PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Resiliencia Planificada

JUNTA DE PLANIFICACIÓN

2021

Municipio de Guaynabo

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales

Versión Borrador

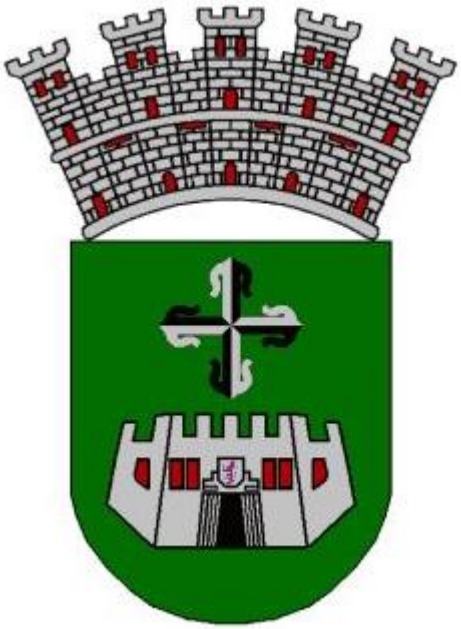


Tabla de Contenido

Listado de Abreviaciones 13
Capítulo 1: Introducción y trasfondo 15
1.1 Base Legal y Reglamentaria del Plan de Mitigación de Riesgos 15
1.1.1 Leyes y Reglamentos Federales 16
1.1.2 Leyes y Reglamentos Estatales y Locales 17
1.2 Historial y alcance 18
1.3 Organización del Plan 19
1.4 Resumen de cambios del plan anterior 20
Capítulo 2: Proceso de planificación 21
2.1 Reglamentación del proceso de planificación 21
2.2 Descripción general del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 22
2.3 Historial del Plan de Mitigación de Riesgos en Guaynabo 24
2.4 Preparación del Plan para el 2021 26
2.5 Comité de Planificación 29
2.6 Reuniones del Comité de Planificación 31
2.7 Participación pública en el proceso de planificación 32
2.8 Mesas de Trabajo 37
2.9 Planes, revisiones, estudios y datos utilizados en el proceso de planificación 39
Capítulo 3: Perfil del municipio 43
3.1 Descripción general del municipio 43
3.1.1 Desarrollo de Guaynabo entre los años 1900 a 1950 44
3.1.2 Expansión urbana en Guaynabo 45
3.1.4 Topografía 45
3.1.5 Geología 49
3.1.3 Aspectos Geográficos 51
3.1.6 Tipos de Suelos 51
3.1.7 Hidrografía 57
3.1.8 Clima y tiempo 61
3.1.9 Acceso Vial 62
3.1.10 Zonas Urbanas de Guaynabo 63
3.1.11 Alcantarillado Sanitario 69
3.2 Población y demografía 72
3.2.1 Tendencias poblacionales 73
3.3 Tendencias de uso de terreno 74

3.4 Industria y empleos 83
3.5 Inventario de Activos Municipales 84
3.6 Educación pública del municipio/Capacidad de difusión pública 96
Capítulo 4: Identificación de peligros y evaluación de riesgos 98
4.1 Requerimientos para la identificación de peligros y evaluación de riesgos 98
4.2 Peligros naturales que pueden afectar al municipio 98
4.3 Cronología de eventos de peligros o declaraciones de emergencia 101
4.4 Metodología para determinar la probabilidad de eventos futuros 104
4.5 Perfil de peligros identificados 109
4.5.1 Cambio climático/ Aumento en el nivel del mar - Descripción del peligro 109
4.5.1.1 Área geográfica afectada 112
4.5.1.2 Severidad o magnitud del peligro 115
4.5.1.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 117
4.5.1.4 Cronología de eventos de peligro 118
4.5.1.5 Probabilidad de eventos futuros 118
4.5.2 Sequía – Descripción del peligro 119
4.5.2.1 Área geográfica afectada 121
4.5.2.2 Severidad o magnitud del peligro 122
4.5.2.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 123
4.5.2.4 Cronología de eventos de peligro 124
4.5.2.5 Probabilidad de eventos futuros 126
4.5.3 Terremoto - Descripción del peligro 127
4.5.3.1 Área geográfica afectada 130
4.5.3.2 Severidad o magnitud del peligro 131
4.5.3.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 133
4.5.3.4 Cronología de eventos de peligro 134
4.5.3.5 Probabilidad de eventos futuros 137
4.5.4 Inundación - Descripción del peligro 139
4.5.4.1 Área geográfica afectada 141
4.5.4.2 Severidad o magnitud del peligro 143
4.5.4.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 144
4.5.4.3.1 Participación del Municipio de Guaynabo en el NFIP 147
4.5.4.4 Cronología de eventos de peligro 150
4.5.4.5 Probabilidad de eventos futuros 155

