



**Evaluación de la resistencia a sismos y tsunamis de edificaciones existentes en
Salinas en Santa Elena.**

Barahona Quelal, Irma Narciza y Pilco Paguay, Edison Oscar

Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil

PhD. Toulkeridis, Theofilos



10 de septiembre del 2021



Document Information

Analyzed document	Barahona_Pilco.pdf (D112146559)
Submitted	9/6/2021 10:45:00 PM
Submitted by	
Submitter email	bibliotecapespe.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	ibiblioteca.GDC@analysis.urfund.com

Sources included in the report

SA	Proyecto Titulacion-Tsunamis Bahía-03 Abr 2021.docx Document Proyecto Titulacion-Tsunamis Bahía-03 Abr 2021.docx (D100624255)	 22
SA	Grupo Difusión Científica / Cacuango_Guilcaso_Sailema.pdf Document Cacuango_Guilcaso_Sailema.pdf (D112146558) Submitted by: bibliotecapespe.edu.ec Receiver: ibiblioteca.GDC@analysis.urfund.com	 7



THEOFILOS
TOULKERIDI



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, **“Evaluación de la resistencia a sismos y tsunamis de edificaciones existentes en Salinas en Santa Elena”** fue realizado por los señores **Barahona Quelal, Irma Narciza y Pilco Paguay, Edisson Oscar**; el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 10 de septiembre del 2021

Firma:



PhD. Toulkeridis, Theofilos

C. C: 1717885618



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Barahona Quelal, Irma Narciza y Pilco Paguay, Edison Oscar**; con cédulas de ciudadanía **No. 1751374966 y 1723502835**, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Evaluación de la resistencia a sismos y tsunamis de edificaciones existentes en Salinas en Santa Elena”**, es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 10 de septiembre del 2021

.....
Barahona Quelal Irma Narciza

C.C.: 1751374966

.....
Pilco Paguay Edison Oscar

C.C.: 1723502835



Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Construcción

Carrera de Ingeniería Civil

Autorización de Publicación

Nosotros **Barahona Quelal, Irma Narciza y Pilco Paguay, Edison Oscar**; con cédulas de ciudadanía No. **1751374966** y **1723502835**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: "**Evaluación de la resistencia a sismos y tsunamis de edificaciones existentes en Salinas en Santa Elena**" en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra responsabilidad.

Sangolquí, 10 de septiembre del 2021

.....
Barahona Quelal Irma Narciza

C.C.: 1751374966

.....
Pilco Paguay Edison Oscar

C.C.: 1723502835

Dedicatoria

Dedico todo mi esfuerzo primeramente a Dios, quien con su bendición diaria me guio por el buen camino y que dio la fortaleza para continuar y no desmayar frente a las adversidades.

A mi amada familia quienes por ellos soy lo que soy. A mi madrecita quien, con su ejemplo, principios, apoyo incondicional y arduo trabajo me ha enseñado el valor del estudio. Mamita, esta vida me quedará corta para devolverle todo el sacrificio que ha hecho por mí, por formarme como una mujer con carácter, de empeño, humilde y perseverante para conseguir mis objetivos, solo le pido a Dios me dé la dicha de tenerla a mi lado muchos años más para que vea realizados todos los sueños y anhelos que quiero cumplir por y para usted.

A mis hermanos Julián, Adela y Mary por ser mi ejemplo a seguir y demostrarme que con dedicación y esfuerzo se puede llegar muy lejos. Por enseñarme que la suerte no existe, sino el trabajo duro y la dedicación, a no ser conformista y a luchar por conseguir algo mejor en la vida.

Irma

Principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Con cariño para mis padres Rosa y José quienes con su amor, paciencia, comprensión, esfuerzo y recursos me han permitido llegar a cumplir mi sueño y de ustedes, gracias por enseñarme a ser mejor persona y enseñar valores, principios y más aún el deseo de seguir y conseguir objetivos.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Edisson

Agradecimiento

A Dios, por permitirme alcanzar una de las tantas metas que tengo en mi vida y por brindarme la fortaleza necesaria para no claudicar.

A mi madrecita querida y amados hermanos, quienes con su amor, confianza y apoyo incondicional me han motivado a crecer y superarme día tras día. Ustedes son lo más bello y valioso que Dios me pudo brindar y por quienes estoy inmensamente agradecida.

A mis profesores, quienes con sus cátedras me enseñaron, no solo los conocimientos necesarios para formarme profesionalmente, sino también me brindaron sus consejos y amistad. Un profundo agradecimiento al PhD. Theofilos Toulkeridis, tutor de este trabajo, que más que un maestro es un amigo, siempre presto a ayudar y compartir sus conocimientos con los demás. Gracias a su orientación y apoyo he logrado culminar con éxito una etapa más de mi formación académica.

Irma

A mi dios quien me permitió salir adelante y afrontar obstáculos con su bendición y cuidado he cumplido el sueño.

A mis padres por su ayuda incondicional durante los años de estudio quienes han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo primordial en todos los momentos de mi vida.

De igual manera mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial a mi tutor PhD. Toulkeridis, Theofilos, director de esta investigación, por la orientación, el

seguimiento y la supervisión continúa, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido.

Edisson

Tabla de Contenido

Certificación	3
Responsabilidad de Autoría	4
Autorización de Publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	8
Tabla de Contenido.....	10
Índice de Tablas.....	19
Índice de Figuras	32
Resumen.....	46
Abstract	47
Capítulo I.....	48
Contenidos Generales	48
Antecedentes.....	48
Planteamiento del problema.....	50
Justificación e importancia	52
Objetivos	52
Objetivo general.....	52
Objetivos específicos.....	52
Capítulo II.....	53
Fundamentos teóricos.....	53

	11
Introducción	53
Espacio geodinámico y área de estudio.....	53
Metodología.....	64
Criterios utilizados para la evaluación de la resistencia a sismos y tsunamis de posibles refugios provisionales	64
Metodología italiana modificada para calcular índice de vulnerabilidad	64
Fallas frecuentes	66
Piso Blando.....	66
Columna Corta.....	67
Edificio Abierto.....	70
METODOLOGÍA ITALIANA MODIFICADA.....	71
Organización del sistema resistente	73
Calidad del sistema resistente	73
Resistencia Convencional	75
Posición de edificio y cimentación	76
Losas	77
Configuración en Planta	79
Configuración en Elevación.....	81
Conexión de elementos críticos	82
Elementos de baja ductilidad	84
Elementos no estructurales.....	86

	12
Estado de conservación	88
Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	89
Criterios de vulnerabilidad frente a tsunamis en base a la FEMA	91
Atributos de las estructuras resistentes a tsunamis	92
Parámetros tomados y adaptados de la FEMA	92
Orientación al edificio	92
Acceso	93
Ubicación del Edificio	95
Sistema Estructural	97
Sistema de Cimentación	98
Año de Construcción	99
Altura de edificio	100
Sistema de suelo	101
Capítulo III.....	104
Evaluación de la vulnerabilidad estructural ante sismos y tsunamis de edificaciones existentes en Salinas	104
Altura de las olas del tsunami	104
Evaluación de edificios.....	112
Edificio Vistamar	113
Edificio Aldilá	117
Edificio Virreina del Mar	121

Edificio Princesa del Mar.....	126
Edificio Rey del Mar.....	130
Edificio Casamagna.....	134
Edificio El Exclusivo.....	138
Edificio Solaris	142
Edificio Galaxie	146
Edificio Sorrento	150
Edificio Ancona	155
Edificio Castellmare.....	159
Mansión del Mar	164
Edificio Saint Tropez.....	168
Edificio El Capitán	172
Edificio Mediterrane.....	175
Edificio Castelnuovo	180
Edificio Tesoro del Mar.....	184
Edificio Remolino.....	189
Edificio Vista Marina	192
Edificio Aqua Sol	196
Edificio El Picudo.....	200
Edificio Anacapri Torre A.....	205
Edificio Hotel Colón Salinas	208

Edificio El Emperador	212
Edificio Montecarlo	217
Edificio Remanso.....	221
Edificio Condesa del Mar	225
Edificio El Refugio	230
Edificio Acropolis	234
Edificio Santorini.....	238
Edificio Corinto.....	242
Edificio Bay Point.....	245
Edificio Petrópolis	249
Edificio Terramar	253
Edificio Torremar	258
Edificio Perla de Mar	262
Edificio Portofino.....	267
Edificio Perlazul	271
Edificio Aquamira.....	275
Edificio Málaga	280
Edificio Ibiza.....	285
Edificio La Siesta.....	289
Edificio Torre Blanca	293
Edificio Torremolinos.....	298

Edificio El Doral	302
Edificio Costa Azul.....	305
Edificio Bahía Chipipe	309
Edificio El Navegante	314
Edificio Aquarium.....	317
Edificio Calipso	321
Edificio Riviera del Mar.....	325
Edificio Atlantic	329
Edificio La Playa	333
Edificio La Ensenada.....	337
Edificio El Velero Azul	341
Edificio Neptuno	345
Edificio El Tiburón.....	349
Edificio Casa Blanca.....	354
Edificio El Plaza.....	358
Edificio Playasol.....	363
Edificio Giralda.....	367
Edificio Playamar	371
Edificio Solana.....	376
Edificio Costa Brava	380
Edificio Cabo Azul	384

Edificio El Coral de Chipipe.....	388
Edificio Marenostrom.....	392
Edificio Hotel Suites Salinas.....	397
Edificio Duquesa del Mar	402
Edificio Albacora.....	406
Edificio Hotel Blue Bay	410
Edificio Alamar.....	415
Edificio Girasol.....	419
Edificio Hotel Malecón.....	424
Edificio Corbeta	428
Edificio Las Palmeras	433
Edificio La Goleta	437
Edificio Las Canarias.....	442
Edificio El Conquistador	446
Edificio Balboa.....	451
Edificio Mar de Plata.....	456
Edificio Kona Bay	461
Edificio Ventura.....	466
Edificio Punta de Pacífico.....	471
Edificio El Mirador.....	477
Edificio El Almirante.....	482

Edificio Barlovento.....	487
Edificio Costa Bella.....	491
Edificio Comodoro	496
Edificios no realizados la evaluación de vulnerabilidad sísmica y tsunami	500
Evaluación de vulnerabilidad sísmica y tsunami de edificios existentes	503
Capítulo IV	513
Propuesta de adaptaciones que permitan a la población una evacuación vertical ante tsunamis en las edificaciones evaluadas y aptas de Salinas	513
Diseño de la escalera de evacuación vertical	516
Elementos de la escalera.....	517
Requisitos de diseño.....	517
Características para el diseño	518
Materiales.....	520
Selección de características para el diseño	521
Selección de los materiales para el diseño	522
Diseño de los elementos estructurales.....	523
Cargas y Combinaciones de carga.....	523
Método de diseño.....	524
Dimensionamiento de elementos	529
Resumen de perfiles	542
Análisis de pórticos Arriostrados con diagonales en forma de X.....	543

Presupuesto de escalera	546
Capítulo V	561
Guía metodológica para la Norma Ecuatoriana de la Construcción sobre peligro ante tsunamis y diseño de estructuras para evacuación vertical tomando como base la guía estadounidense FEMA P-646 de agosto 2019.....	561
Viabilidad del diseño resistente a tsunami.....	562
Implicaciones en el diseño de estructuras resistentes a tsunamis	564
Recomendaciones adicionales para refugios de evacuación vertical.....	564
Ruta de evacuación	567
Capacidad y espacio disponible	569
Altura promedio y costos de construcción	569
Capítulo VI	571
Conclusiones.....	571
Recomendaciones	574
Referencias.....	576

Índice de Tablas

Tabla 1 Parámetros para evaluar el Índice de Vulnerabilidad en Edificios de Hormigón Armado.....	71
Tabla 2 Orientación del edificio.....	93
Tabla 3 Entradas	93
Tabla 4 Escaleras.....	94
Tabla 5 Puntos peligrosos.....	96
Tabla 6 Calles y avenidas	96
Tabla 7 Sistema estructural	97
Tabla 8 Sistema de cimentación.....	99
Tabla 9 Año de construcción.....	100
Tabla 10 Altura del edificio.....	101
Tabla 11 Sistema de suelo.....	102
Tabla 12 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Vistamar ..	114
Tabla 13 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Vistamar	114
Tabla 14 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aldilá	118
Tabla 15 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aldilá	118
Tabla 16 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Virreina del mar	122

Tabla 17 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Virreina del mar	123
Tabla 18 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Princesa del Mar	127
Tabla 19 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Princesa del Mar	128
Tabla 20 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Rey del Mar	131
Tabla 21 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Rey del Mar	132
Tabla 22 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Casamagna	134
Tabla 23 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Casamagna.....	135
Tabla 24 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Exclusivo	139
Tabla 25 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Exclusivo	140
Tabla 26 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Solaris	143
Tabla 27 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Solaris	144
Tabla 28 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Galaxie ...	147

Tabla 29 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Galaxie	148
Tabla 30 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Sorrento .	151
Tabla 31 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Sorrento	152
Tabla 32 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Ancona ...	155
Tabla 33 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Ancona	156
Tabla 34 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Castellmare	160
Tabla 35 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Castellmare	161
Tabla 36 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Mansión del Mar	164
Tabla 37 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Mansión del Mar	165
Tabla 38 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Saint Tropez	168
Tabla 39 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Saint Tropez	169
Tabla 40 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Capitán	172

Tabla 41 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Capitán	173
Tabla 42 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Mediterrane	176
Tabla 43 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Mediterrane	177
Tabla 44 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Castelnuovo	180
Tabla 45 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Castelnuovo	181
Tabla 46 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Tesoro del Mar	185
Tabla 47 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Tesoro del Mar	186
Tabla 48 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Remolino	189
Tabla 49 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Remolino	190
Tabla 50 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Vista Marina	193
Tabla 51 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Vista Marina	194
Tabla 52 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aqua Sol.	197

Tabla 53 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aqua Sol	198
Tabla 54 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Picudo 201	
Tabla 55 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Picudo	202
Tabla 56 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Anacapri Torre A	205
Tabla 57 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Anacapri Torre A	206
Tabla 58 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Colón Salinas.....	209
Tabla 59 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Colón Salinas	210
Tabla 60 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Emperador	213
Tabla 61 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Emperador	214
Tabla 62 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Montecarlo	218
Tabla 63 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Montecarlo	219
Tabla 64 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Remanso 222	

Tabla 65 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Remanso	223
Tabla 66 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Condesa del Mar	226
Tabla 67 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Condesa del Mar	227
Tabla 68 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Refugio	230
Tabla 69 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Refugio	231
Tabla 70 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Acropolis	234
Tabla 71 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Acropolis	235
Tabla 72 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Santorini .	238
Tabla 73 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Santorini	239
Tabla 74 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Corinto....	242
Tabla 75 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Corinto	243
Tabla 76 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Bay Point	246
Tabla 77 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Bay Point	247
Tabla 78 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Petrópolis	250

Tabla 79 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Petrópolis	251
Tabla 80 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Terramar	254
Tabla 81 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Terramar	255
Tabla 82 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Torreomar	258
Tabla 83 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Torreomar	259
Tabla 84 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Perla de Mar	263
Tabla 85 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Perla de Mar	264
Tabla 86 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Portofino.	267
Tabla 87 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Portofino	268
Tabla 88 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Perlazul ..	271
Tabla 89 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Perlazul	272
Tabla 90 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aquamira	276
Tabla 91 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aquamira	277
Tabla 92 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Málaga ...	281

Tabla 93 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Málaga	282
Tabla 94 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Ibiza	286
Tabla 95 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Ibiza	287
Tabla 96 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio La Siesta	290
Tabla 97 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Siesta	291
Tabla 98 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Torre Blanca	294
Tabla 99 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Torre Blanca	295
Tabla 100 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Torremolinos	298
Tabla 101 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Torremolinos	299
Tabla 102 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Doral	303
Tabla 103 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Doral	303
Tabla 104 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Costa Azul	306
Tabla 105 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Costa Azul	307

Tabla 106 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Bahía Chipipe	310
Tabla 107 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Bahía Chipipe	311
Tabla 108 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Navegante	314
Tabla 109 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Navegante.....	315
Tabla 110 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aquarium	318
Tabla 111 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aquarium.....	318
Tabla 112 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Calipso .	322
Tabla 113 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Calipso	323
Tabla 114 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Riviera del Mar	326
Tabla 115 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Riviera del Mar	327
Tabla 116 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Atlantic .	330
Tabla 117 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Atlantic	331
Tabla 118 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del La Playa	334

Tabla 119 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Playa	335
Tabla 120 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio La Ensenada	338
Tabla 121 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Ensenada	339
Tabla 122 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Velero Azul	342
Tabla 123 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Velero Azul	343
Tabla 124 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Neptuno	346
Tabla 125 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Neptuno	347
Tabla 126 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Tiburón	350
Tabla 127 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Tiburón	351
Tabla 128 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Casa Blanca	354
Tabla 129 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Casa Blanca	355
Tabla 130 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Plaza	359

Tabla 131 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Plaza	360
Tabla 132 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Playasol.	363
Tabla 133 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Playasol	364
Tabla 134 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Giralda..	368
Tabla 135 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Giralda	368
Tabla 136 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Playamar	372
Tabla 137 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Playamar	373
Tabla 138 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Solana.....	376
Tabla 139 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Solana	377
Tabla 140 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Costa Brava	381
Tabla 141 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Costa Brava.....	382
Tabla 142 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Cabo Azul	385
Tabla 143 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Cabo Azul	386

Tabla 144 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Coral de Chipipe	389
Tabla 145 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Coral de Chipipe	389
Tabla 146 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Marenostrom	393
Tabla 147 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Marenostrom	394
Tabla 148 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Suites Salinas.....	398
Tabla 149 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Suites Salinas	399
Tabla 150 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Duquesa del Mar	402
Tabla 151 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Duquesa del Mar	403
Tabla 152 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Albacora	407
Tabla 153 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Albacora	408
Tabla 154 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Blue Bay	411
Tabla 155 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Blue Bay	412

Tabla 156 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Alamar..	415
Tabla 157 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Alamar	416
Tabla 158 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Girasol..	420
Tabla 159 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Girasol	421
Tabla 160 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Malecón	425
Tabla 161 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Malecón.....	426
Tabla 162 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Corbeta	429
Tabla 163 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Corbeta	430
Tabla 164 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Las Palmeras	433
Tabla 165 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Las Palmeras.....	434
Tabla 166 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio La Goleta	438
Tabla 167 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Goleta.....	439
Tabla 168 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Las Canarias	443

Tabla 169 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Las Canarias.....	444
Tabla 170 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Conquistador.....	447
Tabla 171 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Conquistador.....	448
Tabla 172 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Balboa ..	452
Tabla 173 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Balboa	453
Tabla 174 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Mar de Plata	457
Tabla 175 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Mar de Plata	458
Tabla 176 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Kona Bay	462
Tabla 177 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Kona Bay	463
Tabla 178 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Ventura.	467
Tabla 179 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Ventura	467
Tabla 180 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Punta de Pacífico	472

Tabla 181 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Punta de Pacífico	473
Tabla 182 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Mirador	478
Tabla 183 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Mirador	479
Tabla 184 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Almirante	483
Tabla 185 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Almirante	484
Tabla 186 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Barlovento	487
Tabla 187 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Barlovento	488
Tabla 188 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Costa Bella	491
Tabla 189 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Costa Bella	492
Tabla 190 Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Comodoro	496
Tabla 191 Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Comodoro	497
Tabla 192 Resumen del índice de vulnerabilidad sísmica y tsunami (Iv)	504

Índice de Figuras

Figura 1 Entorno geodinámico de Ecuador.....	54
Figura 2 Entorno geográfico del área de estudio	56
Figura 3 Ciudad de Salinas	58
Figura 4 Antigua ciudad de Salinas.....	60
Figura 5 Panorámica de la ciudad de Salinas.....	62
Figura 6 Edificios con Piso Blando	66
Figura 7 Edificios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí	68
Figura 8 Edificio Abierto.....	70
Figura 9 Vista en planta de estructuras.....	80
Figura 10 Viga que sobresale de la losa y viga mal construida.....	82
Figura 11 Vista en planta de dos vigas que llegan a una columna	83
Figura 12 Estructuras con elementos cortos.....	84
Figura 13 Pared con pila de piedra	86
Figura 14 Mapa de inundación por tsunami para Salinas.....	105
Figura 15 Mapa de corrientes por tsunami.....	106
Figura 16 Dirección de la ubicación hacia la señalética de la ruta de evacuación	107
Figura 17 Ubicación de las señaléticas de rutas de evacuación	108
Figura 18 Acercamiento al cruce de ubicaciones de las señaléticas de la ruta de evacuación	108

Figura 19 Dirección de las rutas de evacuación establecidas (Salinas Gol & Tenis Club a 1930 m y Cerro del Morro a 4700 m)	109
Figura 20 Mapa de ubicación	112
Figura 21 Edificio Vistamar	113
Figura 22 Columna y viga	116
Figura 23 Edificio Aldilá	117
Figura 24 Secciones de columnas y conexión de elementos	119
Figura 25 Viga corta.....	120
Figura 26 Fisura en volado y Entrada principal.....	121
Figura 27 Edificio Virreina del mar	122
Figura 28 Conexión de elementos.....	124
Figura 29 Fisuras y Reparación mampostería	125
Figura 30 Elementos no estructurales (Ventiladores).....	125
Figura 31 Edificio Princesa del Mar.....	127
Figura 32 Fisuras y Elementos no estructurales (Ventiladores).....	129
Figura 33 Accesos principal y posterior.....	130
Figura 34 Edificio Rey del Mar.....	131
Figura 35 Accesos a la edificación y Elementos no estructurales (ventiladores).....	133
Figura 36 Edificio Casamagna.....	134
Figura 37 Edificio Casamagna Vista lateral	136
Figura 38 Sistema resistente del edificio.....	137

Figura 39	Accesos del edificio	138
Figura 40	Edificio El Exclusivo.....	139
Figura 41	Edificio Solaris	143
Figura 42	Punto peligroso.....	145
Figura 43	Secciones de columnas planta baja	146
Figura 44	Edificio Galaxie	147
Figura 45	Conexión de elementos.....	149
Figura 46	Altura del edificio y accesos	150
Figura 47	Edificio Sorrento	151
Figura 48	Distribución de elementos estructurales	153
Figura 49	Acceso grada y Elementos no estructurales	154
Figura 50	Edificio Ancona	155
Figura 51	Dimensiones de columnas	157
Figura 52	Edificio accesos gradas.....	158
Figura 53	Edificio Castellmare.....	159
Figura 54	Sistema resistente y secciones.....	162
Figura 55	Accesos del edificio	163
Figura 56	Edificio Mansión del Mar	164
Figura 57	Entrada principal del edificio y volado.....	166
Figura 58	Edificio Saint Tropez.....	168
Figura 59	Sistema resistente del edificio y acceso escalera	170

Figura 60	Fachada posterior.....	171
Figura 61	Edificio El Capitán	172
Figura 62	Edificio Mediterrane.....	176
Figura 63	Acceso principal	178
Figura 64	Edificio Castelnuovo.....	180
Figura 65	Etapa de Construcción del edificio.....	182
Figura 66	Accesos del edificio.....	183
Figura 67	Falla estructural en la losa planta baja	183
Figura 68	Edificio Tesoro del Mar.....	185
Figura 69	Entrada principal y escalera.....	187
Figura 70	Parte interna del edificio.....	188
Figura 71	Edificio Remolino.....	189
Figura 72	Conexión y elementos no estructurales.....	191
Figura 73	Edificio Vista Marina.....	193
Figura 74	Conexión y Agrietamiento planta baja	195
Figura 75	Edificio Aqua Sol	196
Figura 76	Entrada principal del edificio	199
Figura 77	Edificio El Picudo.....	201
Figura 78	Fisura en el edificio.....	203
Figura 79	Edificio Anacapri Torre A.....	205
Figura 80	Acceso principal con bloque de escaleras y volado	207

Figura 81	Edificio Hotel Colón Salinas	209
Figura 82	Sistema resistente y estado de conservación	211
Figura 83	Edificio El Emperador.....	213
Figura 84	Conexión de elementos.....	215
Figura 85	Escalera y Entrada principal.....	216
Figura 86	Edificio Montecarlo	217
Figura 87	Edificio parte lateral.....	220
Figura 88	Edificio Remanso.....	221
Figura 89	Sistema resistente del edificio.....	224
Figura 90	Sistema de evacuación acceso.....	225
Figura 91	Edificio Condesa del Mar	225
Figura 92	Edificio con problemas de humedad.....	228
Figura 93	Agrietamiento en sistema estructural y no estructural.....	229
Figura 94	Edificio El Refugio	230
Figura 95	Plano de especificaciones y secciones columnas	232
Figura 96	Conexión de elementos.....	233
Figura 97	Edificio Acropolis	234
Figura 98	Parte interna del edificio y estado de conservación	236
Figura 99	Edificio Santorini.....	238
Figura 100	Sistema de cimentación y columna	240
Figura 101	Fisuras en viga	241

Figura 102	Edificio Corinto	242
Figura 103	Edificio Bay Point.....	246
Figura 104	Acceso principal y estado de conservación	248
Figura 105	Edificio Petrópolis	249
Figura 106	Edificio Terramar	253
Figura 107	Efecto de viga corta y conexión	256
Figura 108	Fisuras y humedad en el edificio.....	257
Figura 109	Accesos y elementos que se pueden caer	257
Figura 110	Edificio Torremar	258
Figura 111	Elementos no estructurales.....	260
Figura 112	Edificio Perla de Mar	262
Figura 113	Conexión de elementos y altura de losa.....	265
Figura 114	Accesos escaleras y entrada principal.....	266
Figura 115	Edificio Portofino.....	267
Figura 116	Estado de conservación y conexión	269
Figura 117	Edificio Perlazul	271
Figura 118	Conexión de vigas y muro de corte	273
Figura 119	Sistema de cimentación y Conexión de elementos.....	274
Figura 120	Acceso principal y escaleras.....	275
Figura 121	Edificio Aquamira.....	276
Figura 122	Conexión de columnas y vigas	278

Figura 123	Accesos entrada y escalera	279
Figura 124	Edificio Málaga	280
Figura 125	Secciones de columnas y vigas	283
Figura 126	Conexiones de elementos.....	284
Figura 127	Accesos escaleras.....	284
Figura 128	Edificio Ibiza.....	285
Figura 129	Secciones de Columnas y Conexiones	288
Figura 130	Acceso al edificio.....	289
Figura 131	Edificio La Siesta	290
Figura 132	Columna grande y acceso entrada	292
Figura 133	Edificio Torre Blanca	293
Figura 134	Columna y entrada principal	296
Figura 135	Fisura en mampostería	297
Figura 136	Edificio Torremolinos.....	298
Figura 137	Columnas y estado de conservación interior.....	300
Figura 138	Edificio El Doral	302
Figura 139	Edificio Costa Azul.....	306
Figura 140	Humedad y fisura del edificio	308
Figura 141	Edificio Bahía Chipipe	309
Figura 142	Sistema estructural.....	312
Figura 143	Edificio El Navegante	314

Figura 144	Edificio Aquarium.....	317
Figura 145	Acceso principal del edificio	319
Figura 146	Edificio Calipso	321
Figura 147	Columna y elementos que se pueden caer	324
Figura 148	Edificio Riviera del Mar.....	326
Figura 149	Diferencia de alturas entre niveles.....	328
Figura 150	Edificio Atlantic	329
Figura 151	Columnas y elementos no estructurales.....	332
Figura 152	Edificio La Playa	333
Figura 153	Conexión columna viga y elementos no estructurales	336
Figura 154	Edificio La Ensenada.....	337
Figura 155	Viga descolgada y acceso principal.....	340
Figura 156	Edificio El Velero Azul	342
Figura 157	Entrada principal al edificio y elementos no estructurales	344
Figura 158	Edificio Neptuno	346
Figura 159	Sección de columna y entrada principal	348
Figura 160	Edificio El Tiburón.....	350
Figura 161	Conexión columna y vigas descolgadas.....	352
Figura 162	Fisuras en mampostería.....	352
Figura 163	Edificio Casa Blanca.....	354
Figura 164	Dimensiones de columnas y estado de conservación interna	356

Figura 165	Edificio El Plaza.....	359
Figura 166	Entrada principal y elementos no estructurales.....	361
Figura 167	Edificio Playasol	363
Figura 168	Elementos que se pueden caer y entrada principal	365
Figura 169	Edificio Giralda	367
Figura 170	Estado de conservación y accesos principal	369
Figura 171	Edificio Playamar.....	372
Figura 172	Sistema resistente y estado de conservación con grietas en mampostería	374
Figura 173	Edificio Solana.....	376
Figura 174	Fisuras y humedad en el edificio.....	378
Figura 175	Edificio Costa Brava	380
Figura 176	Daños en el sistema estructural.....	383
Figura 177	Edificio Cabo Azul	384
Figura 178	Edificio El Coral de Chipipe.....	388
Figura 179	Columna y estado de conservación	390
Figura 180	Edificio Marenostrom.....	392
Figura 181	Sistema de columnas y cielo falso	395
Figura 182	Muro de corte.....	396
Figura 183	Edificio Hotel Suites Salinas	398
Figura 184	Acceso amplio y elementos que se pueden caer	400

Figura 185	Edificio Duquesa del Mar	402
Figura 186	Conexión columna viga y escaleras	404
Figura 187	Edificio Albacora.....	406
Figura 188	Grietas y humedad del edificio.....	409
Figura 189	Edificio Hotel Blue Bay	410
Figura 190	Cielo falso y volados.....	413
Figura 191	Acceso principal con puerta magnética	414
Figura 192	Edificio Alamar.....	415
Figura 193	Acceso principal sobre nivel del suelo	417
Figura 194	Edificio Girasol.....	419
Figura 195	Columna y Viga parte interna.....	422
Figura 196	Pasillo de la entrada principal	423
Figura 197	Escaleras con continuidad vertical.....	423
Figura 198	Edificio Hotel Malecón.....	425
Figura 199	Conexión columna viga y cielo falso.....	427
Figura 200	Acceso principal de vidrio.....	428
Figura 201	Edificio Corbeta	429
Figura 202	Humedad en losa y elementos no estructurales	431
Figura 203	Edificio Las Palmeras.....	433
Figura 204	Sistema resistente.....	435
Figura 205	Humedad en elementos estructurales	436

Figura 206	Sistema de escaleras y entrada principal	437
Figura 207	Edificio La Goleta	438
Figura 208	Viga corta.....	440
Figura 209	Problemas de humedad y estado de conservación.....	441
Figura 210	Acceso principal y escaleras.....	441
Figura 211	Edificio Las Canarias.....	442
Figura 212	Conexión de elementos.....	445
Figura 213	Edificio El Conquistador	447
Figura 214	Conexión de elementos.....	449
Figura 215	Conexión columna y viga	450
Figura 216	Acceso principal y volado.....	451
Figura 217	Edificio Balboa.....	452
Figura 218	Sistema de columna y viga	454
Figura 219	Humedad y fisuras.....	455
Figura 220	Acceso principal y escalera.....	455
Figura 221	Edificio Mar de Plata.....	457
Figura 222	Sistema estructural tres primeras plantas	459
Figura 223	Cielo falso	460
Figura 224	Edificio Kona Bay	461
Figura 225	Sistema resistente del edificio y etapa de construcción.....	464
Figura 226	Acceso principal y estado de conservación	465

Figura 227	Edificio Ventura	466
Figura 228	Conexiones de elementos.....	468
Figura 229	Columnas gruesas y etapa de construcción.....	469
Figura 230	Elementos no estructurales y acceso principal.....	470
Figura 231	Edificio Punta de Pacífico.....	472
Figura 232	Etapa de construcción.....	474
Figura 233	Sistema resistente.....	475
Figura 234	Sistema escaleras	476
Figura 235	Acceso entrada principal	476
Figura 236	Edificio El Mirador.....	477
Figura 237	Fisuras en el edificio.....	480
Figura 238	Humedad y desprendimiento de hormigón.....	480
Figura 239	Edificio El Almirante.....	482
Figura 240	Columna y elementos no estructurales.....	485
Figura 241	Vigas descolgadas y entrada principal	486
Figura 242	Edificio Barlovento.....	487
Figura 243	Estructura con humedad y elementos no estructurales que se puede caer	489
Figura 244	Edificio Costa Bella.....	491
Figura 245	Humedad y estado de conservación.....	493
Figura 246	Edificio Comodoro	496

Figura 247	Acceso posterior entrada	498
Figura 248	Ubicación de edificios no analizados por falta de información.....	500
Figura 249	Edificios no analizados por falta de información.....	501
Figura 250	Mapa de las tres categorías asignadas a la vulnerabilidad sísmica	510
Figura 251	Mapa de las tres categorías asignadas a la vulnerabilidad frente tsunamis	510
Figura 252	Edificio de cinco pisos en Kesenuma, Japón	515
Figura 253	Modelo matemático para pasamano.....	531
Figura 254	Modelo matemático peldaño	533
Figura 255	Reacciones y momentos en escalera	536
Figura 256	Modelo matemático viga soporte	539
Figura 257	Geometría General del Pórtico Geometría General del Pórtico.....	543
Figura 258	Espectro de Diseño	544
Figura 259	Desplazamientos, deriva por piso y Corte por piso	545
Figura 260	Modelamiento de la Escalera	546
Figura 261	Rubro Deck y/o Metaldeck 0.52	547
Figura 262	Rubro Hormigón en Metaldeck $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	548
Figura 263	Rubro Malla electrosoldada $\emptyset 6c/.10$	549
Figura 264	Rubro Acero estructural	550
Figura 265	Rubro Hormigón en peldaños	551
Figura 266	Rubro Masillado y escobillado en descansos.....	552

Figura 267	Rubro Masillado y escobillado en peldaños	553
Figura 268	Rubro Gypsum de humedad en tumbado tapa grada	554
Figura 269	Rubro Estuco en tumbados gypsum.....	555
Figura 270	Rubro Pintura caucho en tumbados gypsum.....	556
Figura 271	Rubro Pasamanos con tubo negro, incluye pintura.....	557
Figura 272	Rubro Picado y resanes generales	558
Figura 273	Rubro Limpieza de obra	559
Figura 274	Presupuesto Referencial	560
Figura 275	Torres de evacuación vertical	566
Figura 276	Diseño de muestra de estructuras de evacuación verticales	568

Resumen

La línea costera del Ecuador desde el punto de vista geoestructural, se ubica sobre la placa oceánica de Nazca y continental Sudamericana, que debido al fenómeno de subducción provocan la mayoría de los sismos convirtiendo así al Ecuador, en una zona con alto riesgo sísmico. El área de estudio corresponde a la ciudad de Salinas con una extensión de análisis aproximada de cuatro Km desde el extremo de San Lorenzo hasta La Ensenada. Se identificó noventa y nueve (99) estructuras para evaluar su resistencia a terremotos y tsunamis. Sin embargo, debido a la falta de información de nueve, solo noventa fueron evaluados en base a su índice de vulnerabilidad sísmica (IVS) utilizando la Metodología Italiana Modificada y su índice de vulnerabilidad a tsunamis (IVT) a través de algunos criterios establecidos en la FEMA 2019. Cinco edificios obtuvieron un IVS e IVT de menores a 30 definiéndolos como edificios seguros. Además, el 96% de los edificios son de uso residencial-privado, por lo que era común encontrar accesos restringidos y escaleras estrechas. Para estudiar tal situación se han propuesto ciertas adaptaciones constructivas, además de las ya existen, que permitieron realizar una edificación resistente a terremotos y tsunamis. Esto servirá para evacuaciones verticales como opción en caso de no poder llegar ya a una evacuación horizontal ya sea por tiempos de reacción cortos o por la existencia limitada de sitios elevados que sirvan como zonas seguras.

Palabras claves:

- **VULNERABILIDAD**
- **SALINAS**
- **SISMO**
- **TSUNAMI**
- **EVACUACIÓN VERTICAL**

Abstract

The coastline of Ecuador from the geostructural point of view, is located on the Nazca oceanic plate and the South American continental plate, which, due to the phenomenon of subduction, cause most of the earthquakes, thus making Ecuador a seismically high-risk area. The study area corresponds to the city of Salinas with an approximate analysis extension of four km reaching from the end of San Lorenzo towards La Ensenada. Ninety-nine (99) structures were identified in order to be evaluated for their earthquake and tsunami resistance. However, due to the lack of information of some nine buildings, only ninety were evaluated based on their seismic vulnerability index (SVI) using the Modified Italian Methodology and their vulnerability index towards tsunamis (TVI) through some criteria established in FEMA 2019. Five buildings obtained an SVI and TVI of less than 30 defining them as safe buildings. Furthermore, 96% of the buildings are for residential-private use, so it was common to encounter restricted accesses and narrow stairs. In order to study such situation, certain constructive adaptations have been proposed, in addition to those that already exist, which allowed to perform a building being earthquake and tsunami resistant. This will serve for vertical evacuations as an option in case of not being able to reach a horizontal evacuation already either, because of short reaction times or because of the limited existence of elevated sites that serve as safe zones.

Keywords:

- **VULNERABILITY**
- **SALINAS**
- **EARTHQUAKE**
- **TSUNAMI**
- **VERTICAL EVACUATION**

Capítulo I

Contenidos Generales

Antecedentes

Debido a la ubicación geográfica del Ecuador por la línea ecuatorial y dentro del área de influencia del Círculo de Fuego del Pacífico da lugar a que eventos de alto riesgo natural se presenten con mayor probabilidad de ocurrencia. Además, hay que tomar en cuenta que el país también está atravesado por la Cordillera de los Andes la cual está formada por una amplia línea de volcanes que actualmente están activos y que, en caso de activarse, podrían ser los causantes de daños considerables. Otro aspecto a considerarse es el choque de las placas tectónicas de Nazca y del Caribe, entre otras, responsables de grandes movimientos telúricos que traen consigo el origen de tsunamis a lo largo de las costas ecuatorianas. Un tsunami, es un fenómeno natural que ocurre con relativa frecuencia en el litoral ecuatoriano debido a la subducción de la placa de Nazca con la Sudamericana, lo que convierte al país en una de las zonas con mayor riesgo sísmico en el mundo.

Es así como a lo largo de la historia se han registrado una serie de sismos de baja, mediana y alta magnitud que, en ocasiones, han traído consigo la generación de tsunamis quedando en evidencia la deficiencia en los sistemas constructivos, falta de seguimiento y organización de normativas técnicas en procesos constructivos y lo vulnerable que es la población en caso de presentarse catástrofes naturales.

En lo que respecta a la ciudad de Salinas, es un lugar turístico muy concurrido ubicado en la región centro sur del país en la puntilla de Santa Elena, extremo más occidental del Ecuador continental. Santa Elena es la provincia más joven del Ecuador conformada por una variedad de atractivos turísticos, hoteles cinco estrellas y hermosas playas, entre ellas, las playas del cantón Salinas y cuya elevada vulnerabilidad sísmica

hacen necesario el estudio y evaluación de sus construcciones. Salinas, llamada también “Paraíso Azul del Pacífico del Sur” o “Capital del Sol” es una ciudad privilegiada por su ubicación geográfica y diversidad de playas cuya temperatura varía entre los 24 a 32 °C y tiene una población aproximada de 68.7 mil habitantes.

Debido a que ciertos sectores de la ciudad tienen elevaciones muy bajas hace imposible la existencia de zonas elevadas que puedan servir como refugio en caso de presentarse un tsunami generándose un importante caso de estudio con el objetivo de salvaguardar la vida de las personas asentadas en el área de influencia de eventos de este tipo. Por este motivo, se ha propuesto la utilización de los edificios cercanos como refugio provisional frente a los cortos tiempos de reacción para evacuación vertical de sus habitantes.

Planteamiento del problema

Analizar la posibilidad de que un tsunami se presente en el litoral ecuatoriano es fundamental para prevalecer la integridad física de las personas y de las infraestructuras asentadas en zonas con condiciones geológicas peligrosas. Los tiempos de llegada de las olas generadas por los tsunamis a las costas serían estimadamente bajos lo que haría que las personas no puedan encontrar un refugio seguro a tiempo.

Salinas es una de los atractivos turísticos del Ecuador que cuenta con una amplia variedad de playas y residencias de lujo manteniendo una alta tasa de flujo tanto peatonal como vehicular fundamentalmente en la avenida Malecón, arteria de ingreso principal a la zona turística de la ciudad, convirtiéndose en el centro de atención dado el caso en que se requiera lugares que sirvan como refugio frente a una evacuación de emergencia. En cuanto a la topografía de Salinas su relieve es bajo sin la existencia de sitios elevados cercanos que se puedan utilizar como refugios temporales.

La zona más alta es el mirador del Morro ubicado en el cerro de La Chocolatera en la Puntilla de Santa Elena con una altitud máxima de 82 m y ubicado aproximadamente a 3 kilómetros del centro principal de la ciudad lo que hace que únicamente personas de la zona puedan acceder a este debido a la lejanía de los focos con mayor confluencia de habitantes y al corto tiempo de reacción frente a la presencia de tsunamis.

La mayoría de la ciudad es prácticamente plana, misma que saldría gravemente afectada dado el caso de que se presente el impacto de un tsunami que golpee con su máxima potencia a las estructuras en su paso. A lo largo de la avenida Malecón, se encuentran asentadas importantes infraestructuras físicas utilizadas como residencias de lujo y puntos turísticos principales del sector.

El tipo de construcciones que proliferan son de tipo hormigón armado con edificios conformados hasta por 25 pisos cimentados en un suelo tipo areno limoso cuyos accesos son restringidos para la población en general debido a que se tratan de condominios privados. El camino de acceso al sector montañoso anteriormente descrito cuenta con una única vía de ingreso a través de la garita de la Base Naval de Salinas perteneciente a la Reserva de Producción Faunística Marina Costera Puntilla de Santa Elena lo que convierte a este sector en una zona de resguardo y vigilancia militar permanente además del gran número de especies protegidas como albatros, gaviotas, pelicanos, piqueros de patas azules, fragatas, entre otros que allí habitan.

Por todo lo descrito anteriormente, una de las soluciones planteadas es el aprovechamiento de la infraestructura propia del sector como medio de evacuación vertical de emergencia. La mayoría de edificios superan los 6 pisos de elevación mismos que pueden ser usados como refugios temporales para habitantes propios y externos a estos después de que sean evaluados y categorizados como seguros tanto en su resistencia sísmica como frente a la ocurrencia de un posible tsunami.

De acuerdo a sus características tanto constructivas como físicas cada estructura tiene capacidades y resistencias diferentes para soportar sismos o tsunamis, mediante esto se clasificará a 99 construcciones de la ciudad para categorizarlas como sitios seguros o vulnerables con el fin de que los más seguros sean emplearlos como refugios y a los más vulnerables brindarles alternativas que eleven su capacidad de seguridad para obtener un mayor número de edificios que puedan ser usados como un medio de evacuación para sus habitantes .

Justificación e importancia

La justificación del presente proyecto es definir sitios seguros que puedan ser usados como refugios temporales de evacuación vertical localizados en la línea costera de la ciudad de Salinas con el fin de proteger la vida de las personas en caso de presentarse un posible tsunami.

La importancia del proyecto radica en que anteriormente no se había realizado evaluaciones al mismo tiempo para sismo como para tsunami resistencia a un total de 99 estructuras posicionadas a lo largo de la ciudad de Salinas desde San Lorenzo hasta el sector La Ensenada en las que se evalúe su potencial resistencia frente a fenómenos naturales que pueden resultar catastróficos en caso de generarse. Dichas estructuras que cumplieren con los requisitos de evaluación pueden ser usados como puntos estratégicos en caso de evacuaciones emergentes. Además, se contempla profundizar la guía metodológica elaborada sobre peligro ante tsunamis y diseño de estructuras para evacuación vertical tomando como base la guía estadounidense FEMA P-646 de Agosto 2019.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la resistencia estructural ante sismos y tsunamis y la idoneidad para una evacuación vertical de edificaciones existentes en Salinas, Santa Elena, en base de una guía ya recién elaborada (NEC-FEMA) sobre peligro ante tsunamis.

Objetivos específicos

- Evaluar la resistencia estructural ante sismos y tsunamis de edificaciones existentes en Salinas en Santa Elena.
- Proponer adaptaciones que permitan a la población una evacuación vertical ante tsunami en las edificaciones evaluadas y aptas de Salinas.
- Profundizar más detalles de la guía metodológica elaborado para la Norma Ecuatoriana de la Construcción sobre peligro ante tsunamis y diseño de estructuras para evacuación vertical.

Capítulo II

Fundamentos teóricos

Introducción

Espacio geodinámico y área de estudio

Ecuador se encuentra en una zona de subducción entre la placa oceánica de Nazca y las placas continentales del Caribe y Sudamericana. Como resultado de este choque, se han generado varias fallas geológicas que se encuentran en el borde continental. Este proceso de subducción produce terremotos de varias intensidades al liberar la energía acumulada como producto de estos movimientos geodinámicos (Alegría, et al., 2016).

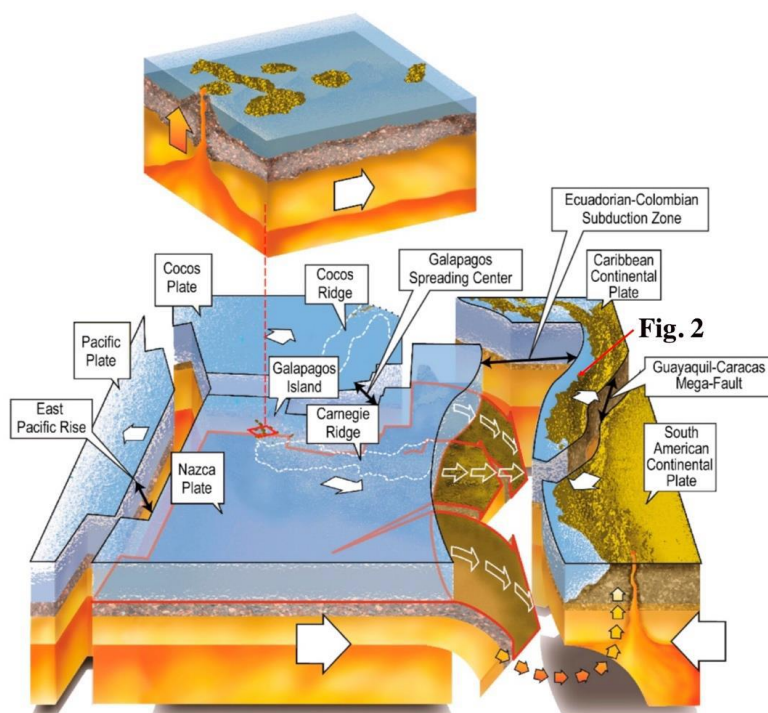
Una falla geológica es una fractura en las rocas que por efecto de las grandes fuerzas a las que está sometida, se mueve, provocando sismos (Rivadeneira, et al., 2007). Hay tres tipos diferentes de fallas según el tipo de movimiento que se produzca. Hay movimientos verticales los cuales producen fallas inversas debido a fuerzas compresivas, fallas normales debido a fuerzas expansivas o divergentes y movimientos horizontales los cuales producen fallas de desgarre o transcurrentes (transfórmales). Las oblicuas vienen dadas por las combinaciones de los dos últimos tipos de movimientos. Los terremotos liberan grandes cantidades de energía y desplazan la tierra a través de las fallas geológicas, este alto potencial destructivo puede ocurrir prácticamente sin ningún aviso previo (Alegría, et al., 2016).

La plataforma continental costera de Ecuador está situada a lo largo de la Cuenca del Pacífico y, por lo tanto, dentro de un área que se ve afectada por particularmente por tsunamis debido a una actividad sísmica severa (Gusiakov, 2005; Pararas-Carayannis, 2012; Rodríguez et al., 2016). La constelación geodinámica es el resultado de la subducción de la placa oceánica de Nazca (junto con su cresta Carnegie situada arriba)

debajo de las placas continentales de América del Sur y el Caribe, que están separadas por la mega cizalla Guayaquil-Caracas Ilustracion1 (Egbue & Kellogg, 2010; Gutscher et al., 1999; Kellogg et al., 1995). Este margen continental activo da lugar a una variedad de tsunamis de origen tectónico y deslizamientos de tierra submarinos (Ioualalen et al., 2011; Moberly et al., 1982; Pararas-Carayannis, 2012; Pontoise & Monfret, 2004; Ratzov et al., 2007, 2010). Además, tsunamis o incluso iminamis pueden ser generados por colapsos masivos de volcanes en el archipiélago de Galápagos (Cannon, 1994; Glass et al., 2007; Kates, 1976; Keating & McGuire, 2000; McGuire, 2006; Pararas-Carayannis, 2002; Pinter & Ishman, 2008; Toulkeridis, 2011; Whelan & Kellett, 2003).

Figura 1

Entorno geodinámico de Ecuador



Nota: Entorno geodinámico de Ecuador con placas oceánicas y continentales asociadas y una variedad de límites de placas, como los límites de placa divergentes denominados

East Pacific Rise y Galápagos Spreading Center, el límite de placa convergente representado por la zona de subducción ecuatoriano-colombiana, así como el límite de placa transcurrente representado por la Mega falla Guayaquil-Caracas. También se muestran las Islas Galápagos y Carnegie Ridge. Adaptado de (Toulkeridis, 2013), modificado de (Toulkeridis & Zach, 2017).

El registro histórico de los sismos en el país de los últimos siglos lo convierte en un lugar vulnerable ante este tipo de amenazas de origen natural, representando riesgos potenciales para la infraestructura, las actividades socio-económicas y la vida humana (Alegría, et al., 2016).

Dentro del escenario geodinámico mencionado anteriormente, Ecuador ha sido impactado por varios peligros sísmicos y de tsunami, basados en la ocurrencia de terremotos locales, como el 31 de enero de 1906 (8.8 Mw) que dio lugar al origen de un tsunami que fue observado en Bahía de Caráquez donde el mar se elevó de 80 a 100 cm en 20 minutos, el 2 de octubre de 1933 (6.9 Mw) en La Libertad, Península de Santa Elena también con efectos de tsunami posteriores al sismo, el 14 de mayo de 1942 (7,8 Mw), el 12 diciembre de 1953 (7.3 Mw) en la frontera Ecuador-Perú, 16 de enero de 1956 (7.0), 19 de enero de 1958 (7.6 Mw) en la frontera Ecuador-Colombia que generó un tsunami con olas en el orden de 2 a 5.9 m de altura causando grandes daños en la provincia de Esmeraldas, el 12 de diciembre de 1979 (8.2 Mw) entre las costas de Ecuador y Colombia, 4 de agosto de 1998 (7.2 Mw) en Bahía de Caráquez y 16 de abril de 2016 (7.8 Mw) en Pedernales, Manabí, además de otras ocurrencias menos intensas (Berninghausen, 1962; Chunga & Toulkeridis, 2014; Kanamori & McNally, 1982; Pararas-Carayannis, 2012; Toulkeridis, Chunga, et al., 2017; Inocar s.f.).

El área de estudio comprende la ciudad de Salinas ubicada en la línea costera de la provincia de Santa Elena considerada una de los centros turísticos más importantes

del Ecuador por sus hermosas y cristalinas playas que ofrecen a los turistas una amplia gama de actividades, deportes náuticos (velerismo, buceo, jet sky, snorkel, entre otros), hoteles de primera y centros de diversión. Su topografía es llana estando casi a nivel del mar sin la existencia de grandes elevaciones o zonas montañosas.

Figura 2

Entorno geográfico del área de estudio



Nota: Cantón de Salinas. Obtenido de: Google Earth

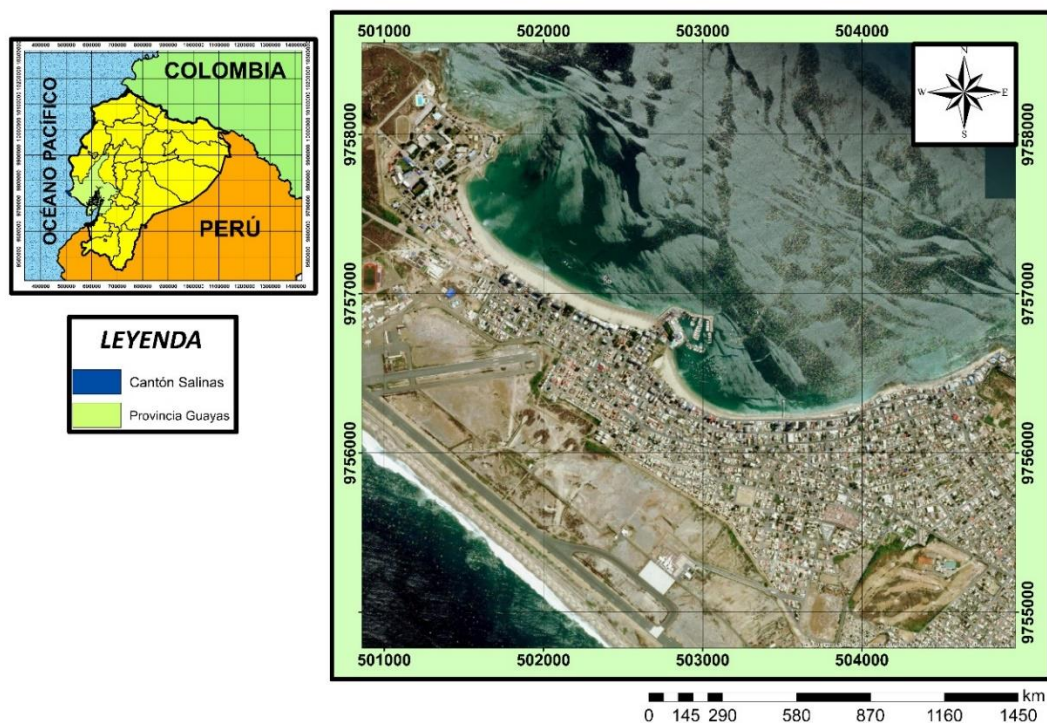
Casi en su totalidad, Salinas tiene una topografía prácticamente plana ocupada principalmente con importante infraestructura física de gran magnitud. Dichas construcciones de mayor envergadura se sitúan a unos pocos metros de las orillas del mar mismas que tendrían que soportar las fuerzas potenciales de destrucción y amenaza que trae consigo la posibilidad de ocurrencia de un tsunami afectando gravemente al centro turístico de la ciudad (GADMS, 2014).

El cantón Salinas dentro de la geología y física asido del rasgo natural y geográfico más característico de la mayor saliente de tierra del Ecuador costero (GADMS, 2014).

Como punto característico de la zona litoral plano o sin ondulaciones es el relieve, con áreas conocidas como salitrales ya que predomina la arcilla y abundantes sales. Las playas en general están formadas por arena fina a media localmente calcáreas con gravas y restos de conchas (GADMS, 2014).

Figura 3

Ciudad de Salinas



Es una zona geológica compuesta por materiales sedimentarios, terciarios y cuaternarios. Este tipo de geología cuenta con subsuelos contienen litografías complejas, sin embargo, existen formaciones geológicas que prevalecen en el área de estudio y que caracterizan la franja costera (GADMS, 2014).

Este tipo de suelos coluviales, de espesores decimétricos a decamétricos, es capaz de mostrar una matriz de limo-arenosa que engloba cantos angulosos de grauvacas, areniscas y lutitas, de diámetros milimétricos a decimétricos, dispuestos caóticamente. Estos suelos cubren principalmente los sectores medios y bajos, cercanos a las rupturas de las pendientes, por lo general son suelos con matriz blanda, dentro de un conjunto por lo general poroso permeable donde antiguas terrazas aluviales ubicadas en los cauces medios y bajos de los grandes valles también contienen elementos gruesos a finos, según el régimen hidráulico. Los tipos de suelos de Salinas se pueden denominar como salórtidos del orden de los aridisoles. El material de este tipo de suelo corresponde a depósitos marinos y fluvio marinos recientes (GADMS, 2014).

No es secreto que el Ecuador se encuentra dentro en la zona sísmicamente más activa del planeta conocida como el Cinturón o Anillo de Fuego del Pacífico. Dentro de esta zona están inmersos todos los países que pertenecen a la cuenca del océano Pacífico y se caracteriza por concentrar algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, dentro de lo cual lo que ocasionaría una intensa actividad sísmica y volcánica. La Provincia de Santa Elena se encuentra dentro de la zona catalogada como de Alta Intensidad Sísmica (GADMS, 2011).

Salinas cuenta con el principal balneario de la provincia de Santa Elena y del país, donde está ubicado en el accidente geográfico más saliente de la zona costera del Ecuador, la puntilla de Santa Elena. Limita al norte, sur y oeste con el Océano Pacífico y al este con La Libertad y Santa Elena (GADMS, 2014).

De acuerdo a los datos del censo INEC 2010, el cantón Salinas presenta una población total de 68.7 mil habitantes (22.2% respecto a la provincia de Santa Elena) y representa el 1.9% del territorio de la provincia a la cual pertenece. En el área urbana la población es de 34 719 habitantes (50.6%) y en el área rural la población es de 33 956

habitantes (49.4%). Basa su economía en actividades relacionadas con el sector de agricultura, silvicultura, ganadería y pesca (23.1%) y comercial (16.2%) principalmente (SENPLADES, 2014).

En cuanto al servicio de abastecimiento de agua potable por red pública cubre el 88.68%, el porcentaje restante cubre esta necesidad mediante otras fuentes como pozos, ríos o acequias y carros repartidores. El 56.52% de las viviendas están conectados a los servicios de red pública de alcantarillado; mientras que el resto utiliza otras formas de eliminación de excretas (pozos sépticos, descargas directas al mar o letrinas), en ciertos casos, no posee ningún mecanismo de eliminación. En el caso de acceso a energía eléctrica la mayor parte de la población cuenta con este recurso abarcando alrededor de 94.82%. El 23.62% cuenta con servicio de telefónico convencional y 57% con acceso a telefonía celular (SENPLADES, 2012).

Todas las construcciones que se encuentran ubicadas en Salinas son de 1 a 3 pisos, con edificios de alturas considerables (más de cuatro pisos) en los Malecones de San Lorenzo y Chipipe, que pueden alcanzar los 25 pisos de altura. Las zonas consolidadas de la cabecera cantonal cuentan con edificaciones de hormigón armado en su mayoría. Las construcciones de ciudadelas privadas con servicios básicos, áreas sociales y equipamientos se han realizado en la vía principal al ingreso del cantón y en zonas dispersas del área vacacionales (GADPSE, 2012).

La economía dentro del cantón es impulsada gracias al turismo, de forma que el sistema económico local gira alrededor del subsector de la economía, para ayudar a brindar un soporte para su desarrollo y la generación de bienestar en la población. Salinas es un importante centro turístico, cuenta con hoteles, clubes, casinos, bares centros deportivos y hermosas playas que son la atracción del visitante donde aproximadamente el 41% de los negocios existentes en el cantón se dedican a actividades de este tipo y

que principalmente se desde la Punta de Chipipe hasta la Punta de San Lorenzo (GADMS, 2011).

Figura 4

Antigua ciudad de Salinas



Nota: Salinas antigua, se nos presenta hoy, visual, urbanístico y arquitectónicamente demográfica como una ciudad y un balneario. Pero es mucho más que aquello que la percepción nos pone visualmente en la actualidad. Obtenido de (GADMS, 2014).

El cantón Salinas nació el 1 de enero de 1938 con una extensión de 77.83 Km², está asentada en la Península de Santa Elena, originalmente llamada Sumpa en lengua aborígen, su nombre se originó por las minas de sal ubicadas allí. En la antigüedad se ha venido dando asentamientos varias tribus y culturas pre colombinas dentro de una cronología. Luego de varios años y ya en la época colonial, pueblos de pescadores se fueron asentando en dentro de las localidades de Chipipe, Santa Rosa y La Libertad.

Desde la Puntilla se puede apreciar variedades temperaturas a diferentes horas, con rangos que van de 26.0 - 28.5 °C a las 07H30, 31.0 – 36.0 °C a las 12h00 y de 31.5 - 34 °C a las 16h00. Como se mencionó con anterioridad por el clima tropical es por lo

que sobresale Salinas y la provincia de Santa Elena. Para esta localidad se tiene temperaturas medias anuales de 24°C, las máximas rara vez superan 32°C y las mínimas son del orden de 16°C. Dado el papel preponderante de la corriente fría de Humboldt, las precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm y están concentradas en una sola estación lluviosa entre enero a abril (GADMS, 2014).

En el área del Cerro El Morro (pertenece a la Reserva de Producción de Fauna Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) donde se encuentra el punto turístico denominado "La Chocolatera", la topografía corresponde principalmente a la geoforma denominada "Cerro testigo", con una altura que bordea los 96 m, cimas semi-redondeadas a agudas y vertientes rectilíneas cuyas pendientes oscilan del 40 al 70 %, mientras que los demás sectores son en su mayoría completamente planos, con pendientes suaves de 0 a 5 % y que se considera el punto más alto existente en Salinas, la segunda zona segura elevada se encuentra en "Petrópolis", un campo petrolero ubicado entre Salinas y Santa Rosa (MAE, 2020).

