de Infantería No. 31 "ANDES"

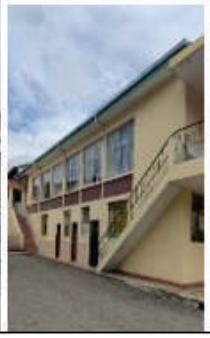
Tabla 218

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	Brigada de Infantería N.31 "Andes"	
Provincia:	Carchi	
Cantón:	Tulcán	
Coordenadas:	195006 E	87861 N
Cota de construcción Aprox. promedio:	2957 m.	
Número de estructuras:	12	

Tabla 219

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Oficinas, SIS* La construcción presentada data de más de 50 años, considerándose una construcción con estructuras de pared de apoyo no reforzada (URM) según FEMA y mampostería no reforzada con elementos de entre piso de madera, irregular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, presenta fisuras en paredes y elementos no estructurales vulnerables.	
E2(1)	*Auditorio* La construcción de esta estructura data de más de 25 años, considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3 de FEMA P-154 y no posee edificaciones adyacentes, es regular en planta y en elevación, tiene elementos no estructurales externos materializados por una visera.	
E3(2)	*Cocina y Comedor* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3 de FEMA, irregular en elevación, presenta una ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas, patologías en columnas tipo I.	

E4(1)	*Dormitorios 2da Cía.* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase (C3) de FEMA, el estado de conservación de la edificación y sus cubiertas es bueno, presenta patologías tipo I en sus paredes.	
E5(1)	*Dormitorio Tripersonal* La construcción de esta estructura data de más de 8 años, considerándose una construcción de hormigón prefabricado y ensambladas en obra (PC) según FEMA. No presenta irregularidades tanto en planta como elevación y la estructura está en buenas condiciones.	
E6(1)	*Talleres* La construcción de esta estructura data de alrededor de 10 años, considerándose una construcción con elementos de acero resistentes a momento, diafragmas de piso de hormigón y paredes en mampostería de bloque de hormigón (S1) de FEMA, relación largo-ancho es mayor a 4 y no se identifica juntas de separación.	
E7(1)	*Comando Inteligencia Conjunta* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3 de FEMA, presenta irregularidad en planta al tener esquina reentrante y patologías tipo I en paredes, presenta retroceso fuera del plano, es una irregularidad severa.	
E8(1)	*Auditorium* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de acero resistentes a momento, diafragmas de piso de hormigón y paredes en mampostería de bloque de hormigón (S1) de FEMA, irregularidad tipo L, esquina reentrante, nivel de entrepisos es mayor a 60 cm., presenta dos ampliaciones horizontales relacionada con los entrepisos.	
E9(1)	*Policlínico* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase (C3) de FEMA, presenta una configuración en forma de L debido a una ampliación horizontal realizada con el mismo tipo constructivo y número de pisos.	

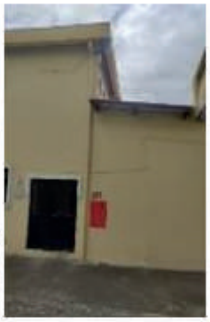
E10(1)	*Gimnasio* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase (C3) de FEMA, cumple con la relación largo ancho, presenta una ampliación horizontal con el mismo tipo constructivo, estado de conservación es bueno.	
E11(2)	*Casino y Dormitorios de Oficiales* La construcción de esta estructura data de alrededor de 10 años, considerándose una construcción con elementos de acero resistentes a momento, diafragmas de piso de hormigón y paredes en mampostería de bloque de hormigón (S1) de FEMA, presenta un desnivel de tipos mayor a 60 cm en vertical con respecto a la construcción adyacente, la misma que deriva en una esquina reentrante, irregularidad en planta y en elevación.	
E12(1)	*Edificio Comando* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase (C3) de FEMA, presenta una configuración en forma de L debido a una ampliación horizontal realizada con el mismo tipo constructivo y número de pisos.	

Tabla 220

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Oficinas SIS	68,83	4	275,32	
E2	Casino Voluntarios	60,41	4	241,63	
E3	Cocina-Comedor	63,46	6	380,78	
E4	Dormitorios	60,30	5	301,50	
E5	Dormitorio Tripersonal	35,50	5	177,50	
E6	Talleres	36,75	3	110,25	57,72
E7	DIC-Inteligencia	60,98	4	243,91	
E8	Auditórium	61,66	5	308,32	
E9	Policlínico	60,58	5	302,92	
E10	Gimnasio	59,61	3	178,84	
E11	Casino Oficiales	60,12	4	240,46	
E12	Edificio Comando	59,97	4	239,89	
	TOTAL	688,18	52,00	3001,34	

Tabla 221

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,41	
Riesgo Global (Rg)	40,82	MODERADO ALTO - C

2. Grupo de Caballería Mecanizada No. 36"YAGUACHI"

Figura 140

Unidad Grupo de Caballería Mecanizada No. 36"YAGUACHI

Tabla 222

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	Grupo de Caballería Mecanizada N.36 "Yaguachi"	
Provincia:	Imbabura	
Cantón:	Ibarra	
Coordenadas:	195006 E	87861 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2957 m.	
Número de estructuras:	12	

Tabla 223

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Bodega* Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3, no presenta irregularidades en planta y en elevación, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en vigas, columnas, losas y principalmente humedad en paredes, lo que va de la mano con el estado de conservación de la estructura en general.	
E2(1)	*CAL-31* Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3, el edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación menor al mínimo, configuración en L (esquina reentrante) por lo tanto se establece como irregular en planta, existe una estructura adyacente con más de 60 cm en vertical, el estado de conservación de la estructura es regular.	
E3(1)	*(1) Bar*	
	Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3, alrededor de 45 años, no presenta irregularidades en planta y en elevación, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en vigas, columnas y principalmente humedad en paredes, lo que va de la mano con el estado de conservación de la estructura en general.	
E4(2)	*(2) Cocina-Comedor* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, considerándose una construcción con elementos de acero resistentes a momento, diafragmas de piso de hormigón y paredes en mampostería de bloque de hormigón (S1) de FEMA.	
E5(1)	*Comedor CAL* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3, no presenta irregularidades en planta y en elevación, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en vigas, columnas, losas	

E6(1)	*Dormitorios* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3., no presenta irregularidades en planta y en elevación, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en vigas, columnas, losas y principalmente humedad en paredes,	
E7(1)	*Pesebrera Panupali* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3., no presenta irregularidades en planta y en elevación, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en vigas, columnas, losas y principalmente humedad en paredes.	
E8(1)	*Pesebrera San Jorge* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3., no presenta irregularidades en planta y en elevación, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en vigas, columnas, losas y principalmente humedad en paredes	
E9(1)	*Gimnasio* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, pórticos de acero laminados con paredes divisorias de mampostería de bloque de hormigón (S5), no presenta condiciones de golpeteo y adyacencia, presenta patologías tipo I en vigas y columnas, el estado de la estructura y cubierta es regular.	
E10(2)	*Dormitorios Oficiales* La construcción de esta estructura data de alrededor de 40 años, considerándose una construcción con elementos de sus elementos estructurales de madera natural y mampostería de ladrillo (W1), cumple con la relación largo ancho, presenta patologías tipo I en columnas y vigas, el estado de la estructura y cubierta es regular.	
E11(2)	*Casino y Dormitorios de Oficiales* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, pórticos de acero laminados con paredes divisorias de mampostería de bloque de hormigón (S5), no presenta condiciones de golpeteo y adyacencia, presenta patologías tipo I en vigas y columnas, el estado de la estructura y cubierta es BUENA.	

E12(1)	*Edificio Comando* Considerándose una construcción con estructuras de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3, no presenta irregularidades en planta y en elevación, debido al año de construcción presenta patologías tipo I en vigas, columnas, losas y principalmente humedad en paredes, lo que va de la mano con el estado de conservación es buena.	

Tabla 224

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Bodega	68,71	1	68,71	
E2	CAL-31	71,61	4	286,45	
E3	Cantina	72,21	4	288,83	
E4	Cocina-Comedor	72,24	4	288,97	
E5	Comedor 2 CAL	68,62	4	274,47	
E6	Dormitorio	70,30	5	351,48	68,03
E7	Pesebrera Panupali	69,01	4	276,04	
E8	Pesebrera San Jorge	69,01	4	276,04	
E9	Gimnasio	59,79	4	239,17	
E10	Dormitorio Oficiales	66,46	4	265,85	
E11	Casino Oficiales	59,47	4	237,87	
E12	Edificio Comando	68,71	5	343,53	
	TOTAL	816,13	47,00	3197,40	

Tabla 225

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,28	
Riesgo Global (Rg)	52,98	**ALTO - D**

3. Cuarta División de Ejército "AMAZONAS"

Figura 141

Cuarta División de Ejército "AMAZONAS"

Tabla 226

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	Cuarta División de Ejército "Amazonas"	
Provincia:	Imbabura	
Cantón:	Atuntaqui	
Coordenadas:	810426 E	37904 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2392 m.	
Número de estructuras:	06	

Tabla 227

Datos de los edificios que conforman.

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Dormitorio Nuevo* Estructura con pórticos en acero laminado con paredes divisorias de mampostería en bloques de hormigón, todavía en construcción (S5), no presenta ningún tipo de patologías ni envejecimiento, la relación largo-ancho no excede el límite establecido	

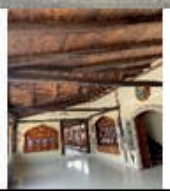
E2(1)	*Dormitorio Sub. Oficiales* La construcción de esta estructura data de 6 años, considerándose una construcción con pórticos en acero laminado con paredes divisorias de mampostería en bloques de hormigón (S5), no posee edificaciones adyacentes, es regular en planta y en elevación.	
E3(1)	*Dormitorio Voluntarios* La construcción de esta estructura data de 6 años, considerándose una construcción con pórticos en acero laminado con paredes divisorias de mampostería en bloques de hormigón (S5), no posee edificaciones adyacentes, es regular en planta y en elevación, cumple con la relación largo-ancho, el estado de conservación de la estructura es bueno, presenta patologías tipo I en las paredes con respecto a la humedad.	
E4(1)	*Villas* La construcción de esta estructura data de alrededor de 6 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3 de FEMA, presenta irregularidad en planta al tener esquina reentrante y patologías tipo I en paredes por presencia de humedad	
E5(1)	*Dormitorio Oficiales* La construcción de esta estructura data de alrededor de 6 años, considerándose una construcción con elementos de hormigón armado y mampostería de ladrillo, pertenece a la clase C3 de FEMA, no presenta irregularidades en planta como en elevación, tampoco patologías en sus elementos estructurales.	
E6(1)	*Edificio Comando* La construcción de esta estructura data de alrededor de 25 años, todos sus elementos estructurales son de madera natural, presenta irregularidad en planta debido a esquinas reentrantes, al igual que irregularidad severa en elevación por presentar una configuración equivalente a retroceso fuera del plano en su nivel superior.	

Tabla 228

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Dormitorio Nuevo	22,91	5	114,57	31,53
E2	Dormitorio Sub. OF.	25,29	5	126,43	
E3	Dormitorio Voluntarios	25,29	5	126,43	
E4	Villas	25,83	5	129,14	
E5	Dormitorio Oficiales	25,83	4	103,31	
E6	Edificio Comando	62,88	5	314,41	
	TOTAL	188,03	29,00	914,30	

Tabla 229

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,74	
Riesgo Global (Rg)	18,08	MODERADO - B

4. Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"

Figura 142

Escuela Superior Militar "ELOY ALFARO"

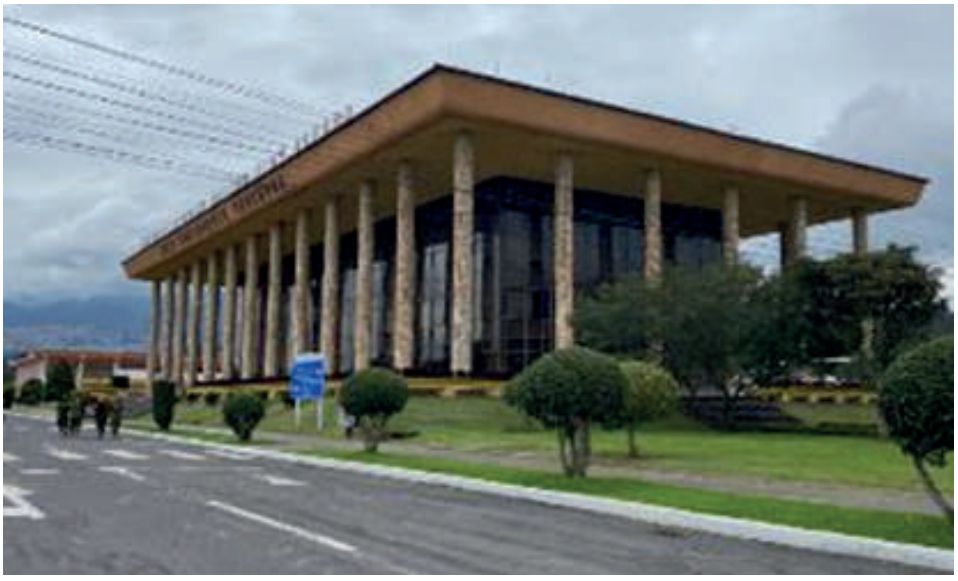


Tabla 230

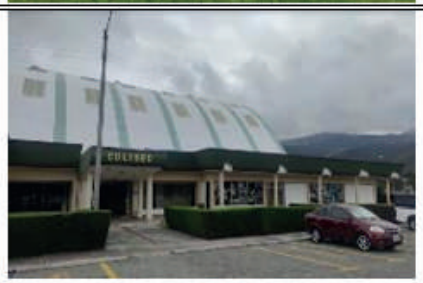
Datos generales de la unidad

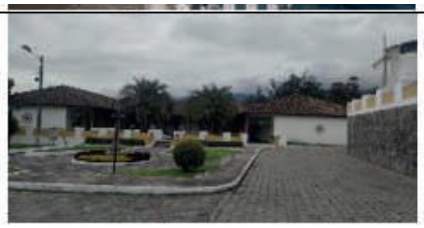
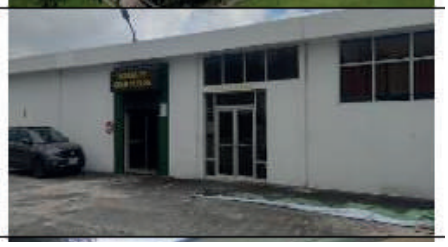
DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Escuela Superior Militar "Eloy Alfaro"	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Pedro Moncayo	
Coordenadas:	779712 E	9990583 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2655 m.	
Número de estructuras:	17	

Tabla 231

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(4)	*Recepción, Oficinas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E2(1)	*Auditorio* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E3(3)	*Mini Marquet, Biblioteca* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción donde todos los pórticos son de hormigón armado (C1) según FEMA, la falta de refuerzo continuo de la viga puede provocar la formación de rotulas durante la aplicación de la carga.	
E4(2)	*Comedor* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción donde todos los pórticos son de hormigón armado (C1) según FEMA, la falta de refuerzo continuo de la viga puede provocar la formación de rotulas durante la aplicación de la carga.	