4.5.4.6 Condiciones que exacerban el peligro de inundación por recursos naturales impactados 156
4.5.5 Deslizamientos - Descripción del peligro 158
4.5.5.1 Área geográfica afectada 161
4.5.5.2 Severidad o magnitud del peligro 166
4.5.5.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 166
4.5.5.4 Cronología de eventos de peligro 167
4.5.5.5 Probabilidad de eventos futuros 170
4.5.6 Vientos fuertes - Descripción del peligro 170
4.5.6.1 Área geográfica afectada 172
4.5.6.2 Severidad o magnitud del peligro 173
4.5.6.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 175
4.5.6.4 Cronología de eventos de peligro 176
4.5.6.5 Probabilidad de eventos futuros 183
4.5.7 Tsunami - Descripción del peligro 184
4.5.7.1 Área geográfica afectada 186
4.5.7.2 Severidad o magnitud del peligro 189
4.5.7.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 189
4.5.7.4 Cronología de eventos de peligro 192
4.5.7.5 Probabilidad de eventos futuros 193
4.5.8 Marejada ciclónica - Descripción de peligro 193
4.5.8.1 Área geográfica afectada 194
4.5.8.2 Severidad o magnitud del peligro 196
4.5.8.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 196
4.5.8.4 Cronología de eventos de peligro 196
4.5.8.5 Probabilidad de eventos futuros 196
4.5.9 Incendio forestal - Descripción del peligro 197
4.5.9.1 Área geográfica afectada 199
4.5.9.2 Severidad o magnitud del peligro 201
4.5.9.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones 203
4.5.9.4 Cronología de eventos de peligro 203
4.5.9.5 Probabilidad de eventos futuros 206
4.6 Evaluación de riesgos y vulnerabilidad 206
4.6.1 Descripción de la metodología para la evaluación de riesgos 206
4.6.1.1 Evaluación del Riesgo Estocástico 207

4.6.1.2 Análisis basado en el Sistema de Información Geográfica (GIS) 207
4.6.1.3 Análisis de modelación de riesgos 208
4.6.1.4 Fuentes de información de datos 209
4.6.2 Proceso de Priorización y Clasificación de Riesgos 213
4.6.3 Evaluación de riesgos por peligro 216
4.6.3.1 Aumento del nivel del mar 216
4.6.3.1.1 Estimado de pérdidas potenciales 216
4.6.3.1.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 218
4.6.3.1.3 Vulnerabilidad social 221
4.6.3.1.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 223
4.6.3.1.5 Condiciones futuras 224
4.6.3.2 Sequía 227
4.6.3.2.1 Estimado de pérdidas potenciales 227
4.6.3.2.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 228
4.6.3.2.3 Vulnerabilidad social 228
4.6.3.2.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 228
4.6.3.2.5 Condiciones futuras 229
4.6.3.3 Terremotos 231
4.6.3.3.1 Estimado de pérdidas potenciales 231
4.6.3.3.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 232
4.6.3.3.3 Vulnerabilidad social 236
4.6.3.3.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 237
4.6.3.3.5 Condiciones futuras 237
4.6.3.4 Inundaciones 240
4.6.3.4.1 Estimado de pérdidas potenciales 240
4.6.3.4.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 242
4.6.3.4.3 Vulnerabilidad social 244
4.6.3.4.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 251
4.6.3.4.5 Condiciones futuras 252
4.6.3.5 Deslizamientos 256
4.6.3.5.1 Estimado de pérdidas potenciales 256
4.6.3.5.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 257
4.6.3.5.3 Vulnerabilidad social 260
4.6.3.5.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 261
4.6.3.5.5 Condiciones futuras 261