Salinas es residencial aproximadamente en un 56% con el uso del suelo de su territorio. Los principales problemas de expansión urbana en el sector se han visto delimitado por terrenos privados, como de las Fuerzas Armadas, Salineras y predios de bloques utilizados para extracción hidrocarburífera. Los asentamientos se encuentran condicionados por la forma espacial y se asienta principalmente en el perfil costero, que le da un carácter lineal a la ciudad. Otro problema que se ha acarreado es la incompatibilidad de usos de suelo ya que la ciudad por este motivo no ha podido desarrollarse hacia el sur y el oeste. Existe además incompatibilidad de usos entre actividad hidrocarburífera y residencial, ya que Salinas se encuentra asentada en el recorrido de las tuberías y balancines de la explotación petrolera, que se encuentran en

solares urbanos cercanas a condóminos, como el Petrópolis (GADMS, 2014; Matheus et al., 2016).

Figura 5

Panorámica de la ciudad de Salinas



Nota: Panorámica tomada del Cerro del Morro al Cantón Salinas. Del lado izquierdo se encuentra el área urbana y el malecón de Salinas y del lado derecho se tiene el área rural con el aeropuerto de la ciudad.

La provincia de Santa Elena está ubicada dentro de una zona de la más alta complejidad tectónica. Adicionalmente, se encuentra en la Zona Intertropical la cual produce amenazas de tipo hidrometeorológicas (inundaciones, sequías, tormentas, efectos del fenómeno de El Niño, etc.) y, en sus condiciones geomorfológicas soporta procesos como deslizamientos de tierra, flujos de lodos y erosión que tienen impactos negativos en la comunidad (GADMS, 2011).

Sobre las amenazas de tsunami, el extremo del malecón de Salinas y el sector de Anconcito en Punta Ancón tienen un alto nivel de amenaza. De acuerdo a un análisis realizado para la elaboración de mapa de accesibilidad y modelamiento de evacuación por tsunami en las ciudades de Salinas y Bahía de Caráquez, mediante herramientas geoinformáticas, si se genera un tsunami Salinas podría sufrir graves daños debido a que la ciudad se encuentra, prácticamente al nivel del mar. El área de inundación calculada cubre casi toda la ciudad de Salinas, incluyendo la infraestructura hotelera y comercial, además de la zona militar (GADMS, 2011).

La zona de seguridad, es la Loma del Faro donde se encuentra el Mirador del Mirador del Morro, que serviría ruta de evacuación, siempre que se lo realice vehículos motorizados, ya que la altura y lo escarpado de sus bordes hace sea inaccesible para una evacuación a pie; para ello como segunda zona más accesible desde los barrios ubicados en la periferia del Hotel Barceló Miramar, es “Petrópolis”, campo petrolero localizado entre Salinas y Santa Rosa (GADMS, 2011).

Dado el caso de la ocurrencia de un tsunami otra alternativa de supervivencia para la población ubicada en la zona crítica es la evacuación vertical en los edificios considerados sismo-resistentes, es decir en aquellos en los que se tenga la seguridad de que no sufrirán daños estructurales por efecto del sismo generador o por el efecto hidráulico del oleaje (GADMS, 2011).

Metodología

Criterios utilizados para la evaluación de la resistencia a sismos y tsunamis de posibles refugios provisionales

Metodología italiana modificada para calcular índice de vulnerabilidad

El estudio de la metodología parte de cómo se debe evaluar la vulnerabilidad sísmica de una estructura con bastante detenimiento; ya que según (Aguiar R. , 2018) el

trabajo se inicia con estudios de peligrosidad sísmica para tener los espectros de análisis y finaliza con la simulación en el computador del desempeño de la estructura.

Las ideas básicas de la Metodología Italiana, se mantiene la mayor parte de parámetros, pero la forma de evaluación de cada uno de ellos ha sido modificada en base a la experiencia sobre los estudios de la vulnerabilidad sísmica. Es importante en la evaluación ser bastante riguroso, caso contrario se va a encontrar que una estructura es segura cuando en realidad no lo es (Aguiar R. , 2018).

Este método que se presenta en este capítulo no pretende analizar la vulnerabilidad sísmica solo con la inspección visual o al aplicar la Metodología Italiana o cualquier otra, es suficiente. No, siempre para estos tipos de análisis se deberá apoyar con la simulación en el computador del desempeño de la estructura en los casos que se tenga dudas (Aguiar R. , 2018).

Para poder adaptar o realizar cambios a esta metodología es importante tener experiencia, no solo en el campo de la vulnerabilidad sísmica, sino también en casos del convivir de las personas. El análisis de la evaluación del Índice de Vulnerabilidad debe ser realizada por experto y a su vez deberá ser complementada con Análisis Sísmicos por el Método Espectral o con Método del Espectro de Capacidad, y a su vez debe transmitir sus conocimientos desde las aulas y con análisis de campo, casos prácticos (Aguiar R. , 2018).

A continuación, se comienza presentando algunas de las fallas más frecuentes que se han dado en terremotos pasados para ir viendo que si la estructura que va a evaluar presenta una de esas fallas va a tener un mal desempeño sísmico (Aguiar R. , 2018).

Fallas frecuentes

Existen fallas que se repiten en cada terremoto, a tal punto que tienen nombre y apellido, sin embargo, se las sigue cometiendo en las nuevas edificaciones que aparecen o se encuentran presentes en estructuras que no han sido afectadas por un sismo fuerte en el pasado. Es importante conocer estas fallas y darles un mayor puntaje en la evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica con la Metodología Italiana, modifica por el primer autor de este estudio (Aguiar R. , 2018).

Piso Blando

La Ordenanza Municipal, para la ciudad de Portoviejo, pedía que la planta baja, de los edificios del centro de la ciudad, deben tener una altura de 4.5 m. Los Proyectistas estructurales cumplían con este requisito y en los pisos superiores la altura de los entrepisos estaba alrededor de los 3.0 m. Las secciones de las columnas de la planta baja, continuaban hacia los pisos superiores. En estas condiciones la rigidez de la planta baja es menor que la rigidez del primer piso, debido a la altura de piso que en el primer caso es de 4.5 m, y en el piso superior es de 3.0 m (Aguiar R. , 2018).

Figura 6

Edificios con Piso Blando



Edificio del IESS



Edificio Farmacia San Gregorio



Edificio de Sr. Mario Loor



Edificio Servipagos

Nota: Edificios con Piso Blando que colapsaron en la Zona Cero de Portoviejo. Obtenido de (Aguiar & Mieles, 2016).

Columna Corta

Normalmente, la falla denominada Columna Corta se presenta, cuando la mampostería está acoplada a las columnas y no cubre toda la altura del piso, dejando en la parte superior una ventana, como lo ilustra la figura 1.4. Se tiene la falla de columna corta si:

$$h \leq 0.25 H$$

Donde h es la altura libre y H es la altura total del piso. El problema se da es que se realizó el análisis estructural considerando un solo elemento de altura H , pero en la realidad se tienen dos elementos uno de altura h , que es muy rígido lateralmente ($t = (12 EI) / h^3$) y otro elemento de altura $(H-h)$ que también es muy rígido por la presencia de la mampostería. Los dos elementos por separado tienen mayor rigidez a la que fue calculado y cuando es demandado por la acción sísmica el elemento corto, en realidad no tiene gran rigidez y tiene una falla de corte (Aguilar R. , 2018).

Figura 7

Edificios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí



Edificio de Parqueadero



Edificio de Vicerrectorado



Facultad de Medicina

Nota: Edificios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ULEAM con falla de Columna Corta. Afectados durante el terremoto de 2016 (Aguiar, R. & Zambrano V., 2018). Obtenido de

Edificio Abierto

Esta falla se presenta en construcciones esquineras ubicadas en el Centro de las grandes ciudades, donde por razones de espacio sus construcciones se adosan a las edificaciones vecinas. En los lados que da a la calle, se deja en la planta baja, espacios abiertos ya que son destinados a almacenes (Aguiar R. , 2018).

Figura 8

Edificio Abierto



Nota: Estructuras con falla denominada: Edificio Abierto ubicadas en la Zona Cero de Tarqui y que tuvieron un mal comportamiento durante el terremoto de 2016 (Aguiar, R. & Zambrano V., 2018).

METODOLOGÍA ITALIANA MODIFICADA

La Metodología Italiana, para evaluar el Índice de Vulnerabilidad sísmico I_V , fue propuesto por (Benedetti & Petrini, 1984) y acogido por un ente gubernamental como es el (GNDT, 1986) Gruppo Nazionale per la Difesa dei Terremoti. En la tabla 1, se presentan los parámetros, del número 1 al 11, que considera la metodología se ha incrementado el parámetro 12, que considera si la estructura ha sido reforzada luego de un sismo o solo arreglaron (Aguiar R. , 2018).

Tabla 1

Parámetros para evaluar el Índice de Vulnerabilidad en Edificios de Hormigón Armado

Parámetro	Clase K_i			W_i
	A	B	C	
1 Organización del Sistema Resistente	0	6	12	1.00
2 Calidad del Sistema Resistente	0	6	12	0.50
3 Resistencia Convencional	0	11	22	1.00
4 Posición del Edificio y Cimentación	0	2	4	0.50
5 Losas	0	3	6	1.00
6 Configuración en Planta	0	6	12	1.00
7 Configuración en Elevación	0	11	22	1.00
8 Conexión de elementos Críticos	0	3	6	0.75
9 Elementos de baja ductilidad	0	6	12	1.00
10 Elementos no Estructurales	0	4	10	0.25
11 Estado de Conservación	0	10	20	1.00

Parámetro	Clase Ki			Wi
	A	B	C	
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	0	11	22	1.00

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

El incremento de este parámetro tiene su razón y es debido a que, en Bahía de Caráquez, no se reforzaron algunas estructuras que fueron afectadas por el sismo de 1998 y que posteriormente, en el terremoto de 2016, tuvieron gran daño que hizo obligó a derrocar la estructura (Aguiar, R. & Zambrano V., 2018).

Los otros 11 parámetros de la Metodología Italiana, se mantienen, pero en algunos casos se les ha dado un mayor valor de vulnerabilidad Ki y en otros casos se les ha dado mayor peso Wi en base a lo observado en los sismos de Macas (1995, M=6.8); Bahía de Caráquez (1998, M=7.1); Eje Cafetero de Colombia (1999, M=5.9); El Salvador (2001, M=7.6); Chile (2010, M=8.8) (Aguiar R. , 2018).

De acuerdo a los 12 parámetros indicados en la tabla 1.1, el Índice de Vulnerabilidad I_V se halla con la siguiente ecuación.

$$I_V = \sum_{i=1}^{12} K_i W_i$$

Las estructuras más seguras serán aquellas que clasifican como A, en la tabla 1, y las más vulnerables aquellas que tienen C. No siempre se debe evaluar como A, B, o C, con los valores indicados en la tabla 1. Habrá casos en que la estructura para uno de los parámetros tenga un valor entre B y C o entre A y B.

Organización del sistema resistente

Ese parámetro califica si es una estructura con muros de corte o no, si tiene vigas descolgadas, etc, a continuación, se indica lo que se debe considerar para que una estructura pueda clasificar como A, B, C, incluyendo la tipología estructural (que no considera la metodología italiana) (Aguiar R. , 2018).

Clase A

Estructura con Muros de Corte o Estructura con columnas gruesas y vigas descolgadas. Se las ve bien estructuras y rígidas.

Clase B

Estructura sin muros de corte, con columnas de dimensiones que parecen ser apropiadas y con vigas ligeramente descolgadas. No se la ve rígida pero tampoco flexible. Estructuras que tienen muros de mampostería como elementos resistentes.

Clase C

Estructura que se la ve flexible, compuesta por losa plana y columnas de pequeñas dimensiones. Estructura con vigas banda y columnas de pequeña dimensión. Se recalca una vez más que lo importante es ver si la estructura es rígida, medianamente rígida o flexible (Aguiar R. , 2018).

Calidad del sistema resistente

Es importante llevar un esclerómetro o un equipo de ultrasonido para encontrar la resistencia del hormigón. En los planos estructurales puede indicar que se calculó con una determinada resistencia del hormigón a la compresión, pero esta debe ser comprobada con los ensayos (Aguiar R. , 2018). O se puede tener confianza en lo que detallan los planos, aunque han existido casos en gran cantidad en la que la resistencia

mostrada en los cálculos y planos difiere de la que verdaderamente tiene en la estructura, esto a causa de diversas razones como son la mala calidad de los materiales, o la falta de fiscalización en la obra. La clasificación en este parámetro viene presentada por las siguientes normas.

Clase A

Estructura con muy buen hormigón, la resistencia supera los 24 MPa. No se observan zonas de “hormiguero”, se ve un hormigón de muy buena calidad. Los aceros utilizados son varillas corrugadas y por la información disponible (conversaciones o visualización) se ve que no existe la posibilidad de tener hierros con oxido. Por otra parte, se ve que la mampostería utilizada es de buena calidad y que se encuentra bien confinada. Las juntas de construcción tienen buenos acabados y están debidamente selladas (Aguiar R. , 2018).

Clase B

Son aquellas que no clasifican como A ni como C. Se recomienda ser estrictos al momento de calificar, si un elemento demuestra tener algún problema, pero los demás parecen estar bien, no se puede calificar como estructura segura y dar una calificación A, ya que este elemento es suficiente para castigar a la estructura en dicho parámetro (Aguiar R. , 2018).

Clase C

Estructura con hormigones cuya resistencia es menor a 18 MPa. Existen zonas de “hormiguero”. Hay indicios de que probablemente la armadura se encuentre oxidada. Las juntas de construcción no están bien construidas con malos acabados. Existen varillas de acero visibles. La construcción es de baja calidad (Aguiar R. , 2018).

Resistencia Convencional

En este parámetro de Resistencia Convencional se desea calcular entre la Capacidad y Demanda. Capacidad que tiene la estructura para resistir las fuerzas sísmicas y Demanda hallada por medio del cortante basal V_0 . Se recuerda que se está presentando la metodología italiana modificada por el autor de este capítulo. El cortante basal V_0 estipulado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción de 2015, (NEC, 2015), se halla con la siguiente ecuación (Aguiar R. , 2018).

$$V_0 = \frac{I S_a}{R \phi_p \phi_e} W$$

Donde I es el factor de importancia; S_a es el coeficiente de la aceleración de la gravedad del espectro elástico, asociada al período fundamental; R es el factor de reducción de las fuerzas sísmicas; ϕ_p , ϕ_e , factores que toman en cuenta las irregularidades en planta y elevación; en este ejemplo valen 1. W es el peso reactivo que es igual a la carga muerta más el porcentaje de la carga viva. El período fundamental puede hallarse con la ecuación aproximada del NEC-15, o mediante la siguiente expresión $T=0.11 NP$. Siendo NP el número de pisos (Aguiar R. , 2018).

Ahora la capacidad al corte de una estructura, en teoría es igual a la capacidad al corte de los elementos de hormigón armado más la capacidad al corte de la mampostería. En el terremoto de Pedernales de 2016, quedó de manifiesto que la mampostería se dañó demasiado (explota) de tal manera que aporta durante el inicio del sismo, cuando llega la fase intensa del sismo está se dañó. Por esto se recomienda calcular la capacidad al corte solo con la capacidad de los elementos de hormigón armado y en función únicamente de los elementos verticales (columnas y muros) (Aguiar R. , 2018).

$$V = \sum_{I=1}^n 0.53 \sqrt{f'c} A_{di}$$

Donde A_{di} es el área de la sección transversal de un elemento vertical en cm^2 (estrictamente debería ser $b \cdot d$); f'_c es la resistencia a compresión del hormigón, que tiene que evaluarse por lo menos con un esclerómetro, en kg/cm^2 . De tal manera que la capacidad al corte que se halla con la ecuación (1.4) viene en kg que deberá pasarse a Toneladas. La sumatoria se extiende a todas las columnas muros de la planta baja o en el piso donde se obtuvo el cortante basal (para el caso de estructuras con subsuelos) (Aguiar, 2018).

Ahora se determina la relación entre Capacidad y Demanda, mediante el parámetro α .

$$\alpha = \frac{V}{V_0}$$

Clase A

$$\alpha \geq 1.5$$

Clase B

$$1.0 \leq \alpha < 1.5$$

Clase B

$$\alpha < 1.5$$

Posición de edificio y cimentación

En este parámetro se califica la posición en la que se encuentra el edificio dependiendo del perfil de suelo sobre el cual este cimentado.

Clase A

La edificación se halla en un perfil de suelo "C", en suelo horizontal o con un declive menor al 15%. No hay ningún peligro de que en su cercanía se tenga un desnivel

que pueda ocasionar caída del material sobre la estructura. Por otra parte, no se observan fisuras horizontales en la parte inferior de las paredes que conduzcan a suponer que hay problemas con la cimentación (Aguiar R. , 2018).

Clase B

La construcción se encuentra en un perfil de suelo "D" en un suelo horizontal o declive menor al 15%. Lo restante igual a lo indicado en Clase A. Es decir, no hay problema con la cimentación. La edificación está en un perfil de suelo "C" pero en un sitio con pendiente mayor al 15% y menor al 30% (Aguiar R. , 2018).

Clase C

Edificación con cimentación insuficiente al margen del tipo de suelo en que se encuentra. Esto se deduce porque tiene problemas de asentamientos o simplemente del análisis de los planos estructurales. La edificación se encuentra en un perfil de suelo "C" pero en un terreno con pendiente mayor al 30%. Edificación se encuentra en un perfil de suelo "D" pero la pendiente es mayor al 15%. Edificación se halla en un perfil de suelo "E" al margen de que se halle en suelo recto o inclinado. Es muy mal suelo el tipo peor aún si edificación se encuentra en perfil de suelo "F". Se entiende que no han hecho ningún mejoramiento de suelo para pasar a otra categoría (Aguiar R. , 2018).

Losas

Lo que se calificara en este parámetro será la altura de compresión que tenga la losa, y su resistencia a la misma, entre otros varios detalles que se presentan a continuación.

Clase A

- La loseta a compresión debe tener una altura mayor a 10 cm.
- La losa se encuentra sobre vigas descolgadas.

- La forma de la losa tiende a un cuadrado, con relación lado largo a lado corto menor a 1.5.
- Las aberturas de la losa son menores al 30% del área de la planta.
- No se observan pisos intermedios a un lado de la construcción.

Clase B

- La loseta a compresión tiene una altura menor a 10 cm.
- La losa se encuentra sobre vigas ligeramente descolgadas.
- La relación entre lado largo a lado corto está entre 1.5 y 2.
- Las aberturas de la losa superan el 30% del área en planta, pero menor al 50%.

Clase C

- La loseta de compresión es de 5 cm, de peralte.
- Es losa plana sobre columnas.
- Es losa con vigas pérdidas sobre columnas.
- La relación entre lado largo a lado corto es mayor a 2.
- Las aberturas de la losa superan el 50% del área de la planta.

En el terremoto de 2016 de Ecuador se observó losas planas sobre muros de corte, que tuvieron un muy buen desempeño sísmico. De tal manera que para evaluar una estructura con losa plana se debe ver los elementos verticales, si son columnas son muy vulnerables, si tienen muros de corte no es vulnerable (Aguilar R. , 2018).

Configuración en Planta

A más de dos años del terremoto de 2016 de Ecuador, en el Centro de Manta y Portoviejo, se observan algunos solares esquineros sin ninguna construcción, pues la que tuvieron ya no existe, colapsó. Eran Edificios Abiertos, que tuvieron problemas de torsión en planta, de tal manera que este tipo de estructuras son Clase C (Aguiar R. , 2018).

Es importante determinar la excentricidad estática, utilizando algún procedimiento simplificado. Se define la excentricidad estática como la distancia entre el Centro de Masas y el Centro de Rigidez. El Centro de Masas es el lugar geométrico donde se considera concentrado el peso. En cambio, el Centro de Rigidez es el lugar geométrico donde al aplicar las fuerzas sísmicas, la estructura se desplaza sin giro de torsión. El Centro de Rigidez solo existe en estructuras de un piso, por esta razón se debe utilizar un procedimiento simplificado basado en la rigidez de cada pórtico y en el equilibrio de fuerzas horizontales y momentos para determinar en forma aproximada este Centro de rigidez. Se denomina: (Aguiar R. , 2018).

$$\beta_1 = \frac{e_x}{L_x}$$

$$\beta_1 = \frac{e_y}{L_y}$$

Donde e_x , e_y , son las excentricidades estáticas en sentido X, Y; L_x , L_y , son las dimensiones en planta en sentido X, Y de la estructura. Por otra parte, en base a la nomenclatura indicada en la figura 1.14, se debe determinar:

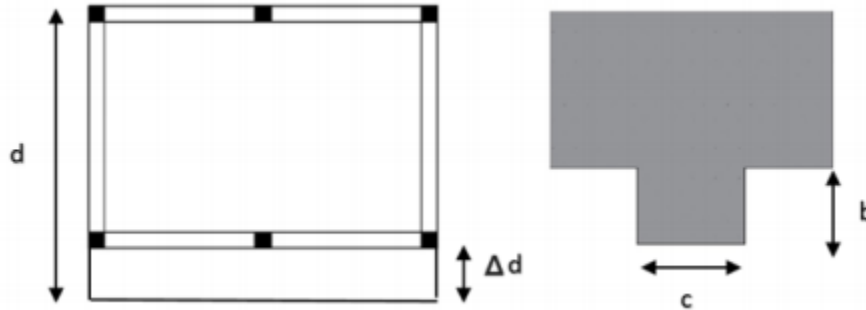
$$\beta_2 = \frac{\Delta_d}{d}$$

$$\beta_3 = \frac{c}{b}$$

Donde Δd , es la longitud del voladizo; d es la dimensión total en la dirección del voladizo; c , b , dimensiones de la protuberancia, se debe ver que esta relación sea mínima.

Figura 9

Vista en planta de estructuras



Nota: Vista en planta de estructuras; a) Voladizo en la construcción; b) Salientes de la construcción.

Clase A

- Estructuras que no tienen problema de Edificio Abierto.
- Estructuras completamente regulares en Planta sin protuberancias.
- Estructuras con $\beta_1 \leq 0.05$.
- Estructuras con $\beta_2 \leq 0.1$.
- Estructuras con $\beta_3 \leq 0.1$

Clase B

- Se tiene la sospecha de que es un Edificio Abierto.
- Protuberancia menor al 10% de la longitud en el sentido de la protuberancia.

- $0.05 < \beta_1 \leq 0.10$
- $0.1 < \beta_2 \leq 0.20$
- $0.1 < \beta_3 \leq 0.20$

Clase C

- Se trata de un Edificio Abierto.
- Protuberancia mayor al 10% de la longitud en el sentido de la protuberancia.
- $\beta_1 > 0.1$
- $\beta_2 > 0.20$
- $\beta_3 > 0.20$

Configuración en Elevación

Para este parámetro se califica también un parámetro llamadas estructuras con pointer, pero ya que este no ha sido encontrado en ningún edificio en bahía de Caráquez no se lo ha tomado en cuenta, pero si se quisiera conocer más acerca de este parámetro se recomienda leer el capítulo 1 acerca de “Metodología italiana modificada para calcular índice de vulnerabilidad” de Roberto Aguiar, en el que se explica más acerca de esto.

Clase A

- Edificación que no tiene Piso Blando.
- Estructura completamente regular en elevación sin entrantes ni salientes.
- Estructuras que se encuentran separadas de edificaciones vecinas.
- Se aprecia que la rigidez de los pisos inferiores es mayor que la rigidez de los pisos superiores.

Clase B

- Estructura con piso de menor dimensión en último piso, que no cumpla la condición de Clase C.
- Estructuras que se hallan adosadas a estructuras vecinas, con juntas insuficientes que hacen suponer que existirá golpeteo durante un sismo entre estos edificios, pero las dos estructuras tienen aproximadamente la misma altura y sus losas se hallan a la misma altura.

Clase C

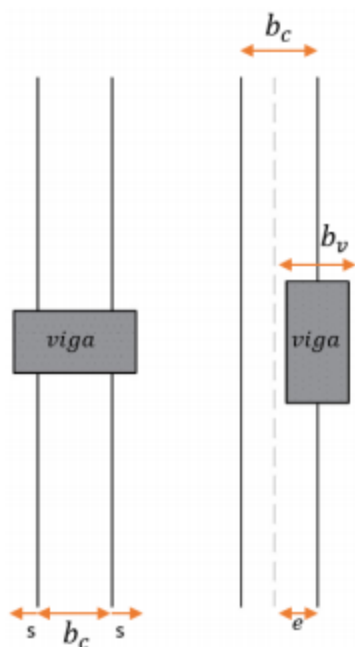
- Estructura con Piso Blando
- Estructura con piso superior de menor área en que cumpla $0.7 \leq \gamma_1 \leq 0.9$
- Estructura que se halla adosada a otra construcción con junta de construcción insuficiente y que hace presumir que existirá golpeteo durante un sismo, pero lo crítico radica en que las losas se encuentran a diferente altura; de tal manera que el golpeteo se va a dar en las columnas.

Conexión de elementos críticos

Cuando no existe un control adecuado, durante la construcción, no es raro encontrar que la viga no está centrada con la columna, de tal manera que al nudo se transmiten momentos que no estaban contemplados en el análisis por un defecto constructivo. Pero también puede darse el caso de tener una viga más ancha que la columna, como se aprecia en la figura 10 (Aguilar R. , 2018).

Figura 10

Viga que sobresale de la losa y viga mal construida

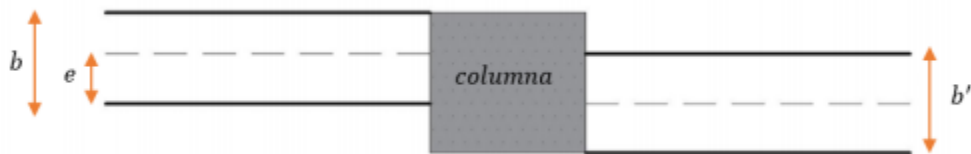


Nota: Obtenido de (Roberto Aguiar, 2018)

Otro caso de Vulnerabilidad Sísmica se da cuando se tienen dos vigas que llegan a una columna, cuyos ejes no están alineados como es el caso de las vigas de la figura 11.

Figura 11

Vista en planta de dos vigas que llegan a una columna



Nota: Vista en planta de dos vigas que llegan a una columna, pero no están alineadas, existe una excentricidad e , entre sus ejes (Aguiar R. , 2018).

En elevación también puede darse un caso similar al indicado en la figura 11.

$$\Gamma_1 = \frac{s}{b_c} \quad \Gamma_2 = \frac{e}{b_v} \quad \Gamma_3 = \frac{e}{\min(b, b')}$$

Clase A

- Si $\Gamma_1 = 0$; $\Gamma_2 = 0$; $\Gamma_3 = 0$
- A un nudo interior llegan cuatro vigas.
- Se observa en el plano estructural que el nudo fue diseñado, o viendo el nudo se presume que fue bien diseñado

Clase B

- Si $\Gamma_1 = 0$; $\Gamma_2 = 0$; $\Gamma_3 = 0$
- A un nudo interior solo llegan tres vigas
- Se presume que el nudo no fue diseñado.

Clase C

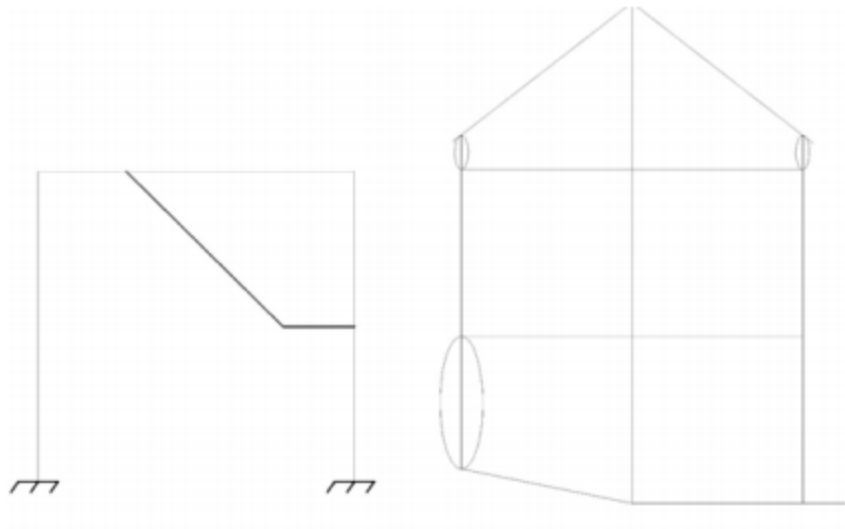
- $\Gamma_1 \geq 0.1$ $\Gamma_2 \geq 0.1$ $\Gamma_3 \geq 0.1$
- A un nudo interior solo llegan dos vigas
- Hay indicios de que los nudos no fueron diseñados.

Elementos de baja ductilidad

Si se tiene Columna corta o Viga corta, la estructura es muy vulnerable. En el apartado 1, se indicó el caso de columna corta en que $h \leq 0.25 H$; siendo h la altura del elemento corto y H la altura del entrepiso (Aguiar R. , 2018).

Figura 12

Estructuras con elementos cortos



Nota: Obtenido de (Aguilar R. , 2018).

Clase A

- No se tiene el caso de columna corta.
- No se tiene el caso de viga corta.
- Todo hace presumir que se construyó siguiendo lo prescrito por el código ACI 318 para zonas sísmicas, de tal manera que la estructura tiene ductilidad.

Clase B

- Se tiene un caso de columna corta pero no es tan crítico ya que:

$$0.25 H < h \leq 0.5 H$$

Donde h es la longitud de la columna corta y H es la altura total de la columna.

- Se tiene algo de viga corta pero no es tan crítico ya que:

$$4 h_v < L_v \leq 6 h_v$$

Donde h_v es la altura de la viga, que se presume es viga corta; L_v es la luz libre de la viga corta.

- Parece ser que no se siguió al pie de la letra todo lo estipulado por el ACI 318 para zonas sísmicas.

Clase C

- Se tiene la falla denominada columna corta $h \leq 0.25H$
- Se tiene la falla denominada viga corta $L_v \leq 4h_v$
- Hay indicios que llevan a pensar que no se siguió el ACI 318 para zonas sísmicas o que se lo cumplió muy poco.

Es importante destacar que en la evaluación del Índice de Vulnerabilidad se debe ser riguroso, en el sentido de que, si un edificio por ejemplo no tiene problemas de Columna Corta, pero en cambio tiene problema de Viga Corta se debe clasificar como Clase C (Aguar R. , 2018).

Elementos no estructurales

La Figura 13, corresponde a la Biblioteca de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. se observa una pared-pilar de gran altura construida con piedra que está al lado de una pared. Se tiene una gran masa de piedra que trabaja a gravedad, pero incapaz de soportar movimientos laterales. Por lo tanto, terminará en el suelo en un sismo intenso (Aguar R. , 2018).

Figura 13

Pared con pila de piedra



Nota: Obtenido de (Roberto Aguiar, 2018).

A continuación, se da una idea de cómo evaluar este parámetro.

Clase A

Estructura no presenta elementos no estructurales que pueden caerse, como algunos ejemplos que se presentan a continuación:

- Paredes recubiertas con piedra.
- Placas de gran dimensión que han sido colocadas en las paredes.
- Estructuras de acero de gran tamaño colocadas en la cubierta para recibir señales satelitales.
- Antepechos en losa de cubierta que no están confinados.
- Cornisas que pueden caerse durante un sismo.
- Cielos rasos falsos.
- Chimeneas en que se sospecha que no tiene elementos de anclaje.
- Equipo contra incendios que han sido colocados dentro de una pared.

- Repisas con materiales (libros) que pueden voltearse.
- Paredes que se ven que están sueltas.
- Aire acondicionado apoyados en una pared.

Clase B

Presenta alguno u otro elemento de los indicados en Clase A, pero su caída se estima que no va a afectar mayormente a la estructura; se piensa que no va a causar heridas a alguna persona peor la muerte. En edificios que tienen cielos rasos, se debe verificar si las tuberías están bien conectadas o probablemente pueden caerse (Aguiar R. , 2018).

Clase C

Estructura que tiene elementos como los indicados en la ilustración 16 que pueden desprenderse durante un sismo severo y ocasionar heridas o muerte a la gente. Basta que tenga uno de los elementos indicados en la Clase A, pero que se sospecha de que al caerse pueden causar daño a la estructura o causar heridos (Aguiar R. , 2018).

Estado de conservación

Si al ingresar a una edificación se encuentra con manchas de humedad en las paredes, que son consecuencia de la fuga de agua por una tubería rota, es evidente que no hay mantenimiento en esa construcción y es muy vulnerable. La fuga de agua por las tuberías puede llegar a crear vacíos en el suelo y puede paso a hundimientos del suelo o quien sabe a formar una gran cavidad en el suelo con el correspondiente colapso de la estructura (Aguiar R. , 2018).

Clase A

- Es una construcción que está muy bien pintada.

- No se observa manchas de humedad, en las paredes o cielo raso.
- No existen fugas de agua o acumulación de agua en las losas por sumideros tapados.
- Ningún vidrio está roto.
- Todas las puertas se cierran correctamente.

Clase B

Se observa que no cumple con todo lo indicado para la clase A, pero se estima que el descuido en el mantenimiento es menor (Aguiar R. , 2018).

Clase C

Estructura muy descuidada, sin mantenimiento.

Estructura ha sido reforzada luego de un sismo

Si una estructura sufrió un daño considerable en mampostería, durante un sismo, es muy probable que la estructura tenga fisuras que no se las ve o si se las ve se piensa que no son importantes ya que aparecen como que se habría rayado con un lápiz muy fino, es decir se las ve con bastante detenimiento (Aguiar R. , 2018).

Las estructuras que sufrieron daño en el Sismo de México de 2017 y que no lo tuvieron en el Sismo de México de 1985. Es decir, ante un sismo de mayor magnitud se comportaron bien en 1985 y después con un sismo de menor magnitud una buena parte de ellas tuvo un daño considerable o colapso (Rodríguez, 2019).

Clase A

- Estructura nueva que no ha sido afectada por sismo.

- Estructura que fue afectada por un terremoto pero que ha sido reparada y reforzada.
- No se observa ninguna fisura en las paredes y en la estructura.

Clase B

- Estructura que tiene pequeñas fisuras a nivel de mampostería.
- No existe ninguna fisura a nivel de elementos estructurales.
- Estructura que tuvo gran daño en mampostería y leve en la estructura, pero no ha sido reforzada, pero se ha reparado con materiales menos pesados y más sísmos resistentes. Por ejemplo, en el terremoto de 2016 de Pedernales, quedó de manifiesto que las paredes de bloque explotan durante un sismo en la reconstrucción en buena parte de los edificios se utilizó Gypsum en las paredes, que tiene un mejor comportamiento sísmico (Aguar R. , 2018).

Clase C

- Estructuras en las que se observan fisuras en elementos estructurales y no estructurales.
- Fueron afectadas por terremotos pasados, pero no han sido reforzadas. Todo lo que hicieron fue reparar los daños en mampostería y pintarlos de tal manera que lucen muy bien.

De acuerdo a la Tabla 1. el valor máximo del índice de Vulnerabilidad es 143. En base a este valor máximo se recomienda lo siguiente:

- **Estructura Segura**

Si el Índice de Vulnerabilidad $I_v \leq 30$

- **Estructura muy Vulnerable**

Si el Índice de Vulnerabilidad $I_v \geq 80$

- **Necesidad de otros estudios**

De acuerdo a (Roberto Aguiar, 2018), se tiene que si el Índice de Vulnerabilidad $30 < I_v < 80$, no se puede decir si la estructura es segura o vulnerable, se deben realizar otros estudios. Entre ellos se tiene el encontrar la relación entre la altura total del edificio H con el período de vibración de la estructura T Otra opción dentro de los métodos rápidos es encontrar un sistema equivalente de un grado de libertad, como lo recomienda el ASCE 16 y en ese modelo realizar el análisis sísmico.

Criterios de vulnerabilidad frente a tsunami en base a la FEMA

Las observaciones de eventos históricos de tsunamis han demostrado que la supervivencia de los edificios varía con el tipo de construcción y la profundidad de la inundación. Aunque ciertos tipos de construcciones se destruyen en gran parte, hay mucha evidencia de que los sistemas estructurales diseñados apropiadamente pueden sobrevivir a la inundación del tsunami, incluso cuando no están diseñados explícitamente para resistir los efectos de la carga del tsunami. Esto permite considerar los edificios existentes como estructuras de refugio de evacuación vertical cuando la evacuación a un terreno elevado o a estructuras de refugios nuevos, no es posible ni práctico para la población afectada (FEMA, 2019).

Algunos parámetros presentes en la metodología italiana están presentes en la Normativa FEMA para edificaciones tsunami resistentes, pero existen otros de mucha importancia que no han sido considerados. Los valores por clase y ponderación guardan relación con la metodología anterior, pero son propuestos por los autores, a continuación,

se presentan otros parámetros importantes con los cuales se debe evaluar los edificios (Cañamar et. al, 2021).

Atributos de las estructuras resistentes a tsunamis

Los atributos de un sistema estructural tienen un impacto significativo en la capacidad de una estructura para resistir tsunamis, terremotos y cargas de viento anticipadas. En regiones de alta sismicidad, como es el caso de Ecuador. El sistema de resistencia a la fuerza lateral en edificios típicos de hormigón armado o acero estructural de mediana a gran altura a menudo será adecuado para las cargas de tsunami (Carden, et al., 2017). Los atributos estructurales de los edificios que han demostrado un buen desempeño en tsunamis pasados incluyen:

- Sistemas fuertes con capacidad de reserva para resistir fuerzas extremas.
- Sistemas abiertos que permiten que el agua fluya con mínima resistencia.
- Sistemas dúctiles que resisten fuerzas extremas sin fallar.
- Sistemas redundantes que pueden experimentar fallas parciales sin colapso desproporcionado

Parámetros tomados y adaptados de la FEMA

Orientación al edificio

La orientación puede incidir en las magnitudes de las fuerzas del tsunami. Los edificios rectangulares con la dirección larga orientada paralela a la dirección del flujo experimentarán fuerzas hidrodinámicas más pequeñas que los edificios orientados con la dirección larga perpendicular a la dirección del flujo. Siempre que sea posible, los edificios existentes deben seleccionarse con orientaciones que minimicen los efectos potenciales de la carga de tsunamis (FEMA, 2019).

Tabla 2*Orientación del edificio*

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
	Clase A: Edificios rectangulares con la dirección larga orientada paralela al flujo	0	
Orientación de Edificio	Clase B: Edificios rectangulares con la relación largo/ancho menor a 1.50 y con la dirección larga orientada perpendicular al flujo	6	1.2
	Clase C: Edificios rectangulares con la relación largo /ancho mayor a 1.5 y con la dirección larga orientada perpendicular al flujo	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Orientación del Edificio de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Acceso

Cantidad y características de los accesos que permitan una evacuación fluida de las personas. Es posible que sea necesario mejorar el acceso y la circulación vertical mediante la instalación de nuevas entradas, rampas y escaleras. Los corredores de acceso deben mantenerse libres de escombros después de un terremoto que podría preceder a un tsunami generado cerca de la fuente, por lo que es necesario prestar atención a los refuerzos y anclajes de componentes no estructurales (FEMA, 2019).

Tabla 3*Entradas*

Parámetro	Clase	Valor	Ponderación
		(A)	(B)
Accesos. Entrada	Clase A: Entrada con dimensiones suficientes (5 o más personas a la vez), de acceso y puesta en funcionamiento inmediato (acceso libre) para toda la población y sobre el nivel del terreno	0	
	Clase B: Una sola entrada con las dimensiones suficientes (3 y 4 personas a la vez), con dificultad de acceso y puesta en funcionamiento rápido (acceso con portería) para la población y sobre el nivel del terreno	6	1.2
	Clase C: Una sola entrada con dimensiones insuficientes (2 o menos personas a la vez), con dificultad de Acceso y puesta en funcionamiento lento (acceso con tarjeta o restringido) para la población y bajo el nivel del terreno	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Accesos - Entradas de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Tabla 4

Escaleras

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
Accesos. Escaleras	Clase A: Escalera suplementaria exterior con dimensiones suficientes (5 o más personas a la vez) para la evacuación vertical, además, Escalera interior con continuidad vertical con dimensiones suficientes para la evacuación vertical	0	
	Clase B: Escalera interior con continuidad vertical con dimensiones suficientes (3 y 4 personas a la vez) para la evacuación vertical	6	1.2
	Clase C: Escalera interior sin continuidad vertical con las dimensiones insuficientes (2 o menos personas a la vez) para la evacuación vertical	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Accesos - Escaleras de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Ubicación del Edificio

La evacuación vertical requiere una distribución de estructuras en toda la comunidad, y la ubicación del edificio puede provocar la exposición a diferentes peligros potenciales del sitio, como depósitos de combustible, patios de almacenamiento de contenedores de envío, puertos para botes y edificios adyacentes que posiblemente podrían colapsar. Siempre que sea posible, los edificios existentes deben seleccionarse en ubicaciones que minimicen el potencial de peligros en el sitio que podrían comprometer el acceso o la supervivencia de una estructura de refugio (FEMA, 2019).

Tabla 5*Puntos peligrosos*

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
Ubicación del Edificio Puntos Peligrosos	Clase A: Estructuras o puntos peligrosos tales como depósitos de combustibles, patios de contenedores y puertos a una distancia mayor a 200 metros de la estructura a evaluar	0	1.2
	Clase B: Estructuras o puntos peligrosos tales como depósitos de combustibles, patios de contenedores y puertos a una distancia entre 50 y 200 metros de la estructura a evaluar	6	
	Clase C: Estructuras o puntos peligrosos tales como depósitos de combustibles, patios de contenedores y puertos a una distancia menor a 50 metros de la estructura a evaluar	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Ubicación del Edificio – Puntos Peligrosos de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Tabla 6*Calles y avenidas*

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
Ubicación del Edificio Calles y Avenidas	Clase A: Calles y avenidas restringidas a circulación peatonal o con poca circulación vehicular sin espacios destinados para parqueaderos	0	
	Clase B: Calles y avenidas con baja circulación vehicular con espacios destinados para parqueaderos	6	1.2
	Clase C: Calles y avenidas con alta circulación vehicular con espacios destinado a parqueaderos	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Ubicación del Edificio – Calles y Avenidas de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Sistema Estructural

Este parámetro se asemeja mucho al primer parámetro de la metodología italiana modificada en la que se debe observar si la estructura es rígida o no dependiendo del sistema estructural con el que haya sido construido, la norma de calificación se presenta a continuación (FEMA, 2019).

Tabla 7

Sistema estructural

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
Sistemas Estructural	Clase A: Los marcos resistentes a momentos de hormigón armado o acero estructural y los sistemas de muros de corte de hormigón armado, diseñados para requisitos sísmicos más altos	0	1
	Clase B: Estructuras de hormigón prefabricado que hayan sido diseñadas para simular una construcción integral	6	
	Clase C: Sistemas estructurales de vigas metálicas o de madera de marco ligero	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Sistema Estructural de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Sistema de Cimentación

Debido al potencial de erosión y socavación durante la inundación de un tsunami, los edificios existentes con cimientos de pilotes profundos son generalmente más adecuados para proporcionar una resistencia adecuada a los tsunamis. Deben evitarse los edificios con zapatas poco profundas, a menos que estén cimentados sobre roca u otro material resistente a la erosión o hayan sido protegidos de otra manera contra la erosión. (FEMA, 2019).

El sistema de cimentación debe ser visto en planos o consultado a los diseñadores, constructores o ingenieros a cargo de la edificación.

Tabla 8*Sistema de cimentación*

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
Sistemas de Cimentación	Clase A: Cimientos de pilotes profundos	0	
	Clase B: Losas y vigas de cimentación	6	0.5
	Clase C: Zapatas de extensión poco profundas	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Sistemas de Cimentación de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Año de Construcción

Los requisitos de los códigos de construcción cambian continuamente. Es más probable que los edificios más nuevos hayan sido construidos según las ediciones más recientes del código de construcción y brinden una resistencia más adecuada a los tsunamis. Por ejemplo, después del terremoto de San Fernando de 1971 se produjeron importantes mejoras a los requisitos de diseño sísmico de EE. UU. Para estructuras de hormigón armado, y los edificios de hormigón construidos después de la edición de 1973 del código de construcción tendrán una mayor solidez que las construcciones de hormigón más antiguas. La construcción de marcos resistentes ocurrió después del terremoto de Northridge de 1994, y las estructuras tipo marcos de acero construidas después de 1995 tienen una mayor robustez en comparación con la construcción de marcos de acero más antigua. La ASCE / SEI 41-13 identifica modelos clásicos de construcción para diferentes sistemas estructurales que se consideran adecuados para la resistencia sísmica, denominados edificios de referencia. Los edificios de referencia

sísmica son un buen punto de partida para la selección como estructuras de refugio de evacuación vertical (FEMA, 2019).

Tabla 9

Año de construcción

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
	Clase A: Edificios recientes menores a 5 años de construcción	0	
Año de construcción	Clase B: Edificios medianamente antiguos entre 6 y 15 años de construcción	6	1
	Clase C: Edificios antiguos mayores a 15 años de construcción	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Año de Construcción de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Altura de edificio

Es esencial que las áreas de refugio potenciales en los edificios existentes estén sobre, o por encima, de elevaciones que satisfagan los requisitos de altura mínima para las estructuras de refugio de evacuación vertical según la ASCE / SEI 7-16. Los edificios más altos que excedan los requisitos de altura mínima proporcionarán un margen adicional de seguridad contra inundaciones por tsunamis que excedan la profundidad de inundación de diseño. Los edificios más altos también podrán acomodar a más evacuados y es más probable que tengan sistemas resistentes a la fuerza lateral más fuertes debido al aumento de los requisitos de diseño sísmico y de viento (FEMA, 2019).

Se presenta a continuación la norma para calificar este parámetro y su respectiva ponderación, impuesta según el margen de importancia que este parámetro tenga:

Tabla 10

Altura del edificio

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
	Clase A: Edificio con una elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación más la altura de un piso (para Bahía considerar altura máxima de inundación 6 metros)	0	
Altura de edificio	Clase B: Edificio con una elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación	11	1,5
	Clase C: Edificios con una elevación superior a la altura máxima de inundación, pero inferior al 30% adicional	22	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Altura del edificio de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Sistema de suelo

Los sistemas de planta baja y piso elevado experimentarán efectos de flotabilidad y elevación. En la planta baja, los efectos de flotabilidad pueden aliviarse si la losa de la planta baja es una losa a nivel no estructural aislada de vigas, cimientos y columnas de

nivel. Los sistemas de piso elevado con vigas y losas pretensados o losa de concreto sobre plataforma de metal serán particularmente susceptibles a daños debido a las fuerzas de levantamiento y requerirán atención especial. Las estrategias podrían incluir reducir el potencial para el aire encerrado, que contribuye a los efectos de flotabilidad, o eliminar las restricciones al flujo de agua alrededor de los niveles del piso (FEMA, 2019).

Tabla 11

Sistema de suelo

Parámetro	Clase	Valor (A)	Ponderación (B)
Sistema de suelo	Clase A: Losa a nivel no estructural aislada de vigas, cimientos y columnas de nivel	0	1
	Clase B: Sistemas de piso elevado con vigas y losas pretensados o losa de concreto sobre plataforma de metal	6	
	Clase C: Sistemas de planta baja y piso elevado	12	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor del parámetro de Sistemas de suelo de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

La vulnerabilidad de la estructura estará evaluada por el mismo criterio que para el de la metodología italiana con la fórmula:

$$IVT = \sum_{i=1}^{ii} A_i * B_i$$

En la que dependiendo del puntaje será introducida en la misma evaluación de la metodología italiana modificada la cual se vuelve a presentar a continuación:

- **Estructura Segura**

Si el Índice de Vulnerabilidad $I_v \leq 30$

- **Estructura muy Vulnerable**

Si el Índice de Vulnerabilidad $I_v \geq 80$

- **Necesidad de otros estudios**

Recordando que si el Índice de Vulnerabilidad $30 < I_v < 80$, no se puede decir si la estructura es segura o vulnerable, se deben realizar otros estudios o una mejora del sistema estructural.

Capítulo III

Evaluación de la vulnerabilidad estructural ante sismos y tsunamis de edificaciones existentes en Salinas

Altura de las olas del tsunami

La ubicación de la ciudad de Salinas, y su configuración costera, la exponen al arribo de tsunamis que pudieran ocurrir en todo el Pacífico, tal es así que los dos últimos grandes tsunamis (i.e. Chile 2010, Japón 2011) arribaron a esta localidad, provocando fuertes corrientes inducidas, aunque no provocaron inundación, estos eran eventos lejanos.

El único registro histórico de un evento local para la ciudad de Salinas, ocurrió el 2 de octubre de 1933 cuando un fuerte sismo frente a las costas de Santa Elena, provocó perturbaciones del nivel del mar, pero que no lograron inundar la ciudad (Soloviev & Go, 1984).

Los registros históricos son concordantes con las observaciones de GPS donde no se puede evidenciar un acoplamiento entre las placas tectónicas, sin embargo, dada la configuración tectónica de toda la región, y los registros de eventos de paleotsunamis muy cerca de Salinas, los expertos sugieren la posibilidad un gran sismo de al menos 8.2 Mw (IOC/UNESCO, 2020).

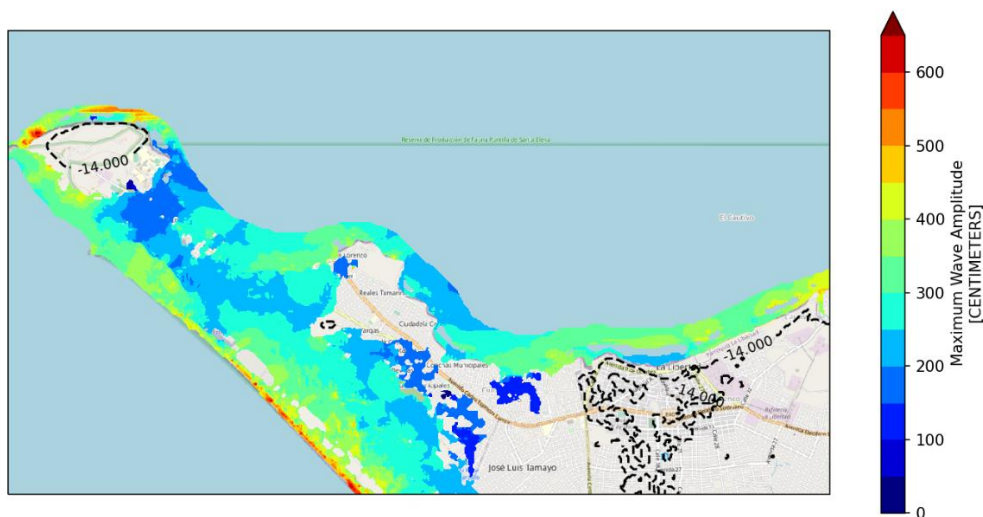
La caracterización de tsunami empleando modelos numéricos es escasa para esta localidad. (Rentería, 2007) propuso como escenario el terremoto del 12 de diciembre de 1953, de 7.3Mw, ubicado en el Golfo de Guayaquil, y aunque las perturbaciones simuladas fueron insignificantes, se puede apreciar como el tsunami arroja toda la península, permitiendo inferir las consecuencias de un evento mayor. Según (Ioualalen, et al., 2014) propone un escenario hipotético de 8.0Mw para la misma área, nuevamente se puede apreciar los efectos en la zona sur de la península, aunque el estudio no

profundiza en detalle sobre los efectos en la ciudad de Salinas. En 2019, el INOCAR público un mapa de inundación por tsunamis para la ciudad de Salinas en base a un escenario de 8.4Mw frente a la península, este mapa siguiere que la altura de ola podría llegar hasta 7 metros en algunos puntos de la ciudad (INOCAR, 2019).

En este estudio, se propone un mapa de inundación que considera el plano de ruptura propuesto por los expertos (IOC/UNESCO, 2020), y la magnitud propuesta por (INOCAR, 2019), es decir 8.4 Mw. Para la modelación del tsunami se emplea el modelo MOST en su interface ComMIT (Titov, et al., 2011). El modelo digital se construyó a partir de los datos de topografía del Programa SIGTIERRAS del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, y de la batimetría tomada de (Ryan, et al., 2009). El modelo no asume ningún estado de marea, y esta referido al nivel medio del mar.

Figura 14

Mapa de inundación por tsunami para Salinas



Nota: Mapa de inundación por tsunami para Salinas, en base a un sismo de 8.4Mw frente a la península de Santa Elena. La inundación podría alcanzar el nivel de los 14 metros sobre el nivel del mar (run-up).

La Figura 14 muestra la modelación numérica de un tsunami producido por un sismo de 8.4Mw frente a la península de Santa Elena. El frente de onda del tsunami, impacta la península tanto por el lado norte como por el sur, logrando inundar la ciudad de Salinas desde ambas direcciones. Este es un dato importante para fines de gestión de riesgo, dado que, bajo esta consideración, la única salida para la población es la evacuación vertical y la evacuación hacia el cerro de la Base Naval. Se puede apreciar que algunos puntos de línea de costa, alcanzan alturas de hasta 6 metros. La profundidad de inundación al interior de la ciudad, es decir el flujo laminar de agua, se encuentra entre 3 y 4 metros, con corrientes que pueden oscilar, al interior de la ciudad entre 4 y 6 m/s.

Otro aspecto importante de la modelación es el resultado del run-up, que es básicamente la altura topográfica sobre el nivel de mar, hasta la cual llegaría la inundación provocada por el tsunami. Para el caso de Salinas, el modelo numérico muestra que la inundación podría alcanzar el nivel de los 14 metros. Ese es otro dato importante para la gestión de riesgos, dado que marca el límite de seguridad para fines de evacuación.

Figura 15

Mapa de corrientes por tsunami



Figura 17

Ubicación de las señaléticas de rutas de evacuación



Figura 18

Acercamiento al cruce de ubicaciones de las señaléticas de la ruta de evacuación



Figura 19

Dirección de las rutas de evacuación establecidas (Salinas Gol & Tenis Club a 1930 m y Cerro del Morro a 4700 m)



Mediante el análisis de la ola y el riesgo de tsunami que se señala para la ciudad de Salinas es evidente el peligro existente al que está expuesta la población. Es importante realizar una evaluación del riesgo mediante el cruce de información de

vulnerabilidad de la localidad y el peligro de tsunami con los tiempos y alturas aproximadas de la ola descritos anteriormente. Punto clave a analizar es la evacuación horizontal dentro del sector, donde se debe incorporar una planificación territorial del sector que se analizó para poder definir medidas de mitigación del daño que pueden generar al presentarse un evento y poder minimizar las pérdidas de vidas y el daño de las obras más representativas que se encuentra dentro de la ciudad (Contreras, 2014).

Actualmente el 40% de la población urbana del Ecuador se encuentra en las principales ciudades de la costa como lo es Salinas y por consiguiente los que viven en los alrededores del Malecón son los más vulnerables ante eventos tsunamigénicos. La implementación de planes de evacuación dentro de la localidad se puede dar mediante entrevistas efectuadas a los sobrevivientes del tsunami del 2010 en Chile, quien encontró que a pesar del hecho la alarma instalada no funcionó en este instante, casi no hubo pérdidas de vidas en las comunidades locales, incluso la cuando la devastación fue impresionante (Contreras, 2014).

La explicación es que la gran mayoría de la población había aprendido de sus padres o bien de campañas de información específicas, que ante un terremoto de larga duración que dificulte mantenerse en pie, es necesario buscar inmediatamente un punto alto y protegerse. Es por esto por lo que resulta importante instruir periódicamente a la comunidad local, y con personal capacitado, sobre cómo actuar ante una posible eventualidad. Se debe tomar en cuenta que el ciudadano común tiene poco conocimiento del fenómeno y de las acciones a adoptar a pesar de que haya un mapa de inundación y rutas de evacuación implementado por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos para Salinas, no saben al detalle hacia donde direccionarse ante un posible evento, para no tener estos problemas se debe implementar señaléticas en diferentes puntos sobre las rutas y a que distancia se encuentra el punto de evacuación horizontal (Contreras, 2014).

Al ser inminente e inevitable la ocurrencia de un desastre natural tal como un tsunami, la única alternativa es la evacuación, la cual consiste en el traslado o movilización de personas de una zona que se encuentra amenazada a una zona de seguridad en el menor tiempo posible y optimizando al máximo los recursos disponibles (Matehus Medina, 2012).

En caso de tsunami la primera opción es la de evacuación horizontal; es decir, la evacuación a pie o en vehículos hacia las zonas donde se ha destinado no pueden llegar los efectos del evento destructor mencionado. Observando la figura 19 dentro de la ciudad de Salinas se tiene dos rutas de evacuación que se encuentran ubicados a una distancia aproximada de 260 m perpendicular al flujo de la ola, donde nos indica rutas de evacuación establecidas hacia el Salinas Gol & Tennis Club con una distancia de 1930 m y hacia el Cerro del Morro con una distancia de 4700 m, teóricamente si se requiere salvaguardar las vidas de los habitantes en estos dos puntos, la evacuación horizontal a pie no resultaría muy factible debido a que se requiere de tiempos de llegada largos con respecto al tiempo de llegada del tsunami (8 a 12 minutos) por lo que no se contaría con el tiempo suficiente para llegar a los puntos designados como refugios seguros (Matehus Medina, 2012).

Motivo por el cual no es recomendable realizar una evacuación horizontal a pie dentro de la localidad porque se puede dar que el sismo generador del tsunami se de a una distancia muy corta de la costa y el tiempo de llegada de la ola se reducirá a minutos y la evacuación horizontal dejará de ser viable. Para ello, se debe manejar el concepto de evacuación vertical, mediante el análisis de los edificios que puedan presentar características sismos y tsunamis resistentes y que puedan servir como posibles rutas de evacuación vertical (Matehus Medina, 2012).

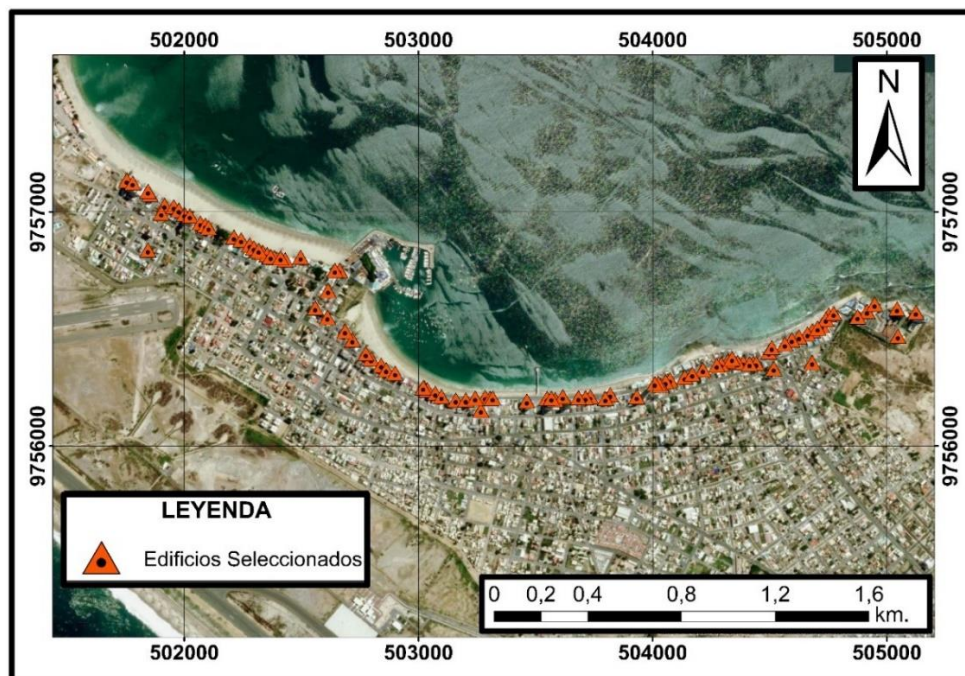
Para llegar a tener una evacuación horizontal óptima o valedera a largo plazo, se debe poner en marcha en forma sistemática cursos de capacitación a los organismos públicos sobre el riesgo sísmico y de tsunamis que tengan relación con la planificación urbana y la defensa civil (Contreras, 2014).

Evaluación de edificios

En este capítulo se detalla las evaluaciones realizadas a las 99 edificaciones que se seleccionaron en la ciudad de Salinas – Santa Elena, los mismos que fueron escogidos principalmente por poseer mayor altura. Cada descripción de los edificios está fundamentada en los parámetros de la metodología italiana, así como parámetros establecidos en la FEMA.

Figura 20

Mapa de ubicación



Nota: Mapa de ubicación de edificios seleccionados para la evaluación en esta investigación.

Edificio Vistamar

Está ubicado entre la Av. 10 y San Lorenzo, tiene una altura total de 67.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 5.20 m (generando problemas de piso blando) y altura de entrepisos de 3.50 m con excepción del último nivel que tiene una altura de 3.45 m. La construcción está conformada por 19 pisos con un subsuelo de 2.95 m. El área de construcción es de aproximadamente 580 m² y su uso es residencial. Fue construido en el año 2012 el mismo que durante el terremoto del 2016 únicamente sufrió agrietamiento en las fachadas en los dos últimos pisos.