E5(1)	*Cocina* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos	
E6(2)	*Dormitorios* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E7(1)	*Peluquería, cabinas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E8(2)	*Laboratorios, consultorios, Habitaciones* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E9(1)	Coliseo La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos.	
E10(1)	La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos.	

E11(1)	Comedor La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E12(1)	Iglesia La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E13(1)	Dormitorios La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E14(2)	Dormitorios La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E15(2)	*Oficinas, Auto centro, Oficinas* La construcción presentada data de más de 30 años, considerándose una construcción donde todos los pórticos son de hormigón armado (C1) según FEMA, la falta de refuerzo continuo de la viga puede provocar la formación de rotulas durante la aplicación de la carga.	
E16(2)	*Cocina, comedor* La construcción presentada data de más de 30 años, considerándose una construcción donde todos los pórticos son de hormigón armado (C1) según FEMA, la falta de refuerzo continuo de la viga puede provocar la formación de rotulas durante la aplicación de la carga.	

E17(2)	*Comedor, Dormitorios (2) Dormitorios* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E18(3)	Aulas La construcción presentada data de más de 30 años, considerándose una construcción donde todos los pórticos son de hormigón armado (C1) según FEMA, la falta de refuerzo continuo de la viga puede provocar la formación de rotulas durante la aplicación de la carga.	

Tabla 232

Vulnerabilidad total de la Unidad

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Recepción, Oficinas	59.32	5	296.60	57.30
E2	Auditorio	61.37	5	306.86	
E3	Mini Marquet y Biblioteca	36.39	4	145.57	
E4	Comedor	36.71	5	183.57	
E5	Cocinas	59.25	4	237.01	
E6	Dormitorios	39.24	6	235.46	
E7	Peluquería y Cabinas	69.45	2	138.90	
E8	Consultorios, Habitaciones y laboratorios	63.07	5	315.33	
E9	Coliseo	58.13	6	348.80	
E10	Piscina	58.13	5	290.67	
E11	Comedor	60.87	5	304.35	
E12	Iglesia	74.24	4	296.97	
E13	Dormitorios	69.43	4	277.71	
E14	Dormitorios	63.43	6	380.56	
E15	Auto centro, oficinas	60.01	1	60.01	
E16	Bodega	60.01	1	60.01	
E17	Comedor, Dormitorios	59.76	6	358.54	
E18	Aulas	57.85	6	347.09	
	TOTAL	1046.66	80.00	4584.00	

Tabla 233

Riesgo Global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1.419186	
Riesgo Global (Rg)	40.37525	MODERADO ALTO - C

5. Fuerte Militar "RUMIÑAHUI"

Figura 143

Fuerte Militar "RUMIÑAHUI"

Tabla 234

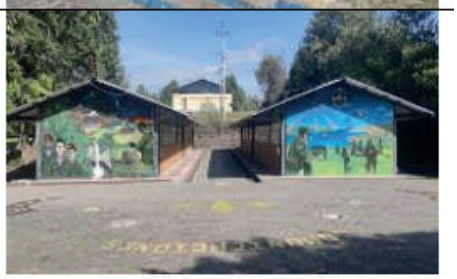
Datos generales de la unidad

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Fuerte Militar "RUMIÑAHUI"	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Quito	
Coordenadas:	780883 E	9984856 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2854 m.	
Número de estructuras:	24	

Tabla 235

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Dormitorios* La construcción presentada data de más de 30 años, considerándose una construcción de acero resistentes a momento típicas tienen luces en las direcciones transversal y longitudinal, alrededor de 6 – 9 m. (S1) según FEMA, Este tipo estructural se utiliza para edificios comerciales, institucionales y públicos.	
E2(2)	*Oficinas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E3(2)	*Oficinas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E4(1)	*Piscina* La construcción de esta estructura data de alrededor de 20 años, considerándose una estructura de consiste en pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA, Los interiores de la mayoría de estos edificios no poseen un acabado de las paredes interiores y su estructura se puede apreciar a simple vista.	
E5(1)	*Gimnasio* La construcción presentada data de más de 15 años, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería de bloque de hormigón (S5) según FEMA, el enlucido alrededor de columnas o vigas generalmente está mal anclada y se desprende fácilmente	
E6(1)	*Bodega* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos.	

E7(1)	*Laboratorios* La construcción presentada data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería de bloque de hormigón (S5) según FEMA, el enlucido alrededor de columnas o vigas generalmente está mal anclada y se desprende fácilmente.	
E8(1)	*Oficinas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos.	
E9(1)	*Laboratorio de Antenas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E10(1)	*Laboratorios* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos.	
E11(1)	*Aulas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos.	
E12(1)	*Museo* La construcción presentada data de más de 30 años, considerándose una construcción de acero resistentes a momento típicas tienen luces en las direcciones transversal y longitudinal, alrededor de 6 – 9 m. (S1) según FEMA, Este tipo estructural se utiliza para edificios comerciales, institucionales y públicos.	

E13(1)	*Oficinas* La construcción de esta estructura data de más de 90 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E14(2)	*Aulas* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E15(1)	*Bodega* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	
E16(2)	*Oficinas* La construcción presentada data de más de 5 años, considerándose una construcción de acero resistentes a momento típicas tienen luces en las direcciones transversal y longitudinal, alrededor de 6 – 9 m. (S1) según FEMA, Este tipo estructural se utiliza para edificios comerciales, institucionales y públicos.	
E17(1)	*Cocina, comedor* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (S3) según FEMA y la capacidad insuficiente de los tirantes de tensión puede provocar su alargamiento y el consiguiente daño a la construcción durante los terremotos.	
E18(2)	*Dormitorios* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción con elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA y las columnas y vigas de concreto pueden tener el espesor total de la pared y pueden estar expuestas para su visualización en los costados y la parte posterior del edificio.	

E19(1)	*Gimnasio* La construcción presentada data de más de 30 años, considerándose una construcción con Todos los elementos estructurales: vigas, columnas, bastidores, celosías, armaduras son de madera natural o laminada (W1) según FEMA, estas estructuras son de uno o dos pisos máximo y de peso ligero.	
E20(1)	*Cuarto de maquinas* La construcción presentada data de más de 5 años, considerándose una construcción donde todos los pórticos son de hormigón armado (C1) según FEMA, la falta de refuerzo continuo de la viga puede provocar la formación de rotulas durante la aplicación de la carga.	
E21(1)	*Consultorios, laboratorios* La construcción presentada data de más de 5 años, considerándose una construcción donde todos los pórticos son de hormigón armado (C1) según FEMA, la falta de refuerzo continuo de la viga puede provocar la formación de rotulas durante la aplicación de la carga.	
E22(3)	*Oficinas, Salón* La construcción presentada data de más de 5 años, considerándose una construcción de acero resistentes a momento típicas tienen luces en las direcciones transversal y longitudinal, alrededor de 6 – 9 m. (S1) según FEMA, Este tipo estructural se utiliza para edificios comerciales, institucionales y públicos.	

Tabla 236

Vulnerabilidad total

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Dormitorio	58.32	4	233.26	
E2	Oficinas	60.22	4	240.90	
E3	Oficinas	60.22	4	240.90	
E4	Piscina	59.11	4	236.43	
E5	Gimnasio	35.43	4	141.71	
E6	Bodega	58.28	1	58.28	
E7	Laboratorio	59.11	3	177.33	
E8	Oficinas	58.89	4	235.57	
E9	Laboratorio	65.23	4	260.92	
E10	Laboratorio	58.39	4	233.56	
E11	Aulas	59.36	5	296.81	54.05
E12	Museo	57.81	4	231.26	
E13	Oficinas	59.87	3	179.60	
E14	Aulas	60.69	5	303.47	
E15	Bodega	60.48	1	60.48	

E16	Oficinas	23.27	5	116.36
E17	Cocina	59.76	5	298.78
E18	Dormitorios	60.62	5	303.09
E19	Gimnasio 2	59.18	4	236.72
E20	Cuarto de maquinas	24.75	1	24.75
E21	Consultorios y laboratorios	25.50	5	127.50
E22	Oficinas, salón de eventos	58.39	5	291.95
	TOTAL	1185.58	84.00	4540.43

Tabla 237

Riesgo Global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1.46	
Riesgo Global (Rg)	37.02	MODERADO ALTO - C

6. Complejo Ministerial

Figura 144

Ministerio de Defensa

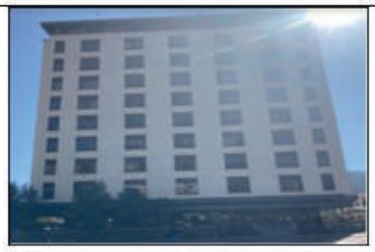
Tabla 238

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	**Complejo Ministerial**	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Quito	
Coordenadas:	776879E	9974360S
Cota de construcción aprox. promedio:	2774 m.	
Número de estructuras:	6	

Tabla 239

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(9)	*Comandancia del Ejército* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, una de sus longitudes es próxima a 30m., posee esquinas reentrantes, grietas en vigas por retracción del hormigón, grietas horizontales en paredes, y un estado de conservación bueno.	
E2(6)	*Comando Conjunto* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, una de sus longitudes es próxima a 30m., posee esquinas reentrantes, grietas en vigas por retracción del hormigón, grietas horizontales en paredes, y un estado de conservación bueno	
E3(2)	*Patrimonial* La construcción presentada data de más de 90 años, considerándose una construcción con estructuras de pared de apoyo no reforzada (URM) según FEMA, una de sus longitudes es próxima a 30m., posee esquinas reentrantes, y columnas cortas, ampliación vertical, fisuras en columnas, grietas horizontales en paredes, y un estado de conservación muy bueno.	
E4(6)	*Comandancia de la Fuerza Aérea* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, una de sus longitudes es próxima a 30m., presenta sistemas no paralelos, y retroceso fuera del plano, fisuras en columnas fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E5(6)	*Comandancia de la Marina* La construcción presentada data de más de 60 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, una de sus longitudes es próxima a 30m., presenta sistemas no paralelos, ampliaciones verticales y horizontales, fisuras en vigas, grietas en columnas, fisuras en paredes y un estado de conservación deficiente.	

E6(2)	*Comedor* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, adyacencia, una de sus longitudes es próxima a 30 m., esquinas reentrantes, fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	

Tabla 240

Vulnerabilidad total de la Unidad

Vulnerabilidad total de la unidad					
Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Comandancia General del Ejército	61,66	6	369,97	61,01
E2	Comando Conjunto	61,16	6	366,95	
E3	Patrimonial	69,49	5	347,43	
E4	Comandancia General de la FAE	60,83	6	364,99	
E5	Comandancia General de Marina	74,93	6	449,57	
E6	Comedor	39,38	6	236,27	
	TOTAL	367,44	35,00	2135,18	

Tabla 241

Riesgo Global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,372529	
Riesgo Global (Rg)	44,44722	MODERADO ALTO - C

7. Colegio Militar "ELOY ALFARO"

Figura 145

Colegio Militar "ELOY ALFARO"

Tabla 242

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	**Colegio Militar Eloy Alfaro**	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Quito	
Coordenadas:	779335 E	9978246 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2785 m.	
Número de estructuras:	7	

Tabla 243

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(3)	*Coliseo* La construcción presentada data de más de 90 años, considerándose una construcción con combinación de elementos estructurales, vigas y columnas de diferentes materiales (MX) según FEMA y mampostería no reforzada sin irregularidad en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E2(3)	*Aulas Pre básica* La construcción de esta estructura data de más de 90 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA y mampostería no reforzada, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee grietas en vigas por corte además grietas inclinadas y verticales en paredes.	

E3(3)	*Aulas Básico* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 90 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA y mampostería no reforzada, regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes, pero se encuentra a un espacio mayor al mínimo. Pose afectaciones en vigas por retracción de hormigón y en columnas se presenta fisuras.	
E4(3)	*Aulas Bachillerato* La construcción de esta estructura data de aproximadamente de 90 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA y mampostería no reforzada, regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes, pero se encuentra a un espacio mayor al mínimo. Pose afectaciones en vigas por retracción de hormigón y en columnas se presenta fisuras.	
E5(1)	*Laboratorios* La construcción de esta estructura data de más de 90 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA y mampostería no reforzada, irregular en planta (presenta esquinas reentrantes) y elevación (presenta pared de sótano sin refuerzo), posee edificaciones adyacentes, pero se encuentra a un espacio mayor al mínimo. Posee afectaciones en las vigas y pequeñas fisuras en las columnas al igual que en la losa	
E6(1)	*Gimnasio, Aulas* La construcción de esta estructura data de más de 90 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes, pero se encuentra a un espacio mayor al mínimo. Pose fisuras columnas y paredes (horizontalmente).	
E7(1)	*Piscina* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una construcción metálica liviana (S3), irregular en planta debido a sistemas no paralelos y en elevación por presencia de columna corta, no posee edificaciones adyacentes. Pose humedad en las paredes.	

Tabla 244

Vulnerabilidad total de la Unidad

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Coliseo	59,97	6	359,84	
E2	Aulas Pre básica	63,28	6	379,67	
E3	Aulas Básico	59,76	6	358,54	
E4	Aulas Bachillerato	59,76	6	358,54	63,11
E5	Laboratorios	71,16	5	355,80	

E6	Gimnasio	69,22	5	346,09
E7	Piscina	59,97	4	239,86
	TOTAL	443,11	38,00	2398,34

Tabla 245

Riesgo Global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,35	
Riesgo Global (Rg)	46,89	ALTO - D

8. Cuerpo de Ingenieros del Ejército

Figura 146

Cuerpo de Ingenieros del Ejército

Tabla 246

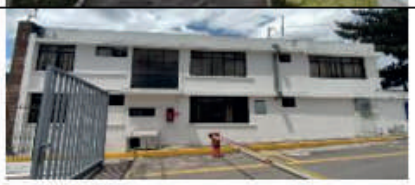
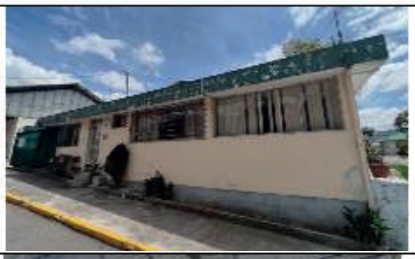
Datos generales de la unidad

Unidad militar:	**Cuerpo de ingenieros del ejército**	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Quito	
Coordenadas:	775544 E	9973696 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2830 m.	
Número de estructuras:	14	

Tabla 247

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(7)	*Oficinas Edificio Principal CEE* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, irregular en elevación (pared de sótano sin refuerzo), no posee edificaciones adyacentes. Existe humedad en paredes.	
E2(1)	*Oficinas Bienestar personal* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, pero existe ampliaciones horizontales. Se encuentra humedad en las paredes	
E3(2)	*Dormitorio COM* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Existen grietas en paredes y fisuras en columnas	
E4(1)	*Bodega CEE* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Se encuentra grietas en las paredes	
E5(1)	*Casino de oficiales* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, irregular en elevación (desnivel), no posee edificaciones adyacentes. Existe humedad en paredes.	
E6(2)	*Comedor de voluntarios* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una construcción con combinación de elementos estructurales, vigas y columnas de diferentes materiales (MX) según FEMA y prevaleciendo la criticidad en el hormigón, irregular en planta (presenta vigas no alineadas y esquinas reentrantes), no posee edificaciones adyacentes y tiene ampliaciones horizontales y verticales. Posee humedad en paredes.	