4.6.3.6 Vientos fuertes 264
4.6.3.6.1 Estimado de pérdidas potenciales 264
4.6.3.6.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 266
4.6.3.6.3 Vulnerabilidad social 274
4.6.3.6.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 278
4.6.3.6.5 Condiciones futuras 278
4.6.3.7 Tsunamis 282
4.6.3.7.1 Estimado de pérdidas potenciales 282
4.6.3.7.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 283
4.6.3.7.3 Vulnerabilidad social 285
4.6.3.7.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 286
4.6.3.7.5 Condiciones futuras 287
4.6.3.8 Marejada ciclónica 289
4.6.3.8.1 Estimado de pérdidas potenciales 289
4.6.3.8.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 289
4.6.3.8.3 Vulnerabilidad social 293
4.6.3.8.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 295
4.6.3.8.5 Condiciones futuras 295
4.6.3.7 Incendio forestal 299
4.6.3.7.1 Estimado de pérdidas potenciales 302
4.6.3.7.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos 302
4.6.3.7.3 Vulnerabilidad social 302
4.6.3.7.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales 303
4.6.3.7.5 Condiciones futuras 303
4.6.4 Mecanismos de Planificación para la Mitigación 304
4.6.4.1 Reglamento Conjunto - Distrito de Calificación Riesgos de Espacios Abiertos 304
4.6.4.2 Reglamento Conjunto - Distrito Sobrepuesto Zona de Riesgo 306
4.6.4.3 Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación 306
4.6.4.4 Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado Pluvial 309
4.6.4.5 Plan de Ordenamiento Territorial 310
4.6.4.6 Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT) 310
4.6.4.7 Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC) 311
4.6.4.8 Programa de Seguro Nacional de Inundación (NFIP) 312
4.6.4.9 Participación del Municipio de Guaynabo en el NFIP 313
4.6.4.10 Programa de Inversiones de Cuatro Años 2018-2019 a 2021-2022 314

4.6.4.11 National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES) *318*
4.6.5 Resumen de riesgos e impacto 318
Capítulo 5: Evaluación de capacidades 323
5.1 Capacidad reglamentaria y de planificación 323
5.2 Capacidad técnica y administrativa 332
5.3 Capacidad financiera 334
5.4 Capacidad de educación y difusión 335
Capítulo 6: Estrategias de mitigación 337
6.1 Requisitos de estrategias de mitigación 337
6.2 Propósito, metas y objetivos de mitigación 338
6.3 Identificación y análisis de técnicas de mitigación 340
6.3.1 Prevención 340
6.3.2 Protección de propiedades 341
6.3.3 Protección de recursos naturales 341
6.3.4 Proyectos de estructura 341
6.3.5 Servicios de emergencia 341
6.3.6 Educación y concientización pública 342
6.4 Selección de estrategias de mitigación para el Municipio de Guaynabo 342
6.5 Plan de acción para la implementación 342
6.7 Infraestructura Verde 367
Capítulo 7: Revisión y Supervisión del Plan 369
7.1 Requisitos de revisión del plan 369
7.2 Punto de contacto 369
7.3 Supervisión del Plan 370
7.3.1 Proceso 370
7.4 Evaluación del Plan 371
7.5 Revisión y Actualización del Plan 372
2021-2026 Calendario de Supervisión del Plan 372
7.6 Incorporación a mecanismos de planes existentes 373
7.7 Continuidad de participación pública 374
Capítulo 8: Adopción y aprobación de Plan 376
8.1 Requisitos de adopción del Plan 376
8.2 Adopción del Plan 376
8.3 Aprobación del Plan 376
Apéndice A: Documentación de la adopción y aprobación del Plan 377