Figura 21

Edificio Vistamar



Tabla 12

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Vistamar

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		3		1.5
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		15		15
					Sumatoria	24.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 13

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Vistamar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		7		8.4
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	4			4
7	Sistema de Cimentación	0.5		8		4
8	Año de Construcción	1			12	12
9	<i>Altura del Edificio</i>	1.5	0			0
10	<i>Sistemas de Suelo</i>	1	0			0
					Sumatoria	48.2

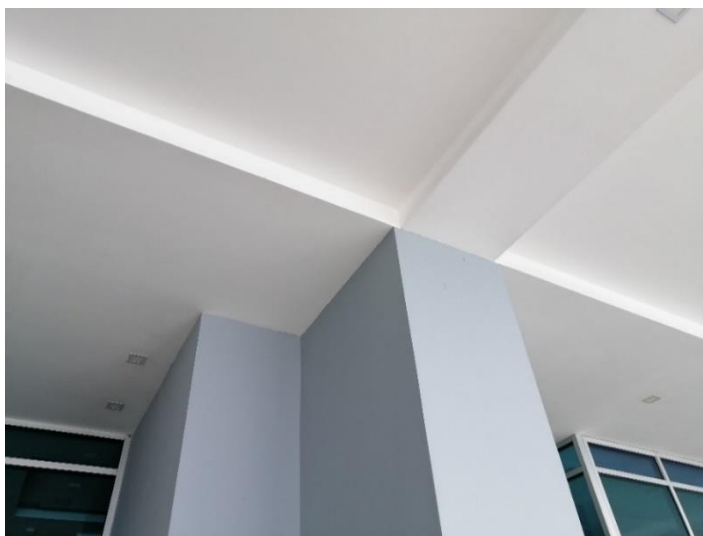
Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

De acuerdo al análisis visual que se realizó al edificio se puede decir que posee secciones de las columnas robustas que varían conforme se va ganando elevación ya que en los pisos inferiores las secciones son más grandes y las que llegan al último piso son menores de acuerdo a los planos estructurales analizados. En cuanto a las vigas son de tipo descolgadas de hormigón armado con un peralte máximo de 60 cm, notándose una adecuada constitución de los elementos estructurales antes mencionados ya que se observó nudos bien diseñados siguiendo los requisitos constructivos estipulados en las normativas correspondientes. La resistencia de los elementos estructurales de hormigón es de 28 Mpa, con varillas corrugas de f_y 4200 kg/cm², en general la estructura tiene

buenos acabados y adecuado mantenimiento sin presencia de humedad, las divisiones están hechas de gypsum que ayuda a disminuir el peso de la estructura, accesos principales amplios y escaleras con continuidad con capacidad de 3 a 4 personas aproximadamente, además, no posee elementos exteriores colocados de manera peligro que pudieran caer y causar daños materiales o físicos.

Figura 22

Columna y viga



La distribución de las columnas y vigas son simétricas ayudando a tener un mejor comportamiento ante la capacidad a corte y las fuerzas sísmicas que se puedan presentar en la estructura. El tipo de suelo que se tiene en la localidad es de tipo D conforme lo estipulado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2015 (NEC) ya que la velocidad de onda de corte para el suelo de Salinas es de 220.33 m/s (Diana Sofía, 2013).

Su configuración en elevación es totalmente regular, aunque en planta su geometría no es totalmente cuadrada ya que en el extremo paralelo al mar tiene una forma de arco, no muy considerable, aunque igual provoca que el centro de gravedad y el centro de masas no coincidan. No posee problema de edificio abierto ya que las

construcciones contiguas no están adosadas y no existen puntos peligrosos (depósitos de combustible, gas) a su alrededor. Cuenta con losas alivianadas bidireccionales con una altura de 27 cm y una cimentación a 5.15 m de profundidad con vigas de cimentación de secciones considerables.

Edificio Aldilá

Está ubicado en la Av. 10 sector San Lorenzo, tiene una altura total de 57.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 4.00 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 19 pisos más un subsuelo de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 375 m², su uso es residencial y fue construido en 1996.

Figura 23

Edificio Aldilá



Tabla 14

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aldilá

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		3		1.5
5	Losas	1.00	2.5			2.5
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00			12	12
10	Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5
11	Estado de Conservación	1.00	3			3
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		14		14
					Sumatoria	55,5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 15

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aldilá

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2			12	14.4
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		8		8
					Sumatoria	60.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 24

Secciones de columnas y conexión de elementos



Durante la inspección a la estructura es notoria la existencia de columnas de dimensiones considerables y diferentes secciones transversales, está conformada por vigas descolgadas de gran inercia y se presume que los nudos fueron diseñados siguiendo los requerimientos establecidos en las normativas vigentes ya que se observa que confluyen 4 vigas en un mismo punto y se nota que tienen gran rigidez.

Las escaleras tienen continuidad vertical, pero son relativamente angostas con una capacidad máxima de hasta 3 personas. No presenta problemas de edificio abierto ya que está alejada de otras construcciones, aunque si tiene problemas por piso blando al ser la planta baja 1.00 m más alta respecto a los pisos superiores, en estas condiciones la rigidez de la planta baja es inferior respecto a los demás pisos lo que podría provocar el colapso total o parcial de la estructura en caso de presentarse un evento sísmico.

Figura 25

Viga corta



Como se nota en la fotografía, se observa una viga corta en su configuración estructural lo que hace que se la clasifique en un tipo C con una valoración de 12 puntos ya que este tipo de elementos son críticos y tienen baja ductilidad en caso de amenazas naturales. Respecto a la orientación del edificio el lado largo no está paralelo al flujo de

la ola que es la dirección más potencial del tsunami y lo hace aún más vulnerable por lo que se le dio una ponderación de 6.

Figura 26

Fisura en volado y Entrada principal



En general, presenta un buen estado de conservación a excepción de algunas fisuras presentes en los balcones y la existencia de una ligera humedad en ciertas áreas. También tiene elementos no estructurales empotrados en la fachada principal que podrían desprenderse y provocar daños considerables en la estructura o a las personas, al igual que la colocación de ventiladores que podrían caer, por este motivo se le dio una ponderación de 10 al ser un parámetro importante dentro del análisis realizado. Además, el acceso principal no está al nivel de la calle porque existen 8 gradas de elevación lo que en caso de una emergencia causaría congestión y accidentes al ingreso del edificio.

Edificio Virreina del Mar

Está ubicado en la Av. 10 sector San Lorenzo frente al edificio Aldilá, tiene una altura total de 45.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura aproximada de 3.80 m y altura de entrepisos estimada de 3.00 m. La construcción está conformada por 15 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de

aproximadamente 420 m² y su uso es residencial. Fue construido en el 2001 el mismo que durante el terremoto del 2016 sufrió daños considerables a nivel de mampostería, pero no al extremo respecto en elementos estructurales.

Figura 27

Edificio Virreina del mar



Tabla 16

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Virreina del mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	5			5
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	4			2
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	3			3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75		3		2.25
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	4			4
10	Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		12		12
					Sumatoria	58.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 17

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Virreina del mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		7		8.4
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	4			4
7	Sistema de Cimentación	0.5		8		4

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	48.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 28

Conexión de elementos



En cuanto a la organización del sistema resistente presenta columnas robustas de secciones variables, vigas descolgadas con un gran peralte y no posee muros estructurales en su configuración. Es evidente que a un mismo nudo llegan 3 vigas, lo que hace suponer que el nudo fue mal diseñado por lo que se le clasifico como tipo B en el parámetro de conexión de elementos críticos. No presenta zonas de hormigueros ni

sospecha de hierro oxidado. En su configuración en planta tiende a ser casi cuadrada con dimensiones largo ancho de 21 m por 20 m, en elevación es totalmente regular sin entrantes ni salientes pronunciadas.

Figura 29

Fisuras y Reparación mampostería



A pesar de que la edificación tiene dimensiones considerables en columnas y vigas, luego del terremoto del 2016 se puede constatar que los elementos no estructurales como la mampostería sufrieron daños severos por cual se tuvo que realizar reparaciones, también el movimiento telúrico afecto a los volados generando leves fisuras, en cambio a nivel estructural se presume que no hubo mayor daño ya que por ello no fue necesario la reparación o reforzamiento del mismo por lo que se le dio una valoración de 12.

Figura 30

Elementos no estructurales (Ventiladores)



No se encuentra adosada en ninguno de sus lados lo que garantiza que no existiría golpeteo con edificaciones vecinas en caso de suscitarse un evento telúrico. Además, el lado largo se encuentra perpendicular a la dirección de la ola lo que lo hace aún más vulnerable. Cabe resaltar, que en su cercanía no existe algún tipo de desnivel que pueda ocasionar caída de material sobre la estructura ni puntos peligrosos que atenten contra la integridad de la estructura o de las personas, aunque es evidente la posición de ventiladores alrededor de todo el edificio que pueden caerse provocando severos daños a los peatones.

Edificio Princesa del Mar

Está ubicado entre la Av. 27 SO Y Av. 10 sector San Lorenzo, tiene una altura total de 45.70 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 15 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 352 m², su uso es residencial y fue construido en el año 2001.

Figura 31*Edificio Princesa del Mar***Tabla 18***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Princesa del Mar*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	4			2
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		3		1.5
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	3			3
8	Conexión de elementos Críticos	0.75		3		2.25
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	4			4

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5
11 Estado de Conservación	1.00		16		16
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		14		14
Sumatoria					60.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 19

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Princesa del Mar

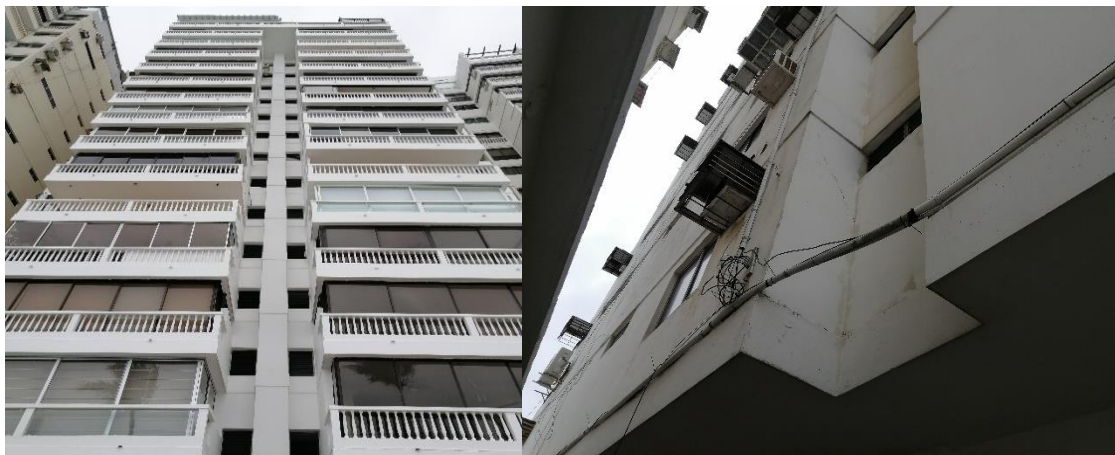
Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2 Accesos: Entrada	1.2	0			0
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		8		4
8 Año de Construcción	1			14	14
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	2			2
Sumatoria					40.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 32

Fisuras y Elementos no estructurales (Ventiladores)



Analizando la configuración en planta y en elevación la estructura es totalmente regular sin la existencia de pisos intermedios que puedan generar algún tipo de problema estructural, además, es importante destacar que, aunque no se constató la presencia de vidrios rotos o en mal estado existen gran cantidad lo que en caso de un sismo pueden romperse, caer y causar graves daños. En cuanto a la ubicación del edificio el lado largo esta perpendicular a la influencia de la ola, esto aumenta su vulnerabilidad frente a tsunamis por lo que se le dio una ponderación de 6. Visualmente, la estructura es totalmente de hormigón con vigas descolgadas, hay presencia de humedad y fisuras en varias partes de la construcción.

Posee ventiladores ubicados en la fachada principal que aumenta su riesgo frente a una posible caída lo que genera se le clasifique en una categoría C en conjunto con la mala ubicación de cableado eléctrico y tuberías en la parte exterior como se observa en la fotografía.

Figura 33

Accesos principal y posterior



La estructura cuenta con dos accesos, un acceso principal y uno posterior que da salida a la playa, ambos con una capacidad máxima de hasta 3 personas a la vez, se encuentra fuera de sitios peligrosos como tanques de combustibles y su ubicación respecto a calles y avenidas son amplias y poco transitadas. El sistema de suelo se lo ha valorado con 2 porque no cuenta con subsuelos, tiene problemas de piso blando al ser la planta baja más alta que los pisos superiores y no se lo considero edificio abierto ya que las construcciones contiguas están alejadas del mismo.

Edificio Rey del Mar

Está ubicado entre la Av. 10 sector San Lorenzo, tiene una altura total de 42 m y altura de entrepisos de 3.00 m en todos sus niveles. La construcción está conformada por 14 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 440 m², su uso es residencial y fue construido en el año 1991.

Figura 34*Edificio Rey del Mar***Tabla 20***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Rey del Mar*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	4			2
3	Resistencia Convencional	1.00		12		12
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		4		4
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75		5		3.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		9		9

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5
11 Estado de Conservación	1.00		12		12
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		15		15
					Sumatoria 68.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 21

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Rey del Mar

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2 Accesos: Entrada	1.2	2			2.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	4			4
7 Sistema de Cimentación	0.5		9		4.5
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	4			4
Sumatoria					46.7

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 35

Accesos a la edificación y Elementos no estructurales (ventiladores)



La estructura es relativamente antigua con 30 años de construcción, su organización del sistema resistente fue calificado con una valoración de 3 en la clase A ya que a pesar de notarse columnas robustas y vigas descolgadas se presume el mal diseño de nudos ya que en algunas conexiones al parecer llegan solo 3 vigas, aunque podría tener una buena calidad de hormigón ya que no se notó fisuras en elementos principales.

Es totalmente regular en planta y elevación con una configuración casi cuadrada sin problemas de edificio abierto por lo que se le dio una clase A. Accesos amplios con

capacidad de hasta 5 personas, lo que es beneficioso en caso de una emergencia, buena ubicación sin cercanía de puntos peligrosos, aunque existe elementos no estructurales (ventiladores) alrededor de toda la estructura por lo que entro en una categoría C con una puntuación de 6.

Edificio Casamagna

Está ubicado entre la Av. 10 y San Lorenzo, tiene una altura total de 67.65 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 5.20 m y altura de entresijos de 3.50 m. La construcción está conformada por 19 pisos con un subsuelo de 2.95 m. El área de construcción es de aproximadamente 580 m², su uso es residencial y fue construido en el año 2010.

Figura 36

Edificio Casamagna



Tabla 22

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Casamagna

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		3		1.5
5	Losas	1.00	2.5			2.5
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	1			1
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		13		13
					Sumatoria	26.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 23

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Casamagna

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Accesos: Entrada	1.2	1			1.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	1			1
7	Sistema de Cimentación	0.5		7		3.5
8	Año de Construcción	1		7		7
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		8		8
					Sumatoria	30.9

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 37

Edificio Casamagna Vista lateral



Se trata de una construcción totalmente regular en elevación sin protuberancias excesivamente pronunciadas, respecto a su configuración en planta no es regular ya que hay extremos semi curvilíneos lo que provocan la no coincidencia de centros de gravedad y de masa. Orientado paralelo a la acción de las olas lo hace menos vulnerable frente a tsunamis por lo que está en clase A, parámetro muy importante dentro de esta evaluación.

Figura 38

Sistema resistente del edificio



Organización y calidad del sistema resistente de clase A debido a la existencia de conexiones viga – columna rígida que cumplen con normas de construcción y presunta

buena calidad del hormigón ya que no se observó ningún tipo de fisuras en elementos estructurales ni mamposterías. No está adosada a ninguna construcción vecina lo que garantiza la no existencia de golpeteo entre edificios en caso de sismos.

Figura 39

Accesos del edificio



Accesos principales amplios ubicados en calles y avenidas con poco tránsito vehicular lo que evitaría accidentes o aglomeraciones en caso de emergencias y está alejado de puntos peligrosos, en general tiene un muy buen estado de conservación sin fisuras, humedad ni elementos no estructurales en el exterior que puedan desprenderse dándole una valoración de cero debido a que se consideran puntos clave para conocer su índice de vulnerabilidad.

Edificio El Exclusivo

Edificio ubicado en la Av 10 y Avenida Malecón, el año de construcción fue en 1979, tiene una altura total de 26.70 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.40 m. La construcción está conformada por 8 pisos y tiene un subsuelo de 2.50 m. El área de construcción es de aproximadamente 400 m² de uso residencial.

Figura 40*Edificio El Exclusivo***Tabla 24***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Exclusivo*

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
10	Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5
11	Estado de Conservación	1.00	4			4
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	43

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 25

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Exclusivo

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
10 Sistemas de Suelo	1		6		6
Sumatoria					49.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

La estructura está conformada por vigas banda y columnas de secciones que parecen ser las apropiadas, por ello se le dio una calificación de 12 en la organización de su sistema resistente y 2 en su calidad debido a que, aunque no se observaron zonas con hormigueros o aceros oxidados que puedan poner en riesgo a la construcción, pero se desconoce la resistencia del hormigón con la cual fue construido. Su resistencia convencional es del tipo A con 0 de puntuación ya que su relación H/T es mayor a 30. Al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15% se le califico como tipo B y losas con 6 puntos en el tipo B ya que esta por vigas perdidas en la losa, pero la abertura de su losa no supera el 30% del área total de la planta.

Regular en planta sin problemas de edificio abierto al estar separado de estructuras aledañas al igual que mantiene una regularidad en elevación al no encontrarse pisos intermedios, tiene problemas por piso blando y se aprecia que la rigidez de los pisos inferiores es mayor que la rigidez de los pisos superiores. No se encontraron estructuras de baja ductilidad como vigas o columnas cortas externamente, aunque analizando los interiores de la construcción se nota la construcción de mamposterías hasta aproximadamente la mitad de una columna interior a manera de detalle arquitectónico, esto podría provocar problemas a la estructura ya que reduce la capacidad

de la columna para la cual fue construida si no se dejó la debida junta de separación entre los dos elementos.

Tiene elementos no estructurales colocados de manera peligrosa que pueden causar caer y provocar daños a terceros por ello se le dio 4 de calificación. Su estado de conservación es de tipo A con 4 puntos de valoración por al no ser permitido el ingreso para una mejor visualización del estado de la construcción. Se le dio 7 puntos en el último parámetro de evaluación sísmica ya que no se evidencia fisuras de ningún tipo, no ha recibido ningún reforzamiento y no se trata de una estructura nueva.

Por su orientación paralela al flujo de las olas se minimizan las cargas potenciales del tsunami en caso de presentarse un evento natural de ese tipo. Sus accesos y escaleras son de clase B con 8 puntos ya que se encuentran sobre el nivel del terreno, pero su capacidad es insuficiente con un máximo de 2 a 3 usuarios a la vez. Lejano de puntos que puedan poner en riesgo a la edificación, pero cercano a calles y avenidas con alto flujo vehicular y peatonal definiéndose este parámetro como uno del tipo C con 12 puntos. Sistema estructural de con pórticos de hormigón armado sin muros de corte, altura del edificio superior al 130% de la altura máxima de inundación y sistema de suelo con problemas de flotabilidad debido a la existencia de un subsuelo que puede generar este fenómeno.

Estos y todos los parámetros de evaluación tanto para sismo como tsunami resistencia fueron valorados en función a la inspección externa de la estructura y mediante llamada telefónica a los respectivos administradores del edificio.

Edificio Solaris

Está ubicado entre la Avenida Malecón y Av. 10 A, tiene una altura total de 27.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 3.60 m

y altura de entresijos de 3.00 m. La construcción está conformada por 9 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 260 m² y su uso es residencial y fue construido en el año 2009.

Figura 41

Edificio Solaris



Tabla 26

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Solaris

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	4			4

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Configuración en Elevación	1.00	6			6
8	Conexión de elementos Críticos	0.75		5		3.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		14		14
					Sumatoria	51.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 27

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Solaris

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	2			2.4
2	Accesos: Entrada	1.2			12	14.4
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5		6		3
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	4			4
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Año de Construcción	1		6		6
9	Altura del Edificio	1.5		0		0
10	Sistemas de Suelo	1		0		0
					Sumatoria	48.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 42

Punto peligroso



Aproximadamente a 100 m del edificio se encuentra una gasolinera, además, está ubicado en la avenida Malecón la cual es considerada una vía de acceso principal a la ciudad con gran carga vehicular haciendo difícil la evacuación de personas hacia ese sector, por todo esto se le dio una calificación de 6 y 12 respectivamente al considerarla como una edificación no apta para refugio en caso de emergencia. Adicional, la

orientación del edificio no es paralela al sentido del flujo y su configuración en planta es irregular.

Figura 43

Secciones de columnas planta baja



A pesar de tener columnas con secciones apropiadas y vigas descolgadas es evidente el inadecuado diseño de conexiones, se observa como a un nudo las vigas que se conectan a él no están centradas a la columna a más de ubicarse a diferentes alturas aquellas que forman parte de los parqueaderos y de la estructura principal; esto se considera un grave problema ya que puede generar corte en las columnas debido a que cada parte de la estructura vibrará de manera independiente en caso de presentarse un evento sísmico pudiendo provocar el colapso total o parcial de la misma.

Edificio Galaxie

Está ubicado entre la Avenida San Lorenzo, Salinas, tiene una altura total de 30.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 10 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 250 m², su uso es residencial y fue construido en el año 2007.

Figura 44*Edificio Galaxie***Tabla 28***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Galaxie*

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		7		7
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	8			8
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	47.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 29

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Galaxie

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2			12	14.4
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5		6		3
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1		6		6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1		6		6
Sumatoria					52.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 45

Conexión de elementos



Posee columnas de secciones apropiadas y vigas descolgadas que aparentan tener gran rigidez obteniendo una valoración de 7 puntos, sin embargo, ciertos nudos internos están mal diseñados ya que, aunque si confluyen 4 vigas en un mismo punto no están centradas en las columnas siendo claro el desfase existente lo que provocaría fallas graves en caso de daño en estas conexiones por lo que se le dio una calificación de 2. Regular en elevación sin protuberancias excesivas e irregular en planta colocándose puntuaciones de 8 y 2, parcialmente alejado de puntos peligrosos y ubicado en vías de baja circulación vehicular con 6 puntos cada criterio. Durante el sismo del 2016 sufrió daños en mamposterías que fueron reparadas, cimentación tipo losa de 20 cm de altura

con 6 puntos y altura del edificio con una elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación clasificado como tipo A.

Figura 46

Altura del edificio y accesos



Sus accesos tanto internos como externos tienen la capacidad de acceso para un máximo de 2 personas obteniendo una puntuación de 12 y 6 puntos respectivamente ya que no resultan tan convenientes en caso de una evacuación de emergencia frente a tsunamis, buen estado de conservación sin humedades o hierros oxidados con la presencia de elementos no estructurales en su fachada principal clasificando en clase B en este parámetro.

Edificio Sorrento

Este edificio fue construido en el año de 2008, y se encuentra ubicado entre la Avenida Malecón, Salinas, tiene una altura total de 33.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 11 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 230 m², son departamentos de uso residencial.

Figura 47*Edificio Sorrento***Tabla 30***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Sorrento*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00			12	12
7	Configuración en Elevación	1.00			22	22
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria					59.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 31

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Sorrento

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		7		8.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1		7		7
Sumatoria					42

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 48

Distribución de elementos estructurales



Ha recibido una clasificación de tipo A por los siguientes análisis: Las vigas son descolgadas, aunque es casi imperceptible por la cubierta de cielo raso falso que tiene, columnas de dimensiones apropiadas, resistencia del hormigón de 350 kg/cm², losas con aberturas menores al 30% al área total de la planta, sin columnas o vigas cortas, buen estado de conservación y no ha sufrido ningún tipo de daño por sismos anteriores. Adicional, se debe tomar en cuenta que las uniones viga - columna no están centradas adecuadamente obteniendo una valoración de 2.

Adecuada orientación frente a tsunamis clasificada de tipo A, existencia de un subsuelo de 2.60 m de altura que supera el 130% de altura de inundación lo que representa conveniente frente a los empujes del agua definiéndose también de tipo A. Sin embargo, está ubicado en la avenida de acceso principal de la ciudad con gran flujo de tránsito de vehículos y personas que genera congestiones por lo que se le dio una clasificación tipo C con 12 puntos. Tiene problemas de edificio abierto ya que se encuentra adosado al edificio Castelnuovo por lo que se le dio una calificación de 12. Se encuentra adosado al edificio Castelnuovo, además, de que las losas de cada estructura están a diferente nivel lo que generaría el efecto de golpeteo entre ellas motivo por el cual se le dio una valoración de 22 puntos en lo referente en su configuración en elevación. Se observa fisuras a nivel de mampostería en el lado adosado de la construcción obteniendo una puntuación de 11 en el último criterio de evaluación de la metodología italiana.

Figura 49

Acceso grada y Elementos no estructurales



Accesos internos de poca capacidad de clase B y colocación de elementos no estructurales tanto internos como externos peligrosos que pueden causar daños en caso

de caídas de tipo B con valoración de 4. No se observó columnas o vigas cortas que puedan reducir la ductilidad del edificio por lo que se le considero de clase A en este análisis.

Edificio Ancona

Está ubicado entre la Avenida Malecón y Naciones Unidas, tiene una altura total de 36.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 12 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 375 m², es residencial y el año de construcción de la edificación es desconocida.

Figura 50

Edificio Ancona



Tabla 32

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Ancona

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	32			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		5		1.25
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	0			0
					Sumatoria	31.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 33

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Ancona

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	2			2
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1		8		8
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		8		8
					Sumatoria	46.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 51

Dimensiones de columnas

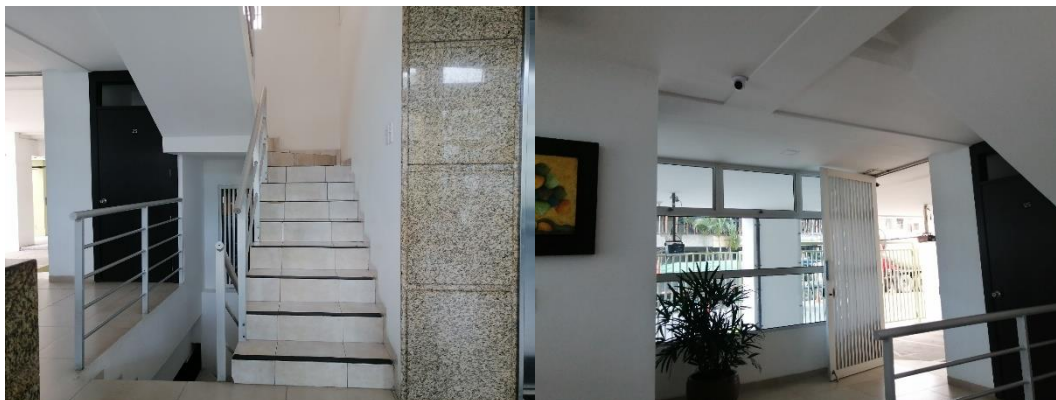


El edificio cuenta con un sistema de resistencia adecuado ya que las dimensiones de sus columnas son robustas y aparentan tener gran rigidez. Considerando que las vigas no son visibles y basándose en la entrevista realizada al constructor del edificio es posible afirmar que son tipo descolgadas con peralte máximo de 60 cm, losas tipo alivianadas de 30 cm de altura y resistencia del hormigón de 350 kg/cm² por lo cual se le dio una ponderación de 0 en estos criterios. No son perceptibles zonas de hormigueros ni humedad y en general tiene buen estado de conservación clasificándose en tipo A.

Regular tanto en planta como en elevación sin protuberancias ni sospecha de edificio abierto considerándose calificaciones de 3 y 4 en la clase A, aparentemente las conexiones fueron bien diseñadas sin problemas de vigas ni columnas cortas y sin ningún tipo de daño o reforzamiento.

Figura 52

Edificio accesos gradas



No existe elementos exteriores colocados de manera peligrosa y está orientado paralelo al flujo de las olas. Accesos estrechos tipo B ubicado en una avenida principal lo que lo hace vulnerable en caso de evacuaciones de emergencia por el alto nivel de circulación vehicular que puede causar accidentes por lo que se le asignó de categoría C con 12 puntos bajo estas consideraciones. La altura total del edificio es 36.20 m cumpliendo con el 130% para la altura máxima de inundación presentando efectos de flotabilidad por la existencia del subsuelo.

Edificio Castellmare

Se construyó en el año 2019 y se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Naciones Unidas, tiene una altura total de 46.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 5.00 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 15 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 400 m² de tipo residencial y relativamente es uno de los edificios más nuevos que existe en la zona y que aún no ha soportado un evento sísmico como lo ocurrido en el 2016.

Figura 53

Edificio Castellmare

**Tabla 34**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Castellmare

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25	1			0.25

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	0			0
Sumatoria					26

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 35

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Castellmare

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		7		8.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1	0			0
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					35

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 54

Sistema resistente y secciones



Al ser una construcción prácticamente nueva en la organización del sistema resistente se la valoro con 0 en la clase A por las vigas descolgadas que tienen gran peralte y las considerables secciones de columnas lo que le hace atribuible a una buena rigidez en su configuración estructural considerando que no están centradas a la columna. Cuenta con un hormigón de resistencia a la compresión de 35 MPa, en las losas se dio una valoración de 0 ya que se encuentra sobre vigas descolgadas y las aberturas en las mismas son inferiores al 30% del área total de la planta. La resistencia convencional fue valorada con 11 puntos ya que la relación H/T recae en el rango establecido como clase B.

Las conexiones de elementos críticos se lo valoro con puntuación de 0 porque al nudo interior llega las 4 vigas presumiéndose un buen diseño de las conexiones, valoración de 6 en elementos de baja ductilidad. No existe elementos exteriores que puedan desprenderse y su conservación tanto interna como externa es la adecuada tomando en consideración apenas sus 3 años de operatividad.

Figura 55

Accesos del edificio



Dentro del análisis ante tsunamis la orientación es paralela al flujo de las olas lo que garantiza mayor rango de seguridad. Cuenta con accesos relativamente amplios de tipo B, buena ubicación alejada de puntos peligrosos mas no en vías de baja circulación vehicular y peatonal ya que se encuentra en una arteria principal de ingreso a la ciudad. El edificio puede ser usado como refugio para evacuación vertical ya que cumple con lo que establece la normativa FEMA en lo referente al 130% de la altura máxima de inundación considerando la existencia de un subsuelo que podría generar efectos de flotabilidad por el empuje vertical que provoca la fuerza del agua.

Mansión del Mar

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Naciones Unidas, el año de construcción fue en 1986, tiene una altura total de 40.30 m, la altura de la planta baja es igual a los pisos superiores con un promedio de 3.10 m. La construcción está conformada por 13 pisos sin subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 400 m² de uso residencial

Figura 56

Edificio Mansión del Mar



Tabla 36

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Mansión del Mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50	0			0
5	Losas	1.00	2			1
6	Configuración en Planta	1.00		11		11
7	Configuración en Elevación	1.00		2		1
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			2
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			2
11	Estado de Conservación	1.00	1			0.75
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	3			3
Sumatoria						44.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 37

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Mansión del Mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	40.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 57

Entrada principal del edificio y volado



Organización del sistema resistente adecuado con 0 de calificación al estar conformado por vigas descolgadas y columnas aparentemente rígidas. La construcción

obtuvo 2 de valoración en los siguientes parámetros de evaluación sísmica utilizando la metodología italiana: calidad de sus sistema debido a que el hormigón se presume es de buena calidad al no observarse hormigueros o zonas con hierros expuestos al ambiente oxidándose, en su posición ya que esta cimentado en un suelo tipo D con un declive menor al 15%, losas, configuración en planta (ligeras protuberancias por la extensión de balcones) y en su configuración en elevación por lo correspondiente a elevaciones de pisos aparentemente iguales.

En lo referente a su resistencia convencional es de tipo B con 11 puntos ya que su relación H/T esta entre 15 y 30. Visualmente no se encuentro columnas ni vigas cortas, sin embargo, se le asignó 3 en este parámetro con el fin de mantener un criterio conservador en la evaluación realizada debido al no permiso de ingreso a las instalaciones de la estructura para tener una mejor percepción de sus elementos. Su estado de conservación es de tipo B al existir zonas con humedades y pintura en mal estado. Obtuvo 11 de calificación en el último criterio de esta evaluación al observarse pequeñas grietas en la mampostería de balcones en diferentes niveles, pero ninguna grieta en elementos estructurales aparentemente.

Paralelo a la ola en cuanto a su orientación, entradas principales y escaleras de mediana capacidad con 6 y 8 de calificación. Alejado de puntos peligrosos y cercano a avenidas de alta circulación. Sistema estructural con 3 puntos al estar conformado por marcos de hormigón armado sin muros de corte, altura de inundación mayor al 130% de la altura máxima del edificio, sistema de suelo tipo A por no tener subsuelos que, en caso de tsunamis, el agua pueda ingresar a ellos y generar efectos de flotabilidad por empuje del agua.

Edificio Saint Tropez

El edificio tiene de antigüedad 18 años ya que se construyó en el año 2003 y se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Las Américas, cuenta con una altura total de 34.10 m, la altura de la planta baja y de los entre pisos se presume que son iguales de 3.10 m. La construcción está conformada por 11 pisos y visualmente no cuenta con subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 270 m² de tipo residencial y ante el sismo del 2016 la estructura no presento daños estructurales.

Figura 58

Edificio Saint Tropez

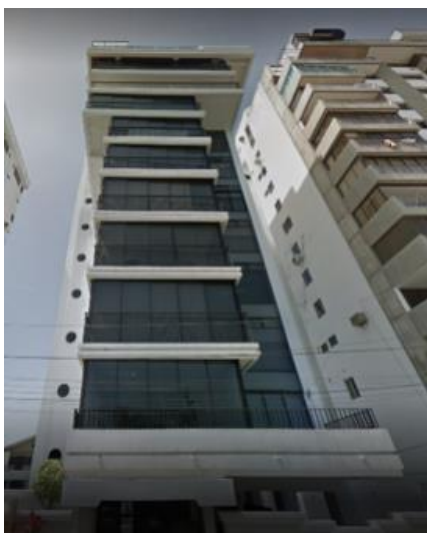


Tabla 38

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Saint Tropez

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	4			4
7	Configuración en Elevación	1.00	7			7
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	8			8
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	49.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 39

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Saint Tropez

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	3			3
				Sumatoria	40.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 59

Sistema resistente del edificio y acceso escalera



Estructura aparentemente rígida con una adecuada distribución del sistema resistente de dimensiones apropiadas calificado con 2 puntos. Su resistencia

convencional respecto al análisis sísmico califica dentro de la categoría B debido que la relación entre su altura total y su periodo fundamental tiene un valor de 23 aproximadamente.

Entrada principal y escaleras ligeramente amplias de clase C y en general su estado de conservación interno está en adecuadas condiciones. Respecto a su orientación frente a tsunamis es paralelo clasificándolo en el tipo A. Al tener 18 años de operatividad obtuvo una calificación de 12 recayendo en categoría C a pesar de no haber sufrido daños estructurales de consideración por influencia de eventos naturales pasados.

Figura 60

Fachada posterior



Su conservación externa, principalmente en su fachada posterior, tiene humedad muy marcada en ciertas zonas y elementos peligrosos como ventiladores y detalles arquitectónicos internos en los techos que pueden provocar accidentes dándole una calificación de 4 bajo estas especificaciones. Aparentemente no tiene subsuelos lo que les garantizaría seguridad frente a efectos de flotabilidad.

Edificio El Capitán

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Las Américas, el año de construcción fue en 1984, tiene una altura total de 35.70 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 11 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 320 m² de uso residencial.

Figura 61

Edificio El Capitán



Tabla 40

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Capitán

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25	1			0.25
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	67.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 41

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Capitán

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	53.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Por medio de la evaluación externa realizada a la estructura es posible afirmar que se trata de una construcción con orientación perpendicular al flujo de las olas en caso de presentarse un tsunami, regular en planta sin problemas por edificio abierto al estar alejado de edificios contiguos lo que garantiza que no se generarán efectos por golpeteo entre estructuras, regular en elevación con ciertas protuberancias con diferencias evidentes entre las alturas de la planta baja y de los demás pisos trayendo consigo problemas por pisos blando. Aparentemente está formado por marcos de hormigón resistentes a momentos con una conformación mediante vigas banda y columnas de secciones considerables sin muros de corte. Se visualizó elementos de baja ductilidad, en este caso columnas cortas que pueden provocar problemas.

Existen grietas a nivel mamposterías en varias partes de la estructura, además, sus conexiones viga columna se calificó asumiendo que fueron construidas siguiendo la

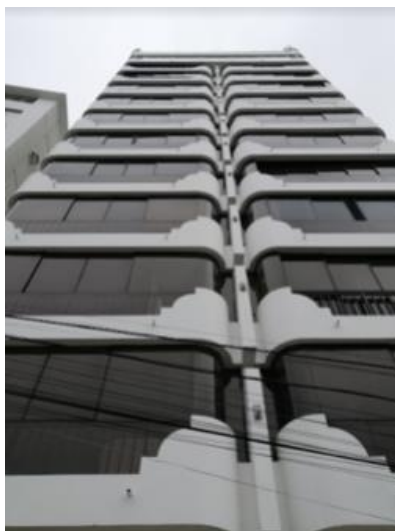
normativa correspondiente. Todos los parámetros mencionados con anterioridad, fueron evaluados tomando en consideración un rango de seguridad en cada categoría ya que no fue permitido su ingreso a las instalaciones. En lo que respecta a su resistencia convencional evaluada con 11 de calificación es debido a que la relación entre la altura total del edificio y su periodo es menor a 30 entrando en la categoría B por este motivo.

Su estado de conservación externamente está parcialmente en buenas condiciones observándose zonas humedades y pintura desprendida. No se observaron zonas de hormigeros ni aceros oxidados por lo que hace suponer que el hormigón usado fue de buena calidad y este está cimentado sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15%.

En cuanto a la evaluación usando la FEMA, se tomó igualmente valores conservadores tanto en lo referente a los accesos y escaleras internas al desconocer su configuración y capacidad de usuarios en caso de requerirse evacuaciones verticales de emergencia. Está ubicado en una avenida con alta circulación vehicular y peatonal y cercano a un mirador turístico que puede representar algún tipo de peligro en caso de presentarse un tsunami. Tiene 37 años de funcionamiento por lo que se le colocó como una estructura de tipo C, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación y no tiene problemas de flotabilidad debido a que no tiene subsuelos donde el agua pueda ingresar y provocar empujes peligrosos a la estructura.

Edificio Mediterrane

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Las Américas, el año de construcción fue en 1996, tiene una altura total de 36.00 m, la altura de la planta baja es aparentemente a los pisos superiores con un promedio de 3.00 m. La construcción está conformada por 12 pisos y no posee. El área de construcción es de aproximadamente 340 m² de uso residencial.

Figura 62*Edificio Mediterrane***Tabla 42***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Mediterrane*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50	2			1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	5			5
Sumatoria					43.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 43

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Mediterrane

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2	2			2.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
				Sumatoria	36

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 63

Acceso principal



Para su evaluación se definió que está conformado por vigas banda y columnas de dimensiones que parecen ser las apropiadas dándole 12 de calificación en la organización de su sistema resistente y 2 en la calidad del mismo ya que, aunque no se observó zonas de hormigueros o aceros con óxido no es posible asegurar si la resistencia del hormigón es superior a los 24MPa. 11 en su resistencia convencional al estar la relación H/T entre 15 y 30, 2 en su posición y cimentación al encontrarse en un suelo tipo D con un declive menor al 15% y 2 en la conexión de elementos críticos con el fin de guardar un criterio conservador de evaluación.

Casi regular en planta sin problemas por edificio abierto con ciertas protuberancias por lo que se le dio una calificación de 2 y en su configuración en elevación al tener diferencia las mismas alturas de la planta baja y los pisos superiores no se generan diferencias de rigidez entre cada nivel. 2 en elementos de baja ductilidad ya que no se visualizó problemas por columnas cortas, pero se guardó un criterio de seguridad al momento de su evaluación en caso de existir alguna ya que no se tuvo acceso a sus instalaciones.

No tiene ventiladores ni antenas de TV colocados en su fachada por lo que se le dio 0 de calificación en la presencia de elementos no estructurales, 0 en su estado de conservación al no existir humedades ni zonas mal pintadas. En cuanto al último criterio de evaluación con la metodología italiana obtuvo 5 puntos ya que no existe fisuras en mamposterías o elementos estructurales, pero se trata de una construcción relativamente antigua que no ha recibido ningún tipo de reforzamiento y se desconoce si ha sufrido algún daño alguno por la influencia de sismos anteriores.

Paralelo al flujo de las olas con 0 de ponderación, 2 en sus accesos al ser lo suficientemente amplia con capacidad de hasta 4 personas y 8 en sus escaleras al considerarse con una capacidad insuficiente para evacuaciones de emergencia. Alejado de puntos peligrosos y cercano a calles y avenidas con alto flujo de circulación vehicular y peatonal por lo que se le colocó dentro de la categoría C con 12 puntos. 3 en su sistema estructural al estar conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte, sistema de cimentación aparentemente mediante vigas con 6 de valoración. En lo que respecta a su sistema de suelo al no encontrarse la existencia de un subsuelo que pueda aumentar el aire encerrado y provocar efectos de flotabilidad por posibles empujes del agua se le dio 0 de calificación. 12 en su año de construcción al

tratarse de una estructura con 25 años de operatividad y 0 en la altura del edificio debido a que cuenta con una elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación.

Edificio Castelnuovo

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Av.10, el año de construcción fue en el 2016, tiene una altura total de 45.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 15 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 320 m² de tipo residencial.

Figura 64

Edificio Castelnuovo



Tabla 44

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Castelnuovo

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00			12	12
7	Configuración en Elevación	1.00			22	22
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria						70.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 45

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Castelnuovo

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	0			0
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1	0			0
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		6		6
					Sumatoria	34.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 65

Etapas de Construcción del edificio



Nota: Edificio en fase de construcción en el año de 2015. Obtenido de: Google Earth

Las fotografías presentadas corresponden a la fase de construcción del edificio obtenidas con la ayuda de google earth donde se puede apreciar la configuración estructural del mismo como: vigas descolgadas de buena altura, columnas con adecuadas secciones, losas alivianadas con casetones extraíbles de 30 cm de espesor aproximadamente, mampostería de bloque, muros de corte y supuestamente correctas conexiones en los puntos críticos del sistema por lo que ha obtenido su clasificación dentro del tipo A.

Figura 66

Accesos del edificio



Su acceso principal es de tipo B ya que puede albergar de 3 a 4 personas como máximo. Correcta orientación en caso de tsunamis y alejado de puntos peligrosos lo que aumenta su calidad a pesar de encontrarse en una avenida principal de la ciudad que puede generar congestiones, en este último análisis obtuvo una valoración de 12. Tiene una elevación superior al 130% de la máxima altura de inundación y al tener apenas 5 años de operación lo hace atribuible a un tipo A.

Figura 67

Falla estructural en la losa planta baja



Sin embargo, hay que tomar en consideración que se encuentra adosada en uno de sus laterales al edificio Sorrento sin la debida separación por lo que tiene problemas de edificio abierto ponderándole en este criterio con 12 puntos en un tipo C, además, las losas de los dos edificios se encuentran a diferentes alturas lo que, en caso de un evento sísmico provocaría el golpeteo entre ellas generando graves daños. Como se puede observar en la fotografía anterior la losa de la planta baja se encuentra agrietada significativamente en una de sus esquinas motivo por el cual se le valoró con una puntuación de 22 puntos recayendo en la clase C en lo que respecta al último criterio de evaluación sismoresistente establecido por la metodología italiana.

Edificio Tesoro del Mar

El edificio se encuentra ubicado entre Avenida Malecón y José Robles Bordero, cuenta con una altura total de 35.40 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura aproximada de 3.50 m y altura de entrepisos de 2.90 m. La construcción está conformada por 12 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 320 m² de tipo residencial. No se tiene dato exacto del año de construcción, pero por inspección y estado de conservación se estima que aproximadamente tiene 10 años.

Figura 68*Edificio Tesoro del Mar***Tabla 46***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Tesoro del Mar*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	5			5
				Sumatoria	34.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 47

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Tesoro del Mar

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		8		4
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
Sumatoria					39.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 69

Entrada principal y escalera



En edificio Tesoro del Mar fue evaluado tomando en consideración la inspección realizada a este tanto interna como externa encontrándose que cuenta con una organización y calidad de su sistema resistente de clase A con una puntuación de 2 al poseer vigas tipo descolgadas y columnas de secciones suficientemente rígidas a la vista. En lo referente a los accesos principales y escaleras obtuvo una calificación de 6 recayendo en una categoría B al no ser lo suficientemente amplios con capacidad de albergar el ingreso de varias personas en caso de emergencias.

Cimentado sobre un suelo tipo D sin cercanías de desniveles que ocasionen caídas de material sobre la estructura califica en un tipo B. Alejado de otras estructuras, por lo que no tiene problemas de edificio abierto y a la vista no existen vigas ni columnas cortas. Tiene elementos no estructurales colocados de manera peligrosa pero que se estima que su caída no afectaría a la estructura (equipo contra incendios no instalado dentro de la pared) otorgándole una calificación de 4.

Figura 70

Parte interna del edificio



No se observó zonas de hormigueros y se ve el hormigón usado fue de buena calidad. En general su estado de conservación es de tipo A ya que se vio que es adecuado, bien pintado y no se presenciaron fugas de agua o humedad. El impacto o influencia de la ola lo baja a una categoría B ya que el lado largo del edificio no es paralelo al flujo de la ola en caso de suscitarse un tsunami. Está alejado de puntos peligrosos, esto es una ventaja, sin embargo, se ubica en la avenida principal de la ciudad lo que lo hace vulnerable a las aglomeraciones y posibles accidentes en casos emergentes.

Edificio Remolino

El edificio Remolino con salientes en el último piso se construyó en 1981 y se encuentra ubicado entre Avenida Malecón y José Robles Bordero. La construcción está conformada por 12 pisos a nivel de terreno al no poseer subsuelo. Cuenta con una altura total de 37.70 m, la altura de la planta baja es diferente con altura aproximado de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.10 m. El área de construcción es de aproximadamente 250 m² destinado a departamentos residenciales.

Figura 71

Edificio Remolino



Tabla 48

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Remolino

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria						46.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 49

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Remolino

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		9		10.8
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
				Sumatoria	41

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 72

Conexión y elementos no estructurales



En cuanto a las conexiones de los elementos estructurales se aprecia que fue bien diseñado siguiendo las especificaciones técnicas establecidas ya que la viga está centrada a la columna por lo que está dentro de la categoría A. Hay que tomar en consideración la existencia de columnas cortas lo que generaría serios problemas estructurales frente a la acción de efectos sísmicos obteniendo una puntuación de 6.

En cuanto a su conservación es de tipo B ya que se constató zonas de humedades y grietas en mamposterías y balcones. Correcta ubicación en caso de tsunamis al situarse su lado más largo paralelo a la influencia de la ola, es regular en planta al no ser edificio de tipo abierto porque no tiene adosamientos de ningún tipo y en elevación es regular sin entradas ni salientes pronunciadas, aunque si tiene problemas de piso blando al ser la planta baja más alta respecto a la altura de los entresijos.

No tiene elementos no estructurales colocados de manera inadecuada ni vidrios rotos, alejado de puntos peligrosos pero cercano a avenidas con alta circulación peatonal y vehicular. Adicionalmente, no tiene problemas o efectos de flotabilidad ya que se encuentra situado a nivel del terreno, es decir, no tiene subsuelos que puedan causar este efecto en particular.

Edificio Vista Marina

El edificio cuenta con un área de construcción de aproximadamente 260 m² de uso residencial, está ubicado en la Avenida Malecón y José Robles Bordero, el año de construcción no se conoce con precisión, pero por el estado de conservación se estima que tiene 15 años de operación, cuenta con una altura total de 30.40 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores aproximadamente de 3.40 m y altura de entresijos de 3.00 m. La construcción está conformada por 10 pisos sin subsuelo.

Figura 73*Edificio Vista Marina***Tabla 50***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Vista Marina*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50			12	6
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	1			1
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	4			4

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11 Estado de Conservación	1.00		12		12
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			25	25
Sumatoria					70.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 51

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Vista Marina

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	2			2
Sumatoria					36.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 74

Conexión y Agrietamiento planta baja



Respecto a las conexiones de los elementos críticos aparentemente son las adecuadas por lo que tiene una puntuación de 2 ya que al tener una sección de columna tipo circular no es posible aseverar este criterio al 100% de confiabilidad. No se observaron zonas de hormigueros en columnas ni elementos de baja ductilidad como columnas o vigas más se le asignó un valor de 4 al no poderse apreciar más de cerca esta evaluación.

Su estado de conservación no es el más adecuado ya que en ciertas partes se observa humedades muy notarias dándole una categoría B en este aspecto. Esta estructura al ser relativamente antigua tuvo que soportar el sismo del 2016

evidenciándose claras fallas en elementos estructurales, en este caso, parte del hormigón de una de sus vigas perimetrales esta desprendido dejando a la vista el acero longitudinal de la misma además de cuarteaduras en su mampostería, por todo lo expuesto anteriormente la estructura se consideró de tipo C con una valoración de 25 puntos ya que esto lo hace muy vulnerable a daños más severos e incluso el colapso total o parcial de la misma.

Accesos tipo B al no ser lo suficientemente amplios y no encontrarse a nivel del piso, categoría C en su ubicación respecto a calles y avenidas, sin posibles efectos de golpeteo al estar alejada de estructuras contiguas y no presenta efectos de flotabilidad al no tener subsuelos.

Edificio Aqua Sol

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Calle 43, el año de construcción fue en el 2006, tiene una altura total de 27.20 m, la altura de la planta baja aparentemente es igual a los pisos superiores con un promedio de 3.40 m. La construcción está conformada por 8 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 200 m² de uso residencial.

Figura 75

Edificio Aqua Sol



Tabla 52

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aqua Sol

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
11 Estado de Conservación	1.00	4			4
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria					26.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 53

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aqua Sol

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi			Clase			Total:
	A	B	C	A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria							34.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 76

Entrada principal del edificio



Conformado por vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas que aparentan tener gran rigidez motivo por el cual se le asignó una calificación de 0 dentro del tipo A en lo referente a su organización del sisma resistente. De igual manera, obtuvo una calificación de clase A en la calidad del sistema resistente ya que no se observó hormigueros o aceros oxidados expuestos a la intemperie, sin embargo, al desconocer la capacidad de resistencia del hormigón usado en su construcción de le dio una calificación de 2 como rango de seguridad. No existen elementos no estructurales en sus exteriores y en general su conservación está en muy buenas condiciones clasificando en el tipo A con

4 puntos al observarse ciertas zonas con pintura desprendida pero que no se considera un daño de gravedad.

No existen fisuras en ningún tipo de elementos tanto estructurales (vigas – columnas) como no estructurales (mamposterías), sin embargo, al no tener la certeza de si tras el sismo de Pedernales en el 2016 la estructura sufrió daños o fue reforzada de alguna manera se le asignó una calificación de 5 como rango de seguridad en la evaluación realizada. Hay que tener presente que la construcción puede tener problemas con elementos de baja ductilidad (columnas o vigas), por ello se le clasificó como tipo A con una puntuación de 3.

Tipo A en referencia a su orientación debido a que es paralela a la acción del flujo de las olas lo que garantiza un buen comportamiento frente a tsunamis. Sus accesos son de tipo B con 6 de calificación respectivamente con una capacidad externa de hasta a 3 personas la vez, pero su ubicación no es el más adecuado ya que está muy por sobre el nivel de la calle (aproximadamente 1.50 m) lo que podría provocar accidentes al ingreso en caso de ser usado como lugar de evacuación de emergencia, sus escaleras se le clasificó de tipo B ya que no fue permitido su ingreso y se mantuvo un rango de seguridad en su calificación debido a esto. Se le asignó una valoración de 3 en su configuración en planta ya que se sospecha que podría tener problemas por edificio abierto (no está adosada a la estructura contigua, pero se encuentra muy cercana a esta) pudiendo generarse golpeteo entre ellas.

Finalmente, una puntuación de 12 en su ubicación al estar en la avenida con más alta circulación de la ciudad y 0 en puntos peligrosos al no encontrarse ninguno de estos en un perímetro de influencia de 200 m a la redonda de la construcción.

Edificio El Picudo

El edificio se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Calle 43, el año de construcción fue en 1981, tiene una altura total de 41.40 m, la altura de la planta baja es

diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 13 pisos y tiene un subsuelo de 2.50 m de altura aproximadamente. El área de construcción es de aproximadamente 200 m² de uso residencial.

Figura 77

Edificio El Picudo



Tabla 54

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Picudo

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	62.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 55

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Picudo

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		6		6
					Sumatoria	49.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 78

Fisura en el edificio



Por medio de la evaluación externa realizada a la estructura es posible afirmar que se trata de una construcción con orientación paralela al flujo de las olas en caso de presentarse un tsunami, regular en planta con sospecha de edificio abierto al estar muy cercano a las estructuras aledañas a este lo que, en caso de presentarse un evento

sísmico, se generarán efectos de golpeteo entre estructuras por ello se le clasifico con 2 de calificación, regular en elevación con ciertas protuberancias además de diferencias entre las alturas de entrepiso lo que traería consigo problemas por pisos blando. Está formado por marcos de hormigón resistentes a momentos asumiendo una conformación mediante vigas banda y columnas de secciones adecuadas sin muros de corte. No se visualizó elementos de baja ductilidad como columnas o vigas cortas que pueden provocar problemas, pero se le dio una calificación de 3 con el objetivo de guardar una evaluación más conservadora al no ser permitido su ingreso para una mejor visualización.

Existen grietas a nivel mamposterías y columnas, conexiones de elementos críticos se le dio 2 de valoración y losas con puntuación de 6. Todos los parámetros mencionados con anterioridad, fueron evaluados tomando en consideración un rango de seguridad en cada categoría ya que no fue permitido su ingreso a las instalaciones. En lo que respecta a su resistencia convencional evaluada con 11 de calificación es debido a que la relación entre la altura total del edificio y su periodo es igual a 30 entrando en la categoría B por este motivo.

Su estado de conservación externamente está parcialmente en buenas condiciones observándose zonas humedades y pintura desprendida. No se observaron zonas de hormigueros ni aceros oxidados por lo que hace suponer que el hormigón usado fue de buena calidad y este cimentado sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15%.

En cuanto a la evaluación usando la FEMA, se tomó igualmente valores conservadores tanto en lo referente a los accesos y escaleras internas al desconocer su configuración y capacidad de usuarios en caso de requerirse evacuaciones verticales de emergencia. Está ubicado en una avenida con alta circulación vehicular y peatonal y

alejado de puntos peligrosos como gasolineras o depósitos de gas que puedan representar algún tipo de peligro. Tiene 40 años de funcionamiento por lo que se le colocó como una estructura de tipo C, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación y tiene problemas de flotabilidad debido a que tiene un subsuelo donde el agua pueda ingresar y provocar empujes peligrosos a la estructura.

Edificio Anacapri Torre A

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón, Salinas tiene una altura total de 42.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con una altura de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada de 13 pisos sobre el nivel del terreno y 1 sobre debajo del terreno de altura 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 430 m² de uso residencial. Fue construido aproximadamente en el año 2010.

Figura 79

Edificio Anacapri Torre A



Tabla 56

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Anacapri Torre A

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	5			5
7	Configuración en Elevación	1.00	7			7
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	1			1
10	Elementos no Estructurales	0.25	1			0.25
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	1			1
Sumatoria						26.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 57

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Anacapri Torre A

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6
				Sumatoria	39.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 80

Acceso principal con bloque de escaleras y volado



Conexiones aparentemente bien diseñadas, columnas gruesas y vigas descolgadas de gran peralte y hormigón de buena calidad aproximadamente de 35 MPa por lo que se le clasificó en el tipo A. Irregular en planta y en elevación al evidenciarse una geometría discontinua con entrantes y salientes en forma de escalera con grandes volados. Su estado de conservación es aceptable al no presentarse la existencia de humedades, grietas en mamposterías o en elementos estructurales principales, zonas mal pintadas o puertas con problemas de abatimientos en las puertas para ingresos y salidas de los usuarios obteniendo una calificación tipo A.

En lo referente a su acceso principal obtuvo una ponderación de 8 debido a que tiene una mediana capacidad de ingreso y no está al nivel del piso al existir un bloque de escaleras para subir al mismo, esto es una desventaja ya que podría ocasionar serios accidentes además de encontrarse en un sitio con gran afluencia de personas y vehículos.

Paralelo al flujo de la ola lo que representa un buen comportamiento frente a efectos de tsunamis por lo que se le asignó una categoría de tipo A. En cuanto a su ubicación no tiene ningún punto peligroso en su cercanía tomando en consideración que si se encuentra en avenidas transitadas con gran vulnerabilidad en cuanto a aglomeraciones.

Edificio Hotel Colón Salinas

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Callejón A, el año de construcción fue en el 2012, tiene una altura total de 48.40 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entresijos de 3.20 m. La construcción está conformada por 15 pisos y un subsuelo de altura de 2.80 m. El área de construcción es de aproximadamente 1527.84 m² destinada como hostería.

Figura 81*Edificio Hotel Colón Salinas***Tabla 58***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Colón Salinas*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	8			8
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
				Sumatoria	49.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 59

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Colón

Salinas

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	2			2.4
2 Accesos: Entrada	1.2	2			2.4
3 Accesos: Escaleras	1.2	2			2.4
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1		6		6
Sumatoria					30.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 82

Sistema resistente y estado de conservación



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

Se le calificó con un puntaje de 2 en los siguientes parámetros siguiendo las consideraciones de la metodología italiana para evaluación sísmica: organización del sistema resistente conformado por vigas descolgadas y columnas que gran inercia con la incorporación aparente de muros de corte, calidad del sistema (no se observó hormigueros ni óxidos, pero no se tiene precisión sobre la resistencia del hormigón usado), posición, losas, configuración en planta (no tiene problemas por edificio abierto pero no es regular en planta debido a que su geometría no tiende a ser un cuadrada con ciertas protuberancias) y en elementos de baja ductilidad (exteriormente no se observó

su existencia pero se le dio este valor para una calificación más conservadora al no permitirse el acceso a sus instalaciones).

Diez en elementos no estructurales ya que existe la incorporación de estructuras metálicas de uso decorativo en los interiores de las instalaciones que podrían desprenderse y caer al igual que en su estado de conservación al visualizarse ciertas zonas de humedad. En lo que respecta a su configuración en elevación, tiene piso blando al existir diferencia de alturas con relación a la planta baja y los pisos subsiguientes y presenta entrantes y salientes no tan pronunciadas. Se le valoró con 7 en el último criterio de evaluación ya que no se observó algún tipo de grietas, pero la estructura ya fue afectada por sismos anteriores, pero no ha recibido ningún reforzamiento al no sufrir daños de consideración según la información proporcionada en el lugar.

En la evaluación frente a tsunamis utilizando la FEMA se le dio 2 de valoración en los siguientes criterios: orientación del edificio (aparentemente es paralelo pero su configuración arquitectónica en planta no tiende a ser cuadrada), entradas y escaleras ya que tienen una capacidad aproximada de 4 personas a la vez y sistema estructural (aparenta tener marcos resistentes a momentos y muros de corte).

Seis en los siguientes parámetros: sistema de cimentación, año de construcción y sistema de suelo. 12 en calles y avenidas al ubicarse en una de las avenidas con más nivel de circulación vehicular y peatonal y 0 en la altura del edificio al ser la altura máxima de inundación mayor al 130% que se estipula en la norma.

Edificio El Emperador

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Luis Alberto Flores, tiene una altura de entrepiso y un subsuelo de 3.00 m. Está conformado por 13 pisos con un área de

construcción aproximadamente de 384 m². Fue construido en el 2008, tiene una altura total de 39.0 m y actualmente funciona como uso residencial.

Figura 83

Edificio El Emperador



Tabla 60

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Emperador

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	42.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 61

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Emperador

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		9		10.8
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
8 Año de Construcción	1	6			6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	6			6
Sumatoria					42

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 84

Conexión de elementos



Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificio en la organización del sistema resistente con valoración de 0 clase A ya que es una estructura que esta sobre columnas gruesas y vigas descolgadas que aparenta tener buena rigidez, en cambio en la calidad del sistema resistente se la valoró con 2 debido a que la resistencia del hormigón presumiblemente es adecuada al no observarse hormigueros. Acero estructural bien confinado ni expuesto al exterior con posibilidad de que pueda oxidarse, mampostería de buena calidad y bien confinada. Las juntas de construcción tienen buenos acabados y

están debidamente selladas, así mismo la resistencia convencional se lo valoro con puntaje de 11 debido a que la relación H/T es de 27.27 ingresando en el rango entre 15 y 30 correspondiente a la clase B.

Valoración de 1 en losas ya que se desconoce la altura real de la misma, pero se presume que es mayor a 10 cm y no se observan pisos intermedios a un lado de la construcción. Configuración en planta y elevación tipo A con valoraciones de 3 y 2 por que no es completamente regular en planta, no presenta problema de edificio abierto y tiene protuberancias relativamente grandes. Presenta piso blando por su diferencia de alturas y es regular en elevación sin entrantes ni salientes significativas.