E7(1)	*Oficinas CEMAT* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, irregular en planta (esquinas reentrantes) y en elevación (columna corta), no posee edificaciones adyacentes. Existe humedad en paredes y ampliaciones horizontales.	
E8(2)	*Control de armas* La construcción de esta estructura data de más de 40 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, irregular en planta (esquinas reentrantes), no posee edificaciones adyacentes. Se encuentra afectaciones en columnas y humedad en las paredes	
E9(2)	*Dormitorio CEM* La construcción de esta estructura data de más de 40 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Se encuentra humedad en las paredes.	
E10(1)	*Gimnasio y Piscina* La construcción presentada data de aproximadamente 40 años, considerándose una construcción metálica liviana (S3) según FEMA sin irregularidad en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E11(2)	*Policlínico* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, irregular en elevación (niveles divididos) y en planta (esquinas reentrantes), no posee edificaciones adyacentes. Existe humedad en paredes.	
E12(1)	*Talleres* La construcción presentada data de aproximadamente 40 años, considerándose una construcción metálica liviana (S3) según FEMA sin irregularidad en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E13(1)	*Talleres equipo pesado* La construcción presentada data de aproximadamente 50 años, considerándose una construcción metálica liviana (S3) según FEMA sin irregularidad en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes	

E14(1)	*Bodegas CEMAT* La construcción de esta estructura data de más de 40 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Se encuentra humedad en las paredes.	

Tabla 248

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Oficinas centrales cuerpo de ingenieros	61,02	4	244,06	58,30
E2	Oficinas dirección de bienestar personal	59,32	4	237,30	
E3	Dormitorios COM	63,43	4	253,72	
E4	Bodegas CEE	59,51	1	59,51	
E5	Casino de oficiales	60,91	4	243,64	
E6	Comedores voluntarios	36,75	4	147,00	
E7	Oficinas CEMAT	62,09	4	248,36	
E8	Control de armas	59,83	4	239,31	
E9	Dormitorio CEM	59,26	4	237,03	
E10	Gimnasio y Piscina	57,56	4	230,25	
E11	Policlínico	60,37	5	301,84	
E12	Talleres	61,12	3	183,37	
E13	Talleres equipo pesado	57,35	3	172,04	
E14	Bodegas CEMAT	59,43	1	59,43	
	TOTAL	817,95	49,00	2856,86	

Tabla 249

Riesgo Global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,41	
Riesgo Global (Rg)	41,45	MODERADO ALTO - C

9. Primera División de Ejército "SHYRIS"

Figura 147

Primera División de Ejército "SHYRIS"

Tabla 250

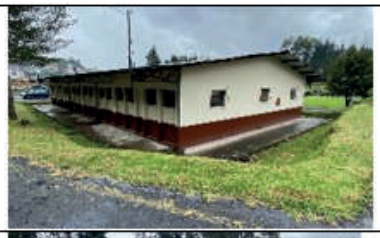
Datos generales de la unidad

Unidad militar:	**Primera división del ejército "SHYRIS"**	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Quito	
Coordenadas:	775466 E	9970492 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2857 m.	
Número de estructuras:	15	

Tabla 251

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Hangar CAL* La construcción presentada data de aproximadamente 50 años, considerándose una construcción metálica liviana (S3) según FEMA sin irregularidad en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes y posee humedad en las paredes de sus costados.	
E2(1)	*Bodega CAL* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee fisuras en columnas y paredes. Se encuentra humedad en las paredes	

E3(3)	*Comedor* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta e irregular en elevación debido a que posee columna corta, no posee edificaciones adyacentes. Posee fisuras verticales en paredes.	
E4(1)	*Oficinas Comunicaciones* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee humedad en paredes.	
E5(1)	*Dormitorio de voluntarios* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, irregular en planta (esquinas reentrantes) y elevación (desnivel), no posee edificaciones adyacentes. Posee humedad en paredes. Se encuentra fisuras mínimas en columnas y vigas.	
E6(2)	*Dormitorio de oficiales* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, irregular en elevación (columna corta), no posee edificaciones adyacentes. Posee humedad en paredes. Se encuentra fisuras mínimas en columnas y vigas.	
E7(1)	*Dormitorio RECON* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, irregular en planta debido a esquinas reentrantes y en elevación por presencia de columna corta, no posee edificaciones adyacentes. Se encuentra humedad en las paredes y ampliaciones horizontales.	
E8(1)	*Dormitorio CAL* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Se encuentra leves afectaciones en vigas y humedad en las paredes.	
E9(1)	*Oficinas inteligencia* La construcción de esta estructura data de más de 30 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Se encuentra humedad en las paredes.	

E10(2)	*Oficinas edificio comando* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 50 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, irregular en planta (esquinas reentrantes) y en elevación (pared de sótano sin refuerzo), posee edificaciones adyacentes. Posee grietas verticales en paredes. Se encuentra fisuras mínimas en columnas y vigas. Existen ampliaciones horizontales	
E11(1)	*Bodegas material bélico* La construcción de esta estructura data de más de 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Se encuentran grietas verticales en paredes y tienes afectaciones tipo II en vigas y columnas.	
E12(1)	*Oficinas CAL* La construcción de esta estructura data de más de 50 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Presenta afectaciones tipo I en columnas.	
E13(1)	*Mecánica CAL* La construcción presentada data de aproximadamente 50 años, considerándose una construcción metálica liviana (S3) según FEMA sin irregularidad en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes y posee humedad en las paredes de sus costados.	
E14(1)	*Piscina* La construcción presentada data de aproximadamente 50 años, considerándose una construcción metálica liviana (S3) según FEMA sin irregularidad en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes. Existen afectaciones tipo III en vigas y tipo II en columnas muy graves.	
E15(1)	*Policlínico* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta e irregular en elevación (columna corta), no posee edificaciones adyacentes, pero presenta adyacencia en la misma. Presenta afectaciones tipo I en columnas y losas. Existe humedad en las paredes	

Tabla 252

Vulnerabilidad total de la Unidad

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Hangar	59,00	1	59,00	
E2	Bodega	58,93	1	58,93	
E3	Comedor	60,69	4	242,76	
E4	Oficinas Comunicaciones	59,00	4	236,00	
E5	Dormitorios voluntarios	61,09	4	244,36	
E6	Dormitorios oficiales	61,45	4	245,79	
E7	Dormitorio RECON	61,05	4	244,19	
E8	Dormitorio CAL	59,22	4	236,86	56,45
E9	Oficinas Inteligencia	36,11	4	144,46	
E10	Oficinas edificio Comando	66,38	4	265,51	
E11	Bodega material bélico	60,76	1	60,76	
E12	Oficinas CAL	58,75	4	234,99	
E13	Mecánica CAL	58,35	1	58,35	
E14	Piscina	60,15	4	240,59	
E15	Policlínico	38,69	5	193,46	
	TOTAL	859,61	49,00	2766,01	

Tabla 253

Riesgo Global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,43	
Riesgo Global (Rg)	39,48	MODERADO ALTO - C

10. Escuela de Servicios y Especialistas del Ejército

Figura 148

Escuela de Servicios y Especialistas del Ejército

Tabla 254

Datos generales de la unidad

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Escuela de Servicios del Ejército	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Quito	
Coordenadas:	774245E	9972604S
Cota de construcción aprox. promedio:	2853 m.	
Número de estructuras:	20	

Tabla 255

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Piscina* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta por pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, (S3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, una ampliación horizontal, grietas inclinadas en paredes, y un estado de conservación regular.	
E2(2)	*Dormitorios Aislamiento* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, adyacencia, esquinas reentrantes, una ampliación vertical con diferente sistema constructivo, una ampliación horizontal con diferente número de plantas, patologías en paredes, y un estado de conservación regular.	
E3(2)	*Oficinas de la Escuela de Servicios* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, adyacencia, esquinas reentrantes, fisuras en paredes superficiales a nivel de recubrimiento que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E4(1)	*Auditorio* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, adyacencia, fisuras en paredes superficiales a nivel de recubrimiento que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	

E5(1)	*Salón de eventos* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, adyacencia, una irregularidad en elevación debido al desnivel de terreno moderado, fisuras en paredes superficiales a nivel de recubrimiento que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E6(1)	*Dormitorios instructores* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, adyacencia, una de sus longitudes es próxima a 30 m., fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación regular.	
E7(1)	*Aulas Escuela* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, una de sus longitudes es próxima a 30 m., presenta afectaciones en sus vigas tipo II, fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación regular.	
E8(1)	*Edificio Tiwintza* La construcción de esta estructura data de alrededor de 10 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, no posee irregularidades en planta ni elevación, no posee edificaciones adyacentes ni patologías en vigas ni columnas ni losas, su estado de conservación es muy bueno.	
E9(2)	*Comedor* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, se encuentra al final de una fila de 3 edificios, presenta condición de golpeteo, retroceso en el plano, una ampliación vertical con diferente sistema constructivo, fisuras en paredes superficiales a nivel de recubrimiento que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E10(2)	*Dormitorios Oficiales* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, y adyacencia severa, con una longitud excesiva con existencia de juntas, una ampliación vertical con diferente sistema constructivo, una viga fisurada, sin recubrimiento y fisuras en paredes.	

E11(1)	*Bodega de Intendencia* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, con edificios adyacentes a un espacio de separación menor al mínimo, y el nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical, fisuras en paredes superficiales a nivel de recubrimiento que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E12(1)	*Aulas Sanidad* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, (C3) según FEMA, se encuentra al final de una fila de 3 edificios, con un edificio adyacente a un espacio de separación menor al mínimo, con una longitud excesiva con existencia de juntas, patologías en vigas tipo II, fisuras en paredes no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E13(1)	*Dormitorios TMA* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, el edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [Δ(p)x5 cm], presenta esquinas reentrantes, desnivel de terreno moderada, fisuras en paredes superficiales a nivel de recubrimiento que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E14(2)	*Dormitorios Alumnos* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, con muros portantes de mampostería, (C3) según FEMA, presenta esquinas reentrantes, grietas en vigas por retracción del hormigón, fisuras en columnas y fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación bueno.	
E15(1)	*Hangar Simulador Howo* La construcción presentada data de más de 10 años, considerándose una construcción de acero con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, (S3) según FEMA, tiene un edificio adyacente que se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [Δ(p)x5 cm], se encuentra en una fila de más de tres edificios, no se observan fisuras ni grietas en elementos estructurales.	
E16(1)	*Aulas Especialistas* La construcción presentada data de más de 10 años, considerándose una construcción de acero con pórticos resistentes a momento, (S3) según FEMA, tiene un edificio adyacente que se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo, se encuentra en una fila de más de tres edificios, una de sus longitudes es próxima a 30m., fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación muy bueno.	

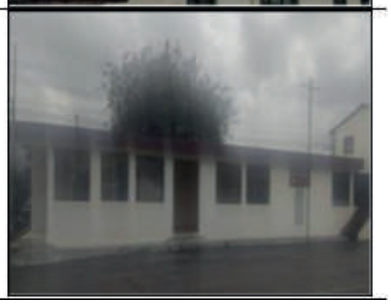
E17(1)	*Iglesia* La construcción presentada data de más de 15 años, considerándose una construcción de acero, (S3) según FEMA, tiene un edificio adyacente que se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo, se encuentra en una fila de más de tres edificios, tiene esquinas reentrantes, una irregularidad en elevación, fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación muy bueno.	
E18(1)	*Oficinas de material de guerra* La construcción presentada data de más de 15 años, considerándose una construcción de acero con pórticos resistentes a momento en la dirección transversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal, (S3) según FEMA, tiene un edificio adyacente que se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo, se encuentra en una fila de más de tres edificios, fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación muy bueno.	
E19(2)	*Oficinas Intendencia* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción de acero (S3) según FEMA, tiene un edificio adyacente que se encuentra a un espacio de separación mayor al mínimo [Δ(p)x5 cm], se encuentra en una fila de más de tres edificios, tiene irregularidad en elevación por retroceso dentro del plano, una ampliación más pequeña que la principal, fisuras en paredes que no tiene afectación estructural y un estado de conservación muy bueno.	
E20(1)	*Bodegas* La construcción presentada data de más de 40 años, considerándose una construcción compuesta en su mayor parte de hormigón armado, (C3) según FEMA, presenta condición de golpeteo, adyacencia, una irregularidad en planta por esquinas reentrantes, fisuras en vigas, grietas en losas y paredes, y un estado de conservación de la estructura deficiente ya que no están en uso.	

Tabla 256

Vulnerabilidad total de la Unidad

Vulnerabilidad total de la Unidad					
Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Piscina	64,11	4	256,45	
E2	Dormitorios Aislamiento	66,77	4	267,08	
E3	Oficinas Comando	64,29	4	257,17	
E4	Auditorio	62,42	5	312,11	
E5	Salón de eventos	63,90	5	319,50	
E6	Dormitorios	64,26	4	257,04	
E7	Aulas Escuela	61,05	4	244,21	
E8	Edificio Tiwintza	33,71	5	168,54	
E9	Comedor	63,43	5	317,13	

E10	Dormitorios Oficiales	65,05	4	260,19	56,83
E11	Bodega Intendencia	62,42	1	62,42	
E12	Aula Sanidad	63,54	4	254,14	
E13	Dormitorios TMA	61,74	4	246,94	
E14	Dormitorios Alumnos	60,30	6	361,77	
E15	Simulador Howo	35,61	4	142,46	
E16	Aulas Especialistas	59,65	4	238,59	
E17	Iglesia	38,09	4	152,34	
E18	Oficinas	37,66	3	112,99	
E19	Palomar	38,49	3	115,46	
E20	Bodegas	64,25	4	257,02	
	TOTAL	1130,73	81,00	4603,55	

Tabla 257

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,425053	
Riesgo Global (Rg)	39,88202	MODERADO ALTO - C

11. Academia de Guerra del Ejército

Figura 149

Academia de Guerra del Ejército

Tabla 258

Datos generales de la unidad

DATOS UNIDAD MILITAR		
Unidad militar:	Academia de Guerra del Ejército	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Rumiñahui	
Coordenadas:	783810 E	9965304 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2487 m.	
Número de estructuras:	4	

Tabla 259

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(2)	*Oficinas, Salón de honor y comedor* La construcción presentada data de más de 90 años, considerándose una construcción con estructuras de pared de apoyo no reforzada (URM) según FEMA y mampostería no reforzada con elementos de entre piso de madera, irregular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E2(1)	*Oficinas* La construcción de esta estructura data de más de 90 años, considerándose una construcción con estructuras de pared de apoyo no reforzada (URM) según FEMA y mampostería no reforzada con elementos de madera, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E3(1)	*Laboratorios y dormitorios* La construcción de esta estructura data de alrededor de 10 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, configuración en forma de L	
E4(2)	*Aulas y auditorio, Oficinas* La construcción de esta estructura data de alrededor de 20 años, considerándose una estructura de hormigón con marcos resistentes a momentos (C1) según FEMA, posee irregularidades severas en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, fisuras superficiales a nivel de recubrimiento.	