A.1 Documentos de la adopción del Plan 377
A.2 Documentos de la aprobación del Plan 377
Apéndice B: Documentación de reuniones 378
B.1 Reunión Junta de Planificación 378
B.1.1 Registro Reunión con la JP 378
B.1.2 Carta de Compromiso sobre el Plan de Mitigación Municipal 379
B.2 Comité de Planificación 382
B.2.1 Evidencia de Participación en Reunión Inicial 382
B.3 Primera Reunión de Planificación con la Comunidad 383
B.3.1 Presentación 383
B.3.2 Reunión virtual en YouTube (Live) 383
B.3.3 Anuncio Público 383
B.3.4 Hojas de Registro 383
B.4 Segunda Reunión de Planificación con la Comunidad 383
B.4.1 Presentación 383
B.4.2 Reunión virtual en YouTube (Live) 383
B.4.3 Anuncio Público 383
B.4.4 Hojas de Registro 383
B.4.5 Invitaciones a agencias estatales 383
B.4.6 Invitaciones a municipios vecinos 383
B.5 Mesa de Trabajo 384
B.5.1 Hojas de Registro 384
B.5.2 Modelo de Presentaciones: Sexta Mesa de Trabajo 393
B.5.3 Cartas de designación e invitaciones a los miembros de la Mesa de Trabajo 411
B.6 Documentos Adicionales 429
B.6.1 Guía sobre deslizamiento de tierra publicada por USGS 429

Lista de Tablas

Tabla 1: Resumen de cambios al Plan 20
Tabla 2: Pasos del procedimiento de actualización del Plan de Mitigación de Guaynabo 27
Tabla 3: Integrantes del Comité de Planificación 31
Tabla 4: Descripción de las reuniones del Comité de Planificación 31
Tabla 5: Descripción de las reuniones con el público 36
Tabla 6: Mesa de Trabajo: Coordinación Inter Agencial y del Sector Privado 38
Tabla 7: Datos y documentos utilizados para el desarrollo del Plan 39
Tabla 8: Sistema hidrográfico de Guaynabo 58
Tabla 9: Cambio en población por barrio entre 2010 y 2018 72

Tabla 10: Población por edad por barrio 73
Tabla 11: Cambio en población por edad entre 2010 y 2018 74
Tabla 12: Conteo de unidades de vivienda en Guaynabo 75
Tabla 13: Subcategorías de suelo rústico especialmente protegido 78
Tabla 14: Clasificación de suelos en el Municipio de Guaynabo 79
Tabla 15: Personas con empleo por industria 84
Tabla 16: Inventario de activos municipales e instalaciones críticas 85
Tabla 17: Capacidad del municipio para la difusión pública 96
Tabla 18: Riesgos naturales que afectan al municipio 99
Tabla 19: Cronología de eventos de peligros 101
Tabla 20: Documentación del proceso de evaluación de riesgos 105
Tabla 21: Definiciones de las distintas clasificaciones de sequía 119
Tabla 22: Cronología de eventos de peligro - Sequía 125
Tabla 23: Modelo Escala Richter 131
Tabla 24: Escala Mercalli modificada 132
Tabla 25: Cronología de eventos de peligro – Terremoto 134
Tabla 26: Conversión de periodo de recurrencia a probabilidad anual - Inundación 146
Tabla 27: Pérdidas repetitivas NFIP 148
Tabla 28: Cantidad de pólizas y reclamaciones del NFIP en el Municipio de Guaynabo por tipo de estructura 149
Tabla 29: Cronología de eventos de inundaciones 150
Tabla 30: Índice de deslizamientos a base del USGS 166
Tabla 31: Escala Saffir-Simpson 173
Tabla 32: Conversión de periodo de recurrencia a probabilidad anual por vientos fuertes 175
Tabla 33: Cronología de eventos de peligro – Vientos fuertes 177
Tabla 34: Ciclones que han pasado sobre Puerto Rico y sus alrededores 183
Tabla 35: Incidencia de incendios y acres afectados: enero de 2014 – septiembre de 2015 201
Tabla 36: Incendios forestales ocurridos en el distrito de San Juan 2015-2019 204
Tabla 37: Fuente de recursos 213
Tabla 38: Priorización y Clasificación de cada peligro – Municipio de Guaynabo 215
Tabla 39: Cantidad de estructuras dentro de las categorías de profundidad (por cantidad de aumento en el nivel del mar) 216
Tabla 40: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa del Aumento en el nivel del mar (profundidad en pies) 220
Tabla 41: Cantidad de población dentro de las categorías de profundidad (por cantidad de Aumento en el nivel del mar) 223
Tabla 42: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por licuación a causa de terremotos (por nivel de riesgo) 231
Tabla 43: Estimado de pérdidas por licuefacción - Total 231
Tabla 44: Riesgo a instalaciones y activos críticos por licuación a causa de terremoto 233
Tabla 45: Estimado de pérdidas por licuación - No-residencial 234
Tabla 46: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por licuación a causa de terremotos (por nivel de riesgo) 237
Tabla 47: Estimado de pérdidas por licuación - Residencial 237
Tabla 48: Cantidad de estructuras dentro de las categorías de profundidad (por probabilidad anual de recurrencia) 240
Tabla 49: Estimado de pérdidas por inundación - Total 241