Conexión de elementos críticos tipo A con valoración de 2 ya que todas las vigas llegan a la columna, pero no están completamente centradas al elemento, no posee columna ni viga corta motivo por el cual se le asignó una valoración de 0. En lo que respecta a su conservación está parcialmente en buen estado, sin fallas de consideración que pueden ser atendidas sin problema alguno. No ha sido reforzada ni presenta fisuras a nivel estructural o mamposterías.

Figura 85

Escalera y Entrada principal



Entrando a la evaluación bajo los criterios establecidos por la FEMA en lo que respecta a la acción de tsunamis la orientación del edificio es paralela al flujo de las olas obteniendo una calificación de 0 ya que dicha posición es la que mejor se comportaría frente a efectos tsunamicos. Accesos principales con un máximo de 4 personas a la vez y escaleras con un máximo de 3 motivo por la cual se dio valores de 6 y 9 en la clase B, 0 en cuanto a su ubicación lejos de sitios peligrosos y puntaje de 12 en calles y avenidas al situarse en un lugar con alto flujo vehicular y peatonal.

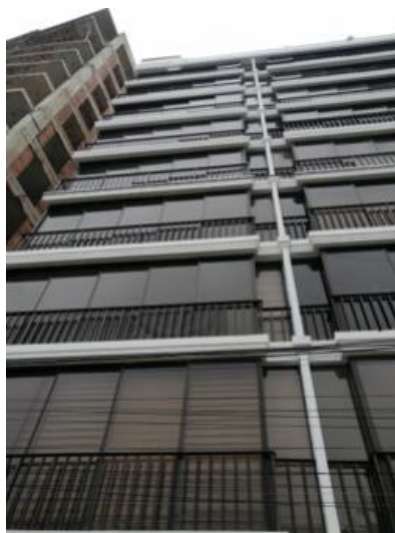
Sistema estructural con valoración de 3 y sistema de cimentación con una puntuación de 6 al contar con vigas de cimentación. Año de construcción en la clase B al entrar en el rango de 6 a 15 establecido en dicha categoría.

Edificio Montecarlo

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Calle 43, el año de construcción fue en el 2008, tiene una altura total de 30.00 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.00 m. La construcción está conformada por 10 pisos y sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 260 m² de uso residencial.

Figura 86

Edificio Montecarlo

**Tabla 62**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Montecarlo

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria					29.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 63

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Montecarlo

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					40.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 87

Edificio parte lateral



Presenta un sistema estructural clase A con 0 de valoración al observarse vigas descolgadas de gran peralte y columnas de secciones apropiadas, su calidad del sistema obtuvo 2 puntos ya que no se conoce la resistencia del hormigón con exactitud y no se evidenció presencia de hormigueros u óxidos expuestos. Resistencia convencional tipo B al ser la relación H/T menor a 30. Posición y cimentación del edificio tipo B al cimentarse sobre un suelo tipo D y con un declive menor al 15%. Totalmente regular en planta y en elevación sin entrantes ni salientes pronunciadas. No tiene problemas por edificio abierto al encontrarse separado de las estructuras vecinas.

Visualmente, en la inspección realizada al no permitirse el ingreso, en su exterior aparentemente no presenta elementos de baja ductilidad como columnas ni vigas cortas que puedan afectar a la estructura en general en caso de suscitarse un evento sísmico

por lo que se le dio un valor conservador de 2. No presenta elementos no estructurales como ventiladores o antenas colocados de manera peligrosa y su estado de conservación es aceptable al no observarse humedades o pintura en mal estado obteniendo una calificación de 0 en los dos análisis. No se visualizó grietas externas en mamposterías o elementos estructurales, sin embargo, se le dio 7 de calificación para mantener una holgura en este criterio al no permitirse su inspección interna.

Paralelo al flujo de las olas en caso de tsunami, entradas a nivel de la calle con capacidad de hasta 4 personas a la vez obteniendo 6 de puntuación. Las escaleras internas se las califico con 8 igualmente como una valoración conservadora. Lejano de puntos peligrosos, cercano a calles y avenidas con alta carga peatonal y vehicular, sistema estructural conformado estimativamente por marcos de hormigón armado resistentes a momentos, altura de inundación superior al 130% y sin efectos de flotabilidad al no existir subsuelos que pudieran contribuir a la generación de este fenómeno que producen los empujes del agua.

Edificio Remanso

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Calle 64, se construyó en 1991, cuenta con 13 pisos y tiene una altura total de 39.70 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción no posee subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 345 m² de uso residencial.

Figura 88

Edificio Remanso

**Tabla 64**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Remanso

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	1			0.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	8			8
Sumatoria					31.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 65

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Remanso

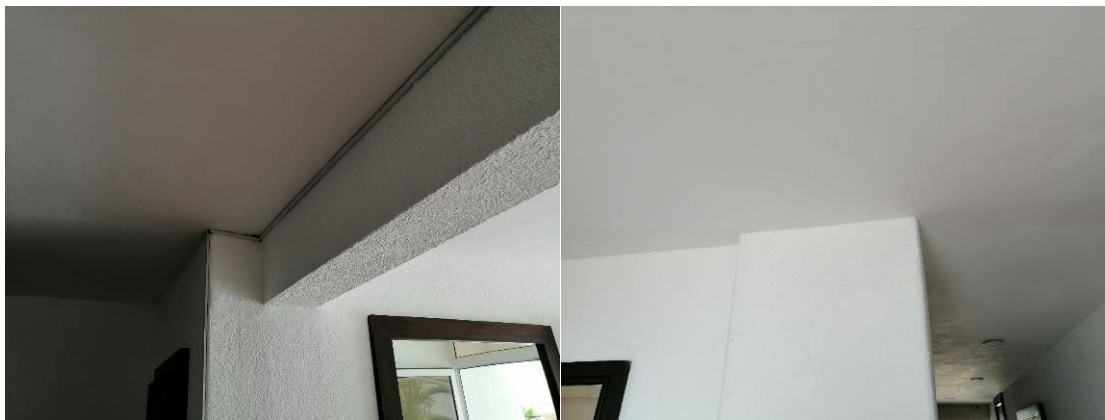
Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		9		10.8
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	39

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 89

Sistema resistente del edificio



El edificio en análisis cuenta con columnas de gran sección y vigas descolgadas de gran peralte aparentándose gran rigidez, posición del edificio y cimentación con valoración de 2 al estar cimentado en un suelo tipo D. Configuración en planta tipo A completamente regular, mientras que, en elevación, aunque no presenta entradas ni salientes muy pronunciadas, se dio una valoración de 5 dentro de la misma categoría anterior al tener inconvenientes por piso blando. Conexión de elementos críticos en clase A ya que las 4 vigas internas si se conectan de manera correcta a la columna y están centradas, no posee columna ni viga corta, haciéndose presumir que se construyó siguiendo las normativas correspondientes a su época de construcción. Para los años

que va en funcionamiento tiene buena conservación y la estructura no ha sido reforzada estructuralmente a pesar de que soportó el sismo del 2016.

Figura 90

Sistema de evacuación acceso



Paralelo a la acción de las olas, accesos principales sobre el nivel de la calle con capacidad de hasta 4 personas y escaleras internas con continuidad vertical con acceso de 2 personas a la vez. Ubicado lejos de calles muy transitadas al igual que de sitios peligrosos valorándose con calificaciones de 6 y 0 respectivamente.

Edificio Condesa del Mar

Se encuentra ubicado en la Avenida San Lorenzo y Av 10, el año de construcción fue en 1978, tiene una altura total de 47.1 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entresijos de 3.10 m. La construcción está conformada por 15 pisos y sin subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 370 m² de uso residencial.

Figura 91

Edificio Condesa del Mar

**Tabla 66**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Condesa del Mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00			20	20
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					71.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 67

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Condesa del Mar

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					47.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 92

Edificio con problemas de humedad

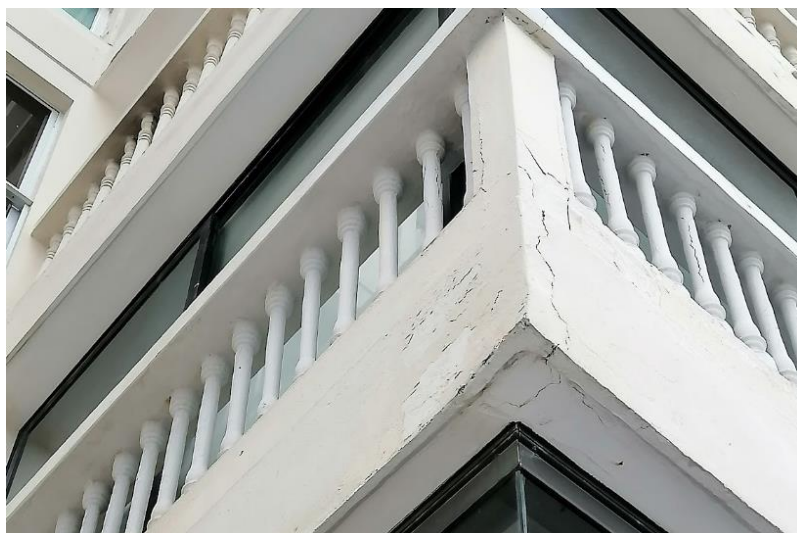


En este caso, el edificio presenta varias zonas de humedad tanto en cubiertas como en mamposterías y pintura en mal estado en varias áreas en todo su exterior evidenciándose el bajo estado de conservación de la construcción por esto se le colocó dentro de la categoría C con una calificación de 20 puntos. Existe, además, varios elementos no estructurales colocados en los dos laterales de la construcción que representan peligro en caso de llegar a caerse por lo que se le valoró con 6 puntos al igual que en elementos de baja ductilidad, aunque no se visualizó internamente el edificio, se le dio 2 puntos en las conexiones de elementos críticos como un criterio más conservador en caso de existirlo.

Regular en planta y en elevación sin protuberancias excesivas, sin problemas de edificio abierto, pero existencia de piso blando por su diferencia de altura entre la planta baja y los demás pisos trayendo consigo diferencias de rigidez entre secciones, debido a esta diferencia obteniendo 4 de ponderación. Conformado aparentemente con pórticos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte con vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas.

Figura 93

Agrietamiento en sistema estructural y no estructural



Existe fisuras a nivel de mamposterías de balcones muy marcadas además de otras fisuras presentes en balaustres decorativos, por ello, se le dio 22 puntos de calificación en esta evaluación ya que queda demostrado que la estructura ha sufrido daños que no han recibido la debida atención lo que le hace aún más vulnerable en caso de presentarse un evento sísmico ya que es en estos puntos donde se generarán los daños más graves que pueden traer consigo consecuencias irreparables. Su orientación no es la adecuada en caso de tsunami ya que su lado más largo es perpendicular al flujo de las olas, a sus accesos se les coloco 8 de valoración debido a su mediana capacidad

(exteriores) al igual que en sus escaleras motivo por el cual no fue permitido su ingreso para mejor visualización. Está en una avenida de baja circulación con espacios destinados a estacionamientos alejada de puntos peligrosos. Finalmente, por sus 43 años de operatividad entró en categoría C con 12 puntos en la evaluación según lo establecido por la FEMA.

Edificio El Refugio

Se encuentra ubicado en la Avenida San Lorenzo y Calle 64, el año de construcción fue en 1973, tiene una altura total de 37.30 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.10 m. La construcción está conformada por 12 pisos sobre el nivel del terreno y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 340 m² de tipo residencial.

Figura 94

Edificio El Refugio



Tabla 68

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Refugio

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	3			3
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	9			9
Sumatoria						36.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 69

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Refugio

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		6		6
					Sumatoria	48.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 95

Plano de especificaciones y secciones columnas

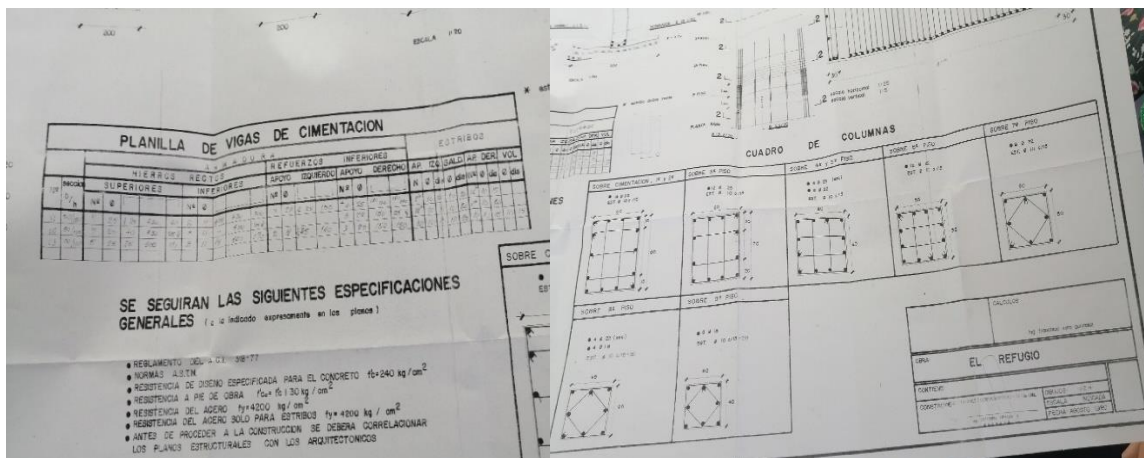


Figura 96*Conexión de elementos*

Cuenta con un sistema de resistencia clase A gracias a las secciones de las columnas y vigas que posee, la valoración para la calidad del sistema resistente es de 0 ya que la resistencia del hormigón es de 24 MPa como se puede observar en el plano facilitado y resistencia convencional en clase B con puntuación de 11. Existen elementos peligrosos como ventiladores y accesorios eléctricos que pueden provocar accidentes.

Configuración en planta y elevación tipo A con valoraciones de 2 y 5 ya que no son completamente regulares y en elevación tiene unos ligeros volados en el último piso. Conexión de elementos críticos tipo A con valoración de 2 ya que todas las vigas llegan a la columna, no se pudo visualizar problemas de columna ni viga corta motivo por el cual se consideró en la clase A. Buen estado de conservación a pesar de ya haber sido afectado por el sismo del 2016 luego del cual no ha recibido ninguna clase de reforzamiento.

Respecto a la orientación del edificio obtuvo una puntuación de 6 ya que es perpendicular al flujo de la ola, en lo que respecta a los accesos principales se evaluó con una valoración de 6 en clase B ya que tiene una capacidad máxima de 3 a 4 personas a

la vez y para escaleras también con 6 puntos ya que cuenta con dimensiones insuficientes, pero si con continuidad vertical para la evacuación.

Valoración de 0 en la ubicación del edificio ya que no se encuentra cerca de puntos peligrosos. Calles y avenidas de tipo B debido a que la circulación dentro del perímetro es baja y sistema de cimentación con valoración de 6 porque cuenta con vigas de cimentación.

Edificio Acropolis

Se encuentra ubicado en la Calle 64 y Avenida San Lorenzo, el año de construcción fue en 1986, tiene una altura total de 53.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.10 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 16 pisos sobre nivel del piso sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 550 m² de uso residencial.

Figura 97

Edificio Acropolis



Tabla 70

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Acropolis

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	5			5
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		15		15
					Sumatoria	36.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 71

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Acropolis

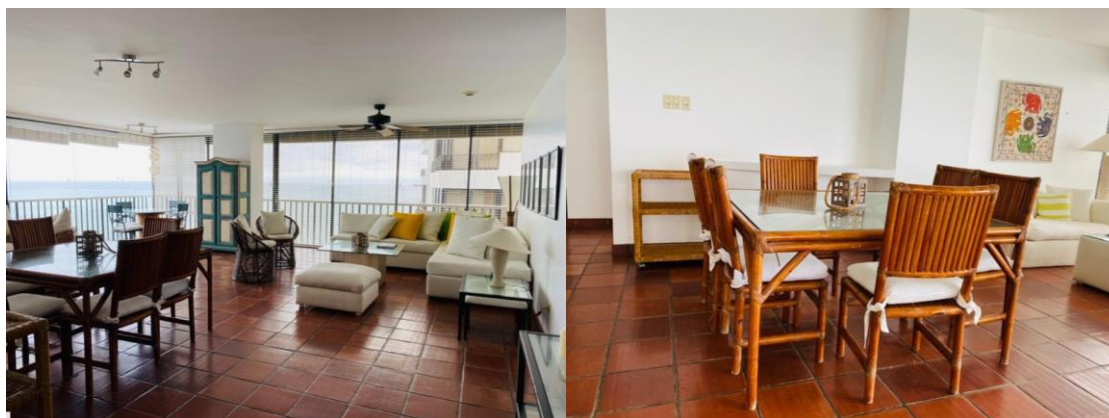
	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	40.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 98

Parte interna del edificio y estado de conservación



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Plusvalia, s.f.).

Mediante la evaluación externa realizada a la estructura es posible afirmar que se trata de una construcción con orientación paralela al flujo de las olas en caso de presentarse un tsunami, regular en planta sin problemas por edificio abierto al estar alejado de edificios contiguos lo que garantiza que no se generarán efectos por golpeteo entre estructuras, regular en elevación sin protuberancias excesivas con diferencias evidentes entre las alturas de la planta baja y de los demás pisos trayendo consigo problemas por pisos blando. Aparentemente está conformado por vigas descolgadas y columnas de secciones que parecen apropiadas y no se visualizó elementos de baja ductilidad como vigas y columnas cortas que puedan provocar problemas ni tampoco grietas o fisuras a nivel mamposterías o elementos estructurales principales. Todos los parámetros mencionados con anterioridad, fueron evaluados tomando en consideración un rango de seguridad en cada categoría ya que no fue permitido su ingreso a las instalaciones. En lo que respecta a su resistencia convencional evaluada con 0 de calificación es debido a que la relación entre la altura total del edificio y su periodo es mayor a 30 entrando en la categoría A por este motivo.

En cuanto a la evaluación usando la FEMA, se tomó igualmente valores conservadores tanto en lo referente a los accesos y escaleras internas al desconocer su configuración y capacidad de usuarios en caso de requerirse evacuaciones verticales de emergencia. Está ubicado en una avenida con baja circulación vehicular y peatonal y alejado de puntos peligrosos como gasolineras o depósitos de gas que puedan representar algún tipo de peligro. Tiene 35 años de funcionamiento por lo que se le colocó como una estructura de tipo C, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación y no tiene problemas de flotabilidad debido a que no tiene subsuelos donde el agua pueda ingresar y provocar empujes peligrosos a la estructura.

Edificio Santorini

Se encuentra ubicado en la Calle 64 y Avenida San Lorenzo, el año de construcción fue en 2007, tiene una altura total de 56.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 18 pisos y un subsuelo de altura de 1.70 m. El área de construcción es de aproximadamente 550 m² de tipo residencial.

Figura 99

Edificio Santorini



Tabla 72

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Santorini

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
					Sumatoria	65.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 73

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Santorini

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6
			Sumatoria		35.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 100

Sistema de cimentación y columna



Cuenta con vigas de cimentación de gran altura como se observa en la fotografía de la izquierda entrando en un tipo B, igualmente, al contar con un subsuelo de tan baja

altura en comparación con sus diferentes niveles posiblemente la columna de este sector podría comportarse como un elemento de baja ductilidad (columna corta) fallando por compresión y generando serios daños al edificio, es por esto, que obtuvo una clasificación tipo B. La organización y calidad del sistema resistente obtuvieron una ponderación de 3 y 2 en la clase A debido a que, aunque se ven columnas de secciones considerables que aparentan tener gran rigidez tiene las losas apoyadas sobre vigas ligeramente descolgadas. Además, no se apreció hormigeros ni acero oxidado por lo que se puede inferir que el hormigón usado fue de buena calidad.

Figura 101

Fisuras en viga



Aunque en la inspección al edificio el encargado del lugar mencionó que la estructura no ha sufrido ningún daño ni reparación es evidente que si ha sufrido daños al observarse grietas en elementos principales y en marcos de puertas que han intentado repararlos por lo que entro en una categoría C con 22 puntos haciéndola muy vulnerable en caso de soportar sismos de magnitudes considerables poniendo en riesgo a sus ocupantes. Su mantenimiento no es tan malo, pero si se observaron algunas zonas de humedad y pintura desprendida de la superficie dándole una valoración de 10 puntos.

Categoría B en accesos principales y escaleras internas al igual que en su ubicación ya que está en calles de mediana transitabilidad y también por su tiempo de operatividad.

Edificio Corinto

Estructura ubicada entre la Calle 64 y Calle 11 en Salinas, el año de construcción fue en 1992, tiene una altura total de 56.90 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.10 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 17 pisos y no posee subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 610 m² de uso residencial.

Figura 102

Edificio Corinto



Tabla 74

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Corinto

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	5			5
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria						28

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 75

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Corinto

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	6			7.2

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	47.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Por medio de la evaluación externa realizada a la estructura es posible afirmar que se trata de una construcción con orientación perpendicular al flujo de las olas en caso de presentarse un tsunami, regular en planta sin problemas por edificio abierto al estar alejado de edificios contiguos lo que garantiza que no se generarán efectos por golpeteo entre estructuras, regular en elevación sin protuberancias excesivas con diferencias evidentes entre las alturas de la planta baja y de los demás pisos trayendo consigo problemas por pisos blando. Aparentemente está conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte y no se visualizó elementos de baja ductilidad como vigas y columnas cortas que puedan provocar problemas ni tampoco grietas o fisuras a nivel mamposterías o elementos estructurales principales, además, sus

conexiones viga columna se calificó asumiendo que fueron construidas siguiendo la normativa correspondiente. Todos los parámetros mencionados con anterioridad, fueron evaluados tomando en consideración un rango de seguridad en cada categoría ya que no fue permitido su ingreso a las instalaciones. En lo que respecta a su resistencia convencional evaluada con 0 de calificación es debido a que la relación entre la altura total del edificio y su periodo es mayor a 30 entrando en la categoría A por este motivo.

Su estado de conservación externamente está en buenas condiciones y no se observaron humedades o pintura desprendida. No se observaron zonas de hormigueros ni aceros oxidados por lo que hace suponer que el hormigón usado fue de buena calidad y se encuentra cimentado sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15%.

En cuanto a la evaluación usando la FEMA, se tomó igualmente valores conservadores tanto en lo referente a los accesos y escaleras internas al desconocer su configuración y capacidad de usuarios en caso de requerirse evacuaciones verticales de emergencia. Está ubicado en una avenida con baja circulación vehicular y peatonal y alejado de puntos peligrosos como gasolineras o depósitos de gas que puedan representar algún tipo de peligro. Tiene 29 años de funcionamiento por lo que se le colocó como una estructura de tipo C, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación y no tiene problemas de flotabilidad debido a que no tiene subsuelos donde el agua pueda ingresar y provocar empujes peligrosos a la estructura.

Edificio Bay Point

Se encuentra ubicado en la Calle 11 A y Calle 64, el año de construcción fue en el 2015. El área de construcción es de aproximadamente 500 m² de uso residencial, tiene una altura total de 71.40 m, la altura de las dos primeras plantas es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entrepisos restantes de 3.20 m. La

construcción está conformada por 22 pisos sobre el nivel del terreno y dos subsuelos de altura de 2.60 m.

Figura 103

Edificio Bay Point



Tabla 76

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Bay Point

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	1			1
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	3			3
Sumatoria						22.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 77

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Bay Point

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2	0			0
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5	0			0
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1	6			6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	6			6
					Sumatoria	32.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 104

Acceso principal y estado de conservación



Obtuvo una categoría A en los siguientes criterios: En la organización y calidad de su sistema resistente por tener vigas descolgadas y columnas de grandes secciones al igual que aparentemente buena calidad del hormigón ya que no se vio hormigueros, acero oxidado o expuesto a la intemperie y mampostería bien confinada, regularidad en planta y buen estado de conservación. Resistencia convencional tipo B ya que la relación H/T es de 28 y una puntuación de 1 en conexiones de elementos críticos y de baja ductilidad

porque no fue posible verificar que los elementos estén centrados (aparentemente sí) ni vigas o columnas cortas que pudieran causar problemas de tipo estructural.

Accesos tipo A con capacidad de hasta 4 personas a la vez casi a nivel de la calle y escaleras internas tipo B al ser parcialmente adecuadas. Alejado de puntos peligrosos y ubicado en calles de baja circulación vehicular lo que lo hace seguro en caso de aglomeraciones evitándose accidentes. Así mismo, su elevación es superior al 130% de la altura máxima de inundación frente a la acción de olas de 14 m de altura en promedio a pesar de que su posición es perpendicular a la acción de un tsunami. No es edificio de tipo abierto porque no tiene estructuras adosadas en alguno de sus costados, sin elementos no estructurales colocados de manera peligrosa o protuberancias excesivas y, al tener su planta baja y primer piso de una altura diferente a los demás, tiene problemas de piso blando.

Edificio Petrópolis

Edificio ubicado en Salinas en la Calle 64, el año de construcción fue en 1981, tiene una altura total de 50,50 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.20 m. La construcción está conformada por 16 pisos y tiene un subsuelo de 2.50 m aproximadamente. El área de construcción es de aproximadamente 490 m² de uso residencial.

Figura 105

Edificio Petrópolis

**Tabla 78**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Petrópolis

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	5			5
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria					34.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 79

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Petrópolis

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	49.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Conformado por vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas que aparentan tener gran rigidez motivo por el cual se le asignó una calificación de 0 dentro del tipo A en lo referente a su organización del sisma resistente. De igual manera, obtuvo una calificación de clase A en la calidad del sistema resistente ya que no se observó hormigueros o aceros oxidados expuestos a la intemperie, sin embargo, al desconocer la capacidad de resistencia del hormigón usado en su construcción de le dio una calificación de 2 como rango de seguridad. Existen elementos no estructurales en sus exteriores, pero se consideró que su caída no provocaría grandes daños y en general su conservación está en muy buenas condiciones clasificando en el tipo B.

No fue posible comprobar la existencia de fisuras en ningún tipo de elementos tanto estructurales (vigas – columnas) como no estructurales (mamposterías) porque no se permitió su acceso, sin embargo, al no tener la certeza de si tras el sismo de Pedernales en el 2016 la estructura sufrió daños o fue reforzada de alguna manera se le asignó una calificación de 7 como rango de seguridad en la evaluación realizada. Hay que tener presente que la construcción puede tener problemas con elementos de baja ductilidad (columnas) por la influencia de los ventanales, es precisamente en estos puntos donde se presentarían problemas estructurales considerables, por ello se le clasifico como tipo A con una puntuación de 3 como rango de seguridad.

Tipo A en referencia a su orientación debido a que es paralela a la acción del flujo de las olas lo que garantiza un buen comportamiento frente a tsunamis. Sus accesos y escaleras son de tipo B con 8 de calificación al no poder verificarse este parámetro en el sitio. Se le asignó una valoración de 2 en su configuración en planta porque su geometría es un tanto irregular con voladizos arquitectónicos que podrían romperse en caso de presentarse sismos además de no tiene problemas de edificio abierto al estar separado de otras construcciones que en caso de estar adosadas podría generarse golpeteo entre ellas.

Finalmente, una puntuación de 12 en su ubicación al estar en la avenida con más alta circulación de la ciudad y 0 en puntos peligrosos al no hallarse ninguno de estos cerca de la construcción.

Edificio Terramar

Se encuentra ubicado en la Calle 12 A y Calle 64, el año de construcción fue en el 2011, tiene una altura total de 36.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por una torre de 12 pisos y otra torre de 9 pisos, no cuenta con subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 300 m² de uso residencial.

Figura 106

Edificio Terramar

**Tabla 80**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Terramar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	5			5
7	Configuración en Elevación	1.00	9			9
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00			12	12
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00			20	20
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					87.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 81

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Terramar

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	31.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 107

Efecto de viga corta y conexión



En lo referente a las secciones de los elementos principales de la estructura se observa que sus conexiones están centradas y está formada por vigas descolgadas y columnas que aparentan tener buena rigidez dándole una puntuación de 1 y 2 respectivamente en estos parámetros. Es importante destacar que en la evaluación para conocer el índice de vulnerabilidad sísmica se debe ser muy riguroso en el caso de tener vigas cortas por lo que se le clasifico de tipo C con 12 puntos a pesar de que en la inspección no se observó que exista el caso de columna corta. Su resistencia convencional obtuvo 11 puntos y 9 puntos en su configuración en elevación debido a que tiene problemas por piso blando y su geometría no es completamente regular presentándose algunas entradas y salientes.

Figura 108

Fisuras y humedad en el edificio



Su estado de conservación es deficiente debido a la presencia de muchas zonas que presentan humedades haciendo parecer que tiene problemas por filtraciones entrando en una categoría C con 20 puntos de calificación. Considerando que, durante la visita al sitio, se informó que la estructura no sufrió daños por el sismo de Pedernales en el 2016, se constató la presencia de grietas en mamposterías sin reparación colocándole en un tipo C con 22 puntos ya que esto se considera un serio daño que pone en riesgo a la estructura y a sus ocupantes frente a eventos naturales de alto riesgo.

Figura 109

Accesos y elementos que se pueden caer



Posee accesos principales tipo B ya que están a nivel de la calle con capacidad hasta de 4 personas, ubicación paralela frente a influencia por tsunamis con calificación de 0, alejado de puntos peligrosos, ubicado en calles de baja transitabilidad y tiene elementos no estructuras colocados de manera peligrosa (ventiladores) que pueden caer y generar daños.

Edificio Torreomar

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Calle 37, el año de construcción fue en 1991, tiene una altura total de 44.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 14 pisos sobre el nivel del piso y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 340 m² de usos residencia.

Figura 110

Edificio Torreomar



Tabla 82

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Torreomar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		6		6
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		3		3
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	56.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 83

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Torreomar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		6		6
					Sumatoria	49.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 111

Elementos no estructurales



Al estar conformado por vigas ligeramente descolgadas y columnas de dimensiones que parecen ser las apropiadas obtuvo 6 de calificación en la organización de su sistema resistente y 3 en la calidad del mismo ya que, aunque no se observó zonas de hormigueros o aceros con óxido no es posible asegurar si la resistencia del hormigón es superior a los 24MPa. 11 en su resistencia convencional y 2 tanto en su posición y cimentación al encontrarse en un suelo tipo D con un declive menor al 15% y en la conexión de elementos críticos debido a que no se permitió el acceso a sus instalaciones con el fin de guardar un criterio conservador de evaluación.

Regular en planta sin problemas por edificio abierto sin protuberancias excesivas con calificación de 0 y 4 en su configuración en elevación al tener diferencia entre las alturas de la planta baja y los pisos superiores que generan diferencias de rigidez entre cada nivel. 6 en elementos de baja ductilidad ya que se visualiza problemas por columnas cortas por la influencia de la construcción de las mamposterías de balcones que esta aproximadamente en el rango de $0.25H < h \leq 0.50H$. Tiene ventiladores y antenas de TV colocados en su fachada por lo que se le dio 6 de calificación en la presencia de elementos no estructurales, 10 en su estado de conservación al existir humedades en diferentes partes de las cubiertas y zonas mal pintadas. En cuanto al último criterio de

evaluación con la metodología italiana obtuvo 11 puntos ya que existe fisuras en mamposterías más no en elementos estructurales principales que representen daños considerables.

Paralelo al flujo de las olas con 0 de ponderación y 8 en sus accesos y escaleras al considerarse con una capacidad insuficiente para evacuaciones de emergencia. Alejado de puntos peligrosos pero cercano a calles y avenidas con alto flujo de circulación vehicular y peatonal por lo que se le colocó dentro de la categoría C con 12 puntos. 3 en su sistema estructural al estar conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte, sistema de cimentación aparentemente mediante vigas con 6 de valoración al igual que en lo que respecta a su sistema de suelo al encontrarse la existencia de un subsuelo que pueda aumentar el aire encerrado y provocar efectos de flotabilidad por posibles empujes del agua. 12 en su año de construcción al tratarse de una estructura con 30 años de operatividad y 0 en la altura del edificio debido a que cuenta con una elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación.

Edificio Perla de Mar

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Calle 37. El área de construcción es de aproximadamente 370 m², su uso residencial y fue construido en 1991 contando con 30 años de operatividad. Tiene una altura total de 36.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.20 m y altura de entrepisos de 2.80 m. La construcción está conformada por 13 pisos y no posee subsuelos.

Figura 112

Edificio Perla de Mar

**Tabla 84**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Perla de Mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00		6		6
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	10			10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					57

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 85

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Perla de Mar

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	6			7.2
2 Accesos: Entrada	1.2	8			9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2	8			9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	50.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 113

Conexión de elementos y altura de losa



Obtuvo una calificación de 0 en los siguientes parámetros de evaluación: organización del sistema resistencia al tener vigas descolgadas y columnas de considerables secciones, conexiones aparentemente bien diseñadas, no se observó vigas ni columnas cortas que puedan generar problemas a la construcción ni elementos no estructurales colocados de manera peligrosa que puedan caerse. Once en su resistencia convencional debido a que la relación altura total entre el periodo fundamental está en el rango de 15 a 30 establecido por la metodología italiana.

En lo que respecta a su configuración en planta no tiene problemas de edificio abierto, aunque hay que tomar en consideración que se encuentra ligeramente junto a la estructura contigua por ello se le dio una valoración de 6 y 5 en su configuración en

elevación ya que tiene piso blando por la diferencia de altura existente en la planta baja. Su conservación interna está en buenas condiciones, aunque externamente si se observó zonas con humedad por lo que se le dio una puntuación de 10. Adicional. Presenta ligeras fisuras en elementos estructurales (vigas perimetrales) por esto de le clasificó como tipo C otorgándole un puntaje de 22.

Figura 114

Accesos escaleras y entrada principal



Dentro de la evaluación para tsunamis siguiendo los criterios establecidos por la FEMA obtuvo una valoración de 6 en su orientación debido a que su posición es perpendicular al flujo de las olas y no paralela como lo recomienda la norma. Un promedio de 8 en sus accesos (entrada principal y escaleras internas) por no estar a nivel de la calle y por tener capacidad máxima de 2 a 3 personas a la vez. Por ubicarse en la avenida Malecón, que es la avenida principal de acceso a la ciudad tiene una ponderación de 12 ya que al presentar gran afluencia de peatones y vehículos podría existir aglomeraciones o accidentes en casos de emergencia al igual que en su año de construcción al tener 30 años de antigüedad.

Edificio Portofino

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y calle Guayas y Quil el año de construcción fue en 1997, tiene una altura total de 47.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.10 m. La construcción está conformada por 15 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 300 m² de uso residencial.

Figura 115

Edificio Portofino



Tabla 86

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Portofino

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria						27.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 87

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Portofino

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
				Sumatoria	40.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 116

Estado de conservación y conexión



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

La organización del sistema resistente del edificio fue valorada con 0 puntos debido a que cuenta con vigas descolgadas de peralte apropiado y secciones de vigas aparentemente rígidas al igual que en el parámetro de losas ya que no se observan pisos intermedios a un lado de la construcción y las aberturas de la losa son menores al 30% del área de la planta. También se le valoro con 0 en su configuración en planta al no tener problemas por piso abierto ni protuberancias excesivas. No se observó zonas mal pintadas, manchas de humedad en paredes o cielo raso, vidrios rotos ni fugas de agua por lo que en su estado de conservación es de clase A.

No se apreció hormigueros o aceros con óxido lo que hace suponer que el hormigón usado en su construcción fue de buena calidad dándole 2 puntos por estas consideraciones al igual que en la existencia de elementos de baja ductilidad como vigas o columnas cortas que no fueron visualizadas durante la inspección al sitio. Se le valoro con 4 en elementos no estructurales ya que si hay colocados algunos ventiladores pero que se estima que por su ubicación no causarían daños graves a la estructura o a las personas. Aunque no se observó ninguna fisura a nivel de mampostería o elementos estructurales principales obtuvo 7 puntos en el último criterio de evaluación mediante la metodología italiana al tratarse de una estructura de 24 años que ya ha soportado los efectos generados por el terremoto del 2016.

En cuanto a la evaluación frente a tsunami usando la FEMA se le colocó 0 en su orientación al ser paralelo el lado más largo con relación a la influencia del flujo de las olas, en su ubicación con respecto a puntos peligrosos por estar lejos de alguno de ellos, en su altura al ser superior al 130% de la altura máxima de inundación y en el sistema de suelo al no poseer subsuelos que puedan generar efectos de flotabilidad por el empuje del agua o del aire encerrado. Accesos principales tipo B con capacidad de entre 3 a 4 personas a la vez a nivel de calle y escaleras internas con una puntuación de 8 (valor

promedio colocado al no ser permitido el ingreso para su validación). 12 en calles y avenidas al encontrarse ubicado en la avenida de ingreso principal a la ciudad con más carga vehicular y peatonal al igual que en su año de construcción al tener más de 15 años de funcionamiento.

Edificio Perlazul

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Guayas Y Quil, su construcción empezó en el año 2021 y continúan construyendo cuya ocupación será destinada al uso residencial, tiene una altura total de 81.40 m, la altura de la planta baja y el último piso son diferentes a los pisos intermedios con un promedio de 3.90 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 25 pisos sobre el nivel de terreno y no posee subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 470 m².

Figura 117

Edificio Perlazul



Tabla 88

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Perlazul

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	4			4
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	1			1
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	0			0
Sumatoria						22.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 89

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Perlazul

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
2 Accesos: Entrada	1.2	3			3.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	0			0
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1	0			0
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
				Sumatoria	27

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 118

Conexión de vigas y muro de corte



Edificio en fase de construcción donde se puede apreciar los elementos de la estructura como: columnas con secciones adecuadas, vigas descolgadas de gran peralte, losas alivianadas bidireccionales con casetones, mampostería de bloque, muros de corte y correctas conexiones en los puntos críticos del sistema por lo que ha obtenido su clasificación general en el tipo A. En lo referente a la calidad del sistema resistente se le valoró con una calificación de 0 debido a que la resistente del hormigón es de 38 MPa y al tratarse de una estructura en fase de construcción no se observó zonas con hormigueros ni aceros oxidados. Elementos de baja ductilidad con valoración de 1 como medida de seguridad ya que como se encuentra aún en fase de construcción no se puede asegurar efecto de columna corta cuando se coloque la mampostería en la estructura.

Figura 119

Sistema de cimentación y Conexión de elementos



Ya que el edificio aún no se encontraba terminado no se puede calificar el parámetro de elementos no estructurales dándole una clasificación de tipo B, estado de conservación prácticamente nuevo ya que es un edificio en fase de construcción. Conexión de elementos críticos tipo A con valoración de 0 ya que todas las vigas llegan a la columna y al muro de corte correctamente, no posee columna ni viga corta motivo por el cual se le asignó una valoración de 0.

Figura 120*Acceso principal y escaleras*

Perpendicular al flujo de la ola lo que representa que no tendrá un buen comportamiento frente a efectos de tsunamis con valoración de 6. Accesos de entradas con ponderación de 3 debido a que siguen en fase de construcción, acceso de escaleras con un máximo de 3 usuarios a la vez motivo por el cual se le dio una valoración de 6 en la clase B, puntuación de 0 en cuanto a su ubicación lejos de sitios peligrosos y puntaje de 12 en calles y avenidas al estar en un lugar de alto flujo vehicular y peatonal. En sistema de cimentación se asignó valoración de 6 ya que cuenta con vigas de cimentación.

Edificio Aquamira

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Guayas Y Quil, el año de construcción fue en el 2014, tiene una altura total de 65.0 m, la altura de las 2 primeras plantas son diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.50 m y altura de entresijos de 2.90 m. La construcción está conformada por 22 pisos y no cuenta con

subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 800 m² y su uso es residencial.

Figura 121

Edificio Aquamira



Tabla 90

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aquamira

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	3			3
Sumatoria						29.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 91

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aquamira

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		7		8.4
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5		6		3
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1		6		6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	36.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 122

Conexión de columnas y vigas



Conformado por vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas que aparentan tener gran rigidez motivo por el cual se le asignó una calificación de 0 dentro del tipo A en lo referente a su organización del sisma resistente. De igual manera, obtuvo una calificación de clase A en la calidad del sistema resistente ya que no se observó hormigueros o aceros oxidados expuestos a la intemperie. Tampoco se encontró

elementos no estructurales colocados de manera peligrosa ni externa ni internamente y en general su conservación está en muy buenas condiciones clasificando en el tipo A.

No existen fisuras en ningún tipo de elementos tanto estructurales (vigas – columnas) como no estructurales (mamposterías), sin embargo, al no tener la certeza de si tras el sismo de Pedernales en el 2016 la estructura sufrió daños o fue reforzada de alguna manera se le asignó una calificación de 3 como rango de seguridad en la evaluación realizada. Hay que tener presente que la construcción tiene problemas con elementos de baja ductilidad (columnas) ya que es evidente que los ventanales laterales llegan hasta la columna sin existir un espaciamiento entre los dos elementos que garanticen que la columna trabaje al 100% de su capacidad, es precisamente en estos puntos donde se presentarían problemas estructurales considerables, por ello se le clasifico como tipo B con una puntuación de 6.

Figura 123

Accesos entrada y escalera



Tipo A en referencia a su orientación debido a que es paralela a la acción del flujo de las olas lo que garantiza un buen comportamiento frente a tsunamis. Sus accesos y escaleras son de tipo B ya que, aunque son lo suficientemente amplios como para albergar hasta 4 personas a la vez, el acceso principal no está a nivel de la calle y tiene

varios obstáculos y desniveles adicionales que no facilitan el acceso de los usuarios al edificio. Se le asignó una valoración de 3 en su configuración en planta porque su geometría tiende a ser rectangular con voladizos arquitectónicos que podrían romperse en caso de presentarse sismos además de no tener problemas de edificio abierto al estar separado de otras construcciones que en caso de estar adosadas podría generarse golpeteo entre ellas.

Finalmente, una puntuación de 12 en su ubicación al estar en la avenida con más alta circulación de la ciudad. Es importante señalar que aproximadamente a unos 170 m existe la construcción de un mirador artificial turístico construido con grandes rocas las mismas que en caso de un tsunami podrían desprenderse y golpear fuertemente a la estructura generando grandes daños, por esto en la existencia de puntos peligrosos se le califico con 6 dentro de la categoría B.

Edificio Málaga

Edificio en fase de construcción a partir del 2021, se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Naciones Unidas, tiene una altura total de 34.00 m, la altura de las 2 primeras plantas son diferentes a los pisos superiores de 3.50 m y 3.00 m y altura de entresijos de 2.80 m. La construcción está conformada por 12 pisos y un subsuelo de altura de 2.30 m. El área de construcción es de aproximadamente 300 m² de tipo residencial.

Figura 124

Edificio Málaga



Nota: Edificio Málaga. Obtenido de: (Properati, 2021).

Tabla 92

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Málaga

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	1			1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25	1			0.25
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	0			0
					Sumatoria 21

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 93

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Málaga

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2	3			3.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	0			0
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1	0			0
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
Sumatoria					19.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 125

Secciones de columnas y vigas



Edificio en fase de construcción donde los elementos estructurales como: columnas, muros, vigas descolgadas, losas con alivianamientos, mamposterías y conexiones de elementos críticos cuentan con un adecuado diseño estructural, hay que tomar en consideración que, en la fase de construcción en la que se encontraba aún no presentaba columnas ni vigas cortas (mamposterías sin colocar en un 60% de la estructura que es la principal causa de generar columnas cortas) lo cual indica que se construyó siguiendo lo prescrito por el código ACI 318 para zonas sísmicas, de tal manera que la estructura tiene ductilidad dándole una clasificación de tipo A con valoración de 1 como rango de seguridad.

Figura 126

Conexiones de elementos



Al ser una estructura en construcción y nueva no existen fisuras de ningún tipo de elementos estructurales y no estructurales (mamposterías), buen estado de conservación, no posee elementos no estructurales que puedan caerse dándole clasificación tipo A. Configuración en planta con valoración de 2 ya que no es completamente regular y elevación con valoración de 5 en clase A.

Figura 127

Accesos escaleras



Paralela al flujo de la ola lo que representa que tendrá un comportamiento positivo frente a efectos de tsunamis con valoración de 0 en la clase A. Accesos principales con una ponderación de 2 debido a que sigue en fase de construcción, accesos internos (escalera con continuidad vertical) con un máximo de 3 personas a la vez con valoración de 6 en la clase B, en clase tipo A en cuanto a la ubicación ya que se encuentra lejos de sitios peligrosos y puntaje de 12 en calles y avenidas al estar en un lugar de alto flujo vehicular y peatonal. Sistema de cimentación con valoración de 6 debido a que según la información proporcionada esta sobre vigas de cimentación de gran peralte. Una vez concluida su construcción puede ser usado como refugio para evacuación vertical ya que cumple con lo que establece la normativa FEMA en lo referente al 130% de la altura máxima de inundación más la altura de un piso y en lo que respecta al sistema de suelo se le asignó una valoración de 6 ya que es un sistema de suelo con piso elevado con vigas.

Edificio Ibiza

Edificio construido en el año 2012, se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Naciones Unidas, tiene una altura total de 42.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.60 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 14 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 380 m² de tipo residencial.

Figura 128

Edificio Ibiza

**Tabla 94**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Ibiza

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	1			1
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00				0
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	2			2
Sumatoria					26

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 95

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Ibiza

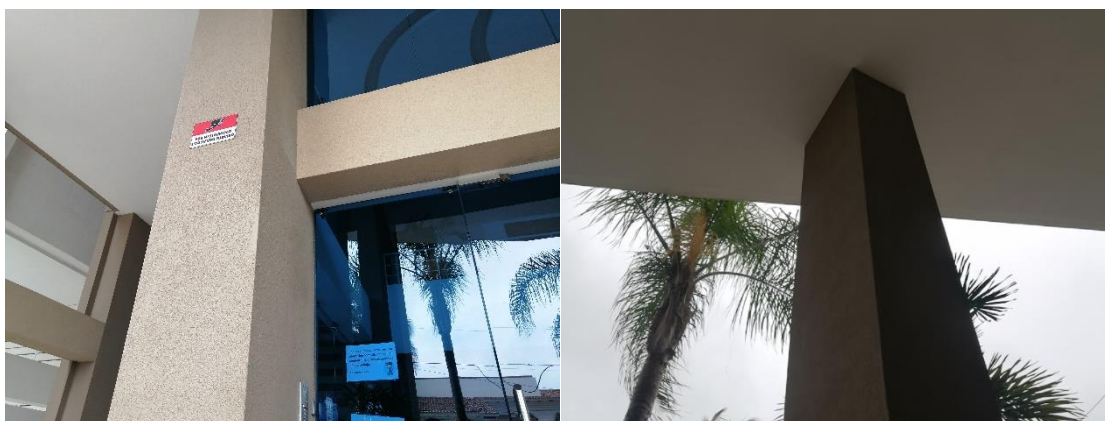
Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		7		7
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	38.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 129

Secciones de Columnas y Conexiones



Sistema de resistencia adecuado con valoración de 1 ya que las secciones de sus columnas aparentan tener gran rigidez, por medio la información proporcionada por el constructor responsable de la construcción del edificio es posible afirmar que, en lo referente a la organización del sistema resistente, cuenta con vigas tipo descolgadas, losas alivianadas bidireccionales de 30 cm de altura y resistencia del hormigón de 35 MPa. No presenta problemas de columnas ni vigas cortas, conexiones aparentemente bien diseñadas, buen estado de conservación, estructura no reforzada hasta la presente fecha a pesar de haber soportado el sismo del 2016 por lo cual se la ha clasificado en tipo A los parámetros descritos. Edificio no regular completamente en planta, pero si en

elevación sin protuberancias ni sospechas de edificio abierto considerándose en la clasificación de tipo A con puntuaciones de 3 y 5.

Figura 130

Acceso al edificio



La orientación del edificio es paralela al flujo del tsunami lo que garantiza mayor rango de seguridad al momento de recibir el impacto de la ola. Cuenta con accesos de entradas y escaleras relativamente amplios clasificándolo de tipo B, ubicación del edificio alejada de puntos peligrosos tales como depósitos de combustibles, patios de contenedores y puertos a una distancia mayor a 200 metros, calles y avenidas con alta circulación vehicular y peatonal ya que se encuentra en una vía principal de ingreso a la ciudad y al centro turístico. La estructura puede ser usado como refugio para evacuación vertical ya que cumple con lo que establece la normativa FEMA en lo referente al 130% de la altura máxima de inundación considerando la existencia de un subsuelo que podría generar efectos de flotabilidad por el empuje vertical que provoca la fuerza del agua.

Edificio La Siesta

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Las Américas, posee una altura de entrepiso de 3.00 sin subsuelos. Está conformado por 14 pisos con un área de

construcción aproximadamente de 350 m². Fue construido en el 2005, tiene una altura total de 43.40 m y actualmente funciona de uso residencial.

Figura 131

Edificio La Siesta



Tabla 96

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio La Siesta

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		8		8
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00			20	20
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
					Sumatoria	74.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 97

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Siesta

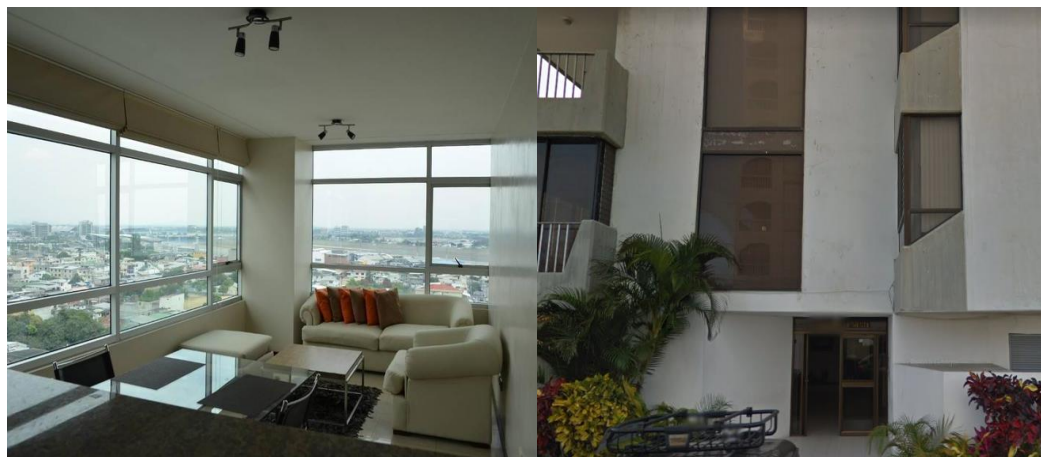
	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2	2			2.4
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	36

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 132

Columna grande y acceso entrada



Al no haberse permitido el acceso al edificio las imágenes presentadas anteriormente fueron tomadas con la ayuda de google earth y, tomando en consideración, que esta estructura fue construida por el mismo constructor encargado del edificio Málaga que actualmente está en fase de construcción, la información facilitada afirma que las dos estructuras tienen el mismo principio constructivo por tal razón, la evaluación realizada al edificio La Siesta se realizó tomando dichas consideraciones dejando un rango de

seguridad en cada parámetro de evaluación debido al año de construcción y mediante la inspección visual ejecutada en su visita.

Se ha asignado una puntuación de 2 a los siguientes criterios: organización y calidad de su sistema resistente, losas, configuración en elevación y conexión de elementos críticos ya que aparentan ser los adecuados. Por tener entradas muy pronunciadas en lo que respecta a su configuración en planta se le dio una valoración de 3, además, es evidente la existencia de columnas cortas dándole una calificación de 8.

Su estado de conservación es deficiente externamente por lo que es claro el descuido en su mantenimiento presentándose humedades, pintura desprendida, ventiladores oxidados que podrían caer y gran cantidad de fisuras a lo alto de uno de los costados del edificio por lo que obtuvo una calificación de 20 y 22 puntos respectivamente. Su acceso principal en promedio tiene una capacidad para 4 personas y está casi al nivel del terreno teniendo una valoración de 2, alejado de puntos peligrosos, pero cerca de avenidas transitadas motivo por el que se le ha clasificado como tipo C, paralelo a la influencia de las olas y sin problemas de flotabilidad al no contar con subsuelos asignándose una calificación de 0 en cada criterio.

Edificio Torre Blanca

Se encuentra ubicado en Salinas en calle Eladora Peña, el año de construcción fue aproximadamente en el 2005, tiene una altura total de 39.30 m, la altura de la primera planta es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.00 m y altura de entresijos de 3.30 m. La construcción está conformada por 12 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 290 m² de uso residencial.

Figura 133

Edificio Torre Blanca

**Tabla 98**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Torre Blanca

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria					43.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 99

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Torre Blanca

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	40.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 134

Columna y entrada principal



En este caso, el edificio presenta zonas con humedad y pintura en mal estado en varias áreas en todo su exterior evidenciándose el bajo estado de conservación de la construcción por esto se le colocó dentro de la categoría C con una calificación de 10 puntos. Existe, además, varios elementos no estructurales ubicados en la construcción por lo que se le valoró con 4 puntos y 3 puntos en elementos de baja ductilidad, aunque no se visualizó internamente el edificio, se le dio 2 puntos en las conexiones de elementos críticos como un criterio más conservador en caso de existirlo.

Regular en planta y en elevación sin protuberancias excesivas, sin problemas de edificio abierto, pero existencia de piso blando por su diferencia de altura entre la planta

baja y los demás pisos trayendo consigo diferencias de rigidez entre secciones, debido a esta diferencia obteniendo 4 de ponderación. Conformado aparentemente con pórticos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte con vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas.

Figura 135

Fisura en mampostería



Existe fisuras a nivel de mamposterías muy marcadas por ello, se le dio 11 puntos de calificación en esta evaluación ya que queda demostrado que la estructura ha sufrido daños que no han recibido la debida atención lo que le hace aún más vulnerable en caso de presentarse un evento sísmico ya que es en estos puntos donde se generarán los daños más graves que pueden traer consigo consecuencias irreparables. Su orientación es la adecuada en caso de tsunami ya que su lado más largo es paralelo al flujo de las olas, a sus accesos se les coloco 8 de valoración debido a su mediana capacidad (exteriores) al igual que en sus escaleras motivo por el cual no fue permitido su ingreso para mejor visualización. Está en una avenida de baja circulación con espacios destinados a estacionamientos alejada de puntos peligrosos. Finalmente, por sus 16 años

de operatividad entró en categoría C con 12 puntos en la evaluación según lo establecido por la FEMA.

Edificio Torremolinos

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Fidón Tomalá, el año de construcción fue en 1995, tiene una altura total de 40.30 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.10 m. La construcción está conformada por 13 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 300 m² de uso residencial.

Figura 136

Edificio Torremolinos



Tabla 100

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Torremolinos

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	6			6
					Sumatoria	42.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 101

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Torremolinos

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	40.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 137

Columnas y estado de conservación interior



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

Para la evaluación sísmica mediante la metodología italiana se tomó como consideración calificaciones con un rango de seguridad ya que el ingreso a las instalaciones no fue permitido y se la procedió a evaluar realizando una inspección visual externa como sigue a continuación.

Se le califico con 2 puntos en: organización y calidad de su sistema debido a que aparentemente las vigas que lo conforman son descolgadas, sus columnas son rígidas de secciones apropiadas y el piso inferior parece ser más rígido que los demás también no se notó zonas de hormigueros o aceros oxidados. Al estar construido sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15% también obtuvo 2 de calificación. Es una estructura que no tiene problemas de edificio abierto separado de edificaciones vecinas, regular en planta sin protuberancias excesivas. No tiene problemas de piso blando al tener supuestamente sus alturas iguales en todos sus pisos.

Aunque no fue posible distinguir la forma en la cual fue conformado el nudo debido a la colocación de cielos rasos falsos podemos asumir que a un nudo interior llegan 4 vigas, pero no saber si está bien diseñado por ello se le dio 2 puntos de ponderación en lo referente a la conexión de elementos críticos. Tiene elementos de baja ductilidad, en este caso, externamente se notan columnas cortas influenciadas por la construcción de mamposterías hasta el nivel de las ventanas otorgándole 6 puntos dentro de la categoría B. Tiene elementos no estructurales como antenas de TV y ventiladores colocados en sus fachadas que pueden generar inconvenientes caso de su caída. Se observan ciertas manchas de humedad lo que hace notar que la estructura está un poco descuidada dándole 10 de calificación 6 al encontrarse pequeñas fisuras en algunas mamposterías.

Sus accesos y escaleras se les califico con 8 dentro del tipo B de igual manera considerando un rango de seguridad para la evaluación frente a tsunamis. El edificio es perpendicular al flujo de las olas lo que maximiza los efectos potenciales de carga en

caso de tsunamis. Está conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin la presencia de muros de corte aparentemente, su altura de inundación es superior al 130% de y no tiene problemas de flotabilidad al no existir subsuelos. Lejano a puntos considerados peligrosos y ubicado en la avenida con mayor carga vehicular y peatonal lo que lo hace vulnerable en caso de evacuaciones de emergencia ubicándose en la categoría C por lo expuesto anteriormente. Asimismo, se le ubico en la categoría C en lo que respecta a su año de construcción ya que tiene más de 15 años de edad.

Edificio El Doral

Edificio ubicado en Salinas en la Avenida Malecón, el año de construcción fue en 1970, tiene una altura total de 36.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 11 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 360 m² de uso residencial.

Figura 138

Edificio El Doral



Tabla 102

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Doral

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	38.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 103

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Doral

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	50.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

El edificio cuenta con columnas gruesas, vigas banda por lo que se le clasifico dentro de la categoría C, no posee zonas de hormiguero y se ve un hormigón de muy buena calidad entrando en una clasificación de tipo A, pero con 2 de calificación ya que no se tiene certeza de la resistencia del hormigón con el cual fue construido. La posición del edificio y cimentación tiene una valoración de 11 en la clase B ya que se encuentra cimentado en un perfil de suelo D con un declive menor al 15%. Configuración en planta y elevación tipo A con valoraciones de 2 cada una ya que no son casi completamente regulares y en elevación tiene unos ligeros volados en toda su elevación con efecto de piso blando en la plata baja. Conexión de elementos críticos tipo A con valoración de 2

ya que no fue permitido el ingreso a las instalaciones para una mejor visualización y se le dio una valoración de 6 en elementos de baja ductilidad al observarse mamposterías construidas de manera inconveniente en las columnas lo que hace reducir su capacidad de trabajo y podría generar puntos críticos de daño en caso de darse un sismo. Valoración de 0 en estado de conservación ya que no se observó humedades ni pintura en mal estado. Estructura no reforzada, pero por su antigüedad se le dio 7 de calificación en el último criterio de la metodología italiana como un rango de seguridad en su evaluación en caso de existir alguna deficiencia.

Respecto a la orientación del edificio el lado más largo es perpendicular al flujo del tsunami entrando en la clasificación tipo B con valoración 6. Cuenta con acceso de entrada para 3 personas a la vez clasificándolo en tipo B, en cambio en accesos internos como son las escaleras de dio una valoración de 8 ya que no se pudo ingresar a las instalaciones dándole esta valoración con el criterio de realizar una evaluación más conservadora.

La edificación se encuentra alejada de puntos peligrosos como depósitos de combustibles motivo por el cual se le dio una valoración de 0. Calles y avenidas de tipo C debido a que la circulación dentro del perímetro es alta y sistema de cimentación con valoración de 6 porque se presume que está diseñado con vigas de cimentación.

Edificio Costa Azul

Estructura ubicada en la Avenida Malecón y Lupericio Bazán Malavu, el año de construcción aparentemente fue en el 2010, tiene una altura total de 30.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entresijos de 3.00 m. La construcción está conformada por 10 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 330 m² de uso residencial.

Figura 139*Edificio Costa Azul***Tabla 104***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Costa Azul*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50			12	6
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25	4			1
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					54.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 105

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Costa Azul

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2	0			0
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1		6		6
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1		6		6
			Sumatoria		36.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 140

Humedad y fisura del edificio



Fue evaluado con 0 en los siguientes parámetros: organización del sistema por estar conformado por vigas descolgadas y columnas de secciones adecuadas, en su configuración en planta y elevación al no tener problemas por edificio abierto ni tener protuberancias excesivas, su configuración tiende a ser rectangular. En la calidad del sistema resistente se le colocó dentro de la categoría C debido a que hay indicios de que se pueda encontrar armaduras con óxido al observarse fisuras muy graves en ciertas zonas de la construcción. Se le dio 1 en el parámetro de losas ya que se desconoce si la altura de la loseta de compresión es mayor a 10 cm tendiendo a ser un cuadrado y sus aberturas son menores al 30% del área de la planta.

Dos en la existencia de elementos de baja ductilidad como vigas o columnas cortas debido a que no se tuvo una mejor apreciación del entorno interno al no ser permitido su ingreso. 4 en elementos no estructurales al tener ventiladores en sus laterales y 10 en su estado de conservación ya que existe humedad y zonas con pintura desprendida. Es de tipo C con 22 puntos en el último parámetro de esta evaluación ya que en la parte frontal se observaron aberturas entre la mampostería y los elementos estructurales como columnas, vigas y losas que pueden convertirse en un gran problema en caso de presentarse un sismo.

Sus accesos y escaleras se les califico con 0 y 8 puntos. El edificio es paralelo al flujo de las olas lo que minimiza los efectos potenciales de carga en caso de tsunami. Está conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin la presencia de muros de corte aparentemente, su altura de inundación es superior al 130% de y no tiene problemas de flotabilidad al no existir subsuelos. Lejano a puntos considerados peligrosos y ubicado en la avenida con mayor carga vehicular y peatonal lo que lo hace vulnerable en caso de evacuaciones de emergencia ubicándose en la categoría C por lo expuesto anteriormente. Asimismo, se le ubico en la categoría B en lo que respecta a su año de construcción ya que tiene estimativamente menos de 15 años de edad.