Tabla 260

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Oficinas, Salón de honor y comedor	71,75	4	287,00	60,91
E2	Oficinas	69,43	4	277,71	
E3	Laboratorios y dormitorios	35,64	4	142,54	
E4	Aulas, auditorio y Oficinas	65,65	5	328,27	
	TOTAL	242,46	17,00	1035,51	

Tabla 261

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,373694	
Riesgo Global (Rg)	44,34212	MODERADO ALTO - C

12. Fuerte Militar "SAN JORGE"

Figura 150

Fuerte Militar "SAN JORGE"

Tabla 262

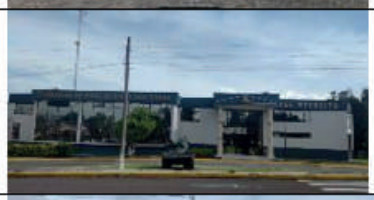
Datos generales de la unidad

DATOS UNIDAD MILITAR		
Unidad militar:	Fuerte Militar "San Jorge"	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Rumiñahui	
Coordenadas:	783850 E	9964683 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2482 m.	
Número de estructuras:	14	

Tabla 263

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(5)	*Departamentos Vivienda Fiscal* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E2(5)	*Departamentos Vivienda Fiscal* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E3(1)	*Oficinas INADE* La construcción de esta estructura data de alrededor de 40 años, considerándose una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E4(2)	*Oficinas INADE* La construcción de esta estructura data de alrededor de 90 años, considerado como patrimonio, construcción con estructuras de pared de apoyo no reforzada (URM) según FEMA y mampostería no reforzada con elementos de entre piso de madera, posee irregularidades en planta y elevación.	

E5(1)	*Salón, Área Recreativa* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura de hormigón armado con marcos resistentes a momento (C1) según FEMA, irregular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, cubierta con elementos de acero.	
E6(2)	*Comedor, Casino y oficinas* La construcción de esta estructura data de más de 40 años, considerándose una construcción con estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada según FEMA, elementos de madera en su interior con leves afectaciones, regular en planta, no posee edificaciones adyacentes.	
E7(2)	*Residencia* La construcción de esta estructura data de aproximadamente 20 años, considerándose una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta, no posee edificaciones adyacentes, presenta una configuración en forma de U.	
E8(1)	*Piscina y área húmeda* La construcción de esta estructura data de alrededor de 20 años, considerándose una estructura metálica liviana en el área de piscina y una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada de hormigón en el área húmeda, posee en planta y elevación, fisuras en losas y paredes.	
E9(2)	*Gimnasio* La construcción presentada es de aproximadamente 20 años, considerándose una construcción con estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, presenta fisuras en paredes.	
E10(2)	*Oficinas, auditorio* La construcción de esta estructura data de más de 40 años, considerándose una construcción con estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes.	
E11(1)	*Aulas* La construcción de esta estructura data de aproximadamente de 30 años, considerándose una construcción con estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, muestra patologías en paredes.	

E12(1)	*Dormitorios y aulas* La construcción de esta estructura data de aproximadamente de 30 años, considerándose una construcción con estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, muestra patologías en paredes.	
E13(1)	*Hangar de vehículos* La construcción de esta estructura data de aproximadamente de 20 años, considerándose una construcción con estructura metálica liviana (S3) según FEMA, regular en planta y elevación, posee ampliaciones con el mismo sistema constructivo.	
E14(4)	*Departamentos Vivienda Fiscal* La construcción presentada data de aproximadamente 5 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes	

Tabla 264

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Departamentos, Vivienda fiscal	59,47	6	356,80	54,16
E2	Departamentos, Vivienda fiscal	58,25	6	349,47	
E3	Oficinas	59,51	4	238,02	
E4	Oficinas y Aulas	68,12	4	272,46	
E5	Salón, Área recreativa	38,19	4	152,74	
E6	Comedor, Casino y oficinas	60,26	5	301,29	
E7	Residencia	59,93	5	299,67	
E8	Piscina y Área húmeda	58,35	4	233,39	
E9	Gimnasio	38,30	4	153,20	
E10	Oficinas, Auditorio	59,90	4	239,60	
E11	Aulas	61,05	4	244,20	
E12	Dormitorio y aulas	60,04	5	300,21	
E13	Hangar de vehículos	57,31	1	57,31	
E14	Departamentos, Vivienda fiscal	26,61	6	159,69	
	TOTAL	765,27	62,00	3358,06	

Tabla 265

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,458698	
Riesgo Global (Rg)	37,13053	MODERADO ALTO - C

13. Batallón de Ingenieros No. 68 "COTOPAXI"

Figura 151

Batallón de Ingenieros No. 68 "COTOPAXI"

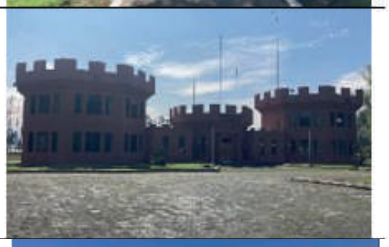
Tabla 266

Datos generales de la unidad

DATOS UNIDAD MILITAR		
Unidad militar:	Batallón de Ingenieros No. 68 "COTOPAXI""	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Rumiñahui	
Coordenadas:	780666 E	9961213 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2527 m.	
Número de estructuras:	13	

Tabla 267

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(3)	*Oficinas cal* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura mixta de acero-hormigón con relleno de mampostería no reforzada (MX) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, el nivel de pisos entre edificios es de más de 60cm en vertical. No posee patologías.	
E2(1)	*Almacén* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	
E3(1)	*Bodegas* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical. Posee ampliaciones horizontales con igual sistema constructivo. Posee patologías en paredes.	
E4(1)	*Dormitorio desminado EOD* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes. Su relación largo ancho es menor a 4 y una de sus longitudes se aproxima a 30m.	
E5(1)	*Casino zapador* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una estructura metálica liviana con relleno de mampostería no reforzada (S3) según FEMA, irregular en elevación y regular elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	
E6(2)	*Castillo* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en vigas, paredes, losa y columnas, especialmente en losas posee grietas por sobrecarga excesiva de afectación tipo III.	
E7(1)	*Piscina* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura metálica liviana con relleno de mampostería no reforzada (S3) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, posee condición de adyacencia. Posee patologías en paredes y en vigas. Posee ampliaciones en planta.	

E8(1)	*Policlínico* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	
E9(1)	*Compañía Puentes BE-68* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes y en la losa.	
E10(2)	*Dormitorio Compañía Puentes BE-68* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes. La edificación posee una relación largo ancho menor a 4.	
E11(2)	*Dormitorios* La construcción presentada data de más de 20 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.	
E12(1)	*Bodegas* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes. La edificación posee una relación largo-ancho menor a 4.	
E13(1)	*Oficinas* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, irregular en planta con presencia de esquinas reentrantes y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	

Tabla 268

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Oficinas, Salón de honor y comedor	71,75	4	287,00	60,91
E2	Oficinas	69,43	4	277,71	
E3	Laboratorios y dormitorios	35,64	4	142,54	
E4	Aulas, auditorio y Oficinas	65,65	5	328,27	
	TOTAL	242,46	17,00	1035,51	

Tabla 269

Riesgo global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,373694	
Riesgo Global (Rg)	44,34212	**MODERADO ALTO - C**

14. Batallón de Ingenieros No. 69 "CHIMBORAZO"

Figura 152

Batallón de Ingenieros No. 69 "CHIMBORAZO"

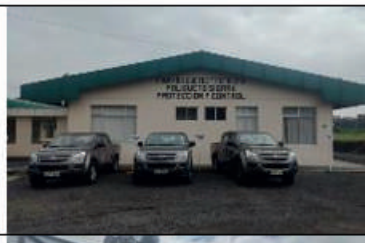
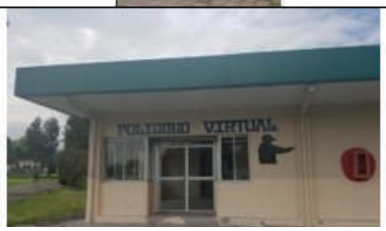
Tabla 270

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	**Batallón de Ingenieros No. 69 "CHIMBORAZO"**	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Rumiñahui	
Coordenadas:	780900 E	9961340 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2527 m.	
Número de estructuras:	11	

Tabla 271

Datos de los edificios que conforma

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Oficinas cal* La construcción presentada data de alrededor de 5 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, posee patologías en paredes y deficiente accesibilidad inclusiva.	
E2(1)	*Dormitorio* La construcción presentada data de más de 10 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	
E3(1)	*Dormitorio* La construcción presentada data de más de 10 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	
E4(1)	*Capilla* La construcción presentada data de más de 10 años, considerándose una estructura metálica liviana con relleno de mampostería no reforzada (S3) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes	
E5(1)	*Polígono Virtual* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, irregular en planta y regular elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	

E6(1)	*Tanque de agua* La estructura presentada data de más de 25 años, considerándose una estructura metálica liviana (S3) según FEMA, posee patologías de tipo II en toda su estructura, presenta un riesgo de colapso.	
E7(1)	*Dormitorio* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	
E8(1)	*Bodegas* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes y columnas.	
E9(1)	*Oficinas* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta e irregular en elevación, posee patologías en paredes y columnas.	
E10(1)	*Dormitorio* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes.	
E11(1)	*Auditorio* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes y columnas.	

Tabla 272

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Oficinas	27,36	4	109,46	
E2	Dormitorio	36,86	4	147,46	
E3	Dormitorio	36,86	4	147,46	
E4	Capilla	33,52	4	134,09	
E5	Polígono Virtual	35,64	3	106,93	
E6	Tanque de agua	61,23	1	61,23	46,71
E7	Dormitorio	58,97	4	235,86	
E8	Bodegas	60,12	1	60,12	
E9	Oficinas	60,29	4	241,17	
E10	Dormitorio	58,97	4	235,86	
E11	Auditorio	59,11	5	295,54	
	TOTAL	528,94	38,00	1775,16	

Tabla 273

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,55	
Riesgo Global (Rg)	30,09	MODERADO ALTO - C

15. Brigada de Aviación del Ejército No. 15 "PAQUISHA"

Figura 153

Brigada de Aviación del Ejército No. 15 "PAQUISHA"

Tabla 274

Datos generales de la unidad

DATOS UNIDAD MILITAR		
Unidad militar:	Brigada de Aviación del Ejército No. 15 "PAQUISHA"	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Rumiñahui	
Coordenadas:	780683 E	9961461 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2524 m.	
Número de estructuras:	7	

Tabla 275

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(2)	*Oficinas* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción de estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, muestra patologías en losas y paredes.	
E2(2)	*Aulas y laboratorios* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una construcción de estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, muestra patologías en vigas, columnas y paredes.	
E3(1)	*Dormitorios* La construcción de esta estructura data de alrededor de 40 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, patologías en columnas y paredes.	
E4(2)	*Hangar* La construcción de esta estructura data de alrededor de 5 años, considerado como una construcción con estructuras metálica, posee edificaciones adyacentes, se encuentra en buen estado, regular en planta y elevación.	
E5(1)	*Dormitorio y comedor* La construcción de esta estructura data de aproximadamente de 20 años, considerándose una construcción con estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta elevación, muestra patologías en paredes y columnas, posee una ampliación vertical.	

E6(2)	*Oficinas y dormitorio* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una construcción con estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) FEMA, posee leves afectaciones en vigas y paredes, regular en planta, posee una ampliación horizontal.	
E7(2)	*Bodega* La construcción de esta estructura data de alrededor de 20 años, considerado como una construcción con estructuras metálica, no posee edificaciones adyacentes, se encuentra en buen estado, regular en planta y elevación.	

Tabla 276

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Oficinas	59,86	4	239,44	
E2	Aulas y Laboratorios	59,47	5	297,34	
E3	Dormitorio	58,89	5	294,47	
E4	Hangar	25,46	1	25,46	58,42
E5	Dormitorio y comedor	60,98	5	304,89	
E6	Oficinas y dormitorio	60,04	4	240,17	
E7	Bodega	58,78	1	58,78	
	TOTAL	383,49	25,00	1460,55	

Tabla 277

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,41	
Riesgo Global (Rg)	41,58	MODERADO ALTO - C

16. Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR"

Figura 154

Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR"

Tabla 278

Datos generales de la unidad

DATOS UNIDAD MILITAR		
Unidad militar:	Grupo Especial de Operaciones "ECUADOR"	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Rumiñahui	
Coordenadas:	779633 E	9961781 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2535 m.	
Número de estructuras:	6	

Tabla 279

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Almacén de suministros* La construcción presentada data de más de 10 años, considerándose estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, cabe recalcar que esta obra cuenta con rampa inclusiva. Posee patologías en paredes.	

E2(1)	*Oficinas* La construcción presentada data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en paredes y vigas.	
E3(1)	*Gimnasio y dormitorio comando* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en vigas, losa y paredes.	
E4(1)	*Auditorio y dormitorio escuadrón beta* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en vigas, en losa y en paredes.	
E5(1)	*Dormitorio escuadrón alfa* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en vigas y paredes.	
E6(1)	*Bodega de material bélico* La construcción de esta estructura data de más de 20 años, considerándose una construcción de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes. Posee patologías en vigas, paredes, losa y columnas.	

Tabla 280

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Almacén de suministros	35,07	1	35,07	57,78
E2	Oficinas	58,21	4	232,83	
E3	Gimnasio y Dormitorio	59,50	4	238,02	
E4	Auditorio y Dormitorio	58,68	5	293,38	
E5	Dormitorio	58,68	4	234,70	
E6	Bodega	63,82	1	63,82	
	TOTAL	333,96	19,00	1097,82	

Tabla 281

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,41	
Riesgo Global (Rg)	40,89	MODERADO ALTO - C

17. Unidad Escuela Misiones de Paz "ECUADOR"

Figura 155

Unidad Escuela Misiones de Paz "ECUADOR"

Tabla 282

Datos generales de la unidad

DATOS UNIDAD MILITAR		
Unidad militar:	Unidad Escuela Misiones de Paz "ECUADOR"	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Rumiñahui	
Coordenadas:	779441 E	9961727 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2544 m.	
Número de estructuras:	3	

Tabla 283

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Bodega y baños* La construcción presentada data de más de 20 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. Cabe recalcar que la losa presenta humedad y en la parte inferior también se encuentra humedad por capilaridad. Posee patologías en vigas, losa.	
E2(2)	*Dormitorios* La construcción presentada se ejecutó después del año 2015, 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. Finalmente presenta agrietamientos en mampostería y humedad losa de terraza.	
E3(1)	*Aulas y oficinas* La construcción de esta estructura se ejecutó después del año 2015, considerándose una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada (C3) según FEMA, regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes.	