Tabla 50: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de inundaciones (por probabilidad anual de recurrencia) 243
Tabla 51: Estimado de pérdidas por Inundación – No-residencial 243
Tabla 52: Zonas inundables en el Municipio de Guaynabo 246
Tabla 53: Cantidad de personas dentro de las categorías de profundidad (por probabilidad anual de recurrencia) 250
Tabla 54: Estimado de pérdidas por inundación - residencial 250
Tabla 55: Población con necesidad - Inundación 250
Tabla 56: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por deslizamientos (por nivel de riesgo) 256
Tabla 57: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de deslizamientos 258
Tabla 58: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por deslizamientos (por nivel de riesgo) ... 261
Tabla 59: Cantidad de estructuras dentro de las categorías de velocidad de viento (por periodo de recurrencia) 264
Tabla 60: Daños verificados por FEMA a causa del huracán María 265
Tabla 61: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de vientos fuertes (por periodo de recurrencia) 271
Tabla 62: Cantidad de personas dentro de las categorías de velocidad de viento en millas por hora (por periodo de recurrencia) 278
Tabla 63: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por tsunami 282
Tabla 64: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por tsunami 286
Tabla 65: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por marejada ciclónica 289
Tabla 66: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de marejada ciclónica (por categoría de huracán) 290
Tabla 67: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por marejada ciclónica (por categoría de huracán) 295
Tabla 68: Inversiones PICA Autoridad de Edificios Públicos e Instalaciones Gubernamentales 314
Tabla 69: Comparación sobre la clasificación de peligros para el Municipio de Guaynabo entre el año 2016 y 2021 320
Tabla 70: Evaluación de capacidad municipal – Capacidad Reglamentaria y de Planificación 325
Tabla 71: Evaluación de capacidad municipal – Capacidad Técnica y Administrativa 332
Tabla 72: Evaluación de capacidad municipal – Capacidad Financiera 334
Tabla 73: Evaluación de las estrategias de mitigación a base de STAPLEE 344
Tabla 74: Plan de Acción de Mitigación - Prevención 349
Tabla 75: Plan de Acción de Mitigación – Protección de la Propiedad 349
Tabla 76: Plan de Acción de Mitigación – Protección de Recursos Naturales 358
Tabla 77: Plan de Acción de Mitigación – Proyectos de Estructura 359
Tabla 78: Plan de Acción de Mitigación – Servicios de Emergencia 365
Tabla 79: Plan de Acción de Mitigación - Educación y Concientización Pública 366
Tabla 80: Calendario Preliminar 2021-2026 para la revisión y supervisión del Plan 373