Edificio Bahía Chipipe

Edificio ubicado entre José Luis Tamayo y Luis Noboa Naranjo, el año de construcción fue en el 2015, tiene una altura total de 35.3 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 11 pisos y un subsuelo de altura de 2.70 m. El área de construcción es de aproximadamente 1000 m² de uso residencial.

Figura 141

Edificio Bahía Chipipe



Tabla 106

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Bahía Chipipe

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	7			7
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	0			0
Sumatoria					40

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 107

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Bahía Chipipe

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	0			0
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	34.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 142

Sistema estructural



Nota: Fase de construcción del edificio. Obtenido de: Google Earth

De categoría C en su sistema estructural debido a que se trata de una construcción conformada por vigas banda perdidas en la losa y columnas tanto circulares como cuadradas que aparentan tener secciones adecuadas, no se ve una estructura flexible, pero por estar construida con vigas banda se le calificó en esta categoría.

Buena calidad de su sistema resistente sin hormigueros ni aceros expuestos a la intemperie, conexión de elementos críticos apropiados, no hay elementos de baja ductilidad como vigas y columnas cortas que puedan provocar problemas futuros, tampoco hay elementos de baja ductilidad tales como ventiladores o antenas de televisión colocados de manera peligrosa, estado de conservación adecuado sin humedades en

paredes o cielos rasos ni vidrios rotos, finalmente tampoco ha tenido ningún tipo de reforzamiento y no se apreciaron fisuras de ningún tipo ni en mamposterías ni en elementos estructurales principales, por todo lo expuesto con anterioridad se le clasifico de tipo A con una puntuación de 0.

Resistencia convencional tipo B al igual que en el criterio de posición y cimentación al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15%. Irregular tanto en planta como en elevación con entrantes y salientes muy marcadas que generan que los centros de gravedad y de masa no coincidan y se produzcan excentricidades por este tipo de configuración dándole 3 y 7 de calificación en cada criterio. Tiene problemas por pisos blando al ser la planta baja y el primer piso de alturas distintas a los demás pisos lo que provoca cambios en las rigideces de cada nivel uno respecto a otro y no tiene problemas por edificio abierto por no hallarse ninguna estructura adosada al mismo.

Paralelo al flujo de las olas lo que minimiza los efectos potenciales de carga en tsunamis colocándole 0 de valoración. Asimismo, también se le calificó con 0 en el parámetro de puntos peligrosos al estar lejos de estos, en la altura al ser superior al 130% de la altura máxima de inundación y en lo referente a su sistema estructural por estar conformado con marcos de hormigón armado resistentes a momentos y muros de corte. Accesos y escaleras tipo B con 6 y 8 de ponderación, ubicación con respecto a calles y avenidas con 6 de calificación por encontrarse en calles y avenidas con baja circulación vehicular y espacios destinados para parqueaderos. Año de construcción y sistema de suelo también valorado con 6 puntos al tener 6 años en funcionamiento y existir un subsuelo que puede generar efectos de flotabilidad por empujes del agua en caso de llegar a ingresar a este.

Edificio El Navegante

Edificio ubicado en las calles Luis Noboa Naranjo y José Luis Tamayo, el año de construcción fue en 1993, tiene una altura total de 30.30 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.90 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 9 pisos y no posee. El área de construcción es de aproximadamente 450 m² de uso residencial.

Figura 143

Edificio El Navegante



Tabla 108

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Navegante

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	5			5
Sumatoria						32.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 109

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Navegante

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	53.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Edificio con clase C en organización y calidad del sistema resistente ya que posee columnas gruesas y vigas banda que aparentan tener gran rigidez, resistencia convencional de clase A ya que la relación H/T es de 30.60 aproximadamente. Regular en planta y elevación sin protuberancias excesivas colocándose puntuación de 2 y 4 en la clase A respectivamente. Cuenta con un buen estado de conservación, no posee elementos estructurales que puedan caerse y la estructura no a sida reforzada a nivel de mampostería ni estructural hasta la presente fecha.

De acuerdo a la orientación el impacto que producirá la ola es medio entrando en la clasificación B ya que el lado largo del edificio es perpendicular al flujo del tsunami. Cuenta con accesos de entradas y escaleras tipo B ya que solo posee una capacidad máxima para 3 personas a la vez.

La estructura se encuentra cercana de puntos peligrosos ya que existe un muelle turístico que podría representar algún peligro para la estructura por lo que se le colocó dentro de la categoría B con 6 puntos y se encuentra en vías de alta circulación vehicular con espacios destinados a parqueaderos dándole así una valoración de 12 respectivamente. Cuenta con una altura en elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación clasificándole como tipo A contando con un sistema de suelo de clasificación tipo B.

Edificio Aquarium

El edificio se encuentra ubicado entre la Luis Noboa Naranjo y Calle 15, el año de construcción fue en el 1994, tiene una altura total de 27.1 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 8 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 480 m² de uso residencial.

Figura 144

Edificio Aquarium



Tabla 110*Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Aquarium*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		8		8
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		3		3
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	1			1
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	5			5
					Sumatoria	29.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 111*Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Aquarium*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5		6		3
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 145

Acceso principal del edificio



El edificio cuenta con un sistema estructural aparentemente rígido en su configuración. Dos de calificación en la calidad de su sistema resistente por no conocer exactamente la resistencia del hormigón a pesar de no presentar hormigueros o hierros oxidados. Se le asignó 2 de calificación también en su posición y cimentación debido a que la estructura se encuentra en un suelo tipo D con un declive menor al 15%. En el parámetro de losas se le clasificó como tipo B con 3 puntos al estar la losa sobre vigas ligeramente descolgadas aparentemente. No tiene problemas por edificio abierto ya que las edificaciones vecinas no están adosadas en sus laterales dándole 2 puntos y 4 puntos en su configuración en elevación ya que aparte de tener piso blando por la diferencia de altura entre la planta baja y los demás niveles tiene ciertas protuberancias no tan problemáticas.

Obtuvo 0 puntos en existencia de elementos no estructurales ya no hay ventilados ni antenas de TV cable ubicados de manera peligrosa que pueden caer y causar daños. 1 en su estado de conservación debido a que no se observa humedades ni pintura en mal estado a excepción de pequeñas manchas en una parte de la losa de cubierta que no se considera muy evidente.

Entrando a la evaluación por tsunamis, su posicionamiento es el adecuado como lo establece la norma ya que es paralelo al flujo de las olas, motivo por el cual entro en la categoría A. 8 en su acceso principal al tener una capacidad insuficiente de ingreso y 8 en escaleras ya que se les consideró medianamente adecuadas al no poderse ingresar al edificio para su mejor visualización. Cercano a un punto peligroso (mirador turístico) y ubicado en calles muy transitadas. Su sistema estructural al no contar con muros estructurales y por estar conformado solo por marcos de hormigón resistentes a momentos fue ponderado con 3. Cumple la altura máxima de inundación superior al 130% y al ser una estructura con más de 27 años de funcionalidad entro en la categoría C con 12 puntos de calificación.

Edificio Calipso

Se encuentra ubicado en la Av 1 y Eladora Peña, el año de construcción fue aproximadamente en el 2010, tiene una altura total de 19.80 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.30 m. La construcción está conformada por 6 pisos y no posee subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 410 m² de uso residencial.

Figura 146

Edificio Calipso



Tabla 112

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Calipso

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		6		6
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	1			0.75
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	10			10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					64.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 113

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Calipso

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	31.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 147

Columna y elementos que se pueden caer



En este caso, el edificio presenta varias zonas de humedad tanto en mamposterías y pintura en mal estado en varias áreas evidenciándose un bajo estado de conservación de la construcción al igual que ciertos vidrios rotos por esto se le colocó dentro de la categoría B con una calificación de 10 puntos. Existe, además, varios elementos no estructurales colocados en la construcción que representan peligro en caso de llegar a caerse por lo que se le valoró con 6 puntos al igual que en elementos de baja ductilidad, se le dio 1 punto en las conexiones de elementos críticos como un criterio más conservador en caso de existir algún problema en su configuración que no se pudo visualizar. 6 en elementos de baja ductilidad ya que es evidente la existencia de columnas cortas por la influencia de las jardineras en las columnas de la planta baja.

Irregular en planta con entrantes y salientes muy marcadas y regular en elevación, sin problemas de edificio abierto ni de piso blando al tener todos sus pisos aproximadamente la misma altura obteniendo 3 y 0 de ponderación respectivamente. Conformado aparentemente con pórticos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte con vigas ligeramente descolgadas y columnas de secciones apropiadas.

Existe fisuras a nivel de mamposterías y en elementos estructurales como losas, muy notables en estas, y ligeramente fisuradas algunas columnas que son casi imperceptibles pero que están presentes y hay que tomarlas en consideración, por ello, se le dio 22 puntos de calificación en esta evaluación ya que queda demostrado que la estructura ha sufrido daños que no han recibido la debida atención lo que le hace aún más vulnerable en caso de presentarse un evento sísmico debido a que es en estos puntos donde se generarán los daños más graves que pueden traer consigo consecuencias irreparables. Su orientación es la adecuada en caso de tsunami ya que su lado más largo es paralelo al flujo de las olas, a sus accesos se les coloco 6 de valoración debido a su mediana capacidad (exteriores) y a sus escaleras 8 de ponderación ya que no fue permitido su ingreso para mejor visualización. Está en una avenida de baja circulación con espacios destinados a estacionamientos alejada de puntos peligrosos. Finalmente, por sus 11 años de operatividad entró en categoría B con 6 puntos en la evaluación según lo establecido por la FEMA.

Edificio Riviera del Mar

Edificio Riviera del Mar cuenta con dos estructuras similares, se encuentran ubicados en la Avenida Malecón y Mercedes de Jesús Molina, Salinas, tiene una altura total de 32.20 m, la altura de las 2 primeras plantas es diferente a los pisos superiores con una altura de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.10 m. La construcción está conformada de 10 pisos sobre el nivel del terreno y no cuenta con subsuelos. El área

de construcción es de aproximadamente 470 m² C/E y es de uso residencial. Fue construido aproximadamente en el 2011.

Figura 148

Edificio Riviera del Mar



Tabla 114

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Riviera del Mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	4			4
Sumatoria						35

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 115

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Riviera del Mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		7		8.4
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1	6			6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	40.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 149

Diferencia de alturas entre niveles



Presenta irregularidades tanto en planta como en elevación motivo por el cual se le asignó una calificación de 3 y 5 respectivamente ya que posee diferencias marcadas entre los dos primeros niveles utilizados como parqueaderos y los pisos subsiguientes. Aparentemente su sistema resistente se ve lo suficientemente rígido debido a que está conformado por vigas descolgadas y columnas gruesas, por esto obtuvo una clasificación

dentro del tipo A utilizando la metodología italiana, sin embargo, sus conexiones entre elementos estructurales no están centradas en el nudo valorándolo con una calificación de 2. Tiene problemas de columna corta por la existencia de mamposterías colocadas aproximadamente hasta la mitad de las columnas de los primeros niveles lo que debilita al elemento y no le permite trabajar al 100% de su capacidad dándole una calificación de 6 dentro de la clase B.

Su estado de conservación es adecuado sin observarse la presencia de humedades, hierros oxidados, grietas en elementos estructurales y no estructurales, con 0 de calificación. Perpendicular a la dirección del flujo de las olas con puntuación de 6 en la clase B al igual que los criterios de entradas principales, sistema constructivo y año de construcción.

Escaleras internas con continuidad vertical con 7 puntos debido a su baja capacidad en caso de emergencias, no tiene problemas por edificio abierto, pero si por piso blando. Lejos de puntos peligrosos pero cercano a vías y avenidas con alta circulación peatonal y vehicular obteniendo 12 de ponderación dentro de la clase C en este último criterio.

Edificio Atlantic

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Eladora Peña, el año de construcción aproximadamente fue en el 2012, tiene una altura total de 35.20 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.20 m. La construcción está conformada por 11 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 490 m² de uso residencial.

Figura 150

Edificio Atlantic

**Tabla 116**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Atlantic

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00			12	12
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria 61.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 117

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Atlantic

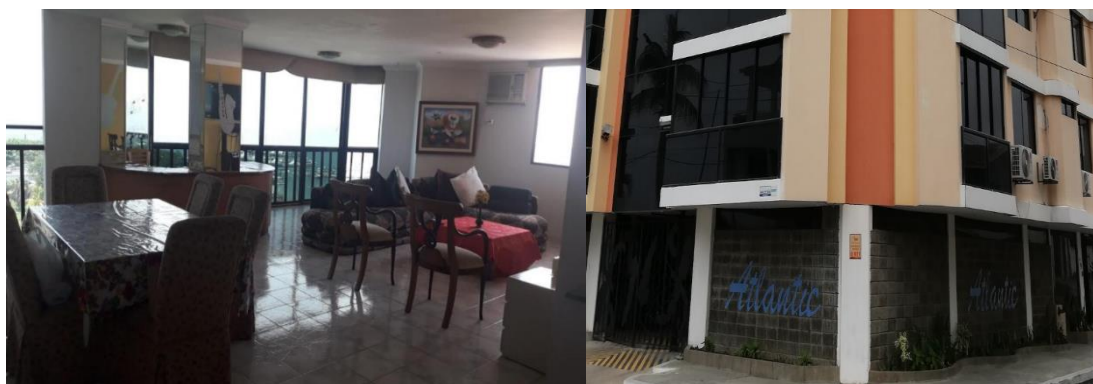
Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi			Clase	Total: Wi*Ki
	A	B	C		
Sumatoria					34.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 151

Columnas y elementos no estructurales



De categoría C en su sistema estructural debido a que se trata de una construcción conformada por vigas banda perdidas en la losa y columnas que aparentan tener secciones adecuadas, no se ve una estructura flexible, pero por estar construida con vigas banda se le calificó en esta categoría.

Buena calidad de su sistema resistente sin hormigueros ni aceros expuestos a la intemperie, conexión de elementos críticos aparentemente apropiados, existen elementos de baja ductilidad, en este caso, columnas cortas que puedan provocar problemas futuros, también hay elementos de baja ductilidad tales como ventiladores y antenas de televisión colocados de manera peligrosa, estado de conservación tipo B con humedades en ciertas paredes y pintura desprendida, finalmente tampoco ha tenido ningún tipo de reforzamiento y se apreciaron fisuras en mamposterías poco profundas.

Resistencia convencional tipo B al igual que en el criterio de posición y cimentación al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15%. Regular tanto en planta como en elevación sin entrantes ni salientes muy marcadas dándole 0 de calificación en cada criterio. No tiene problemas por piso blando al ser la planta baja y el primer piso de alturas iguales a los demás pisos y no tiene problemas por edificio abierto por no hallarse ninguna estructura adosada al mismo.

Paralelo al flujo de las olas lo que minimiza los efectos potenciales de carga en tsunamis colocándole 0 de valoración. Asimismo, también se le calificó con 0 en el parámetro de puntos peligrosos al estar lejos de estos, en la altura al ser superior al 130% de la altura máxima de inundación y en lo referente a su sistema estructural por estar conformado con marcos de hormigón armado resistentes a momentos sin muros de corte. Accesos y escaleras tipo B con 6 y 8 de ponderación, ubicación con respecto a calles y avenidas con 12 de calificación por encontrarse en calles y avenidas con alta circulación vehicular. Año de construcción y sistema de cimentación valorados con 6 puntos al tener 9 años en funcionamiento y estar tentativamente construido con vigas de cimentación. No existe subsuelos que puede generar efectos de flotabilidad por empujes del agua en caso de llegar a ingresar a este colocándole 0 en su sistema de suelo.

Edificio La Playa

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón, Salinas, el año de construcción fue en el 1966, tiene una altura total de 22.00 m, la altura de todos los pisos es de 2.75 m sin subsuelos. La construcción está conformada por 8 pisos y no cuenta con subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 180 m² utilizado como hostería.

Figura 152

Edificio La Playa

**Tabla 118**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del La Playa

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00		11		11
7	Configuración en Elevación	1.00		18		18
8	Conexión de elementos Críticos	0.75		3		2.25
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	10			10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					85.75

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 119

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Playa

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		7		8.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		7		8.4
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	40.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 153

Conexión columna viga y elementos no estructurales



A pesar de que su sistema resistente aparenta ser el adecuado se le dio 2 de calificación A ya que hay que tomar en consideración que a un nudo interno llegan solo 3 vigas tipo descolgadas ponderándole con 3 de calificación en el criterio de conexión de elementos estructurales. En cuanto a su configuración en planta se le califico con 11 ya que uno de sus lados se encuentra muy cercano al edificio contiguo generando una sospecha de edificio abierto, criterio que es muy importante en este análisis por efectos de golpeteo entre estructuras. Aunque no tiene inconvenientes por piso blando al ser todos sus niveles de la misma altura, dentro de la calificación por su configuración en elevación, se le pondero con 18 puntos al encontrarse cercana, casi adosada, a la estructura en uno de sus laterales y la rigidez de los pisos inferiores aparenta ser más

baja que los pisos superiores. Vigas cortas no son perceptibles a simple vista, pero si columnas cortas por la construcción de mampostería hasta los $\frac{3}{4}$ de la columna aproximadamente en su extremo adosado.

Existe presencia de humedad en techos y balcones así también como ciertas fisuras en mamposterías de la terraza que aparentan ser reparadas sin darles un acabado final adecuado al igual que en una columna de la planta baja, por todo lo expuesto anteriormente obtuvo 10 en su estado de conservación y 22 en el criterio 12 de la metodología italiana para evaluación por sismo.

Calificación de 0 en su orientación al ser paralelo al flujo de las olas, 7 en sus accesos tanto principales como escaleras internas al ser de mediana capacidad, 12 en su ubicación por hallarse en la avenida Malecón, avenida con mayor circulación de la ciudad, al igual que en el criterio del año de construcción al tener 55 años de edad en promedio.

Edificio La Ensenada

Estructura se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Roberto Pazos Matamoros, el año de construcción fue aproximadamente en 1990, tiene una altura total de 37.40 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.40 m. La construcción está conformada por 11 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 400 m² de uso residencial.

Figura 154

Edificio La Ensenada

**Tabla 120**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio La Ensenada

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria					31

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 121

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Enseñada

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	48

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 155

Viga descolgada y acceso principal



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

La estructura está conformada por vigas descolgadas y columnas de secciones que parecen ser las apropiadas, por ello se le dio una calificación de 0 en la organización de su sistema resistente y 2 en su calidad debido a que, aunque no se observaron zonas con hormigueros o aceros oxidados que puedan poner en riesgo a la construcción, pero se desconoce la resistencia del hormigón con la cual fue construido. Su resistencia convencional es del tipo A con 0 de puntuación ya que su relación H/T es mayor a 30. Al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15% se le califico como tipo B y losas con 6 puntos en el tipo B ya que esta por vigas perdidas en la losa, pero la abertura de su losa no supera el 30% del área total de la planta.

Regular en planta sin problemas de edificio abierto al estar separado de estructuras aledañas al igual que mantiene una regularidad en elevación al no encontrarse pisos intermedios, no tiene problemas por piso blando y se aprecia que la rigidez de los pisos inferiores es mayor que la rigidez de los pisos superiores. No se encontraron estructuras de baja ductilidad como vigas o columnas cortas externamente.

Tiene elementos no estructurales colocados de manera peligrosa que pueden causar caer y provocar daños a terceros por ello se le dio 6 de calificación. Su estado de conservación es de tipo B con 10 puntos de valoración por al no ser permitido el ingreso para una mejor visualización del estado de la construcción. Se le dio 11 puntos en el último parámetro de evaluación sísmica ya que se evidenció fisuras en mamposterías, no ha recibido ningún reforzamiento y no se trata de una estructura nueva relativamente antigua.

Por su orientación perpendicular al flujo de las olas se maximiza las cargas potenciales del tsunami en caso de presentarse un evento natural de ese tipo. Sus accesos y escaleras son de clase B con 6 y 8 puntos ya que se encuentran sobre el nivel del terreno, pero su capacidad es insuficiente con un máximo de 2 a 3 usuarios a la vez. Lejano de puntos que puedan poner en riesgo a la edificación, pero cercano a calles y avenidas con alto flujo vehicular y peatonal definiéndose este parámetro como uno del tipo C con 12 puntos. Sistema estructural de con pórticos de hormigón armado sin muros de corte, altura del edificio superior al 130% de la altura máxima de inundación y sistema de suelo sin problemas de flotabilidad debido a la no existencia de un subsuelo que puede generar este fenómeno.

Edificio El Velero Azul

Estructura se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Roberto Pazos Matamoros, el año de construcción aproximadamente fue en el 2010, tiene una altura

total de 55.00 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 17 pisos sobre el nivel del piso y no posee subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 450 m² destinada como hostería.

Figura 156

Edificio El Velero Azul



Tabla 122

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Velero Azul

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	29

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 123

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Velero Azul

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Sistema de Cimentación	0.5	6			3
8	Año de Construcción	1	6			6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	42

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 157

Entrada principal al edificio y elementos no estructurales



Presenta un sistema estructural clase A con 3 de valoración debido a que aparentemente está conformado por vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas, su calidad del sistema obtuvo 2 puntos ya que no se conoce la resistencia del hormigón con exactitud y no se evidenció presencia de hormigueros u óxidos

expuestos. Resistencia convencional tipo B al ser la relación H/T menor a 30. Posición y cimentación del edificio tipo B al cimentarse sobre un suelo tipo D y con un declive menor al 15%. Totalmente regular en planta y en elevación sin entrantes ni salientes pronunciadas. No tiene problemas por edificio abierto al encontrarse separado de las estructuras vecinas.

Visualmente, en la inspección realizada al no permitirse el ingreso, en su exterior aparentemente no presenta elementos de baja ductilidad como columnas ni vigas cortas que puedan afectar a la estructura en general en caso de suscitarse un evento sísmico por lo que se le dio un valor conservador de 2. Presenta elementos no estructurales como ventiladores y antenas colocados de manera peligrosa y su estado de conservación es aceptable al no observarse humedades o pintura en mal estado obteniendo una calificación de 6 y 0 en los cada análisis. No se visualizó grietas externas en mamposterías o elementos estructurales, sin embargo, se le dio 7 de calificación para mantener una holgura en este criterio al no permitirse su inspección interna.

Perpendicular al flujo de las olas en caso de tsunami, entradas a nivel de la calle con capacidad de hasta 4 personas a la vez obteniendo 6 de puntuación. Las escaleras internas se las califico con 8 igualmente como una valoración conservadora. Lejano de puntos peligrosos, cercano a calles y avenidas con alta carga peatonal y vehicular, sistema estructural conformado estimativamente por marcos de hormigón armado resistentes a momentos sin muros de corte, altura de inundación superior al 130% y sin efectos de flotabilidad al no existir subsuelos que pudieran contribuir a la generación de este fenómeno que producen los empujes del agua.

Edificio Neptuno

El edificio se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Guillermo Ordóñez Gómez, el año de construcción fue en 1970, tiene una altura total de 46.20 m, la altura de

la planta baja es similar a los pisos superiores con un promedio de 3.30 m. La construcción está conformada por 14 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 280 m² de uso residencial.

Figura 158

Edificio Neptuno



Tabla 124

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Neptuno

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	3			3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	39.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 125

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Neptuno

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 159

Sección de columna y entrada principal



En este caso, el edificio no presenta zonas de humedad tanto en mamposterías ni pintura en mal estado evidenciándose un buen estado de conservación de la construcción por esto se le colocó dentro de la categoría A con una calificación de 0. Existe, además, ciertos elementos no estructurales colocados en la construcción que representan poco peligro en caso de llegar a caerse por lo que se le valoró con 4 puntos. Se le dio 2 puntos en las conexiones de elementos críticos como un criterio más

conservador en caso de existir algún problema en su configuración que no se pudo visualizar. 6 en elementos de baja ductilidad ya que es evidente la existencia de columnas cortas por la influencia de las jardineras en las columnas de la planta baja.

Irregular en planta con entrantes y salientes marcadas e irregular en elevación, sin problemas de edificio abierto ni de piso blando al tener todos sus pisos aproximadamente la misma altura obteniendo 3 y 4 de ponderación respectivamente. Conformado aparentemente con pórticos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte con vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas.

No existe fisuras a nivel de mamposterías ni en elementos estructurales, por ello, se le dio 7 puntos de calificación en esta evaluación como un criterio más conservador. Su orientación es la adecuada en caso de tsunami ya que su lado más largo es paralelo al flujo de las olas, a sus accesos se les coloco 8 de valoración debido a su mediana capacidad (exteriores) al igual que a sus escaleras ya que no fue permitido su ingreso para mejor visualización. Está en una avenida de alta circulación con espacios destinados a estacionamientos alejada de puntos peligrosos. Finalmente, por sus casi 51 años de operatividad entró en categoría C con 12 puntos en la evaluación según lo establecido por la FEMA.

Edificio El Tiburón

El edificio se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Guillermo Ordoñez Gómez, el año de construcción fue en 1978, tiene una altura total de 71.60 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.00 m. La construcción está conformada por 24 pisos sobre el nivel del suelo y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 540 m² de uso residencial.

Figura 160*Edificio El Tiburón***Tabla 126***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Tiburón*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	3			3
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
				Sumatoria	60

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 127

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Tiburón

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2	2			2.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	0			0
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1		6		6
Sumatoria					39

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 161

Conexión columna y vigas descolgadas



Figura 162

Fisuras en mampostería



En este caso, el edificio presenta varias zonas de humedad en mamposterías y pintura en mal estado en varias áreas en todo su exterior por esto se le colocó dentro de la categoría B con una calificación de 10 puntos. Existe, además, pocos elementos no estructurales que no aparentan representar alto peligro en caso de llegar a caerse por lo que se le valoró con 2 puntos. En elementos de baja ductilidad se le dio 6 puntos y en conexiones de elementos críticos 2 puntos.

Regular en planta y en elevación con protuberancias medianamente excesivas, sin problemas de edificio abierto ni de piso blando dándole 3 de ponderación en cada criterio. Conformado aparentemente con pórticos de hormigón resistentes a momentos con muros de corte, vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas.

Existe fisuras a nivel de mamposterías de balcones además de otras fisuras presentes columnas que no aparentan ser muy profundas, pero de gran peligro en caso de llegar a fallar en estos puntos, por ello, se le dio 22 puntos de calificación en esta evaluación. Su orientación es la adecuada en caso de tsunami ya que su lado más largo es paralelo al flujo de las olas, a sus accesos se les coloco 2 de valoración debido a que tiene capacidad hasta de 5 personas, pero no es de acceso rápido (exteriores), sus

escaleras obtuvieron 8 puntos motivo por el cual no fue permitido su ingreso para mejor visualización y se colocó esta calificación como un criterio más conservador. Está en una avenida de alta circulación con espacios destinados a estacionamientos alejada de puntos peligrosos. Finalmente, por sus 43 años de operatividad entró en categoría C con 12 puntos en la evaluación según lo establecido por la FEMA.

Edificio Casa Blanca

El edificio se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Pedro José Rodríguez, tiene una altura total de 52.80 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con una altura de 3.30 m. La construcción está conformada por 16 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 370 m², de uso residencial y fue construido aparentemente en 1995.

Figura 163

Edificio Casa Blanca



Tabla 128

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Casa Blanca

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		8		8
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		4		4
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25			12	3
11	Estado de Conservación	1.00	2			2
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	41.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 129

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Casa Blanca

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	50.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 164

Dimensiones de columnas y estado de conservación interna



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

Para la evaluación sísmica mediante la metodología italiana se tomó como consideración calificaciones con un rango de seguridad ya que el ingreso a las instalaciones no fue permitido y se la procedió a evaluar realizando una inspección visual externa como sigue a continuación.

Se le califico con 8 puntos en la organización de su sistema resistente al considerar que aparentemente las vigas que lo conforman son ligeramente descolgadas, aunque en ciertas zonas parecían ser vigas banda, sus columnas son rígidas de secciones apropiadas y el piso inferior parece ser más rígido que los demás también no se notó zonas de hormigueros o aceros oxidados. Al estar construido sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15% también obtuvo 2 de calificación en lo que respecta a su posición y cimentación. Es una estructura que no tiene problemas de edificio abierto separado de edificaciones vecinas, regular en planta sin protuberancias excesivas. No tiene problemas de piso blando al tener supuestamente sus alturas iguales en todos sus pisos.

Aunque no fue posible distinguir la forma en la cual fue conformado el nudo podemos asumir que a un nudo interior llegan 4 vigas, pero al no saber si está bien diseñado por ello se le dio 2 puntos de ponderación en lo referente a la conexión de elementos críticos. No tiene elementos de baja ductilidad como columnas ni vigas cortas, pero se le califico con 3 como un criterio más conservador. Tiene elementos no estructurales como ventiladores colocados en sus fachadas que pueden generar inconvenientes caso de su caída. No se observó manchas de humedad lo que hace notar que la estructura está bien conservada dándole 2 de calificación y 7 en el último criterio de la metodología italiana debido a que no existen fisuras, pero se trata de una estructura relativamente antigua.

Sus accesos y escaleras se le dio 8 de igual manera considerando un rango de seguridad para la evaluación frente a tsunamis. El edificio es perpendicular al flujo de las olas lo que maximiza los efectos potenciales de carga en caso de tsunamis. Está conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin la presencia de muros de corte aparentemente, su altura de inundación es superior al 130% de y no tiene problemas de flotabilidad al no existir subsuelos. Lejano a puntos considerados peligrosos y ubicado en la avenida con mayor carga vehicular y peatonal lo que lo hace vulnerable en caso de evacuaciones de emergencia ubicándose en la categoría C por lo expuesto anteriormente. Asimismo, se le ubico en la categoría C en lo que respecta a su año de construcción ya que tiene más de 15 años de edad.

Edificio El Plaza

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Pedro José Rodríguez, el año de construcción fue en el 2002, tiene una altura total de 48.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La

construcción está conformada por 15 pisos sobre el nivel del suelo y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 440 m² de uso residencial.

Figura 165

Edificio El Plaza



Tabla 130

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Plaza

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	50.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 131

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Plaza

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2			12	14.4
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	55.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 166

Entrada principal y elementos no estructurales



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

De categoría C en su sistema estructural debido a que se trata de una construcción conformada por vigas banda perdidas en la losa y columnas que aparentan tener secciones adecuadas, no se ve una estructura flexible, pero por estar construida con vigas banda se le calificó en esta categoría.

Buena calidad de su sistema resistente sin hormigueros ni aceros expuestos a la intemperie, conexión de elementos críticos aparentemente apropiados, no existen elementos de baja ductilidad, hay elementos de baja ductilidad tales como ventiladores, paredes recubiertas con piedra y antenas de televisión colocados de manera peligrosa dándole 4 de calificación por estos aspectos, estado de conservación tipo B con humedades en ciertas paredes, finalmente tampoco ha tenido ningún tipo de reforzamiento y no se apreciaron fisuras en mamposterías pero se le dio 7 de calificación como una valoración más conservadora.

Resistencia convencional tipo B al igual que en el criterio de posición y cimentación al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15%. Regular tanto en planta como en elevación sin entrantes ni salientes muy marcadas dándole 0 de calificación en cada criterio. Tiene problemas por piso blando al ser la planta baja y el primer piso de alturas diferentes a los demás pisos y no tiene problemas por edificio abierto por no hallarse ninguna estructura adosada al mismo.

Perpendicular al flujo de las olas lo que maximiza los efectos potenciales de carga en tsunamis colocándole 6 de valoración. Asimismo, se le calificó con 0 en el parámetro de puntos peligrosos al estar lejos de estos, en la altura al ser superior al 130% de la altura máxima de inundación y en lo referente a su sistema estructural por estar conformado con marcos de hormigón armado resistentes a momentos sin muros de corte se le dio 0 y 3 de calificación respectivamente. Accesos tipo C y escaleras tipo B con 12 y 8 de ponderación, ubicación con respecto a calles y avenidas con 12 de calificación por encontrarse en calles y avenidas con alta circulación vehicular. Año de construcción valorado con 12 y sistema de cimentación valorados con 6 puntos por estar tentativamente construido con vigas de cimentación. No existe subsuelos que puede

generar efectos de flotabilidad por empujes del agua en caso de llegar a ingresar a este colocándole 0 en su sistema de suelo.

Edificio Playasol

Edificio Playasol se ubicado en la Avenida Malecón y Pedro José Rodríguez, el año de construcción fue aproximadamente en 1995, tiene una altura total de 49.50 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.30 m. La construcción está conformada por 15 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 390 m² de uso residencial.

Figura 167

Edificio Playasol



Tabla 132

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Playasol

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		6		6

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	4			4
					Sumatoria	29.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 133

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Playasol

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2			12	14.4

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
				Sumatoria	48

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 168

Elementos que se pueden caer y entrada principal



Para la evaluación sísmica mediante la metodología italiana se tomó como consideración calificaciones con un rango de seguridad ya que el ingreso a las instalaciones no fue permitido y se la procedió a evaluar realizando una inspección visual externa como sigue a continuación.

Se le califico con 6 puntos en la organización de su sistema resistente al considerar que aparentemente las vigas que lo conforman son ligeramente descolgadas, sus columnas son rígidas de secciones apropiadas y el piso inferior parece ser más rígido que los demás también no se notó zonas de hormigueros o aceros oxidados. Al estar construido sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15% también obtuvo 2 de calificación en lo que respecta a su posición y cimentación. Es una estructura que no tiene problemas de edificio abierto separado de edificaciones vecinas, regular en planta sin protuberancias excesivas. No tiene problemas de piso blando al tener supuestamente sus alturas iguales en todos sus pisos.

Aunque no fue posible distinguir la forma en la cual fue conformado el nudo debido a la colocación de cielos rasos falsos podemos asumir que a un nudo interior llegan 4 vigas, pero al no saber si está bien diseñado por ello se le dio 2 puntos de ponderación en lo referente a la conexión de elementos críticos. No tiene elementos de baja ductilidad como columnas ni vigas cortas, pero se le califico con 3 como un criterio más conservador. No tiene elementos no estructurales como antenas de TV o ventiladores colocados en sus fachadas que pueden generar inconvenientes caso de su caída. Tampoco se observan manchas de humedad lo que hace notar que la estructura está bien conservada dándole 0 de calificación y 4 en el último criterio de la metodología italiana debido a que no existen fisuras, pero se trata de una estructura relativamente antigua.

Sus accesos se le dio 12 puntos y escaleras con 8 de igual manera considerando un rango de seguridad para la evaluación frente a tsunamis. El edificio es paralelo al flujo

de las olas lo que minimiza los efectos potenciales de carga en caso de tsunami. Está conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin la presencia de muros de corte aparentemente, su altura de inundación es superior al 130% de y no tiene problemas de flotabilidad al no existir subsuelos. Lejano a puntos considerados peligrosos y ubicado en la avenida con mayor carga vehicular y peatonal lo que lo hace vulnerable en caso de evacuaciones de emergencia ubicándose en la categoría C por lo expuesto anteriormente. Asimismo, se le ubico en la categoría C en lo que respecta a su año de construcción ya que tiene más de 15 años de edad.

Edificio Giralda

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Cosme Rennella Barba, el año de construcción fue en 1990, tiene una altura total de 46.20 m, la altura de la planta baja es igual a los pisos superiores con un promedio de 3.30 m. La construcción está conformada por 14 pisos y sin subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 200 m² de uso residencial.

Figura 169

Edificio Giralda



Tabla 134*Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Giralda*

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		6		6
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		3		3
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	46.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 135*Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Giralda*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 170

Estado de conservación y accesos principal



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

Aparentemente la estructura está conformada por vigas ligeramente descolgadas y columnas de secciones que parecen ser las apropiadas, por ello se le dio una calificación de 6 en la organización de su sistema resistente y 2 en su calidad debido a que, aunque no se observaron zonas con hormigueros o aceros oxidados que puedan poner en riesgo a la construcción se desconoce la resistencia del hormigón con la cual fue construido. Su resistencia convencional es del tipo B con 11 de puntuación ya que su relación H/T es igual a 30. Al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15% se le califico como tipo B y losas con 3 puntos también del tipo B ya que esta sobre vigas ligeramente descolgadas pero la abertura de su losa no supera el 30% del área total de la planta.

Regular en planta sin problemas de edificio abierto al estar separado de estructuras aledañas al igual que mantiene una regularidad en elevación al no encontrarse pisos intermedios, no tiene problemas por piso blando y se aprecia que la rigidez de los pisos inferiores es mayor que la rigidez de los pisos superiores. No se encontraron estructuras de baja ductilidad como vigas o columnas cortas externamente, aunque analizando los interiores de la construcción se nota la construcción de

mamposterías hasta aproximadamente la mitad de una columna interior a manera de detalle arquitectónico, esto podría provocar problemas a la estructura ya que reduce la capacidad de la columna para la cual fue construida si no se dejó la debida junta de separación entre los dos elementos.

Tiene elementos no estructurales colocados de manera tal que aparentan no causar gran riesgo en caso de caída dándole 4 de calificación. Su estado de conservación es de tipo B con 10 puntos de valoración por encontrarse manchas de humedad y zonas con pintura desprendida. Se le dio 7 puntos en el último parámetro de evaluación sísmica ya que no se evidencia fisuras de ningún tipo, pero no ha recibido ningún reforzamiento y no se trata de una estructura nueva.

Por su orientación paralela al flujo de las olas se minimizan las cargas potenciales del tsunami en caso de presentarse un evento natural de ese tipo. Sus accesos y escaleras son de clase B con 8 puntos ya que se encuentran sobre el nivel del terreno, pero su capacidad es insuficiente con un máximo de 2 usuarios a la vez. Lejano de puntos que puedan poner en riesgo a la edificación, pero cercano a calles y avenidas con alto flujo vehicular y peatonal definiéndose este parámetro como uno del tipo C con 12 puntos. Sistema estructural de con pórticos de hormigón armado sin muros de corte, altura del edificio superior al 130% de la altura máxima de inundación y sistema de suelo sin problemas de flotabilidad debido a la no existencia de subsuelos que puedan generar este fenómeno.

Edificio Playamar

El edificio se encuentra ubicado en la calle Eugenio Espejo, Salinas, el año de construcción fue en 1980, tiene una altura total de 42.20 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.20

m. La construcción está conformada por 13 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 410 m² de uso residencial.

Figura 171

Edificio Playamar



Tabla 136

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Playamar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	6			6
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	11			11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50	2			1
5	Losas	1.00	3			3
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	46.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 137

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Playamar

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 172

Sistema resistente y estado de conservación con grietas en mampostería



Por medio de la evaluación externa realizada a la estructura es posible afirmar que se trata de una construcción con orientación perpendicular al flujo de las olas en caso de presentarse un tsunami, regular en planta sin problemas por edificio abierto al estar alejado de edificios contiguos lo que garantiza que no se generarán efectos por golpeteo entre estructuras, regular en elevación sin protuberancias excesivas con

diferencias evidentes entre las alturas de la planta baja y de los demás pisos trayendo consigo problemas por pisos blando. Aparentemente está formado por marcos de hormigón resistentes a momentos asumiendo una conformación mediante vigas ligeramente descolgadas y columnas de secciones considerables sin muros de corte. Se visualizó elementos de baja ductilidad, en este caso columnas cortas que pueden provocar problemas.

Existen grietas a nivel mamposterías y losas en varias partes de la estructura, además, sus conexiones viga columna se calificó asumiendo que fueron construidas siguiendo la normativa correspondiente. Todos los parámetros mencionados con anterioridad, fueron evaluados tomando en consideración un rango de seguridad en cada categoría ya que no fue permitido su ingreso a las instalaciones. En lo que respecta a su resistencia convencional evaluada con 11 de calificación es debido a que la relación entre la altura total del edificio y su periodo es menor a 30 entrando en la categoría B por este motivo.

Su estado de conservación externamente está parcialmente en buenas condiciones observándose zonas humedades y pintura desprendida. No se observaron zonas de hormigueros ni aceros oxidados por lo que hace suponer que el hormigón usado fue de buena calidad y este está cimentado sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15%.

En cuanto a la evaluación usando la FEMA, se tomó igualmente valores conservadores tanto en lo referente a los accesos y escaleras internas al desconocer su configuración y capacidad de usuarios en caso de requerirse evacuaciones verticales de emergencia. Está ubicado en una avenida con baja circulación vehicular y peatonal y alejado de puntos peligrosos como gasolineras o depósitos de gas que puedan representar algún tipo de peligro. Tiene 23 años de funcionamiento por lo que se le colocó

como una estructura de tipo C, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación y no tiene problemas de flotabilidad debido a que no tiene subsuelos donde el agua pueda ingresar y provocar empujes peligrosos a la estructura.

Edificio Solana

Se encuentra ubicado entre Jaime Santander Zambrano y Avenida Eloy Alfaro, Salinas, el año de construcción fue en el 2008, tiene una altura total de 45.00 m, la altura de los 2 subsuelos es igual a los pisos superiores con un promedio de 3.00 m y altura de entresuelos de 3.00 m. La construcción está conformada por 15 pisos. El área de construcción es de aproximadamente 790 m² de uso residencial.

Figura 173

Edificio Solana



Tabla 138

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Solana

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00		6		6
7	Configuración en Elevación	1.00	8			8
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
					Sumatoria	73

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 139

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Solana

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	6			7.2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1		6		6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1		6		6
					Sumatoria	50.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 174

Fisuras y humedad en el edificio



Existe la presencia de varios elementos no estructurales (ventiladores) que se encuentran oxidados y que podrían desprenderse fácilmente y causar graves daños, por ello se le asignó una calificación de 10 recayendo sobre la categoría C en la evaluación referente a elementos no estructurales. Aparentemente tiene un sistema viga – columna rígida sin la presencia de aceros oxidados a la intemperie que puedan provocar el deterioro paulatino de la construcción otorgándole una calificación de 2 al igual que en su calidad del sistema resistente.

El edificio Solana está conformado por dos estructuras aparentemente separadas entre sí, sin embargo, su separación no es tal para considerar que no tendría problemas de edificio abierto, es por esto que, ante esta sospecha, obtuvo una ponderación de 6 además, hay que tomar en cuenta que las losas de cada edificio están a diferente nivel lo que agravaría aún más esta problemática en caso de un sismo al no tener la separación adecuada.

Si se observa con detenimiento se tiene zonas de columnas cortas por la construcción de mamposterías a la mitad de la columna por la influencia de los ventanales, por esto se le dio una calificación de 6 en elementos de baja ductilidad y un

puntaje de 22 en el último criterio de esta metodología debido que es evidente que la estructura ha sufrido daños en elementos estructurales y mamposterías que no han recibido la atención que se necesita ni tampoco ningún tipo de reforzamiento.

Se observan zonas con humedades y su orientación es perpendicular a la posible acción de un tsunami. Sus accesos (principales e internos) recibieron una calificación de 8 ya que no son lo suficientemente amplios como lo recomienda la FEMA frente a evacuaciones de emergencia. Alejado de puntos peligrosos y ubicado en una avenida con alta circulación de transeúntes y vehículos. Finalmente, en lo que respecta a su sistema de suelo tendría problemas por la existencia de sus dos subsuelos generando efectos de flotabilidad por empujes del agua.

Edificio Costa Brava

Edificio construido en el año 2010, se encuentra en la calle Jaime Santander Zambrano y Avenida Eloy Alfaro, tiene una altura total de 39.10 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.40 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 13 pisos y un subsuelo de altura de 2.70 m. El área de construcción es de aproximadamente 620 m² de tipo residencial.

Figura 175

Edificio Costa Brava

**Tabla 140**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Costa Brava

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	1			1
7	Configuración en Elevación	1.00	3			3
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		4		4
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					59.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 141

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Costa Brava

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					45

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 176

Daños en el sistema estructural



En la inspección realizada se constató la existencia de elementos estructurales, una viga en este caso, que evidentemente sufrió daños y se desprendió parte del hormigón intentando ser reparada de una manera muy rústica y poco adecuada, por esto se le dio una calificación de 22 en esta evaluación. También existe ciertas mamposterías con fisuras y pintura en mal estado que hace notar el poco cuidado a la estructura en distintas zonas siendo clara la presencia de humedad. Aunque no existía aceros expuestos a la intemperie con oxido o alguna otra característica que debilite a la estructura se le asignó 10 puntos en su estado de conservación y 2 puntos en los parámetros de calidad y organización del sistema resistente respectivamente.

En lo que respecta a su acceso principal este se ubica a nivel de la calle en una avenida de mediana circulación peatonal y vehicular obteniendo 6 de calificación al igual que en su ubicación respecto al mar al encontrarse perpendicularmente posicionado, así también en su sistema de cimentación, año de construcción por tener 11 años en funcionamiento y su sistema de suelo al tener un subsuelo que podría experimentar efectos de flotabilidad por fuerzas de empuje del agua en caso de que llegara a generarse inundaciones. Tres en su sistema estructural al estar conformado solo por vigas descolgadas y columnas y no poseer muros de corte.

Posee elementos no estructurales colocados de manera peligrosa a todo lo alto del edificio que pueden provocar daños a terceros o a la estructura en caso de desprenderse asignándole 4 de calificación por este motivo. Asimismo, existe columnas cortas provocadas por la construcción de mamposterías y ventanales dándole 4 por estos elementos de baja ductilidad. Regular en planta y en elevación sin entrantes ni salientes excesivas, alejado de otras estructural por lo que no tiene problemas por edificio abierto más si tiene inconvenientes por piso blando al ser la planta baja más alta respecto a los pisos superiores lo que provoca que la rigidez en cada piso se comporte de manera diferente respecto a la otra.

Edificio Cabo Azul

Edificio se encuentra ubicado en la Ave Eloy Alfaro y Gabriel Santos Alcívar, el año de construcción fue en 1992, tiene una altura total de 30.6 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.40 m. La construcción está conformada por 9 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 300 m² de uso residencial

Figura 177

Edificio Cabo Azul



Tabla 142

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Cabo Azul

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		8		8
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		3		3
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	3			3
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria					29.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 143

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Cabo Azul

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	6			7.2
2 Accesos: Entrada	1.2	6			7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2	8			9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5	6			3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5	6			3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria				45	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Conformado supuestamente por vigas ligeramente descolgadas y columnas de secciones apropiadas que aparentan tener gran rigidez motivo por el cual se le asignó una calificación de 8 dentro del tipo B en lo referente a su organización del sisma resistente. Calificación de clase A en la calidad del sistema resistente ya que no se observó hormigueros o aceros oxidados expuestos a la intemperie, sin embargo, al desconocer la capacidad de resistencia del hormigón usado en su construcción de le dio una calificación de 2 como rango de seguridad. No existen elementos no estructurales en sus exteriores y en general su conservación está en muy buenas condiciones clasificando en el tipo A con 0 puntos.

No existen fisuras en ningún tipo de elementos tanto estructurales (vigas – columnas) como no estructurales (mamposterías), sin embargo, al no tener la certeza de esto, se le asignó una calificación de 7 como rango de seguridad en la evaluación realizada. Hay que tener presente que la construcción puede tener problemas con elementos de baja ductilidad (columnas o vigas), por ello se le clasificó como tipo A con una puntuación de 3.

Tipo B en referencia a su orientación debido a que es perpendicular a la acción del flujo de las olas lo que no garantiza un buen comportamiento frente a tsunamis. Sus accesos son de tipo B con 6 de calificación respectivamente con una capacidad externa de hasta a 3 personas la vez, pero su ubicación no es el más adecuado ya que está muy

por sobre el nivel de la calle, sus escaleras se le clasificó también de tipo B con 8 puntos ya que no fue permitido su ingreso y se mantuvo un rango de seguridad en su calificación debido a esto. Se le asignó una valoración de 3 en su configuración en planta al igual que en su configuración en elevación.

Finalmente, una puntuación de 6 en su ubicación al estar en la avenida con mediana circulación vehicular y peatonal y 0 en puntos peligrosos al no encontrarse ninguno de estos en un perímetro de influencia de 200 m a la redonda de la construcción.

Edificio El Coral de Chipipe

Edificio se encuentra ubicado en la Ave Eloy Alfaro y Gabriel Santos Alcívar, el año de construcción fue en 1992, tiene una altura total de 31.00 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.40 m. La construcción está conformada por 9 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 350 m² de uso residencial

Figura 178

Edificio El Coral de Chipipe



Tabla 144

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Coral de Chipipe

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			14	14
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	4			2
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			7	7
6	Configuración en Planta	1.00	4			4
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	6			6
					Sumatoria	40.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 145

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Coral de

Chipipe

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	40.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 179

Columna y estado de conservación



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

La estructura en organización del sistema resistente aparentemente cuenta con columnas gruesas, pero vigas banda por lo que se le asignó puntuación de 14, al realizar la inspección visual no se pudo observar zonas de hormiguero y el hormigón con la que se construyó fue de muy buena calidad entrando en una clasificación de tipo A con puntuación de 4 ya que no se tiene certeza de la resistencia del hormigón. Posición del edificio y cimentación con valoración de 2 en la clase B ya que se encuentra cimentado en un perfil de suelo D con un declive menor al 15%. Configuración en planta y elevación tipo A con valoraciones de 4 y 5 cada una ya que no es regular en su totalidad en planta, elevación completamente regular hasta el último piso, pero con efecto de piso blando en la planta baja por diferencia de alturas. Conexión de elementos críticos tipo A con valoración de 2, valoración de 3 en elementos de baja ductilidad ya que mediante el análisis visual no se pudo observar problemas de columnas ni viga corta. Valoración de 0 en estado de conservación ya que no se observó humedades ni pintura en mal estado. Estructura no reforzada, pero por su antigüedad se le dio calificación de 6 como un rango de seguridad en su evaluación en caso de existir alguna deficiencia.

Edificio con orientación paralela al flujo del tsunami entrando en la clasificación tipo A con valoración 0. Acceso de entrada en clase B con puntuación de 8 ya que la máxima capacidad que aparentemente puede llegar a tener es de 3 o 4 personas a la vez, en cambio en accesos internos como son las escaleras se dio una valoración de 8 ya que no se pudo ingresar a las instalaciones dándole esta valoración con el criterio de realizar una evaluación más conservadora.

La edificación se encuentra alejada de puntos peligrosos como depósitos de combustibles y puertos motivo por el cual se le dio una valoración de 0. Calles y avenidas de tipo B con valoración de 6 debido a que la circulación dentro del perímetro es baja y por último el sistema de cimentación con valoración de 6 porque se presume que fue diseñado con vigas de cimentación.

Edificio Marenostrum

El edificio se encuentra ubicado en la Ave Eloy Alfaro y Alonso Cobos Moscoso, el año de construcción fue en el 2015, tiene una altura total de 35.64 m aproximadamente, la altura de la planta baja es similar a los pisos superiores. La construcción está conformada por 9 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 390 m² de uso residencial.

Figura 180

Edificio Marenostrum



Tabla 146

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Marenostrum

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
11 Estado de Conservación	1.00	3			3
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria					25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 147

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Mareostrum

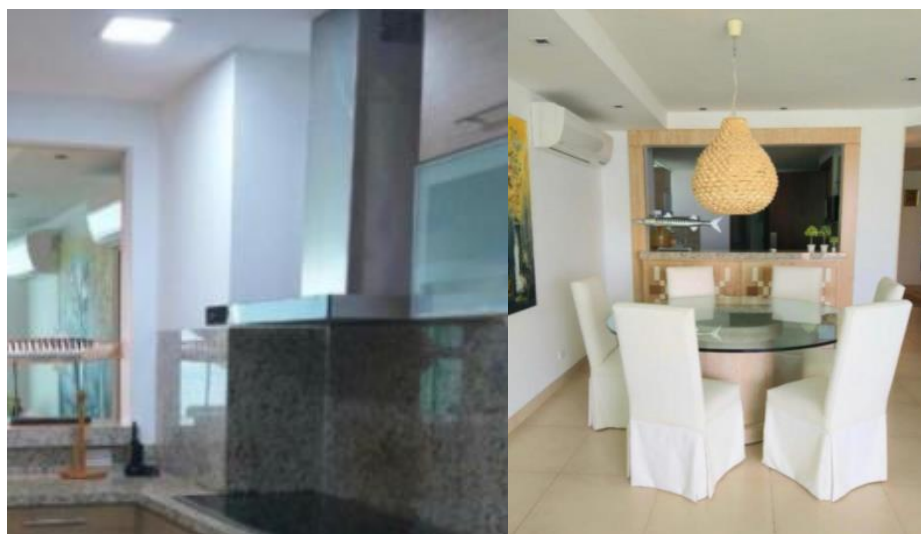
Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1		6		6
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
				Sumatoria	34.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 181

Sistema de columnas y cielo falso



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

Clasificación A en sistema estructural debido a la inspección visual externa se trata de una construcción conformada por vigas ligeramente descolgadas, losas alivianadas de altura 45 cm, columnas cuadradas de secciones y posible muros de cortes en la parte central del edificio, buena calidad de su sistema resistente con valoración 2 ya que en la fase de construcción no se puede observar hormigueros ni aceros expuestos a la intemperie, valoración de 2 en conexión de elementos críticos ya que mediante la imagen se puede observar que aparentemente si llegan 4 vigas a un nudo interior, no hay

elementos de baja ductilidad como vigas y columnas cortas que puedan provocar problemas clasificándolo de tipo A, sin embargo, por seguridad se le dio un puntaje de 3, no posee elementos no estructurales tales como ventiladores o antenas de comunicaciones colocados de manera peligrosa que pueda afectar al usuario en el instante que esto colapse valorándolo con 2 en clase A, valoración de 3 en estado de conservación ya que al ser una estructura construido cuyo funcionamiento es alrededor de 6 años aún no se puede visualizar con exactitud fallas o humedades en paredes y cielos rasos.

Figura 182

Muro de corte



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

Dentro de la resistencia convencional se lo clasifico como tipo A ya que la relación H/T es mayor a 30, posición y cimentación del edificio en clase B ya que se encuentra construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15%. Regular tanto en planta como en elevación con entrantes y salientes no muy considerables por este tipo de configuración se asignó puntuaciones de 3 y 5 de valoración dentro de la clase A. Tiene

problemas por pisos blando al ser la planta baja distintas a los demás pisos lo que provoca cambios en las rigideces de cada nivel uno respecto a otro y aparentemente no presenta problemas por edificio abierto ya que cuenta con espacios y no se encuentra adosada entre las dos estructuras. Edificio a pesar de ser nuevo en este entonces durante el sismo del 2016 no ha recibido ningún tipo de reforzamiento y no se ha presentado fisuras de ningún tipo ni en mamposterías ni en elementos estructurales principales clasificándolo como tipo A con valoración de 5 por no ser nueva completamente.

Dentro de la calificación de vulnerabilidad ante tsunamis el edificio es paralelo al flujo de las olas lo que minimiza los efectos potenciales de carga en tsunamis colocándole 0 de valoración en clase A. Asimismo, también se le calificó con 0 en el parámetro de puntos peligrosos al estar lejos de los depósitos de combustibles, contenedores y puertos. La altura del edificio es superior al 130% de la altura máxima de inundación clasificándolo de tipo A con puntuación 0, en cambio para el sistema estructural se le dio una puntuación de 3 por estar conformado por marcos de hormigón armado resistentes a momentos y muros de corte. Accesos y escaleras tipo B con 8 de ponderación ya que la capacidad máxima en entrada y escalera con continuidad vertical es de 3 o 4 personas a la vez, ubicación con respecto a calles y avenidas con 6 de calificación por encontrarse en calles y avenidas con baja circulación vehicular. Sistema de cimentación valorado con 6 puntos y sistema de suelo valorado con 0 ya que no posee un subsuelo que podrá generar efectos de flotabilidad. Año de construcción entre 6 y 15 años entrando en clasificación de tipo B con valoración de 6.

Edificio Hotel Suites Salinas

El hotel se encuentra ubicado en la calle José Estrella y General Enríquez Gallo, el año de construcción fue en 1995, tiene una altura total de 22.10 m, la altura de la planta

baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.50 m y altura de entresijos de 3.10 m. La construcción está conformada por 7 pisos y sin subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 370 m² destinada como hotel.

Figura 183

Edificio Hotel Suites Salinas



Tabla 148

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Suites Salinas

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Organización del Sistema Resistente	1.00		6		6
2 Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3 Resistencia Convencional	1.00		11		11
4 Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5 Losas	1.00		3		3
6 Configuración en Planta	1.00	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.50
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
					Sumatoria	40

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 149

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Suites

Salinas

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Sistema de Cimentación	0.5	6			3
8	Año de Construcción	1	12			12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
Sumatoria					37.8	

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 184

Acceso amplio y elementos que se pueden caer



Para su evaluación se asumió que está conformado por vigas ligeramente descolgadas y columnas de dimensiones que parecen ser las apropiadas dándole 6 de calificación en la organización de su sistema resistente y 2 en la calidad del mismo ya que, aunque no se observó zonas de hormigueros o aceros con óxido no es posible

asegurar si la resistencia del hormigón es superior a los 24MPa. 11 en su resistencia convencional al estar la relación H/T entre 15 y 30, 2 en su posición y cimentación al encontrarse en un suelo tipo D con un declive menor al 15% y 2 en la conexión de elementos críticos con el fin de guardar un criterio conservador de evaluación.

Regular en planta sin problemas por edificio abierto sin protuberancias excesivas con calificación de 0 y 4 en su configuración en elevación al tener diferencia entre las alturas de la planta baja y los pisos superiores que generan diferencias de rigidez entre cada nivel. 3 en elementos de baja ductilidad ya que no se visualizó problemas por columnas cortas, pero se guardó un criterio de seguridad al momento de su evaluación en caso de existir alguna ya que no se tuvo acceso a sus instalaciones.

Tiene ventiladores y antenas de TV colocados en su fachada por lo que se le dio 10 de calificación en la presencia de elementos no estructurales, 0 en su estado de conservación al no existir humedades ni zonas mal pintadas. En cuanto al último criterio de evaluación con la metodología italiana obtuvo 7 puntos ya que no existe fisuras en mamposterías o elementos estructurales, pero se trata de una construcción relativamente antigua que no ha recibido ningún tipo de reforzamiento y se desconoce si ha sufrido algún daño alguno por la influencia de sismos anteriores.

Paralelo al flujo de las olas con 0 de ponderación y 6 en sus accesos y 8 en sus escaleras al considerarse con una capacidad insuficiente para evacuaciones de emergencia. Alejado de puntos peligrosos y calles o avenidas con alto flujo de circulación vehicular y peatonal por lo que se le colocó dentro de la categoría B con 6 puntos. 3 en su sistema estructural al estar conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos sin muros de corte, sistema de cimentación aparentemente mediante vigas con 6 de valoración. En lo que respecta a su sistema de suelo al no encontrarse la existencia de un subsuelo que pueda aumentar el aire encerrado y provocar efectos de

flotabilidad por posibles empujes del agua se le dio 0 de calificación. 12 en su año de construcción al tratarse de una estructura con 26 años de operatividad y 0 en la altura del edificio debido a que cuenta con una elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación.

Edificio Duquesa del Mar

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y José Estrella, el año de construcción fue en 1991, tiene una altura total de 42.10 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 13 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 400 m² de tipo residencial para 24 familias.

Figura 185

Edificio Duquesa del Mar



Tabla 150

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Duquesa del Mar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	1			0.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	0			0
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria						27

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 151

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Duquesa del Mar

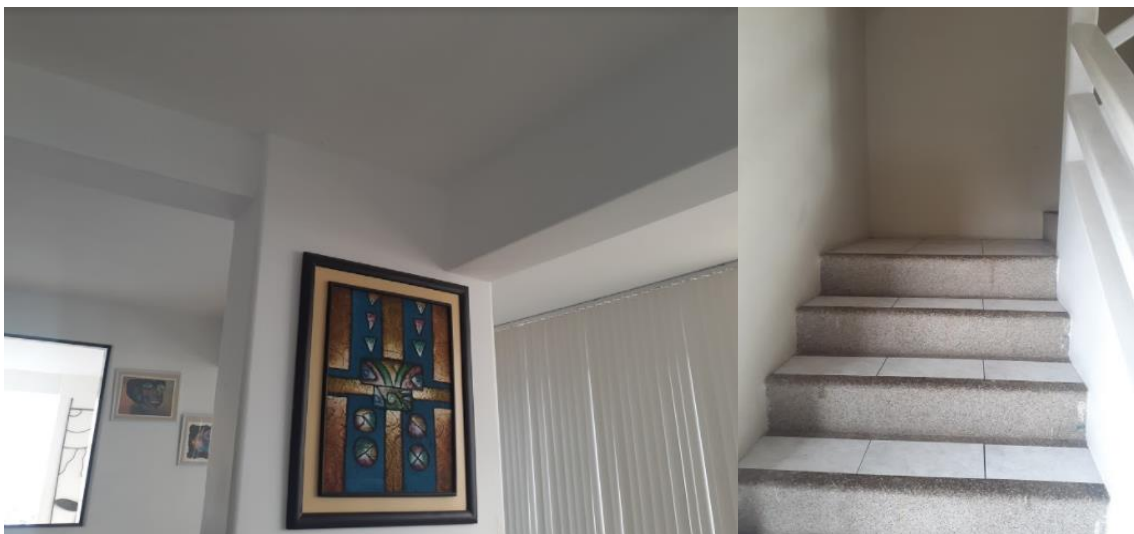
	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	6			7.2

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	0			0
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	42.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 186

Conexión columna viga y escaleras



El sistema estructural de este edificio cuenta con muros de corte de aproximadamente 1.20 m x 0.3 m, columnas de grandes secciones y vigas descolgadas de peralte considerable, por esto se le asignó una calificación de 0 en la organización de su sistema mientras que en su calidad, a pesar de no presentar zonas de hormigueros, hierros con oxido, mampostería de mala calidad o juntas mal selladas se le dio 1 de calificación ya que se desconoce si la resistencia del hormigón es superior a los 24 MPa aunque se podría asumir que si al no encontrar fisuras de ningún tipo. Se le valoró con 1 también en el parámetro de losas debido a que se desconoce si la altura de la loseta de compresión es superior a 10 cm.