Tabla 284

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Bodega y baños	59,76	2	119,51	
E2	Oficinas	25,07	4	100,29	32,01
E3	Laboratorios y dormitorios	25,07	4	100,29	
	TOTAL	109,90	10,00	320,08	

Tabla 285

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,74	
Riesgo Global (Rg)	18,42	MODERADO - B

18. Brigada de Infantería No. 13 "PICHINCHA"

Figura 156

Brigada de Infantería No. 13 "PICHINCHA" (en una importante visita)

Tabla 286

Datos generales de la unidad

DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Brigada de Infantería No. 13 "PICHINCHA"	
Provincia:	Pichincha	
Cantón:	Mejía	
Coordenadas:	770386 E	9945986 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2896 m.	
Número de estructuras:	25	

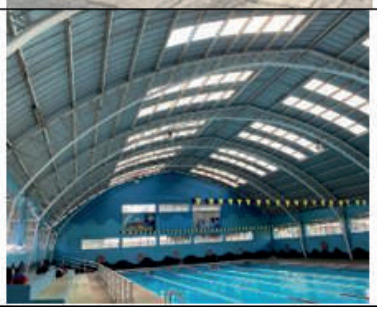
Tabla 287

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Policlínico* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo. Tiene un buen estado de conservación, no obstante, se observan fisuras en las juntas y esquinas de ventanas y un ligero deterioro en la fachada.	

E2(1)	*Bodega Material Bélico* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Presenta irregularidad en planta por torsión y se aprecia un buen estado de conservación. No obstante, se observan pequeñas fisuras y afectaciones en la fachada por humedad.	
E3(1)	*Bodega Material Bélico Policía Militar* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Presenta una notoria corrosión en vigas y gran deterioro en la cubierta y paredes de la estructura. La edificación es regular en planta y elevación.	
E4(1)	*Baños Policía Militar* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Tiene un mal estado de conservación de la edificación y presenta una notoria corrosión uniforme en vigas y gran deterioro en la cubierta y paredes de la estructura. La edificación es regular en planta y elevación.	
E5(1)	*Gimnasio* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y presenta una ampliación horizontal con diferente altura y sistema constructivo (hormigón). Tiene un buen estado de conservación, no obstante, la losa de cubierta de la ampliación se encuentra deteriorada por humedad.	
E6(1)	*Oficinas CAL 72* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. La edificación tiene un muy buen estado de conservación, es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo.	
E7(1)	*Depósito General CLR-72* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S3) según la FEMA, puesto que está conformada por una estructura metálica liviana. La estructura sufre de golpeteo en uno de sus extremos debido a una pequeña edificación adyacente que no guarda la distancia requerida. Por otro lado, presenta una corrosión localizada en vigas y columnas.	
E8(1)	*Oficinas BIMOT 37* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo. Tiene un buen estado de conservación, no obstante, se observa un deterioro por humedad localizado en la fachada.	

E9(1)	*Oficinas BIMOT 38* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. La edificación tiene un buen estado de conservación, es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo. No obstante, se aprecia desprendimientos localizados en la fachada debido a la humedad.	
E10(1)	*Bodega de Intendencia* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Presenta una ampliación horizontal con una pequeña diferencia de nivel y con el mismo sistema constructivo. Debido a esta ampliación sin ninguna junta, la edificación refleja una relación largo-ancho mayor a 4.	
E11(1)	*Coliseo 13 BI* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería de ladrillo no reforzada. El coliseo presenta un graderío de hormigón edificado adyacentemente a la estructura, generado grietas debido al golpeteo con la misma.	
E12(2)	*Dormitorios* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y se aprecia un regular estado de conservación de la edificación debido a un notorio deterioro en paredes por fisuras y humedad.	
E13(1)	*Dormitorios* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes. Tiene un buen estado de conservación, no obstante, se observa corrosión por par galvánico en algunas vigas y humedad en las paredes.	
E14(2)	*Oficina de la Brigada* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería de bloque no reforzada. Presenta irregularidad en planta por esquinas reentrantes debido a sus ampliaciones horizontales unidas mediante juntas. El estado de la cubierta es bastante deficiente y las paredes se encuentran deterioradas por humedad.	
E15(1)	*Comedor de Artillería* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (C3) según la FEMA, puesto que es una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada. La edificación es regular tanto en planta como elevación y no presenta estructuras adyacentes. La cubierta presenta un estado deficiente al igual que las paredes debido a la humedad. Además, las puertas no cumplen los requisitos mínimos de accesibilidad.	

E16(1)	*Hangares Artillería* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S3) según la FEMA, puesto que está conformada por una estructura metálica liviana. Las vigas presentan corrosión localizada y en el hormigón que recubre las columnas se aprecian fisuras.	
E17(1)	*Piscina* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S3) según la FEMA, puesto que está conformada por una estructura metálica liviana. La estructura presenta una ampliación horizontal de diferente sistema constructivo (hormigón) y las viguetas de acero donde se apoya la cubierta están en pésimo estado. Por otro lado, las columnas tienen corrosión localizada y la estructura tiene un deficiente estado de conservación en general.	
E18(1)	*Dormitorios Oficiales* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes. Tiene un buen estado de conservación, no obstante, se observa un ligero deterioro en la fachada a causa de la humedad.	
E19(1)	*Auditorio EIE* La construcción presentada data de menos de 20 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes. Tiene un buen estado de conservación en general a excepción de las paredes que presentan patologías (humedad y grietas).	
E20(2)	*Dormitorios Artillería* La construcción presentada data de menos de 20 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura de 2 pisos con marcos de acero y mampostería no reforzada. Tiene un buen estado de conservación de la edificación a excepción de la cubierta y pequeñas fisuras en las paredes.	
E21(1)	*Comedor* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. La edificación es irregular en planta por esquina reentrante en forma de "L". Por otro lado, se aprecia un deterioro localizado en la losa de cubierta y en la fachada debido a la humedad.	
E22(1)	*Casino de Voluntarios* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. La edificación tiene un muy buen estado de conservación, es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo.	

E23(1)	*Aulas EIE* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo. Se aprecia un buen estado de los elementos estructurales, no obstante, las paredes presentan humedad localizada y desprendimiento de la pintura.	
E24(2)	*Oficinas Comando Artillería* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes. El material de la cubierta está sumamente dañado, con peligro de caída, pese a ello, tiene un buen estado de conservación.	
E25(1)	*Dormitorios Oficiales EIE* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación, no presenta edificios adyacentes y sus vigas de acero reflejan corrosión localizada en varias partes de su superficie	

Tabla 288

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Enfermería	59,83	5	299,13	
E2	Bodega	59,58	1	59,58	
E3	Bodega	60,84	1	60,84	
E4	Baños	60,87	2	121,74	
E5	Aulas	62,02	4	248,10	
E6	Oficinas	58,71	4	234,86	
E7	Bodega	62,60	1	62,60	
E8	Oficinas	59,32	4	237,30	
E9	Oficinas	58,93	4	235,72	
E10	Bodega	63,57	1	63,57	
E11	Coliseo	64,94	5	324,69	
E12	Dormitorios	59,54	6	357,25	
E13	Dormitorios	60,15	5	300,76	60,14
E14	Oficinas	62,74	5	313,72	
E15	Comedor	61,88	4	247,52	
E16	Bodega	59,22	1	59,22	
E17	Coliseo	62,96	5	314,81	
E18	Dormitorios	34,28	4	137,11	
E19	Coliseo	34,85	5	174,25	
E20	Dormitorios	34,71	6	208,24	

E21	Comedor	62,56	5	312,82
E22	Comedor	59,28	4	237,14
E23	Aulas	24,56	4	98,26
E24	Oficinas	59,04	5	295,20
E25	Laboratorios o dormitorios	36,00	5	180,00
	TOTAL	241,11	9,00	541,29

Tabla 289

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,383376	
Riesgo Global (Rg)	43,47601	MODERADO ALTO - C

19. Brigada de Fuerzas Especiales No. 9 "PATRIA"

Figura 157

Brigada de Fuerzas Especiales No. 9 "PATRIA"

Tabla 290

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	Brigada de Fuerzas Especiales No. 9 "PATRIA"	
Provincia:	Cotopaxi	
Cantón:	Latacunga	
Coordenadas:	764776.01 E	9905670.21 S
Cota de construcción aprox. promedio:	2866 m.	
Número de estructuras:	32	

Tabla 291

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Bodega de Mtto. de Paracaídas* La construcción presentada tiene más de 25 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, el edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [Δ(p)x5 cm, con una de sus longitudes próximas a 30 m, nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical, presenta una ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E2(2)	*Hangar CAL 9* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección trasversal y pórticos arriostrados en la dirección longitudinal (S3) según FEMA regular en planta y elevación, el edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [Δ(p)x5 cm, con una de sus longitudes próximas a 30 m, ampliación con diferente sistema constructivo, además dicha ampliación no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E3(1)	*Bodega GEK 9* La construcción presentada tiene más de 25 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, el edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [Δ(p)x5 cm, con una de sus longitudes próximas a 30 m, nivel de pisos entre edificios es de más de 60 cm en vertical, presenta una ampliación con un mismo sistema constructivo e igual número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E4(2)	*Auto centro* La construcción presentada tiene más de 25 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA Irregular en planta y regular en elevación, no tiene edificios adyacentes, tiene esquina reentrante, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E5(1)	*Bodega de Intendencia* La construcción presentada tiene más de 25 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, una de sus longitudes está próxima a los 30 m, no tiene edificios adyacentes, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	

E6(1)	*Bodega de Hombres Rana* La construcción presentada tiene más de 25 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, una de sus longitudes está próxima a los 30 m, no tiene edificios adyacentes, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E7(1)	*Material Bélico* La construcción presentada tiene más de 25 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, una de sus longitudes está próxima a los 30 m, no tiene edificios adyacentes, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E8(1)	*Dormitorio 1 CAL 9* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, una de sus longitudes está próxima a los 30 m, no tiene edificios adyacentes, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E9(1)	*Dormitorio 2 CAL 9* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, con una de sus longitudes próximas a 30 m, su estado de conservación es regular, posee patologías en vigas y columnas, no tiene edificios adyacentes, además no cuenta con una adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E10(1)	*Dormitorio Voluntarios EFE 9* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, una de sus longitudes está próxima a los 30 m, no tiene edificios adyacentes, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E11(1)	*Dormitorio Oficiales EFE 9* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, una de sus longitudes está próxima a los 30 m, no tiene edificios adyacentes, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	

E12(1)	*Escuadrón Conscriptos* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no tiene edificios adyacentes, posee una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo y mismo número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E13(1)	*Oficinas* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no tiene edificios adyacentes, posee una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo y mismo número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E14(1)	*Comando GEK 9* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no tiene edificios adyacentes, posee una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo y mismo número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E15(2)	*Dormitorio GEK 9* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, elementos estructurales, vigas y columnas de hormigón armado y muros portantes de mampostería sin varillas de acero (C3) según FEMA regular en planta e irregular en elevación, una de sus longitudes es próxima a los 30 m, edificio adyacente se encuentra a un espacio de separación igual al mínimo [Δ(p)x5 cm], presenta patologías en columnas y vigas, plantas con diferentes configuraciones que la principal, y diferente sistema constructivo, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E16(1)	*Casino BFE 9* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA, posee una relación largo ancho mayor a 4, es irregular en planta y elevación, no tiene edificios adyacentes, posee una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo y mismo número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	

E17(1)	*Banco* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA, posee una relación largo ancho mayor a 4, es regular en planta y elevación, los edificios adyacentes se encuentran separados a una distancia mayor a la mínima que es 5 cm, posee una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo y mismo número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E18(1)	*Sastrería* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA, posee una relación largo ancho mayor a 4, es regular en planta y elevación, los edificios adyacentes se encuentran separados a una distancia mayor a la mínima que es 5 cm, posee una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo y mismo número de plantas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E19(1)	*Piscina* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (Aluminio) (S2) según FEMA irregular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación con presencia de juntas de 5 cm, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, posee una ampliación con diferente sistema constructivo y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	
E20(2)	*Dormitorio 1* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, posee columnas cortas y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E21(2)	*Dormitorio 2* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, posee columnas cortas y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E22(2)	*GFE 27 Oficinas* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, posee columnas cortas y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

E23(1)	*Dormitorio 1 GFE 27* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no tiene edificios adyacentes, posee una ampliación horizontal con el mismo sistema constructivo y mismo número de plantas, presenta patologías en columnas, vigas, esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E24(1)	*Dormitorio GFE 27 (Nuevo)* La construcción de esta estructura data de alrededor de 10 años, considerándose una estructura con paneles portantes de hormigón armado prefabricado o elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado, prefabricadas y ensambladas en obra (PC) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, presenta una longitud con relación mayor a 4, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E25(1)	*Gimnasio y Bordadora* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, el nivel de pisos entre edificaciones, presenta patologías en columnas, vigas y paredes, posee columnas cortas y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E26(1)	*Policlínico* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, el nivel de pisos entre edificaciones, presenta patologías en columnas, vigas y paredes, posee columnas cortas y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E27(1)	*Dormitorio CG 9 BFE* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA, es regular en planta y elevación, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E28(2)	*EFE 9 PATRIA* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, posee columnas cortas y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

E29(1)	*Aulas Andinismo* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA, es regular en planta y elevación, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E30(1)	*2do Escuadrón Paracaidistas* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos de acero laminado en caliente con paredes divisorias de mampostería (S5) según FEMA, es regular en planta y elevación, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E31(1)	*Centro de Aislamiento* La construcción de esta estructura data de alrededor de 10 años, considerándose una estructura con paneles portantes de hormigón armado prefabricado o elementos estructurales vigas y columnas de hormigón armado, prefabricadas y ensambladas en obra (PC) según FEMA, irregular en planta y regular en elevación, no posee edificaciones adyacentes, presenta una longitud con relación mayor a 4, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E32(2)	*Dormitorio de Oficiales* La construcción presentada tiene más de 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, posee columnas cortas y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

Tabla 292

Vulnerabilidad total de la unidad

VULNERABILIDAD TOTAL					
Edificación	**Uso**	**V**	**E**	**V*E**	**VT**
E1	Bodega de Mtto. de Paracaídas	62,78	1	62,78	
E2	Hangar CAL 9	61,88	4	247,53	
E3	Bodega GEK	62,78	1	62,78	
E4	Auto centro	59,43	3	178,30	
E5	Bodega de Intendencia	59,18	1	59,18	
E6	Bodega de Hombres Rana	59,18	1	59,18	
E7	Material Bélico	59,07	1	59,07	
E8	Dormitorio 1 CAL 9	59,07	4	236,29	
E9	Dormitorio 2 CAL 9	59,68	4	238,74	
E10	Dormitorio de Voluntarios EFE 9	59,07	4	236,29	
E11	Dormitorio de Oficiales EFE 9	59,07	4	236,29	
E12	Escuadrón de Conscriptos	59,07	4	236,29	