Lista de Figuras

Figura 1: Proceso de Planificación de Mitigación 29
Figura 2: Proceso de participación ciudadana 35
Figura 3: Ruinas de Caparra en el Municipio Autónomo de Guaynabo 43
Figura 4: Topografía del Municipio de Guaynabo 47

Figura 5: Área de Ciénagas Las Cucharillas en el Municipio de Guaynabo 48
Figura 6: Geología del Municipio de Guaynabo 50
Figura 7: Tipos de suelo en el Municipio de Guaynabo 56
Figura 8: Hidrología del Municipio de Guaynabo 58
Figura 10: Área geográfica del Municipio de Guaynabo 71
Figura 11: Áreas de vulnerabilidad en las costas del Municipio de Guaynabo 113
Figura 12: Leyenda de áreas vulnerables a base del PRCCC 113
Figura 13: Área geográfica del Municipio de Guaynabo afectada por el peligro de aumento en el nivel del mar- 10 pies 114
Figura 14: Proyección de Aumento en el nivel del mar, San Juan PR 116
Figura 15: Proyección de Aumento en el nivel del mar, San Juan PR 116
Figura 16: Niveles de sequía en Puerto Rico para los años 2000 al 2020 121
Figura 17: Comparación de áreas bajo efectos de sequía entre los meses de marzo de 2015 y agosto de 2016 122
Figura 18: Niveles de sequía en Puerto Rico al 1 de septiembre de 2015 123
Figura 19: Áreas geográficas del Municipio de Guaynabo susceptible al riesgo de licuación por terremoto 130
Figura 20: Área geográfica del Municipio de Guaynabo susceptible a inundación de retorno de 100 años 141
Figura 21: Comparación de niveles de inundación FIRM vs ABFE luego del huracán María 155
Figura 22: Mapa para evaluar el Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC) para la zona del Carso 157
Figura 23: Área geográfica del Municipio de Guaynabo afectada por el peligro de deslizamiento 161
Figura 24: Mapa de la susceptibilidad de deslizamientos de tierra por precipitación interna en Puerto Rico 163
Figura 25: Área susceptible a deslizamiento por lluvia en el Municipio de Guaynabo 164
Figura 26: Acciones de mitigación para la ciudadanía ante deslizamientos 165
Figura 27: Inventario de deslizamientos registrados en Guaynabo a causa del huracán María en septiembre de 2017 169
Figura 28: Área geográfica de Guaynabo susceptible a vientos fuertes en un evento de recurrencia de 3,000 años 172
Figura 29: Área geográfica del municipio susceptible a tsunami 186
Figura 30: Áreas de desalojo por tsunami en la costa de Guaynabo 188
Figura 31: Mapa de desalojo en caso de un evento de tsunami en el Municipio de Guaynabo 192
Figura 32: Área geográfica del municipio afectada por el peligro de marejada ciclónica- huracán categoría 5 195
Figura 33: Áreas de Puerto Rico, Vieques y Culebra bajo diferentes niveles de incidencia de incendios forestales 200
Figura 34: Zonas y distritos del Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico 204
Figura 35: Modelo Conceptual de Metodología Hazus-MH 209
Figura 36: Localización de las instalaciones críticas en el municipio-4 pies de aumento en el nivel del mar 218
Figura 37: Localización de las instalaciones críticas en el municipio-10 pies de aumento en el nivel del mar 219
Figura 38: Áreas de peligro por densidad poblacional-4 pies de aumento en el nivel del mar 221
Figura 39: Área de peligro por densidad poblacional-10 pies de aumento en el nivel del mar 222
Figura 40: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- 1 pie sobre el nivel del mar 225
Figura 41: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- 10 pies sobre el nivel del mar 226

Figura 42: Semanas en condiciones de sequedad D0-D3 entre 2000-2020 230
Figura 43: Semanas en condiciones de sequedad D0-D3 entre 2000-2020 230
Figura 44: Localización de instalaciones