Dos en su configuración en planta ya que no tiene problemas por edificio abierto al estar alejado de otras estructuras, pero si pequeñas protuberancias en su geometría que no representarían mayor riesgo. En la conexión de elementos críticos y de baja ductilidad se le pondero con 0 dentro de la clase A al no encontrarse ninguno de estos criterios durante la inspección realizada. En el último parámetro de la metodología italiana usada para calificar a la estructura frente a sismos se le dio un valor de 7, no porque presentara fisuras en mamposterías o elementos estructurales sino porque se trata de una estructura relativamente antigua con 30 años de funcionalidad.

En lo que se refiere a la metodología FEMA para su evaluación frente a tsunamis obtuvo 6 en los siguientes criterios; orientación (perpendicular a la influencia del flujo de las olas), accesos tanto principales como escaleras internas (capacidad en promedio de 3 personas a la vez) y sistema de cimentación. Obtuvo 0 en los siguientes parámetros: altura, ya que su altura supera el 130% de la altura máxima de inundación, en su sistema estructural al poseer marcos resistentes a momentos y muros de corte, puntos peligrosos al estar alejado de ellos y en su sistema de suelo al no tener subsuelo lo que garantiza que no experimentará efectos de flotabilidad en caso de inundaciones. Sin embargo, obtuvo 12 en calles y avenidas y en su año de construcción al estar ubicado en una de las avenidas principales de la ciudad con gran carga vehicular y peatonal y por tratarse de una estructura con considerables años de vida útil.

Edificio Albacora

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y José Estrella, el año de construcción fue en 1990, tiene una altura total de 26.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.60 m y altura de entrepisos de 2.90 m, tomando en consideración que la sección lateral izquierda de la construcción hasta el séptimo piso presenta un desfase con respecto al lateral derecho de la estructura encontrándose sus losas al mismo nivel en el piso 8. La construcción está conformada por 9 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 160 m² de tipo residencial.

Figura 187

Edificio Albacora

**Tabla 152**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Albacora

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00			12	12
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50			12	6
3	Resistencia Convencional	1.00			22	22
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria					76.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 153

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Albacora

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2			12	14.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		9		10.8
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					49.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 188

Grietas y humedad del edificio



Las vigas de la estructura se encuentran perdidas en la losa ya que son vigas banda, sus columnas son de dimensiones medianamente adecuadas, no se la ve rígida pero tampoco flexible por esto se le dio una ponderación de 12 en la categoría C al igual que en lo que respecta a la calidad del sistema resistente debido a que existe una zona en la losa de la entrada que se encuentra con el acero visto y oxidado.

En su resistencia convencional obtuvo 22 de calificación también dentro del tipo C debido a que su relación H/T es superior a 30. Seis en lo que se refiere a las losas al tener vigas perdidas sobre las columnas lo que no garantiza una buena rigidez de la misma. Cero en su configuración en planta al ser totalmente regular, por no tener

irregularidades en planta y por no presentar elementos no estructurales que puedan caer. 2 en elementos de baja ductilidad ya que no se observó columnas cortas ni conexiones inapropiadas.

En su estado de conservación se le valoro con 10 de calificación ya que existen zonas que presenta humedad y pintura desprendida que a recibido poca atención en su cuidado. Se observaron pequeñas fisuras en su mampostería y en lo que respecta a sus accesos son insuficientes al permitir el acceso simultáneo de solo una persona a la vez, esto representa una desventaja ya que el edificio se ubica en una zona de alta circulación de pobladores y de vehículos dándole una valoración de 12 en este caso al igual que en su año de construcción al tener 30 años de operatividad.

Edificio Hotel Blue Bay

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Armando López, el año de construcción fue en el 2001, tiene una altura total de 41.80 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 13 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 450 m² destinada como hostería.

Figura 189

Edificio Hotel Blue Bay



Tabla 154

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Blue Bay

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	1			0.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00	4			4
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	1			1
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	2			2
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria					39

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 155

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Blue Bay

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	3			1.5
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1		2		2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					44.9

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 190

Cielo falso y volados



El edificio cuenta con elementos estructurales óptimos como: columnas gruesas, vigas descolgadas, losas alivianadas, no posee zonas de hormiguero y se ve un hormigón de muy buena calidad entrando en una clasificación de tipo A. La posición del edificio y cimentación tiene una valoración de 11 en la clase B ya que se encuentra cimentado en un perfil de suelo D con un declive menor al 15%. Configuración en planta y elevación tipo A con valoraciones de 4 y 5 ya que no son completamente regulares y en elevación tiene unos ligeros volados en toda su elevación con efecto de piso blando en la plata baja. Conexión de elementos críticos tipo A con valoración de 2 ya que aparentemente todas las vigas llegan a la columna, no se pudo visualizar problemas de columna ni viga corta

motivo por el cual se dio una valoración de 1 en elementos de baja ductilidad. Valoración de 2 en estado de conservación ya que no se presentó humedades considerables dentro del edificio a nivel de paredes o cielo raso más solo en la parte exterior por efectos de la lluvia. Estructura no reforzada, pero cuenta con pequeñas fisuras a nivel de mampostería clasificándolo en el tipo B.

Figura 191

Acceso principal con puerta magnética



Respecto a la orientación del edificio el lado más largo es paralelo al flujo del tsunami entrando en la clasificación tipo A con valoración 0. Cuenta con acceso de entrada para 4 personas a la vez clasificándolo en tipo B, en cambio en accesos internos como son las escaleras de dio una valoración de 6 ya que es de continuidad vertical con dimensiones máximo de 3 personas a la vez.

La edificación se encuentra alejada de puntos peligrosos como depósitos de combustibles, pero si encuentra cerca de un mirador turístico que no es tan significativo, pero puede llegar a comprometer a la estructura motivo por el cual se le dio una valoración de 3. Calles y avenidas de tipo C debido a que la circulación dentro del perímetro es alta y sistema de cimentación con valoración de 6 porque se presume que está diseñado con vigas de cimentación.

Edificio Alamar

El edificio Alamar se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Armando López, el año de construcción fue aproximadamente en el 2012, tiene una altura total de 70.00 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 21 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 780 m² de uso residencial.

Figura 192

Edificio Alamar



Tabla 156

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Alamar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	4			4
7	Configuración en Elevación	1.00	7			7
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	0			0
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	5			5
Sumatoria						26.50

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 157

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Alamar

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2	4			4.8
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5		6		3
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1		6		6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	35.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 193

Acceso principal sobre nivel del suelo



Conformado por vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas que aparentan tener gran rigidez motivo por el cual se le asignó una calificación de 0 dentro del tipo A en lo referente a su organización del sisma resistente. De igual manera, obtuvo una calificación de clase A en la calidad del sistema resistente ya que no se observó hormigueros o aceros oxidados expuestos a la intemperie, sin embargo, al desconocer la capacidad de resistencia del hormigón usado en su construcción se le dio una calificación de 2 como rango de seguridad. Existen elementos no estructurales en sus exteriores, pero se consideró que su caída no provocaría grandes daños y en general su conservación está en muy buenas condiciones clasificando en el tipo A.

No existen fisuras en ningún tipo de elementos tanto estructurales (vigas – columnas) como no estructurales (mamposterías), sin embargo, al no tener la certeza de si tras el sismo de Pedernales en el 2016 la estructura sufrió daños o fue reforzada de alguna manera se le asignó una calificación de 5 como rango de seguridad en la evaluación realizada. Hay que tener presente que la construcción tiene problemas con elementos de baja ductilidad (columnas) ya que es evidente que los ventanales llegan hasta la columna sin existir un espaciamiento entre los dos elementos que garanticen que la columna trabaje al 100% de su capacidad, es precisamente en estos puntos donde se presentarían problemas estructurales considerables, por ello se le clasifico como tipo B con una puntuación de 6.

Tipo A en referencia a su orientación debido a que es paralela a la acción del flujo de las olas lo que garantiza un buen comportamiento frente a tsunamis. Sus accesos son de tipo A con 4 de calificación al ser lo suficientemente amplios para poder albergar hasta a 5 personas la vez, pero su ubicación no es el más adecuado ya que está muy por sobre el nivel de la calle (aproximadamente 2.50 m) lo que podría provocar accidentes al ingreso en caso de ser usado como lugar de evacuación de emergencia, sus escaleras se le

clasificó de tipo B ya que no fue permitido su ingreso y se mantuvo un rango de seguridad en su calificación debido a esto. Se le asignó una valoración de 4 en su configuración en planta porque su geometría es muy irregular con voladizos arquitectónicos que podrían romperse en caso de presentarse sismos además de no tener problemas de edificio abierto al estar separado de otras construcciones que en caso de estar adosadas podría generarse golpeteo entre ellas.

Finalmente, una puntuación de 12 en su ubicación al estar en la avenida con más alta circulación de la ciudad. Es importante señalar que aproximadamente a unos 120 m existe la construcción de un mirador artificial turístico que en caso de un tsunami podría desprenderse y golpear fuertemente a la estructura generando grandes daños, por esto en la existencia de puntos peligrosos se le calificó con 6 dentro de la categoría B.

Edificio Girasol

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Armando López, el año de construcción fue en el 1995, tiene una altura total de 40.30 m, la altura de la planta baja es igual a los pisos superiores con un promedio de 3.10 m. La construcción está conformada por 13 pisos y un subsuelo de altura de 2.70 m. El área de construcción es de aproximadamente 320 m² de tipo residencial.

Figura 194

Edificio Girasol

**Tabla 158**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Girasol

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	1			1
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		8		8
10	Elementos no Estructurales	0.25	2			0.5

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	6			6
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria 48

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 159

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Girasol

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		10		12
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	4			2
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1		6		6

Parámetro	Wi			Clase			Total:
	A	B	C	A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria							53.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 195

Columna y Viga parte interna



Edificio de clasificación A en organización y calidad de sistema resistente ya que los elementos principales de la estructura como columnas, vigas y losas aparentemente fueron diseñados con hormigón armado de buena calidad. Clasificación tipo B para la resistencia convencional y posición del edificio ya que la relación altura/periodo se encuentra dentro del rango de 15 y 30 y la estructura se halla en un perfil de suelo D. Mediante el análisis visual se tiene sospecha que cuenta con viga corta pero que no es tan crítico por lo que se le clasifico de tipo B con 8 puntos. Configuración en planta con 1 punto al ser casi completamente regular y 2 puntos en su configuración en elevación debido a que las alturas de todos los niveles aparentemente son iguales sin entradas y

salientes significativos. Presenta muy pocos elementos no estructurales, pero se estima que la caída de estos no provocaría daños significativos.

Figura 196

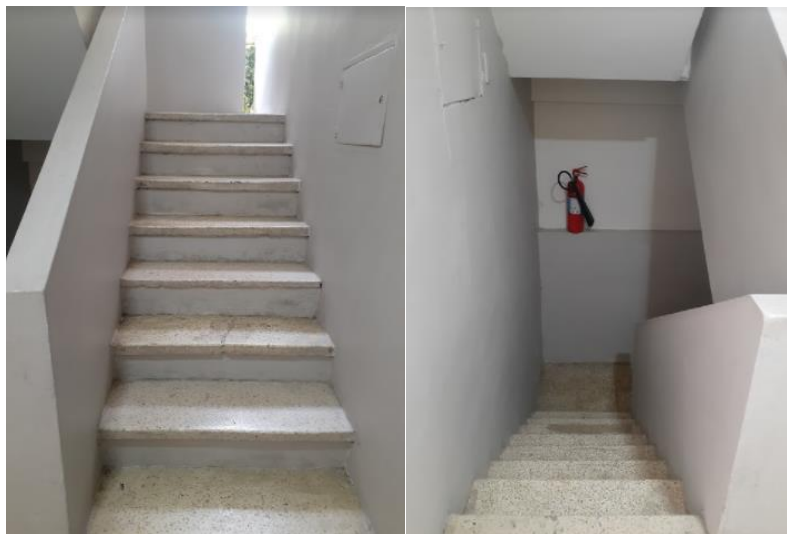
Pasillo de la entrada principal



La conservación interna del edificio se encuentra en buenas condiciones, aunque externamente si hay sospechas que tiene zonas con humedad por lo que se le dio una puntuación de 6. No presenta fisuras a nivel de mampostería ni estructural por esto se le clasificó en el tipo B con una puntuación de 11.

Figura 197

Escaleras con continuidad vertical



De acuerdo a lo que establece la FEMA en la orientación del edificio obtuvo una valoración de 0 ya que su posición es paralela al flujo de las olas como lo recomienda la norma. Valoración de 8 y 10 en sus accesos (entrada principal y escaleras internas) porque no se encuentran a nivel de la calle y solo posee una capacidad máxima para 2 y 3 personas a la vez. Se encuentra alejada de puntos peligrosos como depósitos de combustibles, pero si se encuentra cerca de un mirador turístico que, aunque no representa grandes riesgos, es necesario considerarlo porque pudiera comprometer a la estructura en caso de eventos de riesgo natural como los tsunamis dándole una valoración de 4. Calles y avenidas de tipo C debido a que la circulación dentro del perímetro es alta con espacios destinados a parqueaderos. La altura del edificio es superior al 130% de la altura máxima de inundación frente a la acción de olas y el sistema de suelo es de tipo B.

Edificio Hotel Malecón

Edificio construido en el año 2011 y encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Lupericio Bazán Malavu, tiene una altura total de 23.60 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.60 m y altura de entrepisos de 2.90

m. La construcción está conformada por 8 pisos y un subsuelo de altura de 2.60 m. El área de construcción es de aproximadamente 490 m² destinada a su uso como hostería.

Figura 198

Edificio Hotel Malecón



Tabla 160

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Hotel Malecón

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	1			0.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	2			2
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	3			3
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	33.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 161

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Hotel Malecón

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Sistema de Cimentación	0.5	6			3
8	Año de Construcción	1	6			6
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	7			7
					Sumatoria	41.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 199

Conexión columna viga y cielo falso



Edificio con clase A en organización y calidad del sistema resistente ya que posee columnas gruesas y vigas descolgadas que aparentan tener gran rigidez, losas bidireccionales de 45 cm de altura con varillas corrugadas, resistencia convencional de clase B ya que la relación H/T es de 27 aproximadamente. Nudos internos aparentemente diseñados con la confluencia de 4 vigas centradas en un mismo punto por lo que se le

dio una calificación de 0 en la clase A. Regular en planta y elevación sin protuberancias excesivas colocándose puntuación de 2 en la clase A. Cuenta con un buen estado de conservación, no posee elementos estructurales que puedan caerse y la estructura no a sido reforzada a nivel de mampostería ni estructural hasta la presente fecha.

Figura 200

Acceso principal de vidrio



De acuerdo a la orientación el impacto que producirá la ola es baja entrando en la clasificación A ya que el lado largo del edificio es paralelo al flujo del tsunami. Cuenta con accesos de entradas y escaleras tipo B ya que solo posee una capacidad máxima para 3 o 4 personas a la vez y no se encuentra a nivel del piso. La estructura se encuentra alejado de puntos peligrosos tales como depósitos de combustibles y puertos a una distancia mayor a 200 metros y se encuentra en vías de alta circulación vehicular con espacios destinados a parqueaderos dándole así valoraciones de 0 y 12 respectivamente. Cuenta con una altura en elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación clasificándolo como tipo A contando con un sistema de suelo de clasificación tipo B.

Edificio Corbeta

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Lupericio Bazán Malavu, el año de construcción fue en 1972, tiene una altura total de 36.30 m, la altura de la planta baja es

aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.30 m. La construcción está conformada por 11 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 180 m² de uso residencial.

Figura 201

Edificio Corbeta



Tabla 162

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Corbeta

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	6			6
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		3		3
6	Configuración en Planta	1.00			12	12

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Configuración en Elevación	1.00	0			0
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
					Sumatoria	71.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 163

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Corbeta

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 202

Humedad en losa y elementos no estructurales



Por medio de la evaluación externa realizada a la estructura es posible afirmar que se trata de una construcción con orientación paralela al flujo de las olas en caso de presentarse un tsunami, regular en planta con problemas de edificio abierto al estar adosado a la estructura aledaña a este lo que, en caso de presentarse un evento sísmico, se generarán efectos de golpeteo entre estructuras tomando en consideración que las losas de las dos estructuras están a niveles diferentes lo que incrementa aún más el riesgo de daño por ello se le clasifico como una estructura de tipo C con 12 de calificación,

regular en elevación sin protuberancias excesivas con alturas de entepiso aparentemente iguales por lo que supuestamente no traería consigo problemas por pisos blando. Está formado por marcos de hormigón resistentes a momentos asumiendo una conformación mediante vigas ligeramente descolgadas y columnas de secciones adecuadas sin muros de corte. No se visualizó elementos de baja ductilidad como columnas o vigas cortas que pueden provocar problemas, pero se le dio una calificación de 3 con el objetivo de guardar una evaluación más conservadora al no ser permitido su ingreso para una mejor visualización.

Existen grietas a nivel mamposterías y losas en varias partes de la estructura, además, sus conexiones viga columna se calificó asumiendo que fueron construidas siguiendo la normativa correspondiente. Todos los parámetros mencionados con anterioridad, fueron evaluados tomando en consideración un rango de seguridad en cada categoría ya que no fue permitido su ingreso a las instalaciones. En lo que respecta a su resistencia convencional evaluada con 11 de calificación es debido a que la relación entre la altura total del edificio y su periodo es igual a 30 entrando en la categoría B por este motivo.

Su estado de conservación externamente está parcialmente en buenas condiciones observándose zonas humedades y pintura desprendida. No se observaron zonas de hormigueros ni aceros oxidados por lo que hace suponer que el hormigón usado fue de buena calidad y este cimentado sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15%.

En cuanto a la evaluación usando la FEMA, se tomó igualmente valores conservadores tanto en lo referente a los accesos y escaleras internas al desconocer su configuración y capacidad de usuarios en caso de requerirse evacuaciones verticales de emergencia. Está ubicado en una avenida con alta circulación vehicular y peatonal y

alejado de puntos peligrosos como gasolineras o depósitos de gas que puedan representar algún tipo de peligro. Tiene 49 años de funcionamiento por lo que se le colocó como una estructura de tipo C, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación y no tiene problemas de flotabilidad debido a que no tiene subsuelos donde el agua pueda ingresar y provocar empujes peligrosos a la estructura.

Edificio Las Palmeras

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón, Salinas, el año de construcción fue en 1990, tiene una altura total de 33.50 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.50 m y altura de entresijos de 3.00 m. La construcción está conformada por 11 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 240 m² de tipo residencial.

Figura 203

Edificio Las Palmeras



Tabla 164

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Las Palmeras

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00		6		6
7	Configuración en Elevación	1.00	3			3
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00		15		15
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	56.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 165

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Las Palmeras

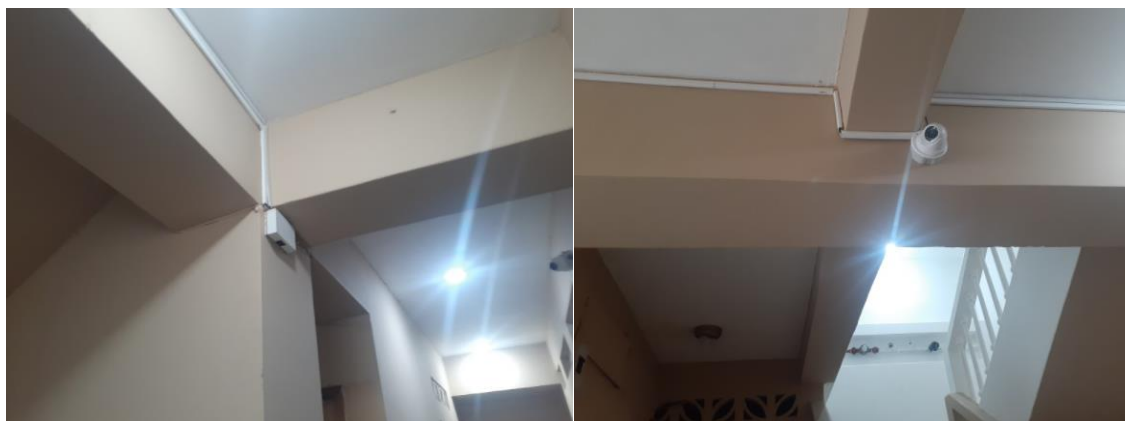
	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
2	Accesos: Entrada	1.2		9		10.8
3	Accesos: Escaleras	1.2		10		12
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	4			4
					Sumatoria	50.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 204

Sistema resistente



Estructura conformada por vigas descolgadas y columnas de secciones apropiadas que aparentan tener gran rigidez motivo por el cual se le clasificó como tipo A con valoración de 2 dentro de la organización del sisma resistente. Calificación de 2 en calidad del sistema resistente ya que no se observó hormigueros o aceros oxidados expuestos a la intemperie. Valoración de 11 y 2 en resistencia convencional y posición del edificio ya que la relación de H/T es de clasificación tipo B, así mismo la estructura se halla en un perfil de suelo D con declive menor al 15%.

Figura 205

Humedad en elementos estructurales



Regular en planta y en elevación, pero con sospecha de edificio abierto y piso blando con una geometría rectangular con entrantes y salientes no tan representativas dándole valoraciones de 6 y 3 respectivamente. Estado de conservación no tan adecuado ya que en la parte exterior de la estructura se ve la existencia de humedades, zonas mal pintadas o puertas con problemas de abatimientos para ingresos y salidas de los usuarios obteniendo así una calificación tipo B con valoración de 15.

Figura 206*Sistema de escaleras y entrada principal*

Acceso principal con ponderación de 9 debido a que tiene una mediana capacidad de ingreso y no está al nivel del piso al existir un bloque de escaleras para ingresar al predio, los accesos a escaleras son de tipo B con valoración de 10 ya que no son lo suficientemente amplios para realizar una evacuación vertical. Paralelo al flujo de la ola lo que representa un buen comportamiento frente a efectos de tsunamis por lo que se le asignó una categoría de tipo A. En otros aspectos, su ubicación no tiene ningún punto peligroso cerca, se encuentra en calles y avenidas de alto flujo vehicular y tiene una altura de edificio superior al 130% de la altura máxima de inundación más la altura de un piso. Aparentemente no tiene subsuelos lo que garantizaría la seguridad frente a efectos de flotabilidad.

Edificio La Goleta

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón, Salinas, el año de construcción fue en 1971, tiene una altura total de 27.00 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.00 m y altura de entresijos también de

3.00 m. La construcción está conformada por 9 pisos y no cuenta con subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 230 m² de tipo residencial.

Figura 207

Edificio La Goleta



Tabla 166

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio La Goleta

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	2			2
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	1			0.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	1			1
6	Configuración en Planta	1.00		8		8
7	Configuración en Elevación	1.00	6			6

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00			12	12
10	Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5
11	Estado de Conservación	1.00		10		10
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		15		15
Sumatoria						69.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 167

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio La Goleta

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		7		8.4
3	Accesos: Escaleras	1.2		9		10.8
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	3			3
				Sumatoria	46.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 208

Viga corta



Organización y calidad resistente del sistema de tipo A con valoraciones de 2 y 1 ya que aparentemente sus columnas, vigas y losas poseen un hormigón de buena calidad. Conexión viga columna aparentemente adecuada ponderándole con 2 dentro del tipo A. En cuanto a su configuración en planta se le valoró con 8 ya que uno de sus lados se encuentra cerca de la construcción de lado generando una sospecha de edificio abierto, criterio que es muy importante en este análisis por efectos de golpeteo entre estructuras. No posee inconvenientes por piso blando al ser todos sus niveles de la

misma altura y la rigidez de los pisos inferiores aparentan ser más fuertes que los pisos superiores. A simple vista presenta problemas de viga corta pero no columna corta valorándolo en la clase C con puntuación de 12.

Figura 209

Problemas de humedad y estado de conservación



La edificación a simple vista presenta humedad en techos y balcones así también como ciertas fisuras en mamposterías de la terraza, su estado de conservación es de tipo B con valoración 10 ya que la estructura está sin mantenimiento. Estructura no reforzada, pero cuenta con fisuras a nivel estructural y no estructural encontrándose así en la clase B con 15 puntos.

Figura 210

Acceso principal y escaleras



Calificación de 0 en su orientación al ser paralelo al flujo de las olas, 7 y 9 en sus accesos de entradas y escaleras ya que es de mediana capacidad con un máximo de 2 a 3 personas a la vez, 12 en su ubicación por hallarse en la avenida Malecón, avenida con alta circulación vehicular con espacios destinados a parqueaderos y clasificación tipo C en el año de construcción del edificio. Presenta altura elevación superior al 130% de la altura máxima de inundación clasificado como tipo A y se encuentra en un sistema de suelo de clasificación A al igual que el sistema estructural por tener aparentes marcos resistentes a momentos de hormigón armado.

Edificio Las Canarias

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón, Salinas, el año de construcción fue en 1989, tiene una altura total de 36.8 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.80 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 11 pisos y no tiene subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 180 m² de tipo residencial.

Figura 211

Edificio Las Canarias



Tabla 168

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Las Canarias

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00			6	6
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25			10	2.5

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
11 Estado de Conservación	1.00		10		10
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
Sumatoria					56.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 169

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Las Canarias

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2			12	14.4
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
		A	B	C	
				Sumatoria	45.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 212

Conexión de elementos



El edificio cuenta con un sistema estructural aparentemente rígido en su configuración. Dos de calificación en la calidad de su sistema resistente por no conocer exactamente la resistencia del hormigón a pesar de no presentar hormigueros o hierros oxidados. Se le asignó 2 de calificación también en su posición y cimentación debido a que la estructura se encuentra en un suelo tipo D con un declive menor al 15%. En el parámetro de losas se le clasificó como tipo C con 6 puntos debido a que la relación entre el lado largo al lado corto de la losa es mayor a 2. No tiene problemas por edificio abierto

ya que las edificaciones vecinas no están adosadas en sus laterales dándole 3 puntos y 5 puntos en su configuración en elevación.

Obtuvo 6 puntos en existencia de elementos no estructurales ya que además de ventilados existen antenas de TV cable ubicados a lo alto de todo el edificio en sus laterales, estos pueden caer peligrosamente y causar graves daños a las otras estructuras tomando en consideración que estas son de menor altura y cuyas ocupaciones son de uso comercial (una de ellas es usada como restaurante). 10 en su estado de conservación debido a que si presenta zonas húmedas y pintura en mal estado además de grietas en el antepecho de la terraza.

Entrando a la evaluación por tsunami, su posicionamiento es el adecuado como lo establece la norma ya que es paralelo al flujo de las olas, motivo por el cual entro en la categoría A. 12 en su acceso principal al tener una capacidad insuficiente de ingreso y 6 en escaleras ya que son medianamente adecuadas. Alejado de puntos peligrosos y cercano a calles muy transitadas. Su sistema estructural al no contar con muros estructurales y por estar conformado solo por marcos de hormigón resistentes a momentos fue ponderado con 3. Cumple la altura máxima de inundación superior al 130% y al ser una estructura con más de 30 años de funcionalidad entro en la categoría C con 12 puntos de calificación.

Edificio El Conquistador

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y José Estrella, el año de construcción fue aproximadamente en 1985, tiene una altura total de 45.3 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.70 m y altura de entresijos de 3.20 m. La construcción está conformada por 15 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 590 m² de uso residencial.

Figura 213*Edificio El Conquistador***Tabla 170***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Conquistador*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Elementos no Estructurales	0.25		6		1.5
11 Estado de Conservación	1.00	3			3
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
				Sumatoria	41.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 171

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Conquistador

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
Sumatoria					40.8

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 214

Conexión de elementos



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

Para realizar el análisis del edificio mediante la metodología italiana se tomó como consideración calificaciones con un rango de seguridad ya que el ingreso a las instalaciones no fue permitido y se la procedió a evaluar realizando una inspección visual externa.

Clase A con valoración de 0 en la organización y calidad de su sistema resistente al considerar que las vigas que lo conforman son descolgadas, sus columnas aparentemente tienen secciones apropiadas que las hace ver rígidas y no se notó zonas de hormigeros o varillas oxidados. Clase B con valoración de 2 lo que respecta a su posición y cimentación por estar construido sobre un suelo tipo D con un declive menor

al 15%. Es una estructura que no tiene problemas de edificio abierto separado de edificaciones vecinas, regular en planta sin protuberancias excesivas. Tiene problemas de piso blando al tener supuestamente sus alturas diferentes entre la planta baja y los pisos superiores con entrantes y salientes no tan considerables. Conexión de elementos críticos en clase A con valoración de 2 ya que no se pudo visualizar completamente los nudos por la colocación de cielos rasos falsos y por ello se puede asumir que si llegan 4 vigas al nudo interior. No se puede mencionar al 100% que no tenga elementos de baja ductilidad como columnas ni vigas cortas, por eso se le dio una valoración de 3 en clase A como un criterio más conservador. No posee elementos no estructurales colocados en sus fachadas que pueden generar inconvenientes o daños severos al usuario caso de su caída. Valoración de 3 en clase A en su estado de conservación ya que no se pudo evidenciar manchas de humedad lo que hace notar que, si tiene un mantenimiento cada cierto tiempo, no existen fisuras, pero se trata de una estructura relativamente antigua.

Figura 215

Conexión columna y viga



Figura 216

Acceso principal y volado



Dentro de la evaluación usando la FEMA a los accesos se lo valoró con 6 puntos y escaleras con 8 puntos considerando un rango de seguridad para la evaluación frente a tsunami ya que la máxima capacidad aparentemente es para 2 o 3 personas a la vez. La estructura es paralela al flujo de las olas lo que minimiza los efectos potenciales de carga en caso de tsunami, está conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos con altura de inundación superior al 130% sin problemas de flotabilidad al no existir subsuelos. Se encuentra lejos de sitios considerados peligrosos y su ubicación está en una avenida de mayor flujo vehicular y peatonal lo que lo hace vulnerable en caso de evacuaciones de emergencia ubicándose en la categoría C. Ubicación en la clase C en lo que respecta a su año de construcción ya que tiene más de 15 años desde su construcción hasta el presente año y altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación.

Edificio Balboa

El Edificio se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y José Estrella, el año de construcción fue aproximadamente en 1995, tiene una altura total de 39.50 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.50 m y altura

de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 13 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 220 m² de uso residencial.

Figura 217

Edificio Balboa



Tabla 172

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Balboa

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00			20	20
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
					Sumatoria	67

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 173

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Balboa

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 218

Sistema de columna y viga



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

La estructura en su organización y calidad del sistema resistente se encuentra en clasificación A ya que cuenta con elementos estructurales aparentemente óptimos como: columnas gruesas, vigas descolgadas, losas alivianadas aparentemente de 40 cm, no posee zonas de hormiguero y se ve un hormigón medianamente bueno entrando con valores de 3. La posición del edificio y cimentación tiene una valoración de 2 en la clase

B ya que se encuentra cimentado en un perfil de suelo D con un declive menor al 15%. Configuración en planta y elevación en clasificación A con valoraciones de 2 y 4 ya que la vista en planta es completamente regular como en elevación a excepción del último piso que tiene un ligero volado con efecto no tan considerable de piso blando en la planta baja. Conexión de elementos críticos de clase A con valoración de 2 ya que aparentemente los elementos vigas se conectan correctamente a la columna, no se pudo visualizar problemas de columna ni viga corta motivo por el cual se dio una valoración de 3 en elementos de baja ductilidad.

Figura 219

Humedad y fisuras



Valoración de 20 en clase C en estado de conservación ya que se pudo evidenciar humedades considerables fuera del edificio a nivel de paredes y losas. Estructura no reforzada, pero cuenta con pequeñas fisuras y daños a nivel de mampostería y losa de entre pisos clasificándolo en el tipo C con valoración de 22.

Figura 220

Acceso principal y escalera



La estructura tiene una orientación paralela al flujo del tsunami ya que el lado más largo del edificio se encuentra en el mismo sentido entrando en la clasificación tipo A con valoración de 0. El edificio cuenta con acceso de entrada para 2 o 3 personas a la vez clasificándolo en tipo B con valoración de 8, al igual que en accesos internos ya que tiene continuidad vertical con dimensiones máximo de 3 personas a la vez.

La edificación se encuentra alejada de puntos peligrosos como depósitos de combustibles y lejos del mirador turístico que se encuentra en la avenida malecón, no llegando a comprometer la estructura clasificándolo en tipo A con valoración de 0. Calles y avenidas de tipo C con valoración de 12 debido a que la circulación dentro del perímetro es alta con espacios destinados a parqueaderos y sistema de cimentación con valoración de 6 porque se presume que está diseñado con vigas de cimentación. Clase A con valoración de 0 en altura del edificio ya que la elevación es superior al 130% de la altura máxima de inundación más la altura de un piso.

Edificio Mar de Plata

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Jacinto Benítez Cruz, el año de construcción fue en 1995, tiene una altura total de 54.30 m, tiene 3 niveles para parqueaderos sobre el nivel del terreno con una altura aproximada de 3.80 m y la altura

de entrepiso de 3.30 m en promedio. La construcción está conformada por 16 pisos y no tiene subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 380 m² de tipo residencial.

Figura 221

Edificio Mar de Plata



Tabla 174

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Mar de Plata

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50			12	6
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	5			5

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
7	Configuración en Elevación	1.00			22	22
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00			20	20
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
					Sumatoria	86.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 175

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Mar de Plata

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 222

Sistema estructural tres primeras plantas



A pesar de que la estructura presenta un aparente sistema estructural rígido conformado por vigas descolgadas y columnas fuertes de tipo A se observa claramente que los elementos viga – columna no están debidamente centrados lo que hace suponer que no fueron diseñados siguiendo las correspondientes normativas vigentes a la época ponderándole con 2 en este criterio de evaluación. Debido a que presenta varillas

oxidadas expuestas a la intemperie la calidad del sistema resistente fue calificado con 12 recayendo en la categoría C. En su resistencia convencional obtuvo 0 puntos ya que la relación H/T es superior a 30. Se le valoro con 5 en su configuración en planta ya que, aunque no presenta problemas por edificio abierto si tiene irregularidades muy problemáticas observándose que las dos primeras plantas tienen la misma configuración pero la tercera es diferente y la cuarta hasta llegar al piso número 16 tiene una configuración tipo L, estos cambios bruscos en la geometría de la estructura genera que los centros de masa y de gravedad no coincidan y haya exceso de excentricidades lo que provocaría comportamientos torsionales muy peligrosos. En elevación también presenta problemas ya que su configuración es tipo pointer siendo la relación T/H equivalente a 0.80 recayendo en la categoría C con 22 puntos.

Presenta elementos de baja ductilidad, así como elementos no estructurales. Su estado de conservación es malo debido a que presenta varias zonas con humedad y grietas en vigas de los pisos inferiores además de humedades existentes también en ciertas partes de las columnas motivo por el cual es de tipo C con 20 puntos la equivalencia en su calificación y con 22 en el último criterio de la evaluación mediante la metodología italiana ya que tampoco ha recibido ningún tipo de reforzamiento.

Figura 223

Cielo falso



Paralelo al flujo de las olas como lo recomienda la FEMA para evaluaciones frente a tsunamis, accesos insuficientes con 8 puntos de valoración, cercano a calles con alto flujo vehicular y peatonal, no tiene problemas por efectos de flotabilidad ya que no existen subsuelos que pudieran generar este fenómeno, tampoco tiene muros de corte, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima y al ser una estructura antigua obtuvo 12 puntos dentro de la categoría C en lo que respecta a su año de construcción.

Edificio Kona Bay

Edificio que se encuentra ubicado entre Roberto Pazos Matamoros y Avenida Doctor Rafael Serrano López, su construcción aparentemente comenzó en el 2020 y en la actualidad sigue en proceso de construcción, tiene una altura total de 29.30 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 5.30 m y altura de entrepisos de 3.00 m. La construcción está conformada por 9 pisos y no posee subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 380 m² de tipo residencial

Figura 224

Edificio Kona Bay



Tabla 176

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Kona Bay

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	2			1
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	4			4
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	0			0
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	0			0
Sumatoria					29.5

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 177

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Kona Bay

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2	3			3.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1	0			0
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	2			2

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
				Sumatoria	24.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 225

Sistema resistente del edificio y etapa de construcción



Nota: Fase de construcción. Obtenido de: Google Earth

Edificio nuevo en fase de construcción con organización y calidad del sistema resistente de clase A ya que se pudo evidenciar columnas con secciones adecuadas, vigas descolgadas de gran peralte, losas alivianadas bidireccionales con casetones, mampostería de bloque, y posibles muros de corte, configuración en planta de clase A con valoraciones de 4 ya que posee volados un tanto significativos, configuración en elevación 5 de calificación debido a que presenta problemas por piso blando ya que la

altura aproximada de la planta baja se estima que es de 5.30 m lo que generaría cambios de rigidez entre los pisos.

Como el edificio aún no se encuentra terminado no se puede clasificar completamente el parámetro de elementos no estructurales dándole una valoración 0 en clase A al igual que en su estado de conservación. Conexiones de elementos críticos tipo A con valoración de 2 ya que todas las vigas llegan a la columna, pero se encuentran ligeramente desfasadas desde el centro del elemento. En cuanto a elementos de baja ductilidad se observa que las columnas de la planta están influenciadas por el soporte de la losa intermedia la que podría ocasionar problemas por el aumento de la fuerza cortante en la columna.

Figura 226

Acceso principal y estado de conservación



El edificio cuenta con una orientación paralela al flujo de la ola lo que representa que tendrá un buen comportamiento frente a efectos de tsunamis con valoración de 0. Accesos de entradas con ponderación de 3 para un máximo de 4 personas a la vez, escaleras en clase B con 8 puntos debido a que no fue permitido el ingreso a las

instalaciones para verificar su capacidad, puntuación de 0 en cuanto a su ubicación lejos de sitios peligrosos y puntaje de 6 en calles y avenidas al estar en un lugar de bajo flujo vehicular y peatonal con espacios destinados a parqueaderos. En sistema de cimentación también se le asignó una valoración de 6 y valoración de 0 en su año de construcción al tratarse de un edificio nuevo (2020) que al momento de su evaluación se encontraba en la fase de acabados.

Edificio Ventura

La estructura se encuentra ubicado en la Ave Eloy Alfaro y Roberto Pazos Matamoros, el año de construcción fue aproximadamente en 1990, tiene una altura total de 30.30 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 3.90 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 9 pisos sobre el nivel del suelo y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 190 m² de uso residencial.

Figura 227

Edificio Ventura



Tabla 178*Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Ventura*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	3			3
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		11		11
					Sumatoria	29

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 179*Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Ventura*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2		6		7.2
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	0			0
					Sumatoria	47.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 228

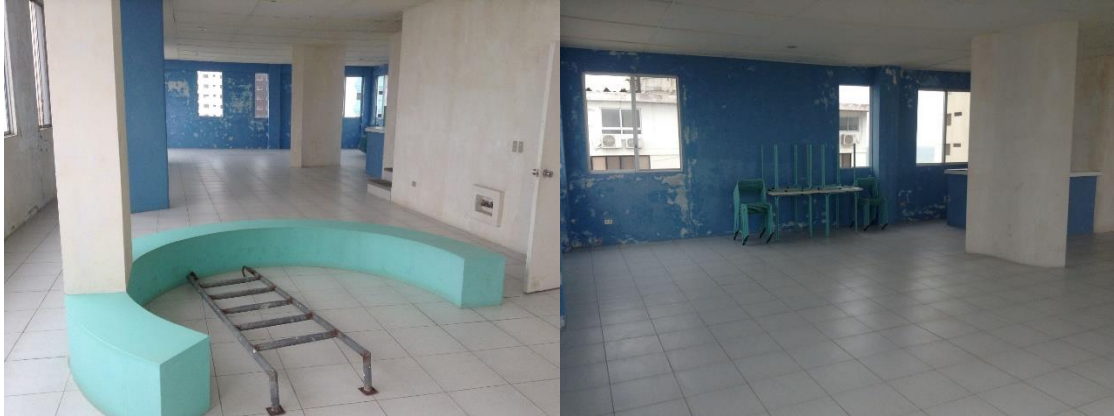
Conexiones de elementos



Clase A con valoración de 0 en organización y calidad del sistema resistente ya que la estructura está conformada por vigas descolgadas, columnas gruesas de secciones apropiadas sin presencia de hormigueros y hierros oxidados, resistencia del hormigón desconocido, pero se ve de muy buena calidad. Resistencia convencional en clase A con valoración de 0 ya que la relación altura total del edificio y periodo es igual a 30.60. Posición del edificio en clase B con valoración de 2 ya que se encuentra construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15%, losas construidas sobre vigas descolgadas clasificándola de tipo A con valoración de 0 ya que la abertura de su losa no supera el 30% del área total de la planta.

Figura 229

Columnas gruesas y etapa de construcción



Nota: Parte interior del edificio. Obtenido de: (Booking, s.f.).

La estructura es regular en planta sin problemas de edificio abierto clasificándolo como tipo A con valoración de 3 por sus pequeñas protuberancias, se encuentra separado de estructuras aledañas y mantiene su regularidad en elevación clasificándolo de tipo A con valoración de 4 ya que aparentemente tiene problemas por piso blando (la rigidez de los pisos inferiores es mayor que la rigidez de los pisos superiores). Valoración de 3 en elementos de baja ductilidad ya que se presume que tiene problemas de columnas cortas. No posee elementos no estructurales que puedan causar daños severos a la estructura como al usuario dándole así 4 de valoración en clase B. Estado de conservación de clase A con valoración de 3 ya que no se pudo observar humedad o fugas por acumulación de agua. Estructura antigua no reforzada a pesar de que fue afectado por el sismo del 2016.

Figura 230

Elementos no estructurales y acceso principal



Clasificación B con puntuación de 6 en su orientación ya que el impacto que va recibir el edificio será mayor por ser perpendicular al flujo del tsunami. Accesos entradas y escaleras de clase B con valoraciones de 8 respectivamente ya que su capacidad es insuficiente con un máximo de 2 personas a la vez. Se encuentra alejado de puntos peligrosos como depósitos de combustibles que pueda poner en riesgo al edificio, calles y avenidas con bajo flujo vehicular y peatonal con espacios destinados a parqueaderos clasificándole este parámetro como de tipo B con valoración de 6. Clase B para el sistema estructural ya que cuenta con pórticos de hormigón armado resistentes a momentos. Altura del edificio con valoración de 0 ya que es superior al 130% de la altura máxima de inundación y sistema de suelo de tipo A ya que no posee subsuelo.

Edificio Punta de Pacífico

La Estructura se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Atahualpa, el año de construcción fue en el 2015, tiene una altura total de 65.30 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.10 m y altura de entrepisos de 3.40 m. La construcción está conformada por 19 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 740 m² de uso residencial.

Figura 231*Edificio Punta de Pacífico***Tabla 180***Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Punta de Pacífico*

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	0			0
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	0			0
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	0			0
6	Configuración en Planta	1.00	4			4
7	Configuración en Elevación	1.00	8			8
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	0			0
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
10 Sistemas de Suelo	1	0			0
Sumatoria					29.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 232

Etapa de construcción



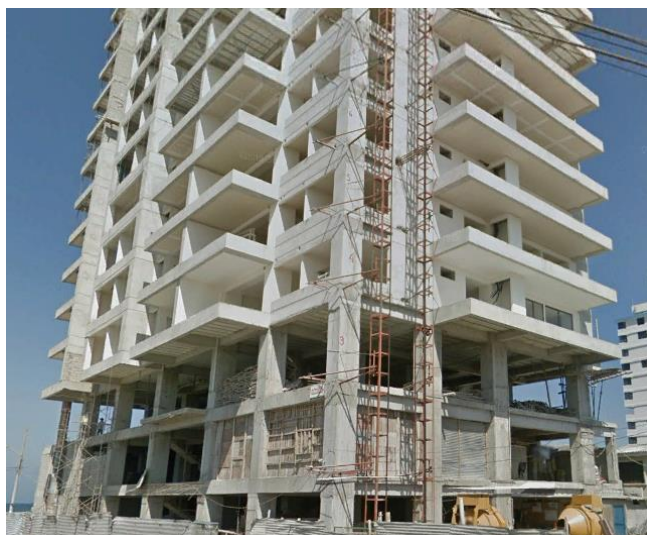
Nota: Edificio en fase de construcción. Obtenido de: Google Earth

Estructura de clase A en su sistema estructural debido a que se trata de una construcción conformada por vigas descolgadas, losas alivianadas con casetones de altura 40 cm, columnas cuadradas de secciones, buena calidad de su sistema resistente con valoración 0 en clase A sin hormigueros ni aceros expuestos a la intemperie, valoración de 0 en conexión de elementos críticos ya que mediante la imagen se puede observar que a un nudo interior llegan 4 vigas, no hay elementos de baja ductilidad como vigas y columnas cortas que puedan provocar problemas futuros, sin embargo, por seguridad se le dio un puntaje de 3 en clase A, no posee elementos no estructurales tales

como ventiladores o antenas de comunicaciones colocados de manera peligrosa que pueda afectar al usuario en el instante que esto colapse valorándolo con 0 en clase A, valoración de 0 en estado de conservación ya que no presenta humedades en paredes y cielos rasos, a pesar del sismo del 2016 no ha recibido ningún tipo de reforzamiento y no se apreciaron fisuras de ningún tipo ni en mamposterías ni en elementos estructurales principales clasificándolo como tipo B con valoración de 11.

Figura 233

Sistema resistente



Nota: Edificio en fase de construcción. Obtenido de: Google Earth

Resistencia convencional en clase A ya que la relación H/T es mayor a 30, clase B en posición y cimentación del edificio al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15%. Irregular tanto en planta como en elevación con entrantes y salientes muy marcadas que generan que los centros de gravedad y de masa no coincidan y se produzcan excentricidades por este tipo de configuración dándole 4 y 8 de calificación en cada criterio. Tiene problemas por pisos blando al ser la planta baja distintas a los demás pisos lo que provoca cambios en las rigideces de cada nivel uno

respecto a otro y aparentemente tiene problemas por edificio abierto por estar cerca del edificio de altura similar pero no se encuentra adosada completamente ya que existe holguras para su movimiento en caso de un sismo.

Figura 234

Sistema escaleras



Figura 235

Acceso entrada principal



Edificio es paralelo al flujo de las olas lo que minimiza los efectos potenciales de carga en tsunamis colocándole 0 de valoración en clase A. Asimismo, también se le

calificó con 0 en el parámetro de puntos peligrosos al estar lejos de estos, en la altura al ser superior al 130% de la altura máxima de inundación y en lo referente a su sistema estructural por estar conformado con marcos de hormigón armado resistentes a momentos y muros de corte. Accesos y escaleras tipo B con 6 de ponderación ya que la capacidad máxima en entrada y escalera con continuidad vertical es de 3 personas a la vez, ubicación con respecto a calles y avenidas con 12 de calificación por encontrarse en calles y avenidas con alta circulación vehicular y espacios destinados para parqueaderos. Sistema de cimentación y sistema de suelo valorado con 6 puntos y al existir un subsuelo que puede generar efectos de flotabilidad por empujes del agua en caso de llegar a ingresar a este. Año de construcción menor a 15 años entrando en clasificación de tipo B con valoración de 6.

Edificio El Mirador

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Calle 27, el año de construcción fue en 1990, tiene una altura total de 40.3 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entrepisos de 3.30 m. La construcción está conformada por 12 pisos sobre el nivel del suelo y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 180 m² de uso residencial.

Figura 236

Edificio El Mirador

**Tabla 182**

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Mirador

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	6			6
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50			12	6
3	Resistencia Convencional	1.00	0			0
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		3		3
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00		6		6
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00			20	20
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria					70.50

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 183

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Mirador

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3 Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	3			3
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	0			0

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 237

Fisuras en el edificio



Figura 238

Humedad y desprendimiento de hormigón



A nivel estructural la construcción presenta varias deficiencias siendo evidente la existencia de grandes grietas y hormigón desprendido en diferentes partes y niveles de las losas tanto en la parte frontal como posterior de la misma además de fisuras y aberturas a nivel de mamposterías igualmente en diferentes zonas mostrando claramente que la construcción ha sido afectada por eventos sísmicos y no ha recibido la reparación o reforzamiento necesario, por este motivo, se le clasificó dentro del tipo C con 22 puntos de valoración haciéndola una estructura muy vulnerable.

Su estado de conservación es deficiente por la existencia de humedades tanto en mamposterías como en cubiertas dándole 20 puntos dentro de una categoría C. Hay la presencia de elementos de baja ductilidad, columnas cortas en este caso, provocadas por la construcción inapropiada de mamposterías que lo único que generan es la reducción de la capacidad para la cual la columna fue diseñada obteniendo 6 de ponderación en este parámetro de evaluación. Aparentemente está conformado por vigas ligeramente descolgadas y sus columnas parecen tener las secciones apropiadas motivo por el cual se le clasifico como tipo B. La calidad de su sistema resistente es de clase C por la presencia de armaduras de losas expuestas a la intemperie oxidándose; su

resistencia convencional también es de tipo A con 0 de calificación ya que su relación H/T es mayor a 30 como se establece en la metodología italiana utilizada en el presente análisis.

Regular en planta y en elevación sin protuberancias, no tiene problemas por edificio abierto, pero tiene problemas por piso blando, además, no se puede apreciar que la rigidez de los pisos inferiores sea mayor que los pisos superiores. Existen elementos no estructurales (ventiladores y antenas de TV) pero se consideró que su caída no provocaría daños graves en caso de su caída debido a su ubicación. Accesos de tipo B de capacidad insuficiente y escaleras valoradas con 8 debido a que no se permitió el ingreso a las instalaciones para verificarlo. Paralelo a la influencia del flujo de las olas lo que ayudaría a minimizar los efectos potenciales de las mismas en caso de presentarse un tsunami, ubicado en calles de alta circulación vehicular y peatonal, alejado de puntos peligrosos, está conformado por marcos resistentes a momentos sin muros de corte, altura del edificio superior al 130% de la altura máxima de inundación sin efectos de flotabilidad generados por el empuje del agua cuando existen subsuelos donde esta pueda ingresar y año de construcción calificado como tipo C al tratarse de una estructura con más de 30 años de funcionamiento.

Edificio El Almirante

Edificio ubicado en la Avenida Malecón y Ismael Pérez Castro, el año de construcción fue en 1972, tiene una altura total de 42.40 m, la altura de la planta baja es diferente a los pisos superiores con un promedio de 4.00 m y altura de entrepisos de 3.20 m. La construcción está conformada por 13 pisos sin subsuelos. El área de construcción es de aproximadamente 240 m² de tipo residencial.

Figura 239

Edificio El Almirante



Tabla 184

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio El Almirante

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00	3			3
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00	2			2
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	2			2
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
11 Estado de Conservación	1.00	6			6
12 Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00		12		12
Sumatoria					49

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 185

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio El Almirante

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
1 Orientación del Edificio	1.2	0			0
2 Accesos: Entrada	1.2		6		7.2
3 Accesos: Escaleras	1.2		6		7.2
4 Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5 Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6 Sistema Estructural	1	2			2
7 Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8 Año de Construcción	1			12	12
9 Altura del Edificio	1.5	0			0
10 Sistemas de Suelo	1	3			3

Parámetro	Wi	Clase			Total:
		A	B	C	Wi*Ki
Sumatoria					40.4

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 240

Columna y elementos no estructurales



A pesar de que el edificio es antiguo el sistema resistente aparenta ser el adecuado ya que cuenta con columnas de 60x60 y losas alivianadas sobre vigas descolgadas dándole valoración de 3 en tipo A, valoraciones de 11 y 2 en sus sistema convencional y ubicación del edificio ya que la relación altura periodo establecido en la metodología italiana se encuentra en clase B y se encuentra cimentado en un perfil de suelo D con declive menor al 15%. En cuanto a su configuración en planta y elevación se le califico con 3 y 5 ya que no presenta problemas de edificio abierto, no existe protuberancias considerables, regular en elevación sin entrantes ni salientes considerables, pero se tiene sospecha de piso blando debido a la altura de la planta inferior. No se pudo observar

casos de columnas ni vigas cortas entrando en una con valoración de 2 de clase A. Cuenta con elementos no estructurales que se puedan caer, pero que su caída no va afectar a la estructura ni al usuario en el momento que se presente una emergencia ante un sismo. Clasificación B en estado de conservación ya que existe presencia de humedad muy fino en el balcón así también como ciertas fisuras en mamposterías de la planta baja.

Figura 241

Vigas descolgadas y entrada principal



Valoración de 0 de tipo A en su orientación al ser paralelo al flujo de las olas, 6 en sus accesos tanto principales como escaleras internas ya que es de mediana capacidad con un máximo de 3 personas a la vez, 12 en su ubicación por hallarse en la avenida Malecón, avenida con mayor circulación vehicular y peatonal. Valoraciones de 0 en ubicación y altura del edificio ya que se encuentra lejos de depósitos de combustibles y su elevación es superior al 130% de la altura máxima de inundación más la altura de un piso. Edificio no asido reforzada y cuenta con un sistema estructural de clase B.

Edificio Barlovento

La estructura se encuentra ubicado en la Avenida Malecón, Salinas, el año de construcción fue aproximadamente en 1996, tiene una altura total de 41.6 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.20 m. La construcción está conformada por 13 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 199.5 m² de uso residencial.

Figura 242

Edificio Barlovento



Tabla 186

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Barlovento

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		9		9
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		5		5
6	Configuración en Planta	1.00	0			0
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		5		1.25
11	Estado de Conservación	1.00			20	20
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria						80.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 187

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Barlovento

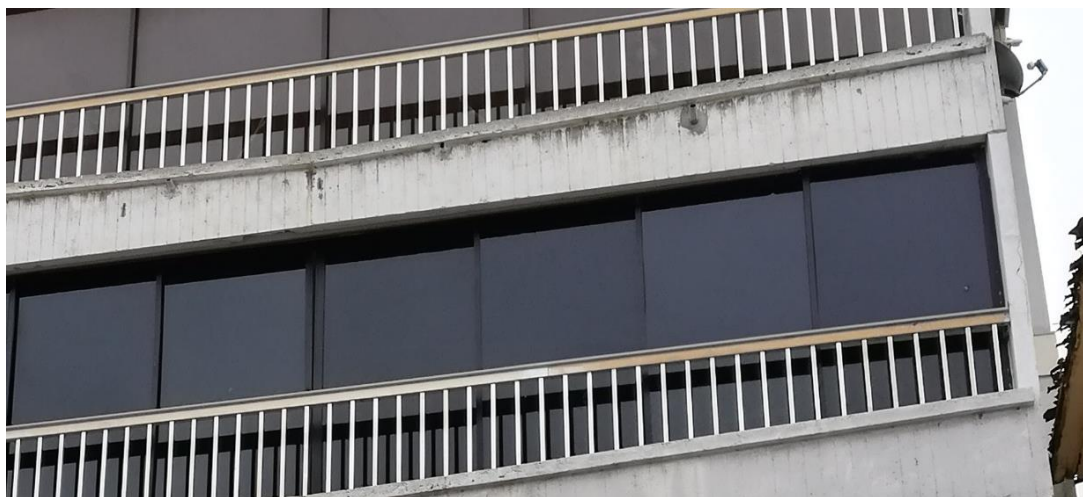
	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		9		10.8
3	Accesos: Escaleras	1.2		9		10.8
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	3			3
					Sumatoria	48.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 243

Estructura con humedad y elementos no estructurales que se puede caer



La estructura está conformada aparentemente por vigas ligeramente descolgadas y columnas de secciones que parecen ser las apropiadas, por ello se le dio una

calificación de 9 en la organización de su sistema resistente y 3 en su calidad debido a que, aunque no se observaron zonas con hormigueros o aceros oxidados que puedan poner en riesgo a la construcción, pero se desconoce la resistencia del hormigón con la cual fue construido. Su resistencia convencional es del tipo B con 11 de puntuación ya que su relación H/T esta entre 15 y 30 respectivamente. Al estar construido en un suelo tipo D con un declive menor al 15% se le califico como tipo B y losas con 5 puntos en el tipo B.

Regular en planta sin problemas de edificio abierto al estar separado de estructuras aledañas al igual que mantiene una regularidad en elevación al no encontrarse pisos intermedios, aparentemente no tiene problemas por piso blando y se aprecia que la rigidez de los pisos inferiores es medianamente mayor que la rigidez de los pisos superiores. No se encontraron estructuras de baja ductilidad como vigas o columnas cortas, pero se le dio una calificación de 3 para tener una evaluación más conservadora al no haberse permitido el ingreso.

Su estado de conservación es de tipo C con 20 puntos de valoración al no ser permitido el ingreso para una mejor visualización del estado de la construcción, pero externamente es evidente el descuido en su mantenimiento al observarse pintura en mal estado y humedades en diferentes zonas. Se le dio 22 puntos en el último parámetro de evaluación sísmica ya que se evidenció fisuras en mamposterías, no ha recibido ningún reforzamiento y no se trata de una estructura nueva relativamente antigua.

Por su orientación paralela al flujo de las olas se minimiza las cargas potenciales del tsunami en caso de presentarse un evento natural de ese tipo. Sus accesos y escaleras son de clase B con 9 puntos cada una ya que se encuentran sobre el nivel del terreno, pero su capacidad es insuficiente con un máximo de 2 a 3 usuarios a la vez. Lejano de puntos que puedan poner en riesgo a la edificación, pero cercano a calles y

avenidas con alto flujo vehicular y peatonal definiéndose este parámetro como uno del tipo C con 12 puntos. Sistema estructural de con pórticos de hormigón armado sin muros de corte, altura del edificio superior al 130% de la altura máxima de inundación y sistema de suelo sin problemas de flotabilidad debido a la no existencia aparentemente de un subsuelo que puede generar este fenómeno.

Edificio Costa Bella

Se encuentra ubicado en la Avenida Malecón y Lupericio Bazán Malavu, el año de construcción fue en 1979, tiene una altura total de 37.20 m, la altura de la planta baja es aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.10 m. La construcción está conformada por 12 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 357 m² de uso residencial.

Figura 244

Edificio Costa Bella



Tabla 188

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Costa Bella

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		8		8
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		5		5
6	Configuración en Planta	1.00	3			3
7	Configuración en Elevación	1.00	5			5
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		5		1.25
11	Estado de Conservación	1.00		12		12
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00			22	22
Sumatoria						74.25

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguar R. , 2018).

Tabla 189

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Costa Bella

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total: Wi*Ki
			A	B	C	
2	Accesos: Entrada	1.2		9		10.8
3	Accesos: Escaleras	1.2		9		10.8
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5			12	6
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	3			3
					Sumatoria	48.6

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 245

Humedad y estado de conservación



Por medio de la evaluación externa realizada a la estructura es posible afirmar que se trata de una construcción con orientación paralela al flujo de las olas en caso de presentarse un tsunami, regular en planta sin problemas de edificio abierto al no estar adosado a las estructuras aledañas que, en caso de presentarse un evento sísmico, puedan generar efectos de golpeteo entre estructuras, en caso de que las losas de dos estructuras estén a niveles diferentes incrementaría aún más el riesgo de daño por ello se le clasifico como una estructura de tipo A con 3 de calificación, regular en elevación sin protuberancias excesivas con alturas de entrepiso aparentemente iguales por lo que supuestamente no traería consigo problemas por pisos blando. Está formado por marcos de hormigón resistentes a momentos asumiendo una conformación aparentemente mediante vigas ligeramente descolgadas y columnas de secciones adecuadas sin muros de corte. No se visualizó elementos de baja ductilidad como columnas o vigas cortas que pueden provocar problemas, pero se le dio una calificación de 3 con el objetivo de guardar una evaluación más conservadora al no ser permitido su ingreso para una mejor visualización.

Existen grietas a nivel ciertas mamposterías y en la losa del primer nivel de la estructura, además, sus conexiones viga columna se calificó asumiendo que fueron construidas siguiendo la normativa correspondiente. Todos los parámetros mencionados con anterioridad, fueron evaluados tomando en consideración un rango de seguridad en cada categoría ya que no fue permitido su ingreso a las instalaciones. En lo que respecta a su resistencia convencional evaluada con 11 de calificación es debido a que la relación entre la altura total del edificio y su periodo es igual a 28 entrando en la categoría B por este motivo.

Su estado de conservación externamente está parcialmente en buenas condiciones observándose zonas humedades y pintura desprendida. No se observaron zonas de hormigueros ni aceros oxidados por lo que hace suponer que el hormigón usado fue de buena calidad y este cimentado sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15%.