E13	Oficinas	59,07	4	236,29	
E14	Comando GEK	60,63	4	242,50	
E15	Dormitorio GEK	39,16	4	156,63	
E16	Casino	37,50	4	150,00	53,65
E17	Banco	36,25	3	108,75	
E18	Sastrería	60,73	1	60,73	
E19	Piscina	61,26	4	245,05	
E20	Dormitorio 1	61,20	4	244,78	
E21	Dormitorio 2	61,45	4	245,79	
E22	GFE 27 Oficinas	59,90	3	179,70	
E23	Dormitorio 1 GFE 27	60,04	4	240,17	
E24	Dormitorio Nuevo GFE 27	25,32	4	101,29	
E25	Gimnasio y Bordadora	59,04	4	236,14	
E26	Policlínico	58,57	5	292,84	
E27	Dormitorio CG 9BFE	23,45	4	93,80	
E28	EFE 9 PATRIA	59,97	3	179,92	
E29	Aulas Andinismo	58,28	4	233,13	
E30	2do Escuadrón Paracaidistas	58,57	4	234,27	
E31	Centro de Aislamiento	28,18	4	112,71	
E32	Dormitorio de Oficiales	58,42	4	233,70	
	TOTAL	1747,28	107,00	5740,93	

Tabla 293

Riesgo global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	**Valor**	**Observación**
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,46510358	
		MODERADO
Riesgo Global (Rg)	36,6209874	
		ALTO - C

20. Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"

Figura 158

Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"

Tabla 294

Datos generales de la unidad

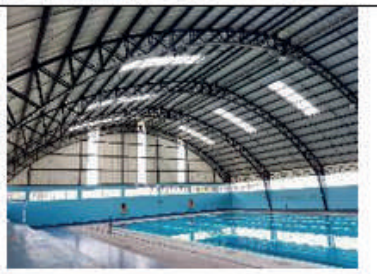
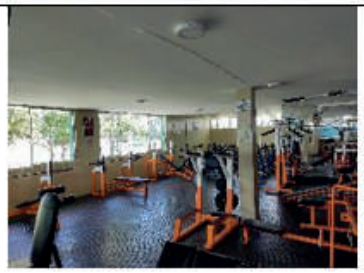
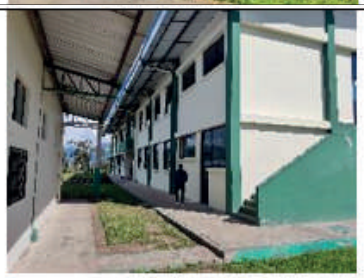
DATOS GENERALES		
Unidad militar:	Escuela de Formación de Soldados "VENCEDORES DEL CENEPA"	
Provincia:	Tungurahua	
Cantón:	Ambato	
Coordenadas:	767748.31 E	9866267.55 S
Cota de construcción aprox. promedio:	2613 m.	
Número de estructuras:	30	

Tabla 295

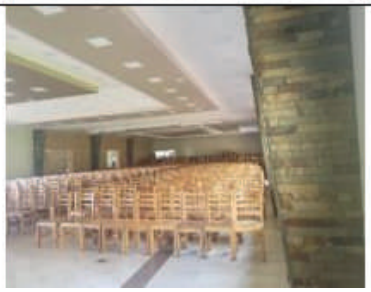
Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Almacén Militar* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

E2(1)	*Comedor Voluntarios* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E3(1)	*Comedor de Aspirantes* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E4(1)	*Cocina* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E5(1)	*Dormitorio Voluntarios de Guardia* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E6(1)	*Laboratorios* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E7(3)	*Dormitorio Oficiales* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta e irregular en elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, el nivel de pisos entre edificaciones es de dos plantas, presenta grietas en esquinas de ventanas y puertas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado	

E8(2)	*Dormitorio Oficiales 2* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E9(1)	*Piscina* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (Aluminio) (S2) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación con presencia de juntas de 5 cm, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, posee una ampliación con diferente sistema constructivo y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E10(1)	*Gimnasio y Oficina EE.FF.* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes con una separación igual al mínimo con presencia de juntas de 5 cm, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, posee una ampliación con diferente sistema constructivo y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia así como ventanas de vidrio templado.	
E11(1)	*Dormitorios Tipo 1* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E12(1)	*Dormitorios Tipo 2* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E13(1)	*Dormitorios Tipo 3* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes con una separación igual al mínimo con presencia de juntas de 5 cm, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, posee una ampliación con diferente sistema constructivo y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

E14(2)	*Edificio Central* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes con una separación mayor al mínimo con presencia de juntas, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E15(2)	*Dormitorio 2da CIA* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, con una relación largo-ancho mayor a 4 presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E16(1)	*Dormitorio Mujeres* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, una de sus longitudes está próxima a los 30 m, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E17(2)	*Dormitorio 1era CIA* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, con una de sus longitudes próximas a 30 m, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E18(1)	*Dormitorio 3era CIA* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, con una de sus longitudes próximas a 30 m, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E19(1)	*Piscina Pequeña* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con pórticos resistentes a momento en la dirección longitudinal, con revestimiento de chapa ondulada (Aluminio) (S2) según FEMA irregular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin la adecuada separación sin presencia de juntas, con esquinas reentrantes, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm, posee una ampliación con diferente sistema constructivo y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

E20(1)	*Lavanderia* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E21(1)	*Aula Música* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E22(1)	*Centro de Computo* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E23(1)	*Bodega* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E24(1)	*Comedor* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes con una separación mayor al mínimo con presencia de juntas de más de 5 cm, el nivel de pisos entre edificaciones es de más de 60 cm y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E25(1)	*Auditorio* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	

E26(3)	*Bloque Aulas Campamento 2* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con todos sus pórticos de hormigón armado, con resistencia a momento y ductilidad (C1) según FEMA irregular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, esquina reentrante y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E27(1)	*Bloque Campamento 1* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con todos sus pórticos de hormigón armado, con resistencia a momento y ductilidad (C1) según FEMA irregular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, esquina reentrante y no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E28(1)	*Laboratorio Campamento 2* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, existen patologías en columnas y vigas metálicas, no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, así como ventanas de vidrio templado.	
E29(1)	*Transportes* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E30(2)	*Dormitorios* La construcción presentada tiene aproximadamente 20 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, con una de sus longitudes próximas a 30 m, presenta patologías en esquinas de ventanas y puertas, además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	

E31(1)	*Centro de Salud* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, no posee edificaciones adyacentes, no posee edificaciones adyacentes, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E32(1)	*Casino de Oficiales* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin presencia de juntas, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, desnivel en el terreno moderado, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E33(1)	*Cocina Casino de Oficiales* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin presencia de juntas, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, desnivel en el terreno moderado, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	
E34(1)	*Fisioterapia y Radiaciones* La construcción presentada tiene aproximadamente 40 años de construcción, considerándose una construcción con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada (S5) según FEMA regular en planta y elevación, posee edificaciones adyacentes sin presencia de juntas, posee edificaciones adyacentes con nivel de pisos mayor de 60 cm de la vertical, desnivel en el terreno moderado, existen patologías en columnas y vigas además no cuenta con adecuada puerta de salida de emergencia, accesibilidad inclusiva, así como ventanas de vidrio templado.	

Tabla 296

Vulnerabilidad total de la unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Almacén Militar	34,35	3	103,05	
E2	Comedor de Voluntarios	39,28	6	235,67	
E3	Comedor de Aspirantes	34,39	6	206,31	
E4	Cocina	39,53	4	158,11	
E5	Dormitorio Volunt.. Guardia	34,35	4	137,40	

E6	Laboratorios	34,46	4	137,83	
E7	Dormitorio Oficiales	41,86	5	209,29	
E8	Dormitorio Oficiales 2	34,14	5	170,68	
E9	Piscina	38,49	5	192,43	
E10	Gimnasio y Oficina EE.FF.	37,99	4	151,94	
E11	Gimnasio Calistenia	37,99	4	151,94	
E12	Bedrooms Tipo 1	34,35	5	171,75	
E13	Bedrooms Tipo 2	34,35	5	171,75	42,46
E14	Bedrooms Tipo 3	34,35	6	206,10	
E15	Dormitorio 2da CIA	59,54	5	297,71	
E16	Dormitorio Mujeres	33,70	5	168,50	
E17	Dormitorio 1era CIA	58,28	5	291,41	
E18	Dormitorio 3era CIA	58,17	5	290,87	
E19	Piscina Pequeña	59,61	5	298,06	
E20	Lavandería	33,34	4	133,37	
E21	Aula de Música	33,70	4	134,80	
E22	Centro de Computo	33,70	4	134,80	
E23	Bodega	36,08	4	144,31	
E24	Comedor	36,19	4	144,74	
E25	Auditorio	36,19	6	217,11	
E26	Bloque Aulas Campamento 2	39,89	6	239,31	
E27	Bloque Aulas Campamento 1	40,60	6	243,60	
E28	Laboratorio Campamento 2	35,93	5	179,64	
E29	Transportes	61,99	1	61,99	
E30	Dormitorios	36,75	5	183,75	
E31	Centro de Salud	69,87	5	349,37	
E32	Casino de Oficiales	65,37	4	261,49	
E33	Cocina Casino	65,59	2	131,18	
E34	Fisioterapia y Radiaciones	62,82	5	314,09	
	TOTAL	1467,16	156,00	6624,37	

Tabla 297

Riesgo Global

RIESGO GLOBAL		
Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,60600975	
Riesgo Global (Rg)	26,4406437	MODERADO - B

21. Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALÁPAGOS"

Figura 159

Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALÁPAGOS"

Tabla 298

Datos generales de la unidad

Unidad militar:	Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALAPAGOS"	
Provincia:	Chimborazo	
Cantón:	Riobamba	
Coordenadas:	761108 E	9816696 N
Cota de construcción aprox. promedio:	2782 m.	
Número de estructuras:	19	

Tabla 299

Datos de los edificios que conforman

Cód. (#pisos)	Dependencias y detalles	Descripción gráfica
E1(1)	*Cine* La construcción presentada data de más de 50 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. La estructura cuenta con una visera de hormigón en la entrada que ocasiona golpeteo a la edificación. Además, presenta una ampliación horizontal con diferente nivel y diferente sistema constructivo. Cabe recalcar también la presencia de fracturas horizontales en las paredes y desgaste por humedad.	

E2(2)	*Dormitorios CAL-11* La construcción presentada data de más de 50 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería de ladrillo no reforzada. La estructura es irregular en planta por esquina reentrante debido a una ampliación horizontal sin junta donde se puede apreciar fisuras. Esta ampliación tiene un diferente sistema constructivo y un nivel menos de piso. Además, se aprecian fracturas en las paredes y humedad generalizada a lo largo de toda la fachada.	
E3(2)	*Dormitorios ESCABLIN* La construcción presentada data de más de 50 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería de ladrillo no reforzada. La estructura presenta fracturas horizontales en paredes a causa de la deformación de flexión de las vigas. Además, la edificación tiene una relación-largo ancho mayor a 4 pero presenta juntas. Por otro lado, se aprecia desprendimiento de la pintura por humedad.	
E4(2)	*Oficinas GCB-33* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes. Se aprecia un buen estado de conservación pese a pequeñas fisuras y humedad localizada.	
E5(1)	*Hangares ERS, CCT y GAA* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. El material de la cubierta (láminas de fibrocemento) se encuentra en mal estado y la estructura presenta una pequeña ampliación vertical de menor nivel y sistema constructivo diferente, que ocasiona golpeteo a las columnas de un extremo. También se aprecia fracturas en el hormigón que recubre los elementos estructurales de acero.	
E6(1)	*Museo* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (W1) según la FEMA, puesto que es una estructura liviana de madera de 2 pisos con mampostería de ladrillo. Presenta una ampliación horizontal de un nivel menos con el mismo sistema constructivo y se aprecia una degradación parcial en las columnas debido a la edad de la estructura y agentes atmosféricos. Esta degradación es más remarcada en los marcos de madera de las ventanas y puertas.	
E7(2)	*Oficinas de Comunicación* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Presenta una pequeña ampliación horizontal que le genera golpeteo a la parte media de la estructura. Además, se aprecian pequeñas fisuras en la unión de la edificación con la cubierta y en la fachada	

E8(1)	*Piscina* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Tiene dos ampliaciones horizontales a cada lado con diferente sistema constructivo. Se aprecia un regular estado de conservación con humedad localizada en paredes y losas de cubierta.	
E9(1)	*Gimnasio* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Tiene una ampliación horizontal con diferente sistema constructivo que la une a la edificación E8 y se aprecia un regular estado de conservación con humedad localizada en paredes y losas de cubierta.	
E10(1)	*Dormitorios 32* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificios adyacentes. No obstante, presenta una junta de unión a lo largo de la estructura. Por otro lado, se aprecia un regular estado de conservación, fracturas en la unión de la mampostería con las viguetas de cubierta y humedad localizada en las paredes.	
E11(1)	*Hangar Trasero* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S3) según la FEMA, puesto que está conformada por una estructura metálica liviana. El material de la cubierta (láminas de fibrocemento) se encuentra en pésimo estado de conservación. Cabe recalcar que la relación largo-ancho es mayor a 4 aunque cuenta con juntas de unión en la parte más larga de la estructura. Por otro lado, e hormigón que recubre las columnas de acero se aprecia deteriorado.	
E12(2)	*Hangares CEMAT* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. El material de la cubierta (láminas de fibrocemento) se encuentra en mal estado y la estructura presenta fisuras en las paredes y un regular estado de conservación generalizado.	
E13(1)	*Museo de Vehículos Blindados* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. La estructura es regular, no presenta ampliaciones y se aprecia un buen estado de conservación pese a humedades localizadas en paredes de la fachada.	
E14(1)	*Comedor-Casino* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (C3) según la FEMA, puesto que es una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada. Presenta irregularidad en planta por sistemas no paralelos además de una humedad generalizada en las paredes de la fachada. Por otro lado, el estado de conservación es malo de manera generalizada, pese a que su interior esté bien conservado y remodelado.	

E15(2)	*Oficinas comando BCB* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo. Tiene un buen estado de conservación, no obstante, se observan fisuras en las juntas y esquinas de ventanas y un ligero deterioro en la fachada por humedad.	
E16(1)	*Oficinas EEB 11* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (C3) según la FEMA, puesto que es una estructura de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada con una cubierta de láminas translúcidas. Presenta irregularidad en elevación por retroceso fuera del plano y en general se aprecia un buen estado de conservación pese a un leve deterioro de las paredes de la fachada	
E17(2)	*Oficinas GCB 31* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes que le produzcan golpeteo. Se aprecia un regular estado de conservación de la fachada y la los de cubierta ocasionado por humedad.	
E18(1)	*Dormitorios GAA* La construcción presentada data de más de 30 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es regular tanto en planta como elevación y no presenta edificaciones adyacentes. La estructura presenta fracturas horizontales en paredes a causa de la deformación de flexión de las vigas.	
E19(1)	*Oficinas* La construcción presentada data de más de 40 años, se ajustaría al tipo de edificación (S5) según la FEMA, puesto que posee una estructura con marcos de acero y mampostería no reforzada. Es una edificación regular sin estructuras adyacentes que produzcan golpeteo y se contempla una visera en la entrada no en muy buen estado que puede fallar en caso de sismo. Por otro lado, las vigas presentan corrosión localizada y las paredes pequeñas fisuras.	