En cuanto a la evaluación usando la FEMA, se tomó igualmente valores conservadores tanto en lo referente a los accesos y escaleras internas al desconocer su configuración y capacidad de usuarios en caso de requerirse evacuaciones verticales de emergencia. Está ubicado en una avenida con alta circulación vehicular y peatonal y alejado de puntos peligrosos como gasolineras o depósitos de gas que puedan representar algún tipo de peligro. Tiene 42 años de funcionamiento por lo que se le colocó como una estructura de tipo C, su altura de inundación es superior al 130% de la altura máxima de inundación y no tiene problemas de flotabilidad debido a que aparentemente no tiene subsuelos donde el agua pueda ingresar y provocar empujes peligrosos a la estructura.

Edificio Comodoro

Se encuentra ubicado en la Avenida 10 y San Lorenzo, el año de construcción fue aproximadamente en 1999, tiene una altura total de 45.0 m, la altura de la planta baja aparentemente igual a los pisos superiores con un promedio de 3.00 m. La construcción está conformada por 15 pisos y no posee subsuelo. El área de construcción es de aproximadamente 350 m² de uso residencial.

Figura 246

Edificio Comodoro



Tabla 190

Resultados de calificación de vulnerabilidad sísmica del Edificio Comodoro

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Organización del Sistema Resistente	1.00		8		8
2	Calidad del Sistema Resistente	0.50	3			1.5
3	Resistencia Convencional	1.00		11		11

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
4	Posición del Edificio y Cimentación	0.50		2		1
5	Losas	1.00		5		5
6	Configuración en Planta	1.00	2			2
7	Configuración en Elevación	1.00	4			4
8	Conexión de elementos Críticos	0.75	2			1.5
9	Elementos de baja ductilidad	1.00	3			3
10	Elementos no Estructurales	0.25		4		1
11	Estado de Conservación	1.00	2			2
12	Estructura ha sido reforzada luego de un sismo	1.00	7			7
Sumatoria						47

Nota: Esta tabla muestra Wi: Ponderación; Ki: Clase de los parámetros de la metodología italiana modificada. Obtenido de: (Aguiar R. , 2018).

Tabla 191

Resultados de calificación de vulnerabilidad ante tsunami del Edificio Comodoro

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
1	Orientación del Edificio	1.2	0			0
2	Accesos: Entrada	1.2		8		9.6
3	Accesos: Escaleras	1.2		8		9.6
4	Ubicación del Edificio: Puntos Peligrosos	0.5	0			0

	Parámetro	Wi	Clase			Total:
			A	B	C	Wi*Ki
5	Ubicación del Edificio: Calles y Avenidas	0.5		6		3
6	Sistema Estructural	1	3			3
7	Sistema de Cimentación	0.5		6		3
8	Año de Construcción	1			12	12
9	Altura del Edificio	1.5	0			0
10	Sistemas de Suelo	1	3			3
					Sumatoria	43.2

Nota: Esta tabla muestra ponderación, clase y valor de los parámetros de la normativa de la FEMA 2019. Obtenido de: (FEMA, 2019).

Figura 247

Acceso posterior entrada



Para realizar el análisis del edificio mediante la metodología italiana se tomó como consideración calificaciones con un rango de seguridad ya que el ingreso a las

instalaciones no fue permitido y se la procedió a evaluar realizando una inspección visual externa.

Clase B con valoración de 8 en la organización de su sistema resistente al considerar que las vigas que lo conforman son aparentemente ligeramente descolgadas con columnas con secciones apropiadas que las hace ver rígidas y no se notó zonas de hormigueros o varillas oxidados. Clase B con valoración de 2 lo que respecta a su posición y cimentación por estar construido sobre un suelo tipo D con un declive menor al 15%. Es una estructura que no tiene problemas de edificio abierto separado de edificaciones vecinas, regular en planta sin protuberancias excesivas. Supuestamente no tiene problemas de piso blando al ser sus alturas de entrepiso aproximadamente iguales entre la planta baja y los pisos superiores sin entrantes ni salientes de consideración. Conexión de elementos críticos en clase A con valoración de 2 ya que no se pudo visualizar completamente los nudos por la colocación de cielos rasos falsos y por ello se puede asumir que si llegan 4 vigas al nudo interior. No se puede mencionar al 100% que no tenga elementos de baja ductilidad como columnas ni vigas cortas, por eso se le dio una valoración de 3 en clase A como un criterio más conservador. No posee elementos no estructurales colocados excesivamente en sus fachadas que pueden generar inconvenientes o daños severos al usuario caso de su caída. Valoración de 2 en clase A en su estado de conservación ya que no se pudo evidenciar manchas de humedad lo que hace notar que, si tiene un mantenimiento cada cierto tiempo, no existen fisuras, pero se trata de una estructura relativamente antigua.

Dentro de la evaluación usando la FEMA a los accesos se lo valoró con 8 puntos y escaleras con 8 puntos considerando un rango de seguridad para la evaluación frente a tsunami ya que la máxima capacidad aparentemente es para 2 o 3 personas a la vez. La estructura es paralela al flujo de las olas lo que minimiza los efectos potenciales

de carga en caso de tsunami, está conformado por marcos de hormigón resistentes a momentos con altura de inundación superior al 130% sin problemas de flotabilidad al no existir subsuelos. Se encuentra lejos de sitios considerados peligrosos y su ubicación está en una avenida de mediano flujo vehicular y peatonal entrando en la categoría C. En lo que respecta a su año de construcción al tener más de 15 años desde su construcción hasta el presente año se le colocó dentro de la clase C con 12 de calificación y 3 puntos en su sistema de suelo, calificación dada en base a un criterio de evaluación más conservador al no tener acceso a las instalaciones de la construcción.

Edificios no realizados la evaluación de vulnerabilidad sísmica y tsunami

A lo largo de línea costera del cantón salinas en la existen un total de 99 edificios con características favorables en altura e infraestructura para realizar la evaluación de vulnerabilidad sísmica y tsunami en conjunto. Dentro de los 99 edificios que se escogió para el análisis 9 edificios no se pudo realizar los análisis tanto para sismos como tsunami ya que la información de estos edificios no se pudo conseguir ya que los administradores como encargados no permitieron realizar ninguna acción ante los edificios ya que manifestaron que es información privada del edificio, también dentro de los 9 edificios no se llegó a conocer ni siquiera el nombre de la estructura y mucho menos alguna información sobre los sistemas constructivos.

Por lo tanto, los edificios que no se pudieron llegar realizar el análisis se presenta a continuación:

Figura 248

Ubicación de edificios no analizados por falta de información

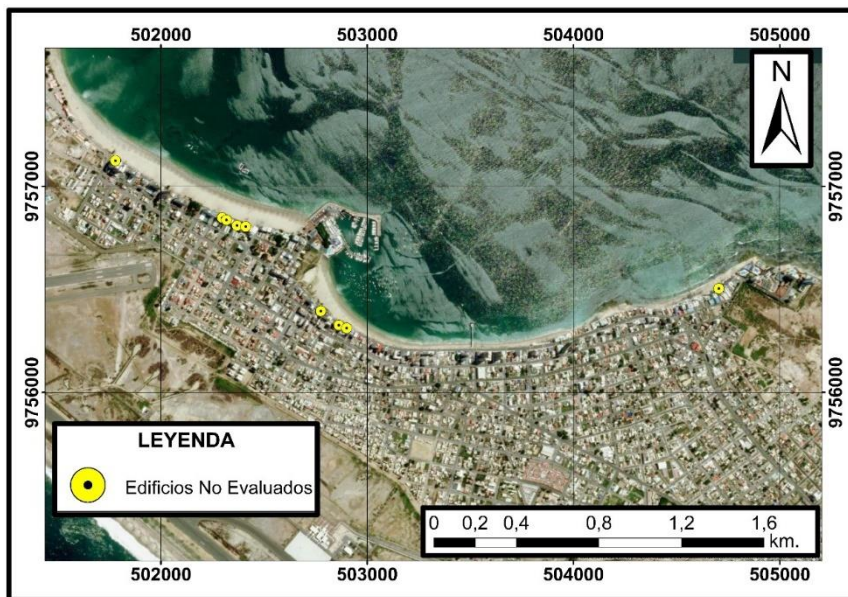


Figura 249

Edificios no analizados por falta de información



Nota: A: Castillo del Mar; B: Saint Tomas; C: Alcazar; D: Vista del Mar; E: Olympus; F: Sin nombre; G: Sin nombre; H: Altamira; I: Sin nombre.

Evaluación de vulnerabilidad sísmica y tsunami de edificios existentes

De un total de 99 edificios seleccionados para la evaluación sismo tsunami resistente a lo largo de la línea costera de Salinas desde San Lorenzo hasta el sector de la Ensenada se obtuvo los datos necesarios para la evaluación de 90 estructuras, lo que representa el 91% de datos procesados, los 9 edificios sobrantes que representa el 9% no fueron sujetos a evaluación debido a la falta de acceso a información y no autorización del ingreso a sus instalaciones por parte de los encargados para recolectar los datos necesarios para su posterior evaluación.

El 96% de los edificios evaluados se usan como residencias y condominios privados de lujo lo que representa un total de 86 edificios mientras que el 4% (4 edificios de los 90 evaluados) destinan sus instalaciones a servicios de alojamientos (hoteles). En cuanto al año de construcción, 5 estructuras (6%) tienen menos de 5 años, 29 estructuras (32%) tienen entre 6 y 15 años de operatividad y 56 estructuras (62%) tienen más de 15 años de construcción. El área total ocupada por la construcción de los 90 edificios es de 35665,34 m² (3,57 Ha) definiéndose un área promedio de construcción de 352,21 m² aproximadamente.

El edificio con mayor área de construcción es el Hotel Colón Salinas con un área de construcción de 1527,84 m² seguido por el Bahía Chipipe con 1000 m² y el Aquamira con 800 m², una mayor área de construcción está relacionada con una mayor capacidad de albergue de personas en caso de evacuación. El número total de pisos varía desde 6 como mínimo y 25 pisos como máximo, 4 edificios tienen 19 y 16 pisos, 11 edificios 15 pisos, 8 tienen 14 pisos, 5 tienen 8 y 10 pisos, 9 tienen 9 pisos, 10 tienen 11 y 12 pisos, 14 tienen 13 pisos, 2 tienen 17, 22 y 25 pisos y 1 tiene 18, 21, 7 y 6 pisos cada uno respectivamente. La altura promedio de pisos es de 3,2 m. 58 de los 90 edificios (64%), están ubicados en la Avenida Malecón, arteria de ingreso principal a la ciudad

considerada de primera línea dentro del área de evacuación en caso de emergencias. Todas las estructuras evaluadas se encontraban habitadas y 3 edificios (Perlazul, Kona Bay y Málaga) se encontraban en fase de construcción (aproximadamente al 75% de construcción) en junio del 2021.

Tabla 192

Resumen del índice de vulnerabilidad sísmica y tsunami (lv)

N°	Edificio	Índice	Índice
		Sísmico	Tsunami
1	VISTAMAR	24.5	29.4
2	ALDILÁ	55.5	60.2
3	VIRREINA DEL MAR	58.75	48.2
4	PRINCESA DEL MAR	60.25	40.4
5	REY DEL MAR	68.25	46.7
6	CASAMAGNA	26.25	30.9
7	EL EXCLUSIVO	43	49.2
8	SOLARIS	51.25	48.4
9	GALAXIE	47.5	52.8
10	SORRENTO	59.5	42
11	ANCONA	31.75	46.2
12	CASTELLAMARE	26	35
13	MANSIÓN DEL MAR	44.75	40.8
14	SAINT TROPEZ	49.75	40.4
15	EL CAPITÁN	67.25	53.4
16	MEDITERRANE	43.5	36

N°	Edificio	Índice	Índice
		Sísmico	Tsunami
17	CASTENUOVO	70.25	34.2
18	TESORO DEL MAR	34.5	39.6
19	REMOLINO	46.75	41
20	VISTA MARINA	70.5	36.8
21	AQUA SOL	26.5	34.8
22	EL PICUDO	62.5	49.2
23	ANACAPRI TORRE A	26.25	39.8
24	HOTEL COLÓN SALINAS	49.25	30.2
25	EL EMPERADOR	42.5	42
26	MONTECARLO	29.5	40.8
27	REMANSO	31.25	39
28	CONDESA DEL MAR	71.5	47.4
29	EL REFUGIO	36.5	48.6
30	ACROPOLIS	36.5	40.2
31	SANTORINI	65.5	35.4
32	CORINTO	28	47.4
33	BAY POINT	22.75	32.4
34	PETROPOLIS	34.5	49.2
35	TERRAMAR	87.25	31.8
36	TORREMAR	56.5	49.2
37	PERLA DE MAR	57	50.4
38	PORTOFINO	27.75	40.8
39	PERLAZUL	22.75	27

N°	Edificio	Índice	Índice
		Sísmico	Tsunami
40	AQUAMIRA	29.5	36.6
41	MÁLAGA	21	19.8
42	IBIZA	27	38.4
43	LA SIESTA	74.5	36
44	TORRE BLANCA	43.5	43.2
45	TORREMOLINOS	42.5	50.4
46	EL DORAL	38.5	50.4
47	COSTA AZUL	54.75	36.6
48	BAHÍA CHIPIPE	40	34.8
49	EL NAVEGANTE	32.5	53.4
50	AQUARIUM	29.5	43.2
51	CALIPSO	64.25	31.8
52	RIVIERA DEL MAR	35	40.8
53	ATLANTIC	61.5	34.8
54	LA PLAYA	85.75	40.8
55	LA ENSENADA	31	48
56	EL VELERO AZUL	29	42
57	NEPTUNO	39.5	43.2
58	EL TIBURÓN	60	39
59	CASA BLANCA	41.5	50.4
60	EL PLAZA	50.5	55.2
61	PLAYASOL	29.5	48
62	GIRALDA	46.5	43.2

N°	Edificio	Índice	Índice
		Sísmico	Tsunami
63	PLAYAMAR	64.5	47.4
64	SOLANA	73	50.4
65	COSTA BRAVA	59.5	45
66	CABO AZUL	29.5	45
67	CORAL DE CHIPIPE	40.5	40.2
68	MARENOSTRUM	25	34.2
69	HOTEL SUITES SALINAS	40	37.8
70	DUQUESA DEL MAR	27	42.6
71	ALBACORA	76.5	49.2
72	HOTEL BLUE BAY	39	44.9
73	ALAMAR	26.5	35.4
74	GIRASOL	48	53.6
75	HOTEL MALECÓN	33.5	41.8
76	CORBETA	71.5	43.2
77	LAS PALMERAS	56.5	50.8
78	LA GOLETA	69.5	46.2
79	LAS CANARIAS	56.5	45.6
80	EL CONQUISTADOR	41.5	40.8
81	BALBOA	67	43.2
82	MAR DE PLATA	86.5	43.2
83	KONA BAY	29.5	24.2
84	VENTURA	29	47.4
85	PUNTA DE PACÍFICO	27	29.4

N°	Edificio	Índice	Índice
		Sísmico	Tsunami
86	EL MIRADOR	70.5	43.2
87	EL ALMIRANTE	49	40.4
88	BARLOVENTO	80.25	48.6
89	COSTA BELLA	74.25	48.6
90	COMODORO	47	43.2

Nota: Esta tabla muestra los resultados de la evaluación de la vulnerabilidad sísmica y de tsunami de los edificios propuestos.

Del total de 90 edificios sometidos a evaluación ante sismos usando la metodología italiana modificada, 23 estructuras tienen un índice de vulnerabilidad menor a 30 lo que representa el 23% del total estudiado. En cuanto al número de edificios con índice de vulnerabilidad superior a 80 se encuentran 4 estructuras, abarcando un total de 4% dentro de esta categoría. Más de la mitad de estructuras evaluadas con un total de 63 edificios que representa el 64%, tienen un índice de vulnerabilidad sísmica entre 30 y 80, por lo tanto, se necesita una evaluación adicional.

El edificio Málaga, Perlazul y Bay Point obtuvieron las mejores puntuaciones en lo que al índice de vulnerabilidad sísmica respecta con calificaciones de 21.0, 22.75 y 22.75 correspondientemente. Mientras que, dentro de los edificios con calificaciones deficientes están el Terramar, Mar de Plata y La Playa con 87.25, 86.5 y 85.75 respectivamente. Dichos edificios obtuvieron la calificación más deficiente debido a que existen elementos de baja ductilidad como vigas y columnas cortas, mal estado de conservación, varillas de acero oxidadas, presentan irregularidades o tienen problemas por edificio abierto.

En cuanto a la evaluación de vulnerabilidad frente a tsunamis, 5 están en un rango seguro con un índice de vulnerabilidad menor a 30, 85 de los 90 edificios están en un rango entre 30 y 80 por lo que se requiere una evaluación adicional de la resistencia a tsunamis o, a su vez, optar por una adaptación extra a la estructura con el fin de mejorar su categoría bajando el índice de vulnerabilidad ya que, en la mayoría de construcciones, la principal deficiencia fueron las escaleras y accesos. Ninguna de las estructuras superó un índice de vulnerabilidad mayor a 80.

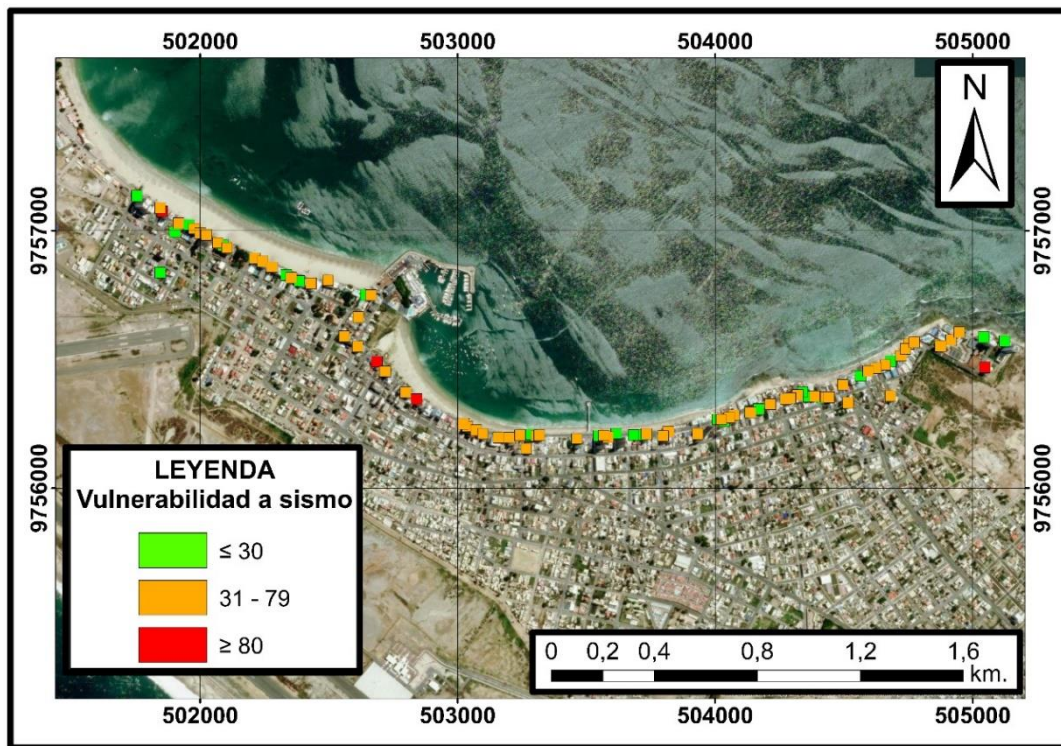
Los tres mejores edificios con las calificaciones de vulnerabilidad frente a tsunami más adecuadas son el edificio Málaga, Kona Bay y Perlazul con 19.8, 24.2 y 27 respectivamente, es importante destacar, que el edificio Málaga y Perlazul se encontraban en fase de construcción al momento de realizar la recolección de datos en el sitio lo que contribuyó de manera significativa para su evaluación debido a que fue posible observar claramente el tipo de cimentación (losa de cimentación para el Málaga y vigas de cimentación para el Perlazul) y sistema estructural implementados (vigas descolgadas de gran inercia, columnas de secciones considerables y muros de corte). El edificio Aldilá, El Plaza y el Girasol, son las estructuras más deficientes ya que sus calificaciones son de 60.2, 55.2 y 53.6 en el índice de vulnerabilidad correspondiente. Principalmente estas estructuras poseen accesos insuficientes, tienen varios años en funcionamiento y se ubican en calles con alto flujo vehicular y peatonal.

Por lo expuesto anteriormente, al analizar y evaluar en conjunto los índices de vulnerabilidad sísmica y de tsunami, un total de 5 edificios (Vistamar, Perlazul, Málaga, Kona Bay y Punta Pacifico) clasifican como resistentes frente a ambos peligros y podrían ser considerados como puntos seguros para evacuación vertical de la población en caso de presentarse el impacto de un tsunami. Estos edificios son aptos para ambos eventos debido a que principalmente su orientación es paralela al flujo de las olas, son estructuras

relativamente nuevas, se conoce de 3 de ellos la resistencia del hormigón con la cual fueron construidos y sus accesos son adecuados.

Figura 250

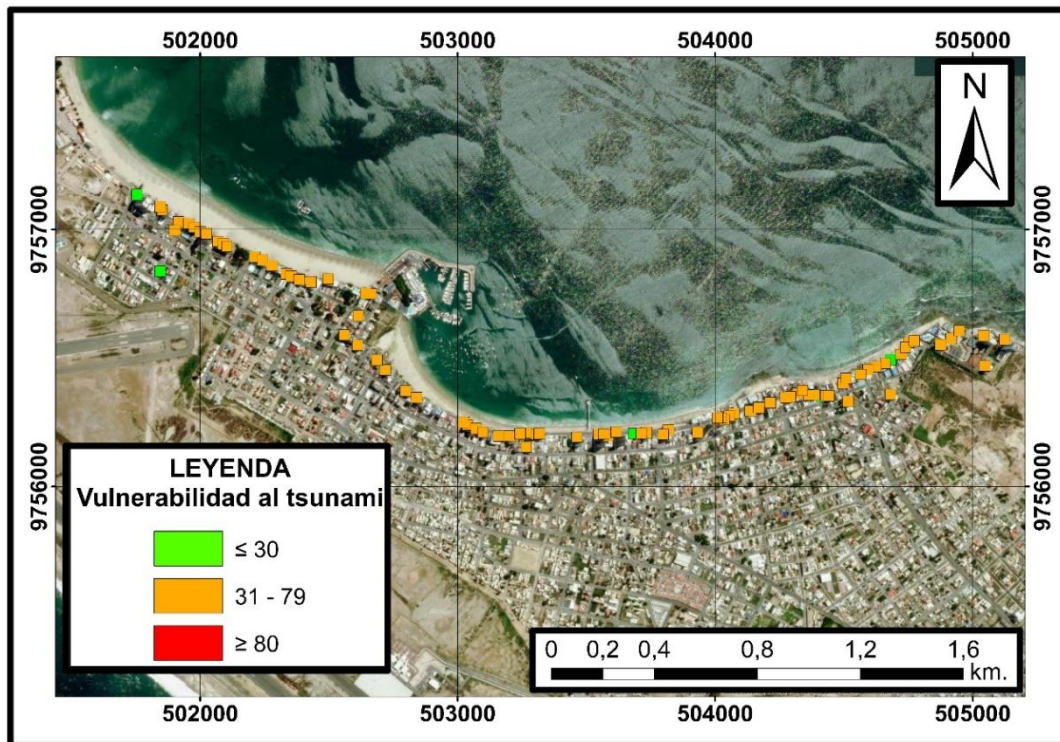
Mapa de las tres categorías asignadas a la vulnerabilidad sísmica



Nota: Mapas que presentan las tres categorías asignadas a la vulnerabilidad sísmica de los edificios evaluados. Verde: Estructura resistente con índice de vulnerabilidad ≤ 30 ; Naranja: se necesita una evaluación adicional con $30 < \text{índice de vulnerabilidad} < 80$ y rojo: estructura muy vulnerable con índice de vulnerabilidad ≥ 80 .

Figura 251

Mapa de las tres categorías asignadas a la vulnerabilidad frente tsunamis



Nota: Mapas que presentan las tres categorías asignadas a la vulnerabilidad frente a tsunamis de los edificios evaluados. Verde: Estructura resistente con índice de vulnerabilidad ≤ 30 ; Naranja: se necesita una evaluación adicional con $30 <$ índice de vulnerabilidad.

Por otro lado, algunos de los edificios que fueron categorizados como sismorresistentes y exhiben vulnerabilidades de tsunami con calificaciones cercanas a 30 puntos (Ver Tabla 192) indican una limitación consistente para la evacuación vertical en lo concerniente al acceso. El tema del acceso está directamente relacionado con la propiedad privada y el uso, por lo que es necesario establecer acuerdos con los propietarios de estos edificios para permitir el acceso y una evacuación vertical eficiente.

Si se implementan mejoras en el acceso, estos edificios podrían reducir drásticamente su índice de vulnerabilidad a tsunamis y estructurarse para ser más resistentes convirtiéndose en refugios potenciales para la evacuación vertical. Dichas

mejoras deben considerar la evolución de las capacidades y las tecnologías de construcción inteligente que podrían activar y permitir el acceso a una estructura de forma remota. Es vital definir de manera inequívoca la responsabilidad de abrir el refugio vertical y asignar personal adicional de respaldo de emergencia. Además, proponemos adaptaciones físicas para mejorar la circulación vertical al nivel de refugio adecuado de la estructura, como la instalación de entradas suplementarias, rampas y escaleras. Para facilitar la construcción y proporcionar un acceso sin obstrucciones con alta visibilidad, la entrada auxiliar podría colocarse en el exterior de la estructura (FEMA, 2019).

Capítulo IV

Propuesta de adaptaciones que permitan a la población una evacuación vertical ante tsunamis en las edificaciones evaluadas y aptas de Salinas

Terminado de analizar los 90 edificios de tipo rascacielos en Salinas se pudo tener un panorama mejor respecto al sistema resistente que tienen las estructuras, y habiendo analizado sus atributos tsunami y sismorresistentes se pretende realizar una adaptación no al sistema estructural, más bien en lo que respecta a la evacuación vertical mediante características que faciliten la aplicabilidad en los edificios analizados y puedan entrar en una categoría segura de tsunami y sismo resistencia con el fin de llegar a tener más refugios seguros.

Los edificios que se detallan a continuación después de realizarse una evaluación sismo resistente obtuvieron los resultados más favorables en cada una de las categorías contando con un buen sistema resistente: Vistamar, Casamagna, Castellmare, Aqua Sol, Anacapri Torre A, Montecarlo, Corinto, Bay Point, Portofino, Perlazul, Aquamira, Málaga, Ibiza, Aquarium, Playasol, Cabo Azul, Marenostrum, Duquesa del Mar, Alamar, Kona Bay, Ventura y Punta de Pacífico.

Debido a las deficiencias encontradas respecto a accesos principales y escaleras internas de los edificios antes mencionados no es posible categorizarlos como refugios seguros en caso de presentarse un posible tsunami, únicamente 5 de ellos (Vistamar, Perlazul, Málaga, Kona Bay y Punta de Pacífico) obtuvieron un índice de vulnerabilidad frente a tsunami menor a 30.

Cuando se tiene un tsunami y se propone estos tipos de soluciones para la evacuación vertical el problema en general que se da es en las entradas a los sitios seguros, por ello la FEMA describe que se puede dar confusión, pánico y de una posible desesperación de las personas al momento de no poder ingresar, lo cual un refugio de

evacuación vertical debe poseer o tener una configuración que siempre sea accesible o se puedan ingresar sin ayudas de un personal de emergencia (FEMA, 2019).

Las entradas reducidas y escaleras con dimensiones insuficientes generan graves problemas de circulación de los usuarios que requieran ingresar a las instalaciones. Tomando en consideración que el 96% de los edificios evaluados son de tipo residencial cuyo ingreso es restringido para el personal externo a dichas propiedades permitiendo el acceso exclusivamente de sus propietarios lo que limita el número de sitios seguros ante una evacuación vertical emergente cuando se requiera puntos elevados para resguardar la integridad física de aquellas personas que se encuentren en sus alrededores.

Socializar información acerca de los riesgos a los cuales la ciudadanía está expuesta en el área de influencia de este tipo de fenómenos naturales, es fundamental para evitar accidentes o aglomeraciones. Por este motivo y con la finalidad de fomentar la cooperación entre los ciudadanos, se ha tomado en consideración la posibilidad, que aquellos edificios de propiedad privada abran sus puertas y permitan el ingreso de los habitantes para resguardarse en ellos.

Una alternativa para mejorar el índice de vulnerabilidad frente tsunami de aquellos edificios categorizados como seguros frente a sismo es la adaptación de una escalera de emergencia de evacuación vertical con el fin de aumentar el número de refugios.

La incorporación de un acceso al edificio se debe realizar en el exterior para facilitar la construcción y una alta visibilidad (FEMA, 2019). A continuación, se muestra una figura del edificio en Kesenuma, Japón que cuenta con escalera exterior, donde el acceso a ella está en un área sin obstrucciones lo cual sirvió como refugio de evacuación vertical en el tsunami de Tohoku de 2011.

Figura 252

Edificio de cinco pisos en Kesenuma, Japón



Nota: Edificio en Kesenuma, Japón, con una escalera sin obstáculos para una evacuación vertical y con acceso al área de refugio en el techo, obtenido de (Fraser et al., 2012).

Para mejorar la calificación y considerar a un edificio como seguro se propone la implementación de escaleras exteriores con el fin de que ayuden con la evacuación de las personas. Se ha seleccionado cuatro edificios con las puntuaciones más cercanas a los 30 puntos: Aquamira que tiene 22 pisos con un área de 800 m², Castellmare con 15 pisos con un área de 400 m², el Alamar con 21 pisos con un área de 780 m² y Marenostrum con 9 pisos con un área de 390 m², sus índices de vulnerabilidad frente a tsunamis son igual a 36.6, 35, 35.4 y 34.2. El edificio Castellamare se ubica aproximadamente a 600 m a partir de la zona con mayor concurrencia de personas, pero no cuenta con suficiente espacio para la instalación de escaleras de emergencia. El

Alamar igualmente se encuentra en dicha zona con alta circular peatonal, pero al igual que el Castellmare no tiene un área en la cual se pueda implementar escaleras exteriores, con respecto al edificio Aquamira igualmente la parte posterior del edificio está destinada a zona de parqueaderos elevados y, a pesar de observarse terrenos libres de construcción en los laterales de este edificio se desconoce si son de propiedad ajena a esta construcción, en este caso, tampoco se dispondría de espacio suficiente para la instalación de escaleras exteriores.

Por lo detallado anteriormente, el edificio Marenostrum ha sido seleccionado para la adaptación de escaleras de emergencia ya que se encuentra en un punto turístico cercano al Yacht Club Salinas, además, de contar con el suficiente espacio para la adaptación de dicha construcción.

Diseño de la escalera de evacuación vertical

La propuesta de implementar el sistema de escaleras es posible gracias a parámetros de diseño de la normativa CPE INEN, lo cual para la calificación y la adaptación del tipo de escaleras depende del uso que vaya dar. La normativa para el uso de habitación o uso colectivo como hoteles lo clasifica como tipo D, ya que, según Cañamar et al., 2021) dentro de esta clasificación según se encuentran los edificios de albergue o de uso de varias personas, tales como: casas de apartamentos, hoteles, pensiones, dormitorios colectivos, edificios de oficinas. Restaurantes, cuarteles, clubes sociales y deportivos de capacidad menor de 250 personas, etc.

Las especificaciones claves con las que debe contar un escalera es tener un ancho mínimo de 1.20 m para un máximo de 10 apartamentos, ya que si se llegará a tener más apartamentos se debe aumentar 2 cm adicional por cada apartamento, lo cual el material para este tipo de escaleras debe ser incombustible con huella mínima de 28 cm y con pasamanos a cada tramo.

Elementos de la escalera

La (NTE INEN 2249, 2016) establece algunas definiciones para las partes y elementos de las escaleras como son:

- *Contrahuella*. - Distancia vertical entre huellas consecutivas o entre el descanso y el siguiente escalón.
- *Huella*. - Superficie horizontal en donde se apoya el pie.
- *Tramo*. - Superficie horizontal intermedia entre dos tramos.
- *Zanca*. - elemento resistente, cada una de las vigas que sirve de soporte sobre el cual descansan los escalones de cada tramo de la escalera.

Requisitos de diseño

Los requisitos que establece la (NTE INEN 2249, 2016) es sobre las dimensiones mínimas y la contemplación del espacio de circulación en una escalera, lo cual está constituido por el ancho y altura de paso. La norma también para personas con movilidad reducida que se debe tomar en cuenta áreas de maniobra y el ancho minio libre de paso debe ser de 1.20 m comprendido entre pasamanos.

Dimensiones

Las dimensiones mínimas y recomendaciones que establece la (NTE INEN 2249, 2016) para los peldaños, tramos y descanso son:

a) *Peldaños*

Las relaciones dimensionales entre huella y contrahuella son aquellas que resultan de aplicar la fórmula:

$$600 \text{ mm} \leq 2 a + b \leq 660 \text{ mm}$$

Donde:

a es la contrahuella en mm.

b es la huella en mm.

La dimensión mínima de la huella debe ser de 280 mm.

La dimensión máxima de la contrahuella debe ser de 180 mm en escaleras con acceso al público.

b) Tramo

Las escaleras deben ser de tramos continuos, sin descanso con máximo de 15 escalones para uso particular.

Las escaleras deben ser de tramos continuos, sin descanso con máximo de 10 escalones para uso público.

c) Descanso

Los descansos deben tener el mismo ancho de la escalera.

El ancho de la escalera en el descanso debe contar con área de circulación libre y no debe ser invadida con el uso de diferentes equipamientos.

En escaleras con acceso al público en el descanso no debe contar con peldaños.

Escaleras compensadas no pueden ser utilizadas en áreas con acceso al público.

Características para el diseño

La característica para la escalera es que deben tener las huellas y contrahuellas de los peldaños uniformes, también se debe evitar la proyección de unas de las huellas sobre otras y si es necesario no exceder a más de 25 mm, todas las huellas deben ser

firmes y estables, las superficies deben ser antideslizantes y los escalones aislados, sean uno o dos, deben ser fácilmente localizables.

Lo que respecta a los pasamanos deben estar colocados en lados abiertos y también contar con pasamanos en sus lados la escalera ya sea de uso comunal o público.

También a más de lo que establece la NTE INEN 2244 los pasamanos deben ser colocados a una altura comprendida entre 850 mm y 950 mm medidos verticalmente en su proyección sobre el nivel del piso terminado.

Las alturas de los pasamanos en las escaleras deberán ser iguales en el inicio, descansos y final del tramo.

Estructura de la escalera

Para el sistema de escaleras se ha establecido elementos de soporte y peldaños, ya que debido a las cargas y sollicitaciones que estos deberán cumplir, se puede diseñar de materiales como: hormigón armado, acero o madera.

Para establecer un material específico se debe considerar las características mecánicas que cada uno posee y que la solución sea la mejor, de esta manera se pueden combinar elementos tales como: losas y descansos de hormigón armado y zancas de acero o madera y peldaños de hormigón armado o pretensado, o a su vez todos los elementos de un solo material (Cañamar et al., 2021).

Seguridad

El sistema de escaleras que se establece debe ser capaz de garantizar comodidad, confort y seguridad al usuario que se encuentre circulando, los acabados deben ser de materiales antideslizantes para sufrir caída alguna y el descanso en su área no debe contar con peldaños.

Materiales

Acero estructural

El acero estructural que se desea implementar es bajo carbono de aleación ya que conforme se incrementa el contenido de carbono disminuye la ductilidad, pero a su vez se incrementa el esfuerzo de fluencia y el esfuerzo último.

Acero utilizado en diferentes construcciones del país es el A-36 con punto de fluencia de 36000 psi (2530 kgf/cm²).

El uso de este tipo de materiales tiene ventajas en la resistencia, uniformidad, durabilidad y ductilidad que gracias a sus propiedades podrá soportar grandes deformaciones sin fallar bajo esfuerzos de tensión altos.

En cambio, son susceptibles a la corrosión ya que están expuestos al aire y al agua y, por consiguiente, deben pintarse periódicamente, también son susceptibles a fatiga, fractura frágil y al pandeo ya que cuanto más largos y esbeltos sean los miembros a compresión mayor será el peligro de pandeo.

Hormigón

El concreto u hormigón se define como una piedra artificial formada de mezclar varios materiales como: cemento, arena, grava y agua.

Las propiedades o resistencias de los hormigones dependen mucho de las características de los materiales que los componen, y de las condiciones de la fase fabricación y de fraguado, pero una de las más importantes es el control del agua en la mezcla ya que de esto depende que llegue a la resistencia que se estableció.

El hormigón contrae muchos aspectos positivos como: son muy comunes y abundantes en nuestro medio, se puede adaptar a cualquier forma arquitectónica,

mantiene sus propiedades intactas con larga durabilidad, posee elevada capacidad para evitar deformaciones, y sus características como la resistencia a la compresión, flexión corte y tracción, lo que lo hace un material muy seguro

Dentro los aspectos negativos del hormigón es que se necesita de grandes secciones para resistir el peso y que son muy voluminosos.

Selección de características para el diseño

Dentro de esta sección se tomará las siguientes dimensiones y características para el diseño de la estructura basados en las normas ya mencionadas con anterioridad.

Las dimensiones para huella la Norma recomienda que debe ser mínima de 28 cm y contrahuella de 18 cm como máximo.

Para el presente diseño se adopta una huella de 30cm y una contrahuella de 18cm los cuales cumplen con la normativa.

$$600 \text{ mm} \leq 2 a + b \leq 660 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm} \leq 2 (180) + 300 \leq 660 \text{ mm}$$

$$600 \text{ mm} \leq 660 \text{ mm} \leq 660 \text{ mm}$$

Para el ancho de la escalera se adopta el ancho de paso que nos recomienda la normativa que es de 1.20 m que permite la circulación de 2 personas a la vez y para el presente proyecto se adopta un ancho en el descanso de 1.35 m de dimensión cumpliendo con lo estipulado en la normativa en la cual se menciona el incremento de 2cm por departamento si el número total de departamento es superior a 10.

Dimensiones

Huella

0.30 m

	Dimensiones
Contrahuella	0.18 m
Peldaño	L=1.35 m a=0.30 m
Descanso	L=1.30 m a=1.35 m

Esta escalera al ser destinada para evacuación vertical con acceso público, se debe considerar que los tramos continuos sin descanso deben ser máximo de hasta 10 escalones, debido a la altura de entrepiso de esta edificación se van a diseñar tramos de 10 escalones cumpliendo con lo que establece la norma del valor máximo permisible.

La altura de los pasamanos en ambos lados será de 0.95 m medidos desde el piso ya terminado.

Selección de los materiales para el diseño

Los materiales que se va implementar para la escalera será de acero, y los elementos a diseñar con este tipo de material serán: vigas, columnas y diagonales.

Las huellas y descansos serán de hormigón debido que la resistencia a la intemperie y la rugosidad que este presenta son buenas, siendo así un material antideslizante.

En cambio, para los descansos será con losas colaborantes tipo Deck y peldaños con un sistema mixto conformados por un perfil de acero y hormigón para la conformación de la huella.

Diseño de los elementos estructurales

Cargas y Combinaciones de carga

Para analizar las cargas y combinaciones se realizará conforme a lo que establece la (NEC, 2015) los cuales son:

Las cargas y combinaciones de cargas son las siguientes:

- $1.4D$
- $1.2D + 1.6L + 0.5\max(Lr \text{ or } S \text{ or } R)$
- $1.2D + 1.6\max(Lr \text{ or } S \text{ or } R) + \max(L \text{ or } 0.5W)$
- $1.2D + 1.0W + L + 0.5\max(Lr \text{ or } S \text{ or } R)$
- $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$
- $0.9D + 1.0W$
- $0.9D + 1.0E$

Donde:

D: carga muerta

L: carga viva

S: carga de nieve

Lr: carga viva de cubierta

R: Carga de lluvia

W: carga de viento

E: carga sísmica

Método de diseño

Los sistemas estructurales en acero se lo realizaran de acuerdo a la normativa ANSI/AISC 360, la cual sirve para acero estructural y hormigón armado.

Diseño por resistencia usando diseño en base a factores de carga y resistencia (LRFD)

Los requisitos de diseño en relación a la demanda y capacidad de elementos deben satisfacer cuando la resistencia es mayor o igual a la resistencia requerida determinada de acuerdo con las combinaciones de carga LRFD, partiendo de la siguiente ecuación.

$$R_u \leq \phi * R_n$$

Donde:

R_u : resistencia requerida (LRFD)

R_n : resistencia nominal

ϕ : factor de resistencia

$\phi * R_n$: resistencia de diseño

Diseño de miembros en Compresión

Resistencia de diseño en compresión de elementos se parte de la siguiente manera:

$$\phi_c P_n$$

P_n , resistencia de compresión nominal en elementos

P_n , es el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites que aplican pandeo por flexión, pandeo torsional, y pandeo flexo-torsional.

$$\phi_c = 0.90 \quad (LRFD)$$

Perfil para columnas es de tipo de G, para cálculo de la resistencia de compresión nominal que debe ser determinada basada en el estado límite de pandeo por flexión que establece la norma ANSI/AISC 360-10.

$$P_n = F_{cr} * A_g$$

La tensión de pandeo por flexión, se determina de la siguiente manera:

a) Cuando

$$\frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_e} \right) * F_y$$

b) Cuando

$$\frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F_{cr} = 0.877 * F_e$$

Siendo F_e la tensión de pandeo elástico determinada de acuerdo a:

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}$$

Diseño de miembros a Flexión

Para este tipo de resolución se considerará que el miembro es cargado en un plano paralelo al eje principal que pasa a través del centro de corte o es restringido al giro en los puntos de carga y los apoyos.

Los elementos de la escalera que procede a calcular como se describe a continuación:

Perfil tubular circular

Los pasamanos conformados por perfiles tubulares circulares deben cumplir con la siguiente relación:

$$\frac{D}{t} < \frac{0.45 * E}{F_y}$$

La resistencia de flexión nominal M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia y pandeo local

Fluencia:

$$M_n = M_p = F_y * Z$$

Pandeo local:

- a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local.
- b) Para secciones no compactas

$$M_n = \left(\frac{0.021E}{\frac{D}{t}} + F_y \right) * S$$

- c) Para secciones con paredes esbeltas

$$M_n = F_{cr} * S$$

Donde:

S: módulo de sección elástico

t: espesor de la pared

Peldaños

Los peldaños serán con perfiles tipo C.

La resistencia de flexión nominal, M_n , deberá tener un valor inferior obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia y pandeo local del ala.

Fluencia:

$$M_n = M_p = F_y * Z_y \leq 1.6 * F_y * S_y$$

Pandeo local del ala:

a) Para secciones con alas compactas, no aplica el estado límite de pandeo local.

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = \left[M_p - (M_p - 0.7 * F_y * S_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right]$$

c) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = F_{er} * S_y$$

Donde:

$$F_{cr} = \frac{0.69 * E}{\left(\frac{b}{t_f} \right)^2}$$

$$\lambda = \frac{b}{t_f}$$

λ_{pf} : esbeltez límite para ala compacta

λ_{rf} : esbeltez límite para ala no compacta

b : para sección H la mitad de la longitud del ala completa, bf , para alas de canales

t_f : espesor del ala

S_y : para un canal debe tomarse como el módulo de sección mínimo

Perfiles tubulares cuadrados y rectangulares

Las vigas y zancas estarán conectados por 2 perfiles de tipo G unidas entre sí, de tal manera que formen sección tipo cuadrada ya que la resistencia de flexión nominal, M_n , debe ser el menor valor obtenido de acuerdo con los estados límites de fluencia, pandeo local del ala y pandeo local del alma en flexión pura.

Fluencia:

$$M_n = M_p = F_y * Z$$

Donde:

Z : módulo plástico de la sección en torno al eje de flexión

Pandeo local del ala:

- a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del ala.
- b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y * S) \left(3.57 \frac{b}{t} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 0.4 \right) \leq M_p$$

c) Para secciones con alas esbeltas

$$M_n = F_y * S_{eff}$$

Donde:

S_e : modulo se sección efectiva determinado con el ancho efectivo del ala en compresión calculado como:

$$b_e = 1.92t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \left[1 - \frac{0.38}{b/t} \sqrt{E/F_y} \right] \leq b$$

Pandeo local del alma:

a) Para secciones compactas, no aplica el estado límite de pandeo local del alma.

b) Para secciones con alas no compactas

$$M_n = M_p - (M_p - F_y * S_x) \left(0.305 \frac{h}{t_w} \sqrt{\frac{F_y}{E}} - 0.738 \right) \leq M_p$$

Dimensionamiento de elementos

Las dimensiones que se van establecer a continuación para el diseño de la escalera están establecidos por catálogos existentes dentro del mercado, así mismo para la determinación de cargas tanto de muerta como de viva están establecidos por la (NEC, 2015), también se utilizara la norma mencionada para la carga de escaleras o rutas de escape.

La carga establecida en la sección 4.5 del ASCE/SEI 7-10 será de 0.73 kN/m aplicado barandilla o riel superior por recomendación de la normativa.

Cargas establecidas por la (NEC, 2015):

Cargas de materiales

Hormigón armado	2400 kg/cm^2
Enlucidos	2200 kg/cm^2
Cielo raso	200 kg/cm^2

Cargas de servicio

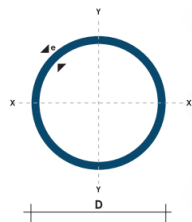
Escaleras o rutas de escape	500 kg/cm^2
Pasamanos	100 kg/cm^2

La combinación que se establece para la escalera metálica será la más crítica:
1.2CM + 1.6CV.

Dimensionamiento de Pasamanos

- Selección del perfil

TC 2" x 1.5mm



Propiedades

Diámetro	2"
Espesor	1.5 mm
Masa	1.82 kg/m
Área	2.32 cm^2
Ix	7.06 cm^4
Sy	2.78 cm^3

- *Determinación de cargas*

Carga Muerta

$$W_{\text{perfil}} = 1.82 \text{ kg/m}$$

$$CM = 1.82 \text{ kg/m}$$

Carga Viva

$$W_{\text{Pasamanos}} = 100.00 \text{ kg/m}$$

$$CV = 100.00 \text{ kg/m}$$

$$q_u = 1.2CM + 1.6CV$$

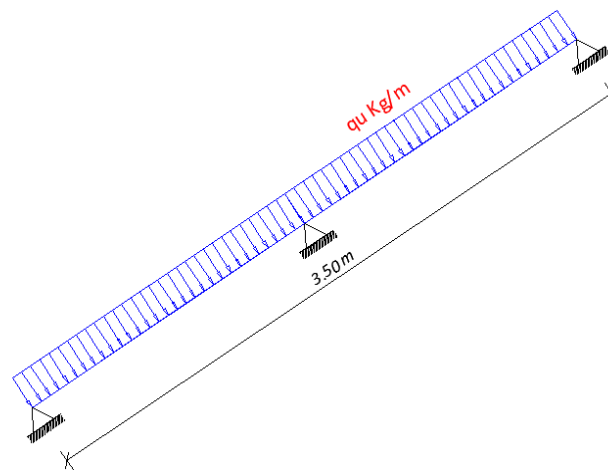
$$q_u = 1.2(1.82) + 1.6(100)$$

$$q_u = 162.18 \text{ kg/m}$$

- *Determinación de reacciones y momentos*

Figura 253

Modelo matemático para pasamano



$$M_u += 29.92 \text{ kg} - m$$

$$M_u -= 53.19 \text{ kg} - m$$

$$R_A = R_C = 115.77 \text{ kg}$$

$$R_B = 335.85 \text{ kg}$$

- *Análisis por flexión*

$$M_n = S_x * F_y$$

$$M_n = \frac{2.78 \text{ cm}^3 * 2530 \text{ kg/cm}^2}{100} = 70.33 \text{ kg} - m$$

$$M_u \leq \phi M_n \text{ (LRFD)}$$

$$M_u < 0.9 * 70.33$$

$$53.19 \text{ kg} - m < 63.3 \text{ kg} - m \quad OK$$

- *Análisis de pandeo lateral*

$$M_n = \left(\frac{0.021 * E}{\frac{D}{t}} + F_y \right) * S_x$$

$$M_n = \left(\frac{0.021 * 2100000}{\frac{5.08}{0.15}} + 2530 \right) * 2.78$$

$$M_n = \frac{10653.52 \text{ kg} - cm}{100} = 106.53 \text{ kg} - m$$

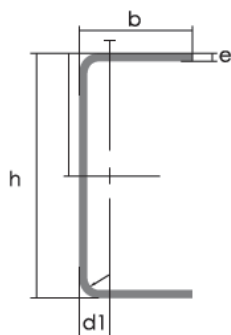
$$M_u \leq \phi M_n \text{ (LRFD)}$$

$$M_u < 0.9 * 106.53$$

$$53.19 \text{ kg} - m < 95.88 \text{ kg} - m \quad OK$$

Dimensionamiento de Peldaños

- Selección del perfil

C 300 x 80 x 4mm**Propiedades**

Altura	300 mm
Base	80 mm
Espesor	4 mm
Masa	13.98 kg/m
Área	17.87 cm ²
I _x	2186 cm ⁴
I _y	93.35 cm ⁴
S _x	145.8 cm ³
S _y	14.5 cm ³

- *Determinación de cargas*

Carga Muerta

$$W_{\text{hormigón}} = 1.00 * 0.30 * 0.07 * 2400 = 50.40 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{Masillado}} = 1.00 * 0.30 * 0.01 * 2200 = 6.60 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{perfil}} = 13.98 \text{ kg/m}$$

$$CM = 70.98 \text{ kg/m}$$

Carga Viva

$$W_{\text{Personas}} = 1.00 * 0.30 * 500 \text{ kg/m}^2 = 150.00 \text{ kg/m}$$

$$CV = 150.00 \text{ kg/m}$$

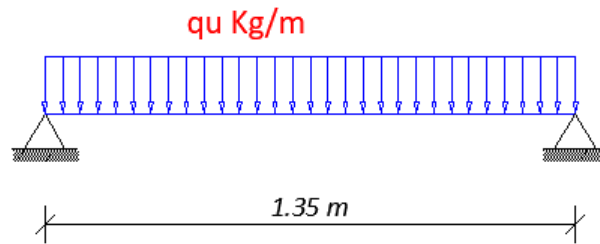
$$q_u = 1.2CM + 1.6CV$$

$$q_u = 1.2(70.98) + 1.6(150.00) = 325.18 \text{ kg/m}$$

- *Determinación de reacciones y momentos*

Figura 254

Modelo matemático peldaño



$$M_{+} = \frac{q * l^2}{8}$$

$$M_{u+} = \frac{325.18 * 1.35^2}{8}$$

$$M_{u+} = 74.08 \text{ kg} - \text{m}$$

$$R_A = \frac{q * l}{2}$$

$$R_A = R_B = \frac{325.18 * 1.35}{2}$$

$$R_A = R_B = 219.50 \text{ kg}$$

- *Análisis por flexión*

$$M_p = F_y * Z_y$$

$$M_p = \frac{25.21 \text{ cm}^3 * 2530 \text{ kg/cm}^2}{100} = 637.813 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_p = 1.6 * F_y * S_y$$

$$M_p = \frac{1.6 * 14.5 \text{ cm}^3 * 2530 \text{ kg/cm}^2}{100} = 586.96 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_n = 586.96 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_u \leq \phi M_n \text{ (LRFD)}$$

$$Mu < 0.9 * 586.96$$

$$74.08 \text{ kg} - m < 528.26 \text{ kg} - m \quad OK$$

- *Análisis del pandeo del ala*

$$\lambda = \frac{b}{e} = \frac{80}{4} = 20$$

$$\lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.38 \sqrt{\frac{2100000}{2530}} = 10.94$$

$$\lambda_r = 1.0 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.0 \sqrt{\frac{2100000}{2530}} = 28.81$$

No compacto en flexión, por lo tanto:

$$Mn = \left[M_p - (M_p - 0.7 * F_y * S_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \right) \right]$$

$$Mn = \left[52896 - (52896 - 0.7 * 2530 * 14.5) \left(\frac{20 - 10.94}{28.81 - 10.94} \right) \right]$$

$$Mn = \frac{39097.37 \text{ kg} - \text{cm}}{100} = 390.97 \text{ kg} - m$$

$$Mu \leq \phi Mn \quad (LRFD)$$

$$Mu < 0.9 * 390.97$$

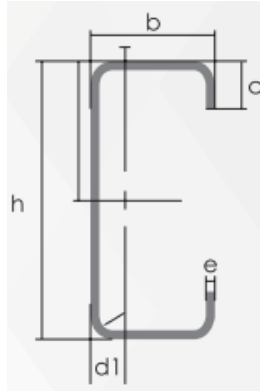
$$74.08 \text{ kg} - m < 351.87 \text{ kg} - m \quad OK$$

Vigas soporte de peldaños (Zanca)

- *Selección del perfil*

2G 150 x 50 x 15 x 5 mm

Propiedades



Altura	150 mm
Base	50 mm
c	15 mm
Espesor	5 mm
Masa	9.53 kg/m
Área	12.36 cm ²
I _x	383.6 cm ⁴
I _y	32.27 cm ⁴
S _x	51.15 cm ³
S _y	8.98 cm ³

- *Determinación de cargas*

Carga Muerta

$$W_{\text{perfil}} = 2 * 9.53 = 19.06 \text{ kg/m}$$

$$CM = 19.06 \text{ kg/m}$$

Fuerza Puntual de Pasamanos

$$P_p = 3 * 335.85 = 1007.55 \text{ kg}$$

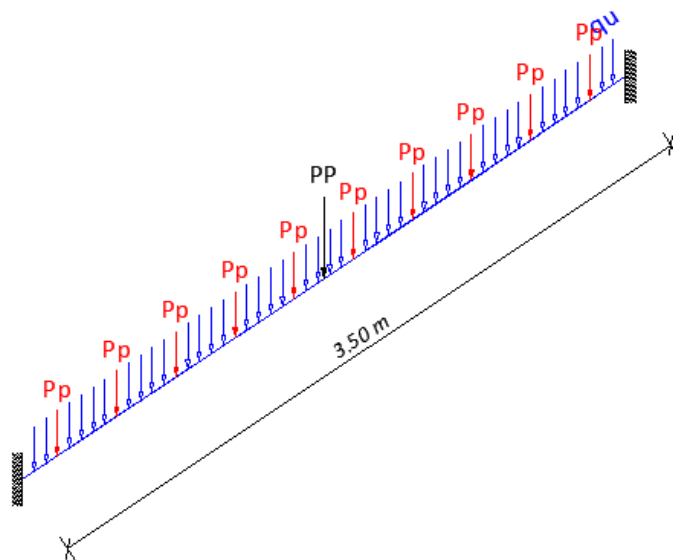
Fuerza Puntual de Peldaños

$$P_p = 219.50 = 219.50 \text{ kg}$$

- *Determinación de reacciones y momentos*

Figura 255

Reacciones y momentos en escalera



$$R_A = R_B = 1634.62 \text{ kg}$$

$$M_{u-} = 946.0 \text{ kg} - m$$

$$M_{u+} = 657.80 \text{ kg} - m$$

- *Análisis por flexión*

$$M_n = F_y * Z_x$$

$$M_n = \frac{70.13 \text{ cm}^3 * 2530 \text{ kg/cm}^2}{100} = 1774.29 \text{ kg} - m$$

$$M_u \leq \phi M_n \text{ (LRFD)}$$

$$M_u < 0.9 * 1721.92$$

$$946.0 \text{ kg} - m < 1596.86 \text{ kg} - m \quad \text{OK}$$

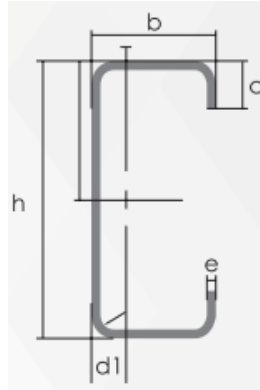
- *Pandeo local del Ala*

Al ser esta una sección compacta, no aplica el estado límite de pandeo local del ala.

Vigas soporte de Zancas

- Selección del perfil

2G 250 x 100 x 25 x 5 mm



Propiedades

Altura	250 mm
Base	100 mm
c	25 mm
Espesor	5 mm
Masa	18.17 kg/m
Área	23.36 cm ²
Ix	2219.0 cm ⁴
Iy	285.3 cm ⁴
Sx	177.5 cm ³
Sy	39.24 cm ³

- Determinación de cargas

Carga Muerta

$$W_{\text{perfil}} = 2 * 18.17 \text{ kg/m} = 36.34 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{DECK}} = 0.52 * 7.02 \text{ kg/m}^2 = 3.65 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{hormigon}} = 0.68 * 216 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 146.88 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{masillado}} = 1.00 * 0.52 * 0.01 * 2200 = 11.44 \text{ kg/m}$$

$$CM = 198.31 \text{ kg/m}$$

Carga Viva

$$W_{\text{Personas}} = 1.00 * 0.52 * 500 \text{ kg/m}^2 = 260.00 \text{ kg/m}$$

$$CV = 260.00 \text{ kg/m}$$

Fuerza Puntual de pasamanos

$$P_p = 6 * 115.77 = 694.62 \text{ kg}$$

Fuerza Puntual de zancas

$$P_z = 2 * 1634.62 = 3269.24 \text{ kg}$$

$$P_p + P_z = 3963.86 \text{ kg}$$

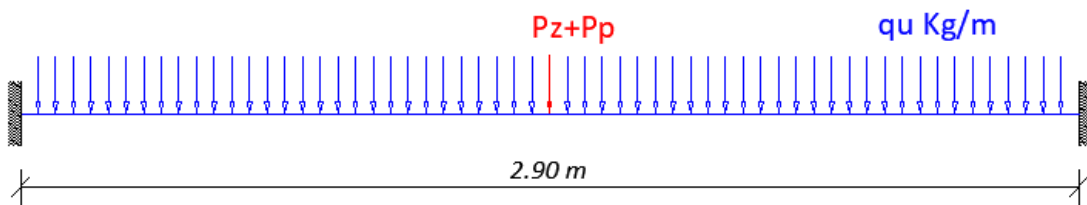
$$q_u = 1.2CM + 1.6CV$$

$$q_u = 1.2(198.31) + 1.6(260.00) = 653.97 \text{ kg/m}$$

- Determinación de reacciones y momentos

Figura 256

Modelo matemático viga soporte



$$M_u^- = 1895.23 \text{ kg} - m$$

$$M_u^+ = 1666.06 \text{ kg} - m$$

$$R_A = R_B = 2930.19 \text{ kg}$$

- Análisis por flexión

$$M_n = F_y * Z_x$$

$$M_n = \frac{138.88 \text{ cm}^3 * 2530 \text{ kg/cm}^2}{100} = 3513.66 \text{ kg} - m$$

$$Mu \leq \phi Mn \text{ (LRFD)}$$

$$Mu < 0.9 * 3513.66$$

$$1895.23 \text{ kg} - m < 3162.30 \text{ kg} - m \quad OK$$

Columna interior

- *Determinación de cargas*

Fuerza Puntual de Zancas

$$P_{Vigas} = 8 * 1634.62 = 13076.96 \text{ kg}$$

Fuerza Puntual Descanso

$$P_{Escalones} = 8 * 2930.19 = 29441.52 \text{ kg}$$

$$Pu = 36518.48 \text{ kg}$$

- *Diseño estructural del elemento*

$$\text{suponemos } \frac{KL}{r} = 50$$

$$4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4.71 \sqrt{\frac{2100000}{2530}} = 135.7$$

$$50 < 135.7$$

$$F_{cr} = \left(0.658^{\frac{F_y}{F_e}} \right) * F_y$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{KL}{r} \right)^2}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 2100000}{50^2} = 8290.47 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cr} = \left(0.658^{\frac{2530}{8290.47}}\right) * 2530 = 2226.63 \text{ kg/cm}^2$$

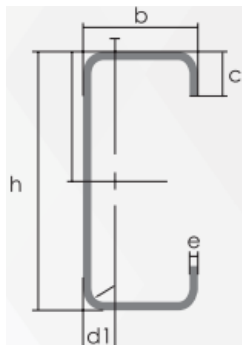
Área requerida

$$A_g = \frac{P_u}{\phi * F_{cr}}$$

$$A_g = \frac{36518.48}{0.9 * 2226.63} = 18.22 \text{ cm}^2$$

- Selección del perfil

2G 250 x 100 x 25 x 5mm



Propiedades

Altura	250 mm
Base	100 mm
c	25 mm
Espesor	5 mm
Masa	18.17 kg/m
Área	23.36 cm ²
Ix	2219.0 cm ⁴
Iy	285.3 cm ⁴
Sx	177.5 cm ³
Sy	39.24 cm ³

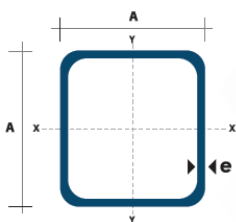
$$A = 2 * 23.36 = 46.72$$

$$18.22 \text{ cm}^2 < 46.72 \text{ cm}^2 \text{ OK}$$

Diagonales

La implementación de las diagonales en la escalera ayudará a tener mayor rigidez a la estructura, para así poder disminuir las derivas excesivas en el sentido más corto.