Tabla 300

Vulnerabilidad total de la Unidad

Edificación	Uso	V	E	V*E	VT
E1	Aulas	71,02	5	355,11	
E2	Dormitorios	71,35	6	428,09	
E3	Dormitorios	59,68	6	358,11	
E4	Oficinas	58,93	5	294,66	
E5	Bodega	62,82	1	62,82	

E6	Coliseo	67,50	4	270,00	
E7	Oficinas	64,15	5	320,77	
E8	Coliseo	59,86	4	239,45	
E9	Coliseo	60,11	4	240,46	62,23
E10	Dormitorios	60,15	5	300,76	
E11	Bodega	60,51	1	60,51	
E12	Bodega	59,58	1	59,58	
E13	Coliseo	58,07	5	290,33	
E14	Comedor	62,17	5	310,83	
E15	Oficinas	59,76	5	298,78	
E16	Oficinas	61,20	4	244,78	
E17	Oficinas	59,94	5	299,68	
E18	Dormitorios	61,23	5	306,15	
E19	Oficinas	59,43	4	237,73	
	TOTAL	1177,45	80,00	4978,58	

Tabla 301

Riesgo Global

Parámetro	Valor	Observación
Capacidad de Respuesta (Cr)	70	
Nivel de exposición (NE)	1	
Coeficiente de capacidad (C)	1,357076	
Riesgo Global (Rg)	45,85757	ALTO - D

Gráficos comparativos

Una vez obtenidos los resultados de las evaluaciones a las unidades militares acantonadas en el valle interandino desde Tulcán hasta Riobamba, se procede a la comparación grafica de los resultados en base a la estimación del riesgo global por unidades militares, grado de vulnerabilidad por dependencias, norma de construcción usada en cada dependencia y tipo de estructura usada.

Figura 160

Estimación de riesgo global

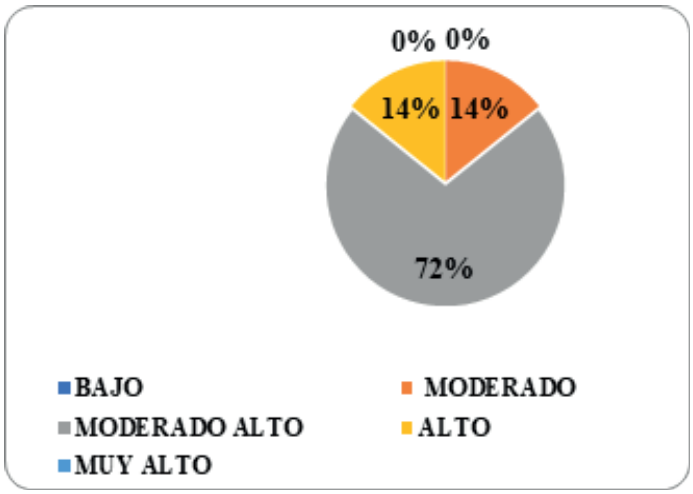


Figura 161

Grado de vulnerabilidad por dependencias

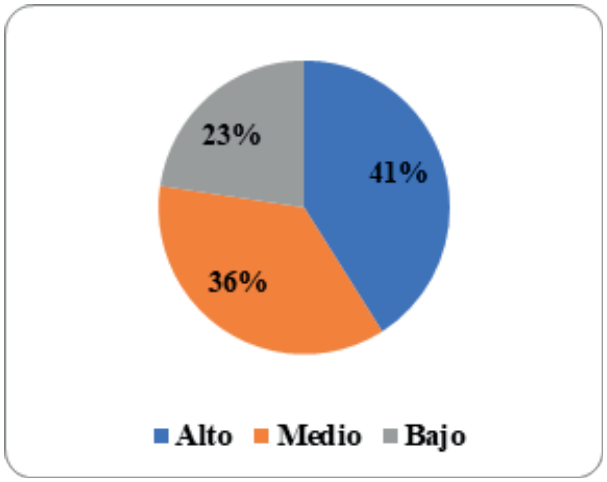


Figura 162

Norma de construcción por dependencias

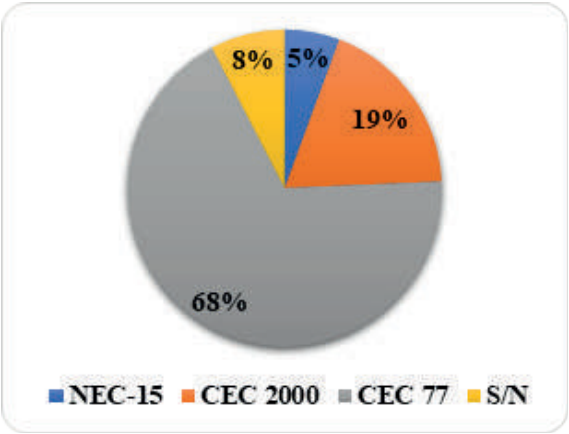


Figura 163

Tipo de edificaciones según FEMA

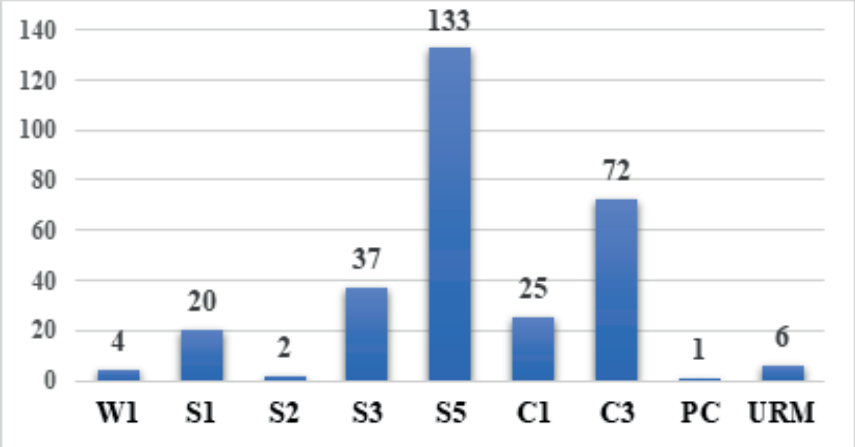
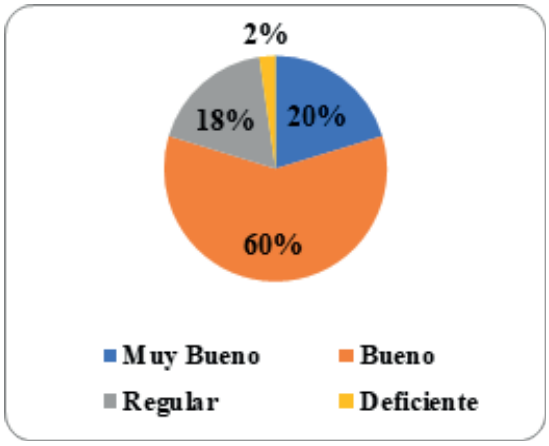


Figura 164

Estado de conservación



Conclusiones y Recomendaciones de Resultados parte 4

Conclusiones

- La herramienta para el análisis de vulnerabilidad sísmica elaborada por Ballesteros Salazar & Caizaguano Montero (2020), a pesar de que es una evaluación preliminar, permite conocer el estado actual de las estructuras, además determina el valor del grado de vulnerabilidad y riesgo global, lo que permite categorizar a cada Unidad militar con base en la seguridad que otorga. De esta manera, la herramienta fue aplicada en 21 unidades militares acantonadas en el Valle Interandino desde Tulcán

hasta Riobamba, con un total de 300 dependencias de uso militar evaluadas.

- En términos de estimación del riesgo global, se determinó que de las 21 unidades militares evaluadas, el 71,4% que representa a 15 unidades militares presentan un riesgo global "Moderado Alto"; el 14,3% que representa a 3 unidades, muestran un riesgo global "Moderado"; y el 14,3% que representa a 3 unidades, muestran un riesgo global "Alto". Como consecuencia, se debe implementar medidas preventivas como: refuerzo de edificaciones vulnerables y capacitar a todo el personal militar y civil, ya que es muy probable que se produzca un desastre, siendo los casos más críticos: del Grupo de Caballería Mecanizada No. 36 "YAGUACHI", Colegio Militar "ELOY ALFARO" y Brigada de Caballería Blindada No. 11 "GALAPAGOS".
- Al analizar el grado de vulnerabilidad por dependencias, se determinó que el 22,7% de estas reflejan un grado de vulnerabilidad "Bajo"; el 36,3% pertenecen a un grado de vulnerabilidad "Medio", siendo aquí en donde se debe evaluar a las edificaciones mediante FEMA P-154. El 41% de las dependencias evaluadas reflejan un grado de vulnerabilidad "Alto" para lo cual se debe realizar un análisis estructural detallado siendo el caso de la Escuela de Servicios y Especialistas del Ejército, que presenta la mayor cantidad de edificaciones con un grado de vulnerabilidad alto.
- Con base en los gráficos comparativos, se destaca que la normativa de construcción más utilizada en las unidades militares evaluadas corresponde a la CEC 77 con el 68% del total de las dependencias, mientras que únicamente el 5% corresponden a edificaciones construidas con la NEC-15; la mayor parte de edificaciones corresponden a construcciones con estructuras con marcos de acero y mampostería no reforzada y estructuras de hormigón armado con relleno de mampostería no reforzada.
- Finalmente, se puede mencionar que el 60% de las instalaciones militares evaluadas se encuentran con un buen estado de conservación en sus dependencias y únicamente el 18% y 2% muestran su estado de conservación regular y deficiente, respectivamente. Cabe recalcar que este último indicador no refleja la vulnerabilidad estructural que poseen las edificaciones, razón por la cual se debe considerar lo expuesto en lo referente al grado de vulnerabilidad.

Recomendaciones

- El uso de este mecanismo de evaluación preliminar debe ser aplicado en todas las unidades militares del Ejército, ya que al analizar 21 unidades se pudo detectar deficiencias físicas y ausencia de reforzamiento en estructuras, que ante un evento sísmico son altamente vulnerables.
- Ante los resultados mostrados, es necesario que se realice una evaluación mediante la matriz FEMA P-154 para confirmar o descartar un análisis estructural detallado de las dependencias que presenten esta característica, de igual forma, realizar un análisis estructural detallado a las dependencias que definitivamente lo requieran, ya que el presente trabajo muestra la realidad actual de las unidades militares evaluadas en cuanto al grado de vulnerabilidad sísmica que corresponde.

Parte VI

Resultados de la Institución

1. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Figura 165

Campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en Sangolquí

Tabla 302

Datos generales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

DATOS GENERALES					
Nombre:	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE				
Dirección:	Av. Gral. Rumiñahui S/N, Sangolquí 171103				
Coordenadas		**Este**	784678.30	**Norte**	9965165.30
Fecha de evaluación:	25 y 26 de sept. 2023			**N° de Edificios:**	27
Cota de Construcción aproximada	2499	m.s.n.m		**Jornada:**	Matutina / Vespertina

Tabla 303

Listado de edificios de la infraestructura principal de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Cód. #pis.	Dependencias y Descripción	Evidencia
E1 (2)	Construcción en el año 1994. Estructura de hormigón armado (C3). No presenta juntasen la edificación. Presenta esquinas reentrantes. No existen presencia de patologías en elementos estructurales. Estado de la edificación y cubierta buena. Se identifican elementos de inclusividad implementados.	
E2 (2)	Construcción en el año 1996. Estructura de hormigón armado (C3). Fisuras en losas y fracturas en paredes. Estado de la edificación y cubierta buena. Se identifican elementos de inclusividad implementados.	

E3 (2)	Construcción en el año 2002. Estructura de hormigón armado (C3). Fisuras en losas y fracturas en paredes. Estado de la edificación y cubierta buena. Se identifican elementos de inclusividad implementados.	
E4 (2)	Construcción en el año 1995. Estructura de hormigón armado (C3). Presencia de juntas entre edificación y escaleras. Fisuras en losas y fracturas Horizontales en paredes. Estado de la edificación y cubierta buena. Se identifican elementos de inclusividad implementados.	
E5 (2)	Construcción en el año 1995. Estructura de hormigón armado (C3). Presencia de juntas entre edificación y escaleras. Fisuras en losas y fracturas Horizontales en paredes. Estado de la edificación y cubierta buena. Se identifican elementos de inclusividad implementados.	
E6 (4)	Construcción en el año 2002. Estructura de hormigón armado (C3). Presencia de juntas entre edificación y escaleras mayores a 5 cm. Ampliaciones de los bloques de aulas con estructura metálica. Fisuras en losas y fracturas verticales en paredes. Estado de la edificación y cubierta buena. Se identifican elementos de inclusividad implementados.	
E7 (2)	Construcción en el año 1995. Estructura de hormigón armado (C3). Presencia de juntas entre edificación y escaleras mayores a 5 cm. Ampliaciones de los bloques de aulas con estructura metálica. Fisuras en losas y fracturas verticales en paredes. Estado de la edificación y cubierta buena. Se identifican elementos de inclusividad implementados.	
E8 (2)	Construcción del año 1997 tipo C3, presenta patologías en columnas y grietas en las paredes y humedad localizada en la parte baja de la edificación, el estado de conservación de la edificación y su cubierta es bueno. Sus elementos no estructurales exteriores tienen una adecuada colocación y sus elementos no estructurales interiores presentan una regular colocación.	
E9 (2)	Construcción del año 1996 en hormigón armado, según la FEMA P-1000 construcción C3, presenta grietas y fisuras en columnas, vigas y losas, además de grietas horizontales en la fachada de la edificación. El estado de conservación de la edificación y su cubierta es bueno.	
E10 (1)	Construcción del año 2001, tipo de construcción C3, presenta gritas en vigas y columnas, además de grietas en esquinas de ventanas y puertas. El estado de conservación de la edificación y su cubierta es regular.	

E11 (2)	Construcción del año 1995 en hormigón armado, categorizándola según la FEMA P-1000 como tipo C3, presenta irregularidades en planta patologías en losa y humedad en paredes, además su estado de conservación es bueno.	
E12 (4)	Construcción en 1994 con una ampliación en 2007, presenta patologías en todos sus elementos estructurales, la conservación de la edificación es regular y el de su cubierta es bueno.	
E13 (1)	Construcción del año 1994 en hormigón armado (C3), presenta patologías en columnas, vigas, losas y paredes. Los elementos no estructurales interiores presentan una adecuada colocación, el estado de conservación de la edificación es bueno y el de su cubierta es regular.	
E14 (1)	Construcción del año 2010, tipo de construcción C3 según la FEMA P-1000, presenta patologías en vigas, losas y paredes, sus elementos no estructurales tienen una adecuada colocación y el estado de conservación de la edificación y su cubierta es bueno.	
E15 (6)	Construcción del año 2007, tipo de edificación C3 según la FEMA P-1000, presenta ampliaciones horizontales, además de patologías en vigas y paredes	
E16 (3)	La Biblioteca Alejandro Segovia inicio sus labores el 15 de junio del 2001, presenta patologías en todos sus elementos estructurales, el estado de conservación de la edificación es bueno, mientras que el de su cubierta es regular	
E17 (1)	Construcción del año 2008, tipo C3, según la FEMA P-1000, presenta patologías GC en todos sus elementos estructurales, el estado de conservación de la edificación y su cubierta es regular	
E18 (3)	(Dormitorio): (Oficinas) La estructura es de hormigón armado C3, con edificios adyacentes susceptible a golpeteo, además posee esquinas reentrantes con ampliación horizontal, así mismo posee patologías en vigas, columnas, paredes y losa por humedad, la conservación de la edificación es buena así como su cubierta.	