TC 100 x 5mm



Propiedades

Altura	100 mm
Espesor	5 mm
Masa	14.4 kg/m
Área	18.36 cm ²
Ix	270.57 cm ⁴
Sx	54.11 cm ³

Resumen de perfiles

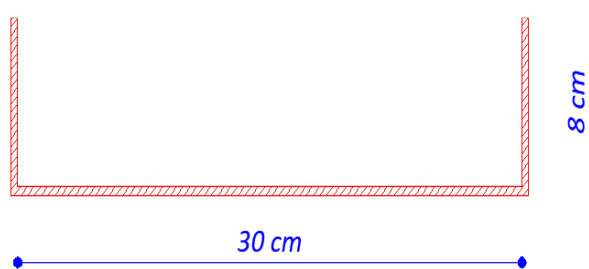
Tubo Redondo

2" x 1.5mm



Perfil C

300x80x4mm

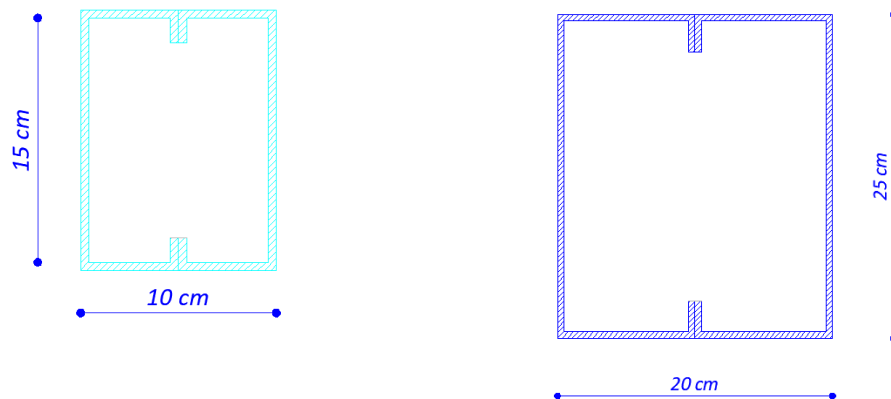


Perfil G

150x50x15x5mm

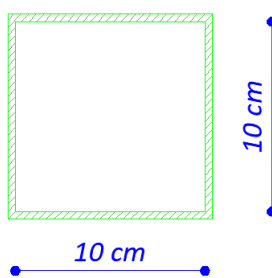
Perfil G

250x100x25x5mm



Tubo cuadrado

100 x 5 mm



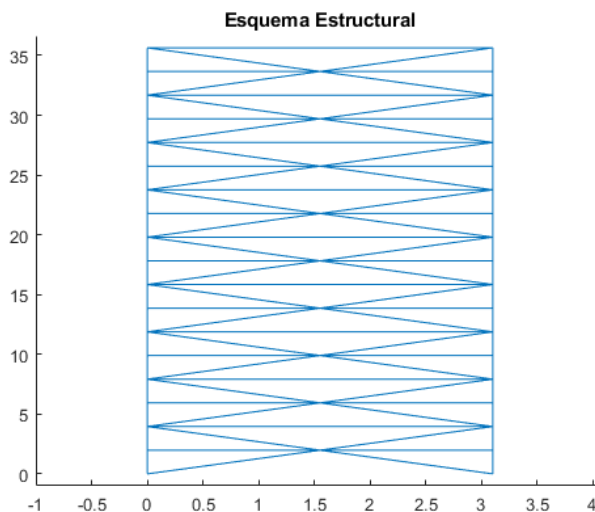
Análisis de pórticos Arriostrados con diagonales en forma de X

El software computacional utilizado para el análisis estático equivalente y modal espectral para la estructura de escalera es CEINCI-LAB desarrollado por el Dr. Roberto Aguiar y su grupo de colaboradores.

Los pasos a seguir para el análisis comienzan con el ingreso de la geometría en general como en número de vanos y pisos.

Figura 257

Geometría General del Pórtico Geometría General del Pórtico



Determinada la geometría con las dimensiones, secciones y propiedades de los materiales de cada uno de los elementos se procede a definir las cargas a las que estará sujeta la estructura lo cual se define como factores para el análisis sísmico con el espectro (NEC, 2015), para ello se debe ingresar los siguientes valores como son:

$i_s=4$; Suelo D

$i_z=5$; Zona sísmica 5 = 0.4g

$i_p=1$; Región Costa

Importancia = 1.5; Factor de importancia

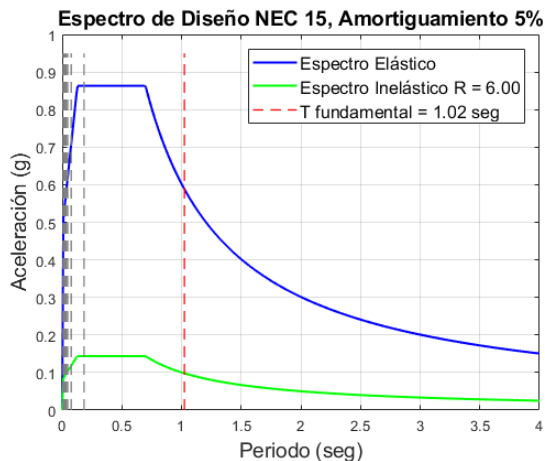
$R = 6$; Factor de reducción de la fuerza sísmica

$\Phi_p=1$; $\Phi_e=1.0$; % Factores de planta y elevación

$\zeta=0.05$; % Amortiguamiento

Figura 258

Espectro de Diseño



El diseño de escaleras con diagonales nos ayuda a tener un mejor comportamiento sobre las cargas laterales, inducidas por un sismo lo cual aumenta la rigidez considerablemente a toda la estructura, donde con esta implementación llegamos a tener una deriva inferior al 2% bajo el límite permisible.

Figura 259

Desplazamientos, deriva por piso y Corte por piso

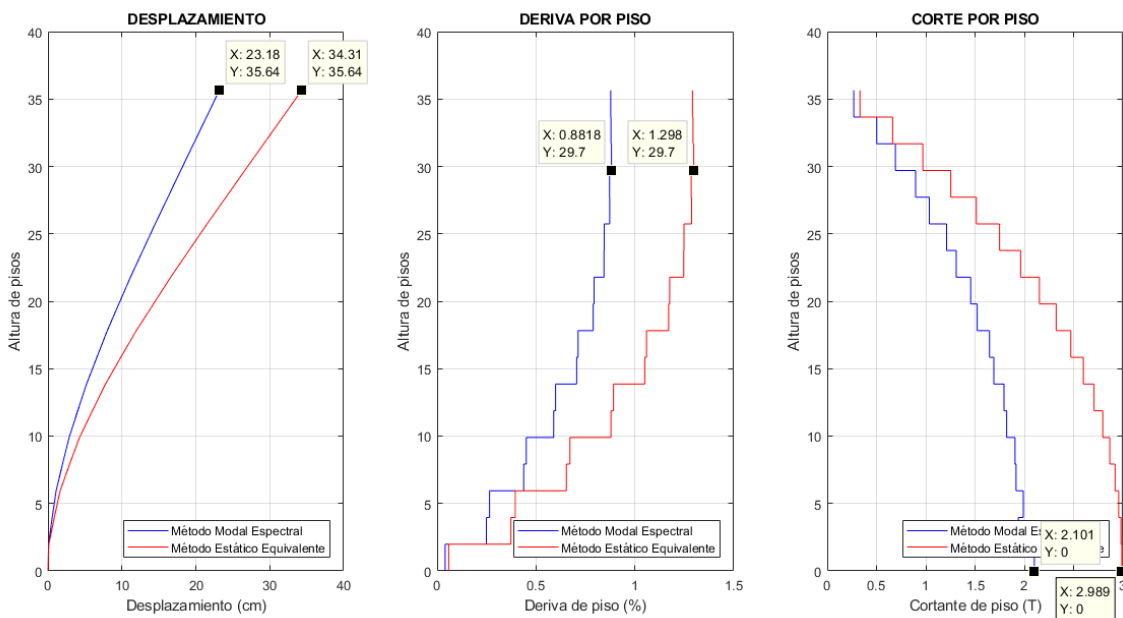


Figura 260

Modelamiento de la Escalera

**Presupuesto de escalera**

El cálculo del presupuesto para la escalera implementado para la evacuación vertical se realizará mediante el análisis de precios unitarios, basando en los precios actuales del mercado y manos de obra, esto a fin de tener un costo total aproximado del proyecto que se plantea realizar.

Figura 261

Rubro Deck y/o Metaldeck 0.52

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Escalera Marenostrum

Hoja 1 de 13

RUBRO:

Deck y/o Metaldeck 0.52

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,10	\$ 0,10	0,1757	\$ 0,02
Amoladora eléctrica	1,00	\$ 1,10	\$ 1,10	0,1757	\$ 0,19
Soldadura Mig	1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	0,1757	\$ 0,18
SUBTOTAL M					\$ 0,39
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	1,00	\$ 3,62	\$ 3,62	0,1757	\$ 0,64
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	1,00	\$ 4,06	\$ 4,06	0,1757	\$ 0,71
Maestro soldador especializado E.O C1	1,00	\$ 4,06	\$ 4,06	0,1757	\$ 0,71
SUBTOTAL N					\$ 2,06
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Conectores de corte	u	4,00	\$ 0,85	\$ 3,40	
Steeldeck calibre 0.52	m2	1,05	\$ 8,65	\$ 9,08	
Electrodos	kg	1,00	\$ 3,46	\$ 3,46	
Disco de corte	u	1,00	\$ 4,07	\$ 4,07	
SUBTOTAL O					\$ 20,01
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 22,46
COSTO INDIRECTO:					20% 4,49
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 26,95
VALOR UNITARIO:					\$ 26,95

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 262

Rubro Hormigón en Metaldeck $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Escalera Marenostrum

RUBRO:

Hormigón en metaldeck $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Hoja 2 de 13

DETALLE:

UNIDAD: m3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 1,72	\$ 1,72	1,0364	\$ 1,78
Concretera	1,00	\$ 3,00	\$ 3,00	1,0364	\$ 3,11
Vibrador de Hs	1,00	\$ 3,00	\$ 3,00	1,0364	\$ 3,11
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	1,0364	\$ 0,12
Elevador (1 saco)	1,00	\$ 6,87	\$ 6,87	1,0364	\$ 7,12
SUBTOTAL M					\$ 15,24
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	6,00	\$ 3,62	\$ 21,72	1,0364	\$ 22,51
Albañil E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	1,0364	\$ 3,79
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	1,00	\$ 4,06	\$ 4,06	1,0364	\$ 4,21
Carpintero E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	1,0364	\$ 3,79
SUBTOTAL N					\$ 34,30
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD		P. UNITARIO	COSTO
		A	B	C = A x B	D = C x R
Cemento Portland	kg	288,00	\$ 0,16	\$ 46,08	
Arena	m3	0,52	\$ 13,75	\$ 7,15	
Ripio	m3	0,76	\$ 13,75	\$ 10,45	
Agua	m3	0,18	\$ 0,52	\$ 0,09	
Encofrado	m	6,50	\$ 1,00	\$ 6,50	
Píngos	m	12,00	\$ 1,00	\$ 12,00	
Clavos	kg	0,25	\$ 1,25	\$ 0,31	
Aceite quemado	gl	0,15	\$ 0,40	\$ 0,06	
Aditivo	kg	3,50	\$ 1,25	\$ 4,38	
SUBTOTAL O					\$ 87,02
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 136,57
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 163,88
VALOR UNITARIO:					\$ 163,88

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 263

Rubro Malla electrosoldada Ø 6c/.10

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Escalera Marenostrum

Hoja 3 de 13

RUBRO:

Malla electrosoldada Ø 6c/.10

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,02	\$ 0,02	0,0330	\$ 0,00
SUBTOTAL M					\$ 0,00
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	2,00	\$ 3,62	\$ 7,24	0,0330	\$ 0,24
Albañil E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	0,0330	\$ 0,12
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,0330	\$ 0,01
SUBTOTAL N					\$ 0,37
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Malla electrosoldada 6.10	m2	1,05	\$ 4,77	\$ 5,01	
SUBTOTAL O					\$ 5,01
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 5,38
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 6,46
VALOR UNITARIO:					\$ 6,46

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 264

Rubro Acero estructural

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Escalera Marenostrum

RUBRO:

Acero estructural

Hoja 4 de 13

DETALLE:

UNIDAD: kg

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,02	\$ 0,02	0,0320	\$ 0,001
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,0320	\$ 0,004
Soldadora eléctrica	1,00	\$ 1,96	\$ 1,96	0,0320	\$ 0,06
Elevador de riel	1,00	\$ 3,63	\$ 3,63	0,0320	\$ 0,12
Amoladora eléctrica	1,00	\$ 1,10	\$ 1,10	0,0320	\$ 0,04
Compresor	1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	0,0320	\$ 0,03
SUBTOTAL M					\$ 0,25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	2,00	\$ 3,62	\$ 7,24	0,0320	\$ 0,23
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,0320	\$ 0,01
Maestro soldador especializado E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,0320	\$ 0,01
Ferrero E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	0,0320	\$ 0,12
SUBTOTAL N					\$ 0,37
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Acero en perfil	kg	1,05	\$ 1,40	\$ 1,47	
Thinner	gl	0,01	\$ 15,12	\$ 0,15	
Disco de corte	u	0,01	\$ 4,07	\$ 0,04	
Pintura anticorrosiva	gl	0,01	\$ 16,37	\$ 0,16	
Pintura esmalte	gl	0,01	\$ 13,72	\$ 0,14	
Electrodo #6011 1/8	kg	0,05	\$ 3,91	\$ 0,20	
SUBTOTAL O					\$ 2,16
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 2,78
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 3,34
VALOR UNITARIO:					\$ 3,34

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 265

Rubro Hormigón en peldaños

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

Escalera Marenostrum

RUBRO:

Hormigón en peldaños

Hoja 5 de 13

DETALLE:

UNIDAD: m3

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,57	\$ 0,57	1,0000	\$ 0,565
Elevador (1 saco)	1,00	\$ 6,87	\$ 6,87	1,0000	\$ 6,870
Concreteira (1 saco)	1,00	\$ 3,01	\$ 3,01	1,0000	\$ 3,01
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	1,0000	\$ 0,12
SUBTOTAL M					\$ 10,57
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	2,00	\$ 3,62	\$ 7,24	1,0000	\$ 7,24
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	1,0000	\$ 0,41
Albañil E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	1,0000	\$ 3,66
SUBTOTAL N					\$ 11,31
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Arena	m3	0,04	\$ 13,75	\$ 0,55	
Ripio	m3	0,06	\$ 13,75	\$ 0,83	
Agua	m3	0,02	\$ 0,52	\$ 0,01	
Cemento	sacos	0,63	\$ 7,90	\$ 4,98	
SUBTOTAL O					\$ 6,36
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 28,23
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 33,88
VALOR UNITARIO:					\$ 33,88

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 266

Rubro Masillado y escobillado en descansos

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Masillado y escobillado en descansos

Hoja 6 de 13
UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,22	\$ 0,22	0,7150	\$ 0,159
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,7150	\$ 0,09
SUBTOTAL M					\$ 0,25
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	0,80	\$ 3,62	\$ 2,90	0,7150	\$ 2,07
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,7150	\$ 0,29
Albañil E.O D2	0,80	\$ 3,66	\$ 2,93	0,7150	\$ 2,09
SUBTOTAL N					\$ 4,45
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Arena	m3	0,02	\$ 13,75	\$ 0,28	
Agua	m3	0,01	\$ 0,52	\$ 0,01	
Cemento	kg	10,30	\$ 0,16	\$ 1,65	
SUBTOTAL O					\$ 1,93
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 6,63
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 7,95
VALOR UNITARIO:					\$ 7,95

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 267

Rubro Masillado y escobillado en peldaños

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Masillado y escobillado en peldaños

Hoja 7 de 13
UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,4000	\$ 0,050
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,4000	\$ 0,05
SUBTOTAL M					\$ 0,10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	0,80	\$ 3,62	\$ 2,90	0,4000	\$ 1,16
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,4000	\$ 0,16
Albañil E.O D2	0,80	\$ 3,66	\$ 2,93	0,4000	\$ 1,17
SUBTOTAL N					\$ 2,49
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Arena	m3	0,02	\$ 13,75	\$ 0,28	
Agua	m3	0,01	\$ 0,52	\$ 0,01	
Cemento	kg	10,30	\$ 0,16	\$ 1,65	
Aditivo impermeabilizante	kg	0,01	\$ 1,15	\$ 0,01	
SUBTOTAL O					\$ 1,94
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 4,53
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 5,44
VALOR UNITARIO:					\$ 5,44

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 268

Rubro Gypsum de humedad en tumbado tapa grada

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Gypsum de humedad en tumbado tapa grada

Hoja 8 de 13
UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,21	\$ 0,21	0,5500	\$ 0,116
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,5500	\$ 0,07
SUBTOTAL M					\$ 0,18
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	1,00	\$ 3,62	\$ 3,62	0,5500	\$ 1,99
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,5500	\$ 0,22
Albañil E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	0,5500	\$ 2,01
SUBTOTAL N					\$ 4,23
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Alambre de amarre #18	kg	0,10	\$ 2,15	\$ 0,22	
Plancha Gypsum Yeso Carton p/humedad 4'x8'x1/2	u	0,37	\$ 12,88	\$ 4,77	
Clavo de acero negro	lb	0,02	\$ 1,50	\$ 0,03	
Angulo perimetral galvanizado	u	0,35	\$ 0,65	\$ 0,23	
Tornillos BH para plancha	u	14,82	\$ 0,01	\$ 0,15	
Fulminantes y clavo	u	0,70	\$ 0,55	\$ 0,39	
Tornillos LH para estructura	u	4,58	\$ 0,01	\$ 0,05	
Cinta para junta de papel	u	0,03	\$ 4,66	\$ 0,14	
Masilla Romeral 30kg	saco	0,03	\$ 16,68	\$ 0,50	
SUBTOTAL O					\$ 6,46
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 10,87
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 13,04
VALOR UNITARIO:					\$ 13,04

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 269

Rubro Estuco en tumbados gypsum

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Estuco en tumbados gypsum

Hoja 9 de 13
UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,02	\$ 0,02	0,0610	\$ 0,001
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,0610	\$ 0,01
SUBTOTAL M					\$ 0,01
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	1,00	\$ 3,62	\$ 3,62	0,0610	\$ 0,22
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,0610	\$ 0,02
Pintor E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	0,0610	\$ 0,22
SUBTOTAL N					\$ 0,47
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	D = C x B
Estuco de tumbados 1.2x0.60	m2	0,10	\$ 7,66	\$ 0,77	
Sikatop empaste	kg	1,00	\$ 1,37	\$ 1,37	
SUBTOTAL O					\$ 2,14
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 2,61
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 3,14
VALOR UNITARIO:					\$ 3,14

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 270

Rubro Pintura caucho en tumbados gypsum

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Pintura caucho en tumbados gypsum

Hoja 10 de 13
UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,11	\$ 0,11	0,2990	\$ 0,034
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,2990	\$ 0,04
SUBTOTAL M					\$ 0,07
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	1,00	\$ 3,62	\$ 3,62	0,2990	\$ 1,08
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	0,2990	\$ 0,12
Pintor E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	0,2990	\$ 1,09
SUBTOTAL N					\$ 2,30
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Pintura de caucho	gl	0,05	\$ 14,74	\$ 0,74	
SUBTOTAL O					\$ 0,74
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 3,11
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 3,73
VALOR UNITARIO:					\$ 3,73

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 271

Rubro Pasamanos con tubo negro, incluye pintura

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Pasamanos con tubo negro, incluye pintura

Hoja 11 de 13
UNIDAD: m

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,40	\$ 0,40	1,0000	\$ 0,404
Amoladora eléctrica	1,00	\$ 1,10	\$ 1,10	1,0000	\$ 1,100
Soldadora eléctrica	1,00	\$ 1,98	\$ 1,98	1,0000	\$ 1,980
Compresor	1,00	\$ 1,80	\$ 1,80	1,0000	\$ 1,800
SUBTOTAL M					\$ 5,28
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	1,00	\$ 3,62	\$ 3,62	1,0000	\$ 3,62
Maestro mayor en ejecución de obras civiles E.O C1	0,10	\$ 4,06	\$ 0,41	1,0000	\$ 0,41
Maestro soldador especializado E.O C1	1,00	\$ 4,06	\$ 4,06	1,0000	\$ 4,06
SUBTOTAL N					\$ 8,09
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	D = C x R
Pasamanos de metal (inc. instalación)	m	1,00	\$ 28,96		\$ 28,96
Disco de corte	u	0,01	\$ 4,07		\$ 0,04
Electrodo # 6011 1/8	kg	0,05	\$ 3,91		\$ 0,20
Pintura anticorrosiva	gl	0,01	\$ 16,37		\$ 0,16
SUBTOTAL O					\$ 29,36
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 42,73
COSTO INDIRECTO:					8,55
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 51,28
VALOR UNITARIO:					\$ 51,28

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 272

Rubro Picado y resanes generales

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Picado y resanes generales

Hoja 12 de 13
UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,09	\$ 0,09	0,2500	\$ 0,023
Andamios	1,00	\$ 0,12	\$ 0,12	0,2500	\$ 0,030
SUBTOTAL M					\$ 0,05
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	1,00	\$ 3,62	\$ 3,62	0,2500	\$ 0,91
Albañil E.O D2	1,00	\$ 3,66	\$ 3,66	0,2500	\$ 0,92
SUBTOTAL N					\$ 1,82
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Arena	m3	0,01	\$ 13,75	\$ 0,14	
Agua	m3	0,01	\$ 0,52	\$ 0,01	
Cemento	saco	0,01	\$ 7,90	\$ 0,08	
SUBTOTAL O					\$ 0,22
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 2,09
COSTO INDIRECTO:					20%
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 2,51
VALOR UNITARIO:					\$ 2,51

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Figura 273

Rubro Limpieza de obra

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:
RUBRO:
DETALLE:

Escalera Marenostrum
Limpieza de obra

Hoja 13 de 13
UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Herramienta Menor (5%M.O)	1,00	\$ 0,03	\$ 0,03	0,0840	\$ 0,003
SUBTOTAL M					\$ 0,003
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R=H/U	D = C x R
Peón E.O E2	2,00	\$ 3,62	\$ 7,24	0,0840	\$ 0,61
SUBTOTAL N					\$ 0,61
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
SUBTOTAL O					\$ -
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					\$ -
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P):					\$ 0,61
COSTO INDIRECTO:					20% 0,12
OTROS INDIRECTOS:					\$ -
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					\$ 0,73
VALOR UNITARIO:					\$ 0,73

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA
ESTOS ANÁLISIS DE PRECIOS SON REFERENCIALES

Terminado el análisis de precios unitarios y determinado las cantidades de obra de los planos, podemos calcular el precio total de cada rubro y por consiguiente el costo total, lo cual se muestra en la tabla del presupuesto.

tabla de descripción de rubros, unidades, cantidades y precios

Figura 274

Presupuesto Referencial

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
Rubro N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
1	Deck y/o Novalosa 0.65	m2	76,73	\$ 26,95	\$ 2.068,24
2	Hormigón en novalosas f'c= 210 kg/cm ²	m3	8,32	\$ 163,88	\$ 1.363,48
3	Malla electrosoldada Ø 6c/.10	m2	120,82	\$ 6,46	\$ 780,33
4	Acero estructural	kg	3637,69	\$ 3,34	\$ 12.151,06
5	Hormigón en peldaños	m3	30,24	\$ 33,88	\$ 1.024,54
6	Masillado y escobillado en descansos	m2	54,75	\$ 7,95	\$ 435,44
7	Masillado y escobillado en peldaños	m2	144	\$ 5,44	\$ 782,70
8	Gypsum de humedad en tumbado tapa grada	m2	71,25	\$ 13,04	\$ 929,12
9	Estuco en tumbados gypsum	m2	71,25	\$ 3,14	\$ 223,46
10	Pintura caucho en tumbados gypsum	m2	71,4	\$ 3,73	\$ 266,07
11	Pasamanos con tubo negro, incluye pintura	m	151,71	\$ 51,28	\$ 7.779,12
12	Picado y resanes generales	m2	1,31	\$ 2,51	\$ 3,29
13	Limpieza de obra	m2	105,71	\$ 0,73	\$ 77,47
TOTAL					\$ 27 884,33

La suma de los rubros que intervinieron en el proyecto dará el presupuesto total del proyecto, para las cantidades se basó en los planos constructivos, así para determinar el monto del proyecto que es de USD \$ 27 884.33 sin IVA como se muestra en la figura del presupuesto referencial.

Capítulo V

Guía metodológica para la Norma Ecuatoriana de la Construcción sobre peligro ante tsunamis y diseño de estructuras para evacuación vertical tomando como base la guía estadounidense FEMA P-646 de agosto 2019

El objetivo central del presente capítulo es el de profundizar las ideas y conceptos encontrados en la Guía metodológica para la Norma Ecuatoriana de la Construcción sobre peligro ante tsunamis y diseño de estructuras para evacuación (Cañamar et al., 2021). Dicha guía ofrece una metodología para el diseño de estructuras que sirvan como refugios seguros ante una evacuación vertical de emergencia dado el caso de presentarse algún tsunami que ponga en riesgo la integridad física de las personas.

Para que una construcción sea definida como una zona segura y que pueda ser considerada para realizar evacuaciones verticales, debe contar con una altura suficiente que permita a las personas en peligro ubicarse por encima del nivel posible de inundación, además de otras características estructurales y de resistencia que estas deben tener para garantizar la eficiencia de su soporte y capacidad frente a eventos naturales de esta clase que limitan los tiempos de reacción de la población para encontrar un punto seguro.

Ante la alerta de un posible tsunami lo más recomendable es buscar zonas altas y alejadas del borde costero, esto es lo que se conoce como evacuación horizontal (este tipo de evacuación es considerada como la opción principal en caso de emergencias por tsunami), sin embargo, cuando esta opción no sea la más adecuada ni adaptable al entorno de desarrollo del evento en cuestión, una posible solución es la evacuación vertical que consiste en refugiarse en edificios altos que garanticen resistencia ante efectos por tsunami y así aminorar el porcentaje de pérdidas humanas que podría presentarse por la fuerza destructiva con la que golpearían las olas a su llegada.

En base a las diferentes inspecciones, entrevistas realizadas a propietarios y constructores y datos de campo recopilados durante la visita realizada a los edificios asentados en la línea costera de la ciudad de Salinas, además de diseños y recomendaciones establecidos en la FEMA (Federal Emergency Management Agency) se presenta dicha guía con el fin de brindar alternativas eficientes que sirvan en pro del bienestar de la población vulnerable asentada en zonas con alta influencia sísmica y de tsunamis.

Viabilidad del diseño resistente a tsunami

Sabemos que Ecuador es un país altamente sísmico por lo que no se conoce a ciencia cierta cuando y de que magnitud será el próximo evento sísmico que se pueda presentar y si este traerá consigo un eventual tsunami, sin embargo, a pesar de esta incertidumbre, existen métodos que podrían ayudar a la reducción de la vulnerabilidad a la cual los habitantes estén expuestos siendo necesario conocer que tipos de fuerzas y de qué manera se comporta una estructura dado el caso de tener que soportar un tsunami.

El mecanismo que genera la flotación y el volteo de edificios se compone de varios elementos. Inicialmente, se presenta un empuje lateral debido a la entrada del tsunami que causa presiones sobre la o las caras expuestas de la edificación. A lo anterior se suma que el nivel del agua empieza a incrementarse hasta alcanzar las losas de los diferentes niveles, ejerciendo sobre ellas un empuje de flotación con dirección ascendente. Dicho empuje es equilibrado inicialmente por el peso propio de la estructura y sus contenidos que actúan de arriba abajo. Sin embargo, cuando el equilibrio no se logra establecer con la acción del peso propio, se incrementan las fuerzas de extracción de la cimentación. Finalmente, a medida que el edificio pierde verticalidad por causa del empuje lateral, aumenta el empuje de flotación sobre la losa de fondo, lo que produce

inestabilidad global en la estructura, que cede e inicia su desplazamiento (Aguilar et al., 2012).

Además de lo mencionado anteriormente, el daño estructural generado por los tsunamis se puede atribuir a fuerzas de diferentes tipos (hidrostáticas, hidrodinámicas, viento) o por el impacto de escombros que el agua transportaría a su llegada a las playas.

Fundamentándose en estudios de daños causados por tsunamis históricos queda en evidencia que el funcionamiento y resistencia de los edificios, varía en función de la altura de la ola del tsunami y del tipo de construcción. (Yeh et al., 2005). Gran parte de construcciones son destruidas total o parcialmente al ser afectadas por el potencial destructivo de un tsunami, pero, también hay evidencia de que, si se construye con sistemas estructurales adecuados respetándose las normativas técnicas de construcción, estos pueden ser lo suficientemente resistentes para ser utilizados como sitios de evacuación vertical.

A través de la historia del mundo, se detallan varios eventos de tsunamis que se han convertido en los más devastadores demostrando el potencial destructivo que poseen y la afectación que estos han generado. A continuación, se mencionan algunos de ellos como: el tsunami de Okushiri (1993), el tsunami de Nicaragua (1992), el tsunami del Océano Índico (2004), el tsunami de Tohoku (2011), entre otros (FEMA, 2019).

Cada uno de estos eventos dejan claro que la evacuación vertical es una alternativa que garantiza la seguridad de las personas siempre y cuando dichas construcciones cumplan con ciertas características sismo y tsunami resistentes.

Por este motivo, es posible considerar la evacuación vertical como una alternativa segura para la ciudad de Salinas al considerarse como un eje central del turismo ecuatoriano que en ciertas épocas del año alberga a gran cantidad de visitantes y que

cuya topografía, principalmente plana sin la existencia de puntos elevados cercanos que den cabida a evacuaciones horizontales, hacen necesario la búsqueda e implementación de alternativas de seguridad poblacional.

Implicaciones en el diseño de estructuras resistentes a tsunamis

Según, (FEMA, 2019) se establecen ciertas implicaciones para el diseño de estructuras resistentes a tsunamis así:

- Las estructuras de evacuación verticales (de acero o de hormigón armado bien diseñado) deben ser lo suficientemente altas para garantizar la seguridad de quienes buscan refugio.
- Las estructuras de evacuación vertical deben diseñarse para efectos de carga sísmica además de los efectos de carga de tsunami, considerándose al mismo tiempo posibles problemas con los accesos (escaleras, ascensores) ubicándose lejos de la zona de rompimiento de olas.
- Tener en cuenta las fuerzas de impacto de los escombros transportados por el agua ya que estos puedan provocar colapsos desproporcionados del sistema al igual que la erosión alrededor de los cimientos.
- Considerar efectos de flotabilidad debido al aire atrapado y fuerzas hidrodinámicas verticales en la losa del piso.
- Proteger las instalaciones eléctricas de emergencia ubicándolas por encima del nivel de inundación anticipado.

Recomendaciones adicionales para refugios de evacuación vertical

Movilización

Tomando como referencia eventos anteriores, como el ocurrido en el 2011 en Japón, no se considera pertinente que las personas realicen evacuaciones en vehículos particulares ya que esto solo provoca que la congestión vehicular se incremente a la vez que ralentiza la circulación peatonal con lo que podría generarse graves accidentes por la sensación de pánico e incertidumbre de la población y, posiblemente, si el tiempo de llegada del impacto del tsunami es corto golpearía a los autos directamente y bloquearía la salida de sus ocupantes lamentándose así aún más vidas.

Sitios elevados

Hay que tomar en consideración que los refugios deben encontrarse alejados de puntos peligrosos, como pueden ser estaciones de gas, puestos marítimos, escombreras, entre otros.

Dentro del área analizada en la ciudad de Salinas a partir del extremo de San Lorenzo hasta el sector de La Ensenada no existe zonas elevadas cercanas a excepción del cerro El Morro con una altitud aproximada de 82 m que puede ser usado como zona de seguridad para la población, sin embargo, dicho cerro se encuentra alejado para cierta parte de la población que no contaría con el tiempo suficiente para resguardarse en este punto en caso de presentarse el impacto de un tsunami con tiempos de llegada cortos. Dicha población debe contar con otro tipo de alternativas para asegurar su bienestar físico, en este caso, los edificios más cercanos y con altitud considerable categorizados como resistentes y que puedan soportar el impacto de un sismo y posteriormente de un tsunami cuyos accesos e instalaciones deben garantizar el albergue de un buen número de habitantes.

Accesos y escaleras

En caso de que los accesos y escaleras de un edificio sean considerados insuficientes, se recomienda la incorporación de escaleras de emergencia que contribuya con la reducción de tiempo de resguardo de la población en los niveles más altos de una estructura facilitando la circulación, evitando congestionamientos y posibles accidentes durante una eventual evacuación vertical de emergencia.

Implementación de Edificios Ad-Hoc

Al igual que en otros países expuestos peligro de tsunami resultaría conveniente que Salinas adopte ciertas opciones para evacuación vertical como edificaciones ad-hoc (torres, edificios o plataformas elevadas sobre el nivel esperado de inundación). Estos edificios ad-hoc son construidos en hormigón armado y acero con una altura promedio entre 14 y 16 m los cuales poseen facilidades de acceso (escaleras anchas y rampas para discapacitados), capacidad para cientos de personas y, además, están diseñados para brindar otros usos durante tiempos de no-emergencia como, por ejemplo: religioso, deportivo, comunitario, entre otros (León et al., 2019).

Figura 275

Torres de evacuación vertical



Nota: Edificios tipo ad-hoc. Obtenido de: (León et al., 2019).

Ruta de evacuación

Cabe recalcar que la línea costera de Salinas cuenta con un sistema de alerta temprana ante tsunamis mediante el cual se busca actuar antes de que se desarrolle una catástrofe natural alertando a la ciudadanía para que se refugie en algún lugar seguro, sin embargo, dicha ruta de evacuación señala a partir del eje central de mayor confluencia de personas, al Cerro del Morro ubicado a 4700 m y el Salinas Gol & Tennis Club a 1930 m, como zonas seguras de evacuación, los cuales se encuentran muy alejados y no son ideales para evacuaciones horizontales a pie ya que no se cuenta con suficiente tiempo de llegada tomando en consideración que en promedio una persona joven y sana camina aproximadamente a un ritmo de 1,8 m/s mientras que, alguien con discapacidad o personas ancianas se movilizan a un ritmo promedio de 90 cm/s (FEMA, 2019).

Por esta razón, resulta necesario la identificación clara y oportuna de aquellos edificios que hayan sido establecidos como puntos seguros para el resguardo poblacional en caso de emergencias naturales colocándose letreros y señaléticas que indiquen claramente las vías de evacuación y sitios de evacuación vertical como una alternativa a la evacuación horizontal. Estos deben contar con ciertas características constructivas y, principalmente, rutas de ingreso a sus instalaciones abiertas al público en general que garanticen el adecuado desplazamiento de personas con movilidad reducida y que no presenten objetos que interrumpan su libre circulación.

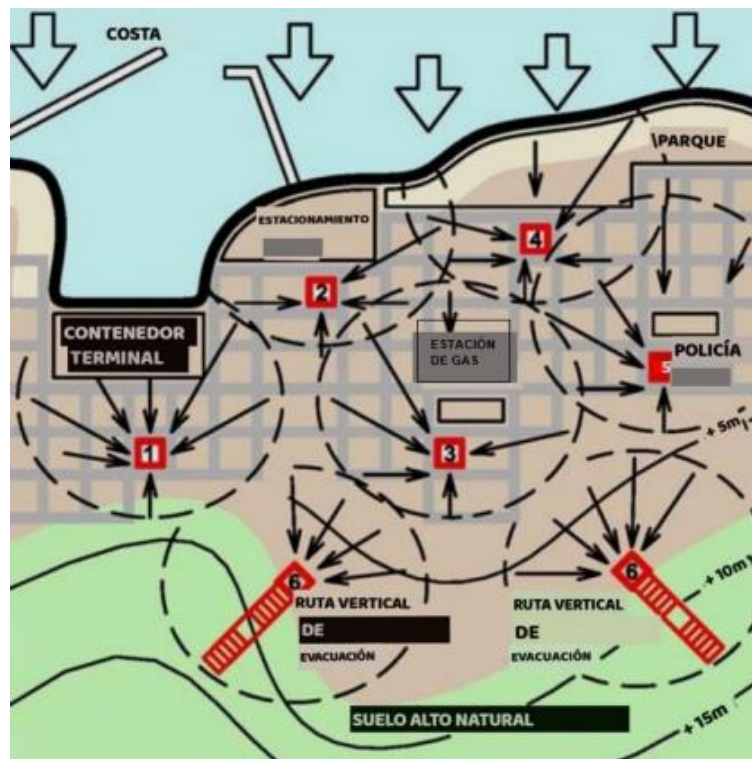
Suponiendo que el tiempo de alerta es de 3 horas asociado con tsunamis generados en fuentes lejanas, las estructuras de evacuación vertical deben ubicarse a un máximo de 9.65 Km desde cualquier punto de partida. Esto resultaría en un espacio máximo de aproximadamente 19.31 Km entre estructuras. Suponiendo el tiempo de alerta de 30 minutos asociado con tsunamis generados cerca de una fuente, Las estructuras de evacuación verticales deben ubicarse a un máximo de 1.60 Km de cualquier punto de

partida dado o 3.21 Km entre estructuras. El espaciamiento máximo de las estructuras de evacuación vertical para tsunamis generados por fuentes intermedias sería de entre 1.60 y 3.21 Km (FEMA, 2019).

En la siguiente figura tomado de (FEMA, 2019) se muestra un diseño de estructuras de evacuación vertical en una comunidad costera hipotética.

Figura 276

Diseño de muestra de estructuras de evacuación verticales



Nota: Modelo explicativo de posicionamiento de estructuras de evacuación verticales tomando en consideración el entorno topográfico de la zona y distancias de movilización. Las flechas muestran las rutas de evacuaciones verticales previstas. Obtenido de (FEMA, 2019).

Capacidad y espacio disponible

En Salinas por el momento se ha definido a 5 edificios como refugios seguros, los cuales servirían exclusivamente para aquellos que se encuentran más alejados de los sitios altos para enfrentar el tsunami. Aquellos que se encuentren a la misma distancia de un edificio o un lugar elevado como por ejemplo el Cerro del Morro es mejor que acudan a este y así se pueda dar mayor capacidad para las personas que realmente no pueden llegar a estos sitios. Las recomendaciones de metros cuadrados varían según la duración que se permanecerá dentro de un refugio (aproximadamente 1 m² por persona garantiza que los usuarios no presenten sentimientos de ansiedad y desesperación con el cúmulo de personas a su alrededor). Cuanto más larga sea la estancia prevista en un refugio, mayor será la superficie mínima recomendada. Tomando Salinas como punto de estudio, esta recomendación resulta muy difícil de implementar debido a que, casi en su totalidad, los edificios de la ciudad no disponen de espacios amplios y libres debido a su tipo de uso. Este se considera un punto clave que, futuras construcciones, deben implementar en sus diseños constructivos.

Altura promedio y costos de construcción

En Salinas al momento de evaluar la altura de cada edificio se consideró que cada edificio tenga una altura mayor al 130% de la altura máxima de una ola que alcance los 14 m de altura más un nivel de losa que bordea entre 3.0 y 3.20 m de altura.

Tomando en consideración lo anteriormente mencionado, el criterio de altura de un edificio que vaya a ser definido como refugio seguro resulta imprescindible considerarse rangos de seguridad adecuados en el caso de inundaciones por tsunami que afecten directamente a la estructura y a sus ocupantes.

En lo que a costos se refiere, los diseños de estructuras aptos para evacuación vertical requerirán mayor índice de resistencia que una construcción habitual como:

detalles de resistencia sísmica adicionales, cimentaciones más profundas, medidas de colapso progresivo, etc (Heintz & Mahoney, 2008).

En tal virtud, se estima que sus costos constructivos sean relativamente más elevados en comparación con estructuras tradicionales, sin embargo, dichos costos se compensan mediante la calidad del sistema resistente y su durabilidad a través de los años.

Capítulo VI

Conclusiones

- Para evaluar la vulnerabilidad sísmica de las estructuras situadas en Salinas se hizo uso de la metodología italiana modificada, además, para evaluar la resistencia ante tsunamis se utilizó parámetros extraídos de la FEMA. Mediante los resultados obtenidos se logró categorizar a cada uno de los edificios e identificar aquellos que pueden ser considerados como refugios seguros ante una evacuación vertical de emergencia. Estos métodos de evaluación son rápidos por lo que es recomendable acompañarlos con otros análisis o estudios que ayuden a complementarlos y, de esta manera, obtener resultados más efectivos.
- Un alto índice de actividad sísmica trae consigo grandes posibilidades de que tras la ocurrencia de alguno de ellos se pueda presentar un tsunami que golpee los edificios situados a pocos metros de la línea costera de la ciudad de Salinas, motivo por el cual se debe disponer de planes de evacuación pertinentes para la población con el fin de salvaguardar el mayor número de vidas.
- Desde la punta de San Lorenzo hasta el sector de La Ensenada a lo largo de una línea costera de 4.00 km aproximadamente, se identificaron 99 edificios sujetos a evaluación de los cuales 90 fueron evaluados gracias a la recopilación de datos en campo y haciendo uso de otros medios de información adicional lo que representa un 91% de estructuras evaluadas, el 9% restante representa un total de 9 estructuras que no fueron posible ser analizadas debido principalmente a la falta de información y colaboración por parte de los encargados de las respectivas residencias.

- Un 64% y 85% de estructuras tienen un índice de vulnerabilidad sísmica y de tsunami entre 30 y 80 respectivamente. Por este motivo, dichos valores intermedios no permiten categorizar a las estructuras como seguras ni vulnerables, por ello se debe considerar realizar estudios adicionales que ayuden a mejorar su clasificación y definir su rango vulnerabilidad.
- De los 90 edificios evaluados, apenas 23 de ellos obtuvieron un índice de vulnerabilidad sísmica menor a 30 lo que los categoriza como estructuras sísmicamente resistentes y seguras, sin embargo, únicamente 5 de las 23 tienen un índice de vulnerabilidad frente a tsunami menor a 30 (Vistamar, Perlazul, Málaga, Kona Bay y Punta Pacífico) lo que representa un 5% de estructuras que pueden considerarse como seguras ante la ocurrencia de los 2 eventos naturales y que pueden ser usadas como refugios temporales para evacuación vertical emergente.
- Aquellos edificios cuyo índice de vulnerabilidad sísmica es menor a 30 pero su índice de vulnerabilidad frente a tsunami es mayor, se dio principalmente por las limitaciones encontradas en los accesos y escaleras internas que no contaban con una capacidad adecuada de usuarios en caso de evacuaciones verticales que requieran acceder a sitios altos en tiempos óptimos.
- Con el fin de mejorar la categoría de aquellos edificios cuyo índice de vulnerabilidad frente a tsunami superó los 30 puntos y después de analizar distintas alternativas con las cuales, mediante su adaptación, un edificio mejore su capacidad de evacuación vertical ante un tsunami, se definió que la propuesta más eficiente es la implementación de escaleras exteriores de emergencia. Para ello, se diseñó un modelo de escalera exterior para un edificio de 9 pisos

(Marenostrum) calculándose un presupuesto referencial sin incluir IVA de \$ 27 884,33.

- Dicho presupuesto no es fijo debido a que, dependiendo del número de pisos y dimensiones calculadas según el edificio donde se vaya a construir los costos variarán.
- Considerando la magnitud relativa de los costos estructurales frente a los costos totales de construcción en el diseño de edificios aptos para evacuación vertical ante tsunamis, se espera que una estructura resistente a tsunamis, sismos y colapso progresivo, experimente un aumento del orden de entre 10% a 20% en los costos totales de construcción sobre los requeridos para los edificios tradicionales.
- Es importante que las estructuras definidas como sitios seguros para evacuación vertical de emergencia, se encuentren alejadas de sitios peligrosos (depósitos de gas, gasolineras, puertos, entre otros) con el fin de evitar posibles accidentes adicionales que pongan en riesgo a la población. Además, las estructuras aptas para evacuación vertical deben considerar, para un tiempo de reacción de 30 minutos, ubicarse a un máximo de 1.60 Km de cualquier punto de partida dado, o 3.21 Km entre estructuras, para que una persona sana promedio que recorre 1.8 m/s pueda llegar y ponerse a salvo.
- La escalera de emergencia cuenta con una deriva inferior al 2% bajo el límite permisible ya que las diagonales instaladas en los pórticos ayudaron a tener un mejor comportamiento sobre las cargas laterales, inducidas por un sismo lo cual también aumento la rigidez considerablemente a toda la estructura.

Recomendaciones

- Al momento de diseñar y construir una estructura se debería considerar tanto parámetros sísmicos como tsunami resistentes con el objetivo de que sirvan como refugios seguros de evacuación vertical en un futuro. Principalmente mejorar los accesos y escaleras internas haciéndolas más amplias, así se evitaría aglomeraciones, accidentes y se optimizaría el tiempo y fluidez de circulación del personal.
- Se recomienda hacer uso de los edificios categorizados como sismo tsunami resistentes para evacuaciones verticales debido a que en Salinas es escasa la presencia de puntos elevados para realizar evacuaciones horizontales apropiadas en caso de que el tiempo de llegada del tsunami no permita llegar a la población a un sitio seguro.
- Es recomendable, acompañar con otros estudios, tanto a la metodología italiana modificada como a la FEMA para que las complementen, como por ejemplo un sistema equivalente de un grado de libertad como propone el ASCE 16 para obtener categorizaciones más eficientes.
- Debido a que el 96% de los edificios en Salinas son de tipo residencial cuyo ingreso es estrictamente permitido únicamente para los dueños de los departamentos, es necesario, realizar acuerdos entre el municipio y los propietarios de los edificios con el fin de que permitan el uso de sus instalaciones en caso de emergencias para el personal ajeno a ellas promoviendo el sentido de colaboración y empatía entre los seres humanos.

- Para edificios que ya estén contruidos y no cuenten con estos atributos, se recomienda ampliar los accesos al edificio y también la circulación vertical mediante la adaptación de escaleras externas, como se sugirió anteriormente.
- Además de la implementación de escaleras exteriores de emergencia se puede considerar adicionalmente la posibilidad de definir un espacio estratégico en la ciudad para implementar edificaciones ad-hoc, como ya se ha hecho en otros países, como una alternativa de evacuación vertical que, además de brindar cabida a más personas para resguardarse, puedan brindar otros usos durante tiempos de no-emergencia como, por ejemplo: religioso, deportivo, comunitario, entre otros y así, aprovechar al máximo los beneficios que este tipo de construcciones poseen.
- El diseño de escaleras de emergencia para la evacuación vertical es recomendable realizar con diagonales en forma de X en cada piso, lo cual con esta implementación ayudará a la estructura a ser más sólida en toda su altura y el desplazamiento en la cabeza del mismo no será tan considerable.

Referencias

Aguiar, R. & Zambrano V. (2018). RELACIÓN H/T EN ESTRUCTURAS DE BAHÍA DE CARÁQUEZ Y EL TERREMOTO DE 2016. REVISTA INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS, qs.

Aguiar, R. (2018). METODOLOGÍA ITALIANA MODIFICADA PARA CALCULAR ÍNDICE DE VULNERABILIDAD.

Aguiar, R., & Mielles, Y. (2016). Análisis de los edificios que colapsaron en Portoviejo durante el terremoto del 16 de abril de 2016. Internacional de Ingeniería de Estructuras, 21(3), 257-282.

Aguilar, G., Aguirre, J., Ávila, J., Botero, E., & Muriá, D. (2012). El sismo de la costa del Pacífico en Tohoku, Japón, marzo 11, 2011. Serie Investigación y desarrollo.

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 CANTÓN PEDERNALES, PROVINCIA DE MANABÍ, TRAS EL TERREMOTO DE MAGNITUD 7.8 Mw. Ciencias de Seguridad y Defensa, 1(3).

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

Benedetti, D., & Petrini, V. (1984). "Sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura: un metodo di valutazione. A method for evaluating the seismic vulnerability of masonry buildings". L'industria delle costruzioni, 149, 66-74.

Berninghausen, W. (1962). Tsunamis reported from the west coast of South America 1562-1960. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 52(4), 915-921.

Booking. (s.f.). Casas rurales en Salinas. Obtenido de booking.com: https://www.booking.com/hotel/ec/barcelo-colon-miramar.es.html?auth_success=1&activeTab=photosGallery

Cannon, T. (. (1994). Vulnerability analysis and the explanation of 'natural'disasters. *Disasters, Development and Environment*, 1, 13-30.

Cañamar Tipán, C. D., Galarza Vega, K. L., Ñato Criollo, D. A., Suárez Acosta, P. E., & Vera Zambrano, J. D. (2021). Evaluación de la vulnerabilidad estructural ante sismos y tsunamis en edificaciones de Bahía de Caráquez aptas para evacuación vertical frente a tsunamis. Obtenido de repositorio.espe.edu.e: <http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/24305>

Celorio-Saltos, J.C., García-Arias¹, J.M., Guerra-Luque, A.B.,¹ 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.

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., 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.

Contreras, M. (2014). Riesgo de Tsunami en Ecuador. *Ingenius* 12(12), 68-75.
doi:10.17163/ings.n12.2014.09

Diana Sofía, C. A. (2013). Peligrosidad Sísmica del Golfo de Guayaquil. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec:
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/7271/T-ESPE-047352.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

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.

Egbue, O. & Kellogg, J. (2010). Pleistocene to present North Andean “escape.”. *Tectonophysics*, 489 (1-4), 248-257.

FEMA. (August de 2019). Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis Third Edition. Obtenido de fema.gov:
https://www.fema.gov/sites/default/files/2020-08/fema_earthquakes_guidelines-for-design-of-structures-for-vertical-evacuation-from-tsunamis-fema-p-646.pdf

Fraser, S., Matsuo, I., Leonard, G., & Murakami, H. (2012). Tsunami evacuation: Lessons from the Great East Japan earthquake and tsunami of March 11th 2011. *GNS Science*.

GADMS. (2014). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN SALINAS. Municipio de Salinas, Salinas.

GADMS. (diciembre de 2011). Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Salinas Cantón Salinas, Diciembre de 2011-2016. Salinas. Obtenido de <https://studylib.es/doc/902308/pdot-salinas-2011-2016---sistema-nacional-de-informaci%C3%B3n>

GADPSE. (2012). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL 2012-2021. Obtenido de <https://issuu.com/patriciocisneros/docs/tomoi-santaelenafinal>

Glass, JB, Fornari, DJ, Hall, HF, Cougan, AA, Berkenbosch, HA, Holmes, ML, & De La Torre, G. (2007). Submarine volcanic morphology of the western Galápagos based on EM300 bathymetry and MR1 side-scan sonar. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 8 (3).

GNDT. (1986). Instrucciones para la compilación de la Scheda di Relivamento Esposiziobe e Vulnerabilit a Sismica Degli Edifici, Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Regione Emilia Romana.

Gusiakov, V. K. (2005). Tsunami generation potential of different tsunamigenic regions in the Pacific. *Marine Geology*, 215 (1-2), 3-9.

Gutscher, MA, Malavieille, JSL & Collot, J.-Y. (1999). Tectonic segmentation of the North Andean margin: impact of the Carnegie Ridge collision. *Earth and Planetary Science Letters* 168, 255–270.

Heintz, J. A., & Mahoney, M. (2008). Guidelines for design of structures for vertical evacuation from tsunamis. FEMA P646/June.

INOCAR. (2019). "MAPA DE INUNDACIÓN POR TSUNAMIS EN SALINAS." 1:20000. Obtenido de Instituto Oceanográfico de la Armada: https://www.inocar.mil.ec/tsunamis/mapas_inundacion/INOCAR_MI_SALINAS.pdf

Inocar. (s.f.). INSTITUTO OCEANOGRÁFICO Y ANTÁRTICO DE LA ARMADA. Obtenido de Eventos en el Ecuador: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/estudio-de-tsunamis/73-eventos-en-el-ecuador>

Intergovernmental Oceanographic Commission. Fourth Edition. Tsunami Glossary . (2020). Paris, UNESCO, IOC Technical Series, 85. (English, French, Spanish, Arabic, Chinese) (IOC/2008/TS/85 rev.4.

loualalen, M., Monfret, T., Béthoux, N., & Chlieh, M. (2014). Tsunami mapping in the Gulf of Guayaquil, Ecuador, due to local seismicity. *Marine Geophysical Research*, 35(4), 361-378.

loualalen, M., Ratzov, G., Collot, JY & Sanclemente, E. (2011). The tsunami signature on a submerged promontory: the case study of the Atacames Promontory, Ecuador. *Geophysical Journal International*, 184 (2), 680-688.

Kanamori, H. & McNally, KC. (1982). Variable rupture mode of the subduction zone along the Ecuador-Colombia coast. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 72 (4), 1241-1253.

Kates, R. W. (1976). Experiencing the environment as hazard. In *Experiencing the environment*. En R. Kates, *Experiencing the environment as hazard*. In *Experiencing the environment* (págs. 133-156). Boston, MA: Springer.

Keating, BH & McGuire, WJ. (2000). Island edifice failures and associated tsunami hazards. *Pure and Applied Geophysics*, 157 (6-8), 899-955.

Kellogg, JN, Vega, V., Stallings, TC & Aiken, CL. (1995). Tectonic development of Panama, Costa Rica, and the Colombian Andes: constraints from global positioning system geodetic studies and gravity. *Special Papers-Geological Society of America*, 75.

León, J., Zamora, N., Castro, S., Jünemann, R., Gubler, A., & Cienfuegos, R. (2019). Evacuación vertical como medida de mitigación del riesgo de tsunamis en Chile. serie policy papers cigiden.

Lynett, P., Weiss, R., Rentería, W., & Morales, G. (2013). Coastal impacts of the March 11th Tohoku, Japan tsunami in the Galapagos Islands. *Pure and Applied Geophysics*, 170(6-8), 1189-1206.

MAE. (2020). PLAN DE MANEJO RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA MARINO COSTERA PUNTILLA DE SANTA ELENA. Ministerio del Ambiente.

Martinez, N. and Toulkeridis, T., 2020. Tsunamis in Panama – History, preparation and future consequences. *Science of Tsunami Hazards*, 39(2), 53-68.

Matehus Medina, A. S. (2012). Modelo de evacuación vertical y horizontal en caso de ocurrencia de tsunami para las ciudades de Salinas y Bahía de Caráquez. Obtenido de repositorio.espe.edu.ec: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/5521>

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

McGuire, W. (2006). Lateral collapse and tsunamigenic potential of marine volcanoes . Geological Society, London, Special Publications, 269 (1), 121-140.

Moberly, R., Shepherd, GL & Coulbourn, WT. (1982). Forearc and other basins, continental margin of northern and southern Peru and adjacent Ecuador and Chile. Geological Society, London, Special Publications, 10 (1), 171-189.

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. (2015). Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Norio, O., Ye, T., Kajitani, Y., & Shi, P. (2011). The 2011 eastern Japan great earthquake disaster: Overview and comments. International Journal of Disaster Risk Science, 2(1), 34-42.

NTE INEN 2249. (2016). ACCESIBILIDAD DE LAS PERSONAS AL MEDIO FÍSICO. CIRCULACIONES VERTICALES. ESCALERAS. REQUISITOS. Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN.

Pararas-Carayannis, G. (2002). Evaluation of the threat of mega tsunami generation from postulated massive slope failures of island stratovolcanoes on La Palma, Canary Islands, and on the island of Hawaii. Science of Tsunami Hazards, 20 (5), 251-277.

Pararas-Carayannis, G. (2010). The earthquake and tsunami of 27 February 2010 in Chile– Evaluation of source mechanism and of near and far-field tsunami effects. Science of Tsunami Hazards, 29, 2, 96-126.

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, 209-230.

Pinter, N. & Ishman, SE. (2008). Impacts, mega-tsunami, and other extraordinary claims. *GSA today*, 18 (1), 37-38.

Plusvalia. (s.f.). Departamentos en alquiler en Salinas. Obtenido de plusvalia.com: <https://www.plusvalia.com/departamentos-en-alquiler-en-salinas.html>

Pontoise, B. & Monfret, T. (2004). . Shallow seismogenic zone detected from an offshore-onshore temporary seismic network in the Esmeraldas area (northern Ecuador). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 5 (2).

Properati. (2021). Condominio Málaga. Obtenido de properati.com.ec: <https://www.properati.com.ec/proyectos-inmobiliarios/detalle/condominio-malaga>

Ratzov, G., Collot, JY, Sosson, M. y Migeon, S. (2010). Mass-transport deposits in the northern Ecuador subduction trench: Result of frontal erosion over multiple seismic cycles. *Earth and Planetary Science Letters*, 296 (1-2), 89-102.

Ratzov, G., Sosson, M., Collot, JY, Migeon, S., Michaud, F., Lopez, E. & Le Gonidec, Y. (2007). Submarine landslides along the North Ecuador–South Colombia convergent margin: possible tectonic control. En G. S. Ratzov, In *Submarine mass movements and their consequences* (págs. 47-55). Dordrecht: Springer.

Rentería, W. (2007). Elaboración de mapas digitales de inundación por tsunamis para machala y salinas basados en el tsunami histórico de 1953.

Rentería, W., Lynett, P., Weiss, R., & De La Torre, G. (2012). Informe de la investigación de campo de los efectos del tsunami de Japón Marzo 2011, en las islas Galápagos. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol. 17(1), 177 - 203.

Rivadeneira, F., Segocia, M., Alfaro, A., Egred, J., Troncoso, L., Vaca, S., & Yepes, H. (2007). *Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador* (Vol. 1). Quito: Nacional. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/publicaciones-para-la-comunidad/comunidad-espanol/35-breves-fundamentos-sobre-los-terremotos-en-el-ecuador/file>

Roberto Aguiar. (2018). METODOLOGÍA ITALIANA MODIFICADA PARA CALCULAR ÍNDICE DE VULNERABILIDAD. En R. Aguiar, METODOLOGÍA ITALIANA MODIFICADA PARA CALCULAR ÍNDICE DE VULNERABILIDAD (págs. 1-37). Ambato.

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, 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.

Rodríguez, M. E. (2019). Interpretación de los daños y colapsos en edificaciones observados en la ciudad de México en el terremoto del 19 de septiembre 2017. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 101, 1-18.

Ryan, W., Carbotte, S., Coplan, J., O'Hara, S., Melkonian, A., Arko, R., . . . Zemsky, R. (2009). Global Multi-Resolution Topography synthesis. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 10(3). doi:10.1029/2008GC002332

SENPLADES. (2012). MEMORIA TÉCNICA: "GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25 000".

SENPLADES. (2014). Ficha de cifras generales deñ Cantón SALINAS, Provincia de SANTA ELENA. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/2403_SALINAS_SANTA%20ELENA.pdf

Simons, M., Minson, S., Sladen, A., Ortega, F., Jiang, J., Owen, S., . . . Webb, F. (2011). The 2011 magnitude 9.0 Tohoku-Oki earthquake. Mosaicking the megathrust from seconds to centuries. *science*, 332(6036), pp, 1421-1425.

Soloviev, S., & Go, C. (1984). Catalog of tsunamis on the western shore of the Pacific Ocean. *Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Sciences*, (5078).

Suárez-Acosta, P.E., Cañamar-Tipan, C.D., Ñato-Criollo, D.A., Vera-Zambrano, J.D., Galarza-Vega, K.L., Guevara-Álvarez, P.M., Fajardo-Cartuche, C.N., Herrera-Garcés, K. K., Ochoa-Campoverde, C.V., Torres-Orellana, J.S., Rentería, W., Chunga, K., Padilla, O., Sinde-González, I., Simón-Baile, D. and Toulkeridis, T., 2021: Evaluation of seismic and tsunami resistance of potential shelters for vertical evacuation in case of a tsunami impact in Bahía de Caráquez, central coast of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 40(1), 1-37.

Titov, V., Moore, C., Greenslade, D., Pattiaratchi, C., Badal, R., Synolakis, C., & Kânoğlu, U. (2011). A New Tool for Inundation Modeling: Community Modeling Interface for Tsunamis (ComMIT). *Pure and Applied Geophysics*, 168(11), 2121-2131. doi:<https://doi.org/10.1007/s00024-011-0292-4>

Toulkeridis, T. (2011). *Volcanic Galápagos Volcánico*. Ediecuatorial.

Toulkeridis, T. (2013). . "Volcanes activos Ecuador" - Google Académico.

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., Chunga, K., Rentería, W., Rodriguez, F., Mato, F., Nikolaou, S., Cruz D'Howitt, M., Besenon, 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., 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., 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., Rodríguez, F., Arias Jiménez, N., Simón Baile, D., Salazar Martínez, R., Addison, A., Freyre Carryon, D., Mato, F. and Díaz Perez, C., 2016: Causes and consequences of the sinkhole at El Trébol of Quito, Ecuador - Implications for economic damage and risk assessment. *Natural Hazards and Earth Science System*, 16: 2031–2041

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

Whelan, F. & Kelletat, D. (2003). Submarine slides on volcanic islands-a source for megatsunamis in the Quaternary. *Progress in Physical Geography*, 27 (2), 198-216.

Winckler G, P., Reyes G, M., & Contreras L, M. (2011). Recomendaciones de Diseño de Obras Marítimas y terrestres sometidas a cargas de tsunamis. *Anales del Instituto de Ingenieros de Chile*, 123(1), pp, 19-39.

Yeh, HHJ, Robertson, I. y Preuss, J. (2005). Development of design guidelines for structures that serve as tsunami vertical evacuation sites (Vol. 4). Washington State Department of Natural Resources: Division of Geology and .