E19 (3)	(Dormitorios): (Comedor)La estructura es de hormigón armado C3, con edificios adyacentes susceptible a golpeteo, además posee esquinas reentrantes con ampliación horizontal, así mismo posee patologías en vigas, columnas, paredes y losa por humedad, la conservación de la edificación es buena, así como su cubierta.	
E20 (3)	(Dormitorios): (Oficinas)La estructura es de hormigón armado C3, con edificios adyacentes susceptible a golpeteo, además posee esquinas reentrantes con ampliación horizontal, así mismo posee patologías en vigas, columnas, paredes y losa por humedad, la conservación de la edificación es buena así como su cubierta.	
E21 (3)	(Dormitorios): (Oficinas)La estructura es de hormigón armado C3, con edificios adyacentes susceptible a golpeteo, además posee esquinas reentrantes con ampliación horizontal, así mismo posee patologías en vigas, columnas, paredes y losa por humedad, la conservación de la edificación es buena así como su cubierta.	
E22 (1)	(Oficinas) La estructura es de ladrillo, hormigón y madera MX, además posee esquinas reentrantes no posee ampliación horizontal ni vertical, así mismo posee patologías paredes por humedad, la conservación de la edificación es muy buena así como su cubierta.	
E23 (1)	(Oficinas) La estructura es de hormigón armado C3, además posee esquinas reentrantes abertura de diafragmas, así mismo posee patologías en vigas, columnas, paredes y losa por humedad, la conservación de la edificación es buena así como su cubierta.	
E24 (1)	(Coliseo) La estructura es de hormigón armado C3, además posee abertura en diafragmas, así mismo posee patologías en vigas, columnas, paredes y losa por humedad, la conservación de la edificación es buena así como su cubierta.	
E25 (1)	(Coliseo) La estructura es una estructura mixta de hormigón armado y acero (MX), además posee esquinas reentrantes con ampliación horizontal, así mismo posee patologías en vigas tipo I, columnas y paredes por humedad, la conservación de la edificación es buena así como su cubierta.	
E26 (3)	(Laboratorios) La edificación es una estructura mixta de hormigón armado y acero (MX), además posee esquinas reentrantes, así mismo posee patologías en vigas, columnas tipo I, la conservación de la edificación es buena así como su cubierta.	
E27 (1)	(Garita)La estructura es de hormigón armado C3, así mismo posee patologías en vigas, columnas, paredes y losa por humedad, la conservación de la edificación es buena, así como su cubierta.	

Tabla 304

Evaluación de los edificios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Edificio	Uso	V		Elemento de Terreno		V Total
E1	Laboratorios	62,57	Alta	5	2,41	
E2	Laboratorios	62,60	Alta	5	2,41	
E3	Laboratorios	38,27	Baja	5	1,47	
E4	Laboratorios	61,81	Alta	5	2,38	
E5	Laboratorios	61,70	Alta	5	2,37	
E6	Aulas	39,30	Baja	5	1,51	
E7	Laboratorios	62,74	Alta	5	2,41	
E8	Oficinas	69,62	Alta	5	2,68	
E9	Comedor	71,34	Alta	5	2,74	
E10	Comedor	37,00	Baja	3	0,85	
E11	Laboratorios	63,57	Alta	4	1,96	
E12	Aulas	65,08	Alta	6	3,00	
E13	Bodega	61,41	Alta	2	0,94	
E14	Oficina	36,00	Baja	3	0,83	**55,01**
E15	Oficinas	38,29	Baja	6	1,77	
E16	Aulas	38,00	Baja	6	1,75	
E17	Enfermería	37,75	Baja	5	1,45	
E18	Dormitorio	63,35	Alta	5	2,44	
E19	Dormitorios	63,35	Alta	5	2,44	
E20	Dormitorios	64,25	Alta	5	2,47	
E21	Dormitorios	64,25	Alta	5	2,47	
E22	Oficinas	59,11	Media	5	2,27	
E23	Oficinas	60,04	Alta	4	1,85	
E24	Coliseo	60,15	Alta	6	2,78	
E25	Coliseo	59,90	Media	6	2,76	
E26	Laboratorios	26,06	Baja	6	1,20	
E27	Oficinas	59,79	Media	3	1,38	

Tabla 305

Resumen y promedio de evaluación de los edificios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Vulnerabilidad	N° de Edificios	Porcentaje
ALTA	16	59%
MEDIA	3	11%
BAJA	8	30%
TOTAL	**27**	**100%**

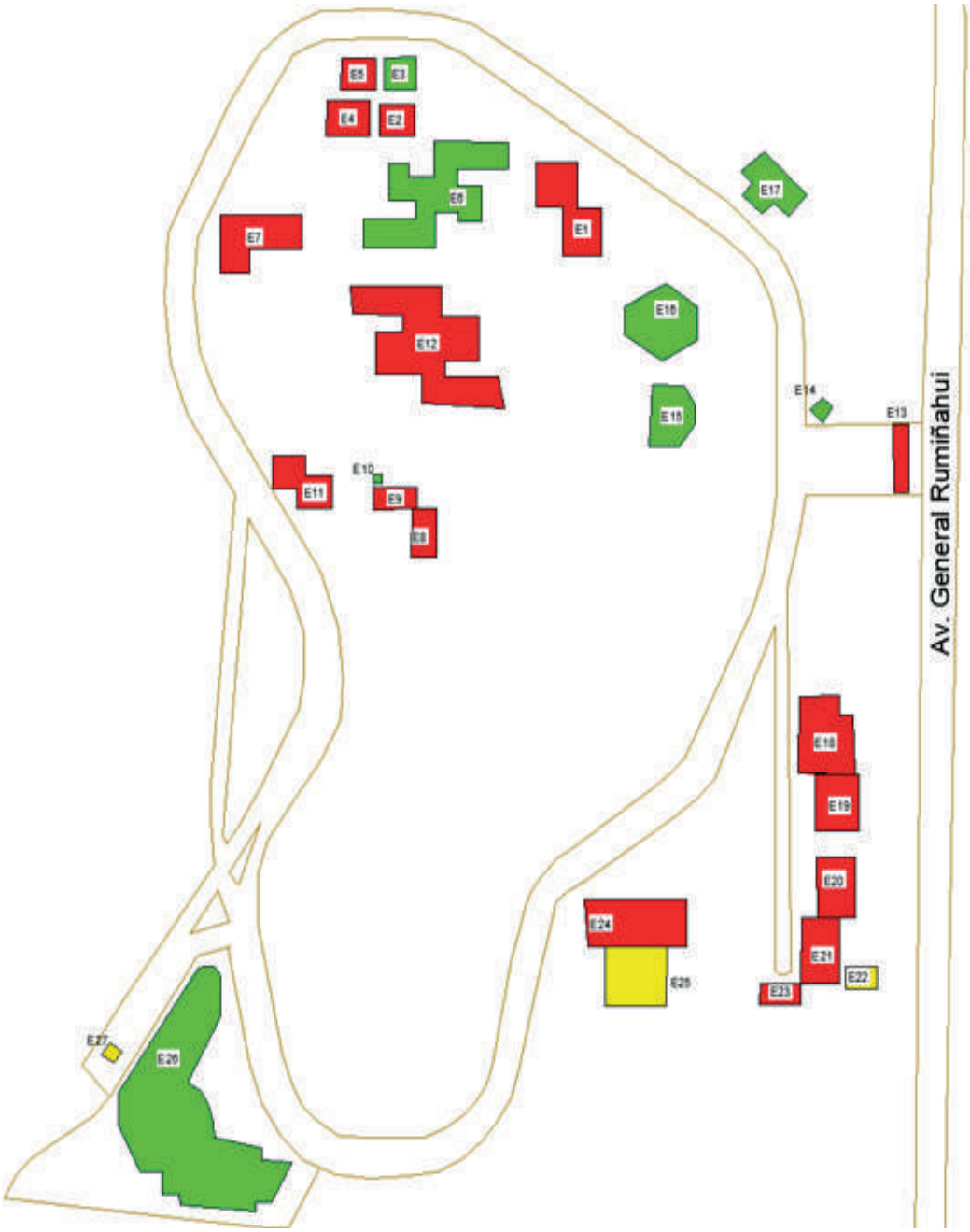


Figura 166
Distribución de la vulnerabilidad de los edificios de la ESPE en la Matriz de Sangolquí

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

Aguiar Falconí, R., & Rivas Medina, A. (2018). *Microzonificación Sísmica de Ambato*. Municipalidad de Ambato. https://www.researchgate.net/publication/327039910_Libro_Microzonificacion_Sismica_de_Ambato

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.* http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/29046

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

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 indice de daño de una edificación perteneciente al patrimono 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 Magíster 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. 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

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).

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*. 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.

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. 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).

Bustelo, P. (18 de Abril de 2011). *El terremoto de Tohoku (Japón) de marzo de 2011: implicaciones económicas (ARI).* Real Instituto Elcano: http://biblioteca.ribei.org/id/eprint/2085/1/ARI-72-2011.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.

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/down-

loads/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*. http://hdl.handle.net/10803/6219

Carrión, A., Giunta, I., & Mancero, A. (2017). *Posterremoto, gestión de riesgos y cooperación internacional: Ecuador*. 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 quirurgico no traumatico y y propuesta de un protocolo de atención actualizado. Área de emergencia del Hospital Militar de Guayaquil 2009-2010. Tesis, 123. Guayaquil, Guayas, Ecuador. 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. https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/29200/1/Tesis%20I.%20C.%201282%20-%20Cevallos%20Pilco%20Tal%C3%ADa%20Alexandra.pdf

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.

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. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/Logros-SGR_finalok.pdf

Correa Zúñiga, C. (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS ESTRUCTURALES EN EDIFICACIONES LUEGO DE UN EVENTO SÍSMICO. Guayaquil.

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., Martinez-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. *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). 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.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/23-el-terremoto-de-riobamba-de-1797/file

El Consejo Metropolitano De Quito. (2003). ORDENANZA 3457. 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.

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. 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. (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. B*ulletin 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 nucleoeléctrica 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.

Garcés, J. (2017). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica en viviendas de uno y dos pisos de mampostería confinada en el barrio San Judas Tadeo II en la ciudad de Santiago de Cali*. Bogotá: Universidad MilitarNueva Granada.

GEOESTUDIOS S.A., Chunga, K., & Pozo, C. (2017). E*studio 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.

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.

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.

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.

HOSNAG. (2022). HOSPITAL GENERAL HOSNAG. https://hospitalnaval.armada.mil.ec/resena-hosnag

INEN. (2000). ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO. 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. NORMA: http://intranet.miduvi.gob.ec/intranet2/wp-content/uploads/2019/05/NTE-INEN-3142-VENTANAS.pdf

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 sísimica del patrimonio edificado del Centro Historico de la Ciudad de Cuenca: Lineamientos generales y avances del proyecto*. Universidad de Cuenca, Cuenca. 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.

López, A. (2019). *Metodología de analisis de respuesta de sitio unidimensional para determinar la demanada sismica en superficie de Guayaquil*. Universidad de Especialidades Espiritu Santo.

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.

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 Bahia 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*. https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-DS-Peligro-S%C3%ADsmico-parte-1.pdf

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*, I, 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.

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.

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., Yepez, 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 Geoportal 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. 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

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. http://redgeomatica.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"*. https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4523/1/Tesis%20Gonzalo%20Paucar.pdf

Peñaherrera Bassantes, L., Tito Gonzaga, D., Robalino Bedón, C. and Toulke-

ridis, 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., Poulenard, 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.

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.

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://dspa-

ce.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 riego 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 Martinez, 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.

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. http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/13830/1/T-UCSG-PRE-ING-IC-307.pdf

Rugel, J., Zamora, D., Bonifaz, H., Duran, R., Delgado, V. and Toulkeridis, T., 2022: Determination of the influence of an absorbing silica gel in concre-

te. *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: Berrezueta 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 probabilístas en la evaluación del riesgo sísmico del Distrito del Eixample (Barcelona)*. Barcelona: Escola de Camins, UPC BARCELONATECH.

Sandoval-Erazo, 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.

Segura-Alcívar, M., Rodriguez-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). PROPUESTADE 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. E*arthquake 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. 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., Ñato-Criollo, D.A., Vera-Zambra-

no, 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 Bahia 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.

Torres Rites, D. (2016). Instructivo para elaborar el Diagnóstico de Riesgos. Ministerio de Educación del Ecuador. 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.* 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)–GEO1 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., Rodriguez, F., Mato, F., Nikolaou, S., Cruz D´Howitt, M., Besenzon, D., Ruiz, H., Parra, H. and Vera-Grunauer, X., 2017c: The 7.8 Mw 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., Chunga, K., Rentería, W., Rodriguez, F., Mato, F., Nikolaou, S., Cruz D´Howitt, M., Besenzon, D., Ruiz, H., Parra, H. and Vera-Grunauer, X., 2017c: The 7.8 Mw 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., Martinez, 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 Martinez, R., Cueva Girón, J., Taipe 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., Porras, 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., Porras, 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., Porras, 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., Rodríguez, F., Arias Jiménez, N., Simón Baile, D., Salazar Mar-

tínez, 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., 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.*

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

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*. 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.

Zafrir Vallejo, R., Padilla-Almeida, O., Cruz D´Howitt, M., Toulkeridis, T., Rodriguez 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*. 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.

Grado de vulnerabilidad sísmica de las edificaciones estratégicas en el Ecuador

Estudio basado en los resultados obtenidos por estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE de octubre 2021 a marzo 2023 bajo la mentoría de sus profesores Dr. Theofilos Toulkeridis y Dra. Ana Gabriela Haro, en la Unidad de Integración Curricular, previa a la obtención de su título universitario.

El grado de vulnerabilidad fue determinado en aspectos generales de la estructura, tales como año de construcción, tipo de edificación, número de pisos, tipo de suelo, estado de elementos estructurales, elementos no estructurales y el grado de vulnerabilidad sísmica en edificaciones del Ministerio de Defensa, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, hospitales militares, colegios militares, aeropuertos, polvorines, y demás unidades militares en las ciudades de Manta, Puyo, Shell, Quito, Machachi, Guayaquil, Naranjal, Machala, Riobamba, Latacunga, Cuenca, Saraguro, Coca, Patuca, Loja, Ambato, Salinas, Tulcán, Ibarra, Atuntaqui y Sangolquí.

Se obtuvieron tres rangos de vulnerabilidad sísmica: alto, medio y bajo, como base técnica para recomendar la ejecución o no de un análisis estructural más detallado. En tal virtud, se puede evaluar a la edificación de acuerdo a la vulnerabilidad sísmica según la guía FEMA P-154, y con estos resultados, tomar las decisiones más adecuadas para cada una de las estructuras evaluadas.

De igual manera, se presentan varias sugerencias que permitirán reducir los riesgos en elementos no estructurales, los cuales podrían afectar el bienestar de los ocupantes ante la ocurrencia de un evento sísmico.

Los autores

ISBN: 978-9942-652-31-7

9 789942 652317

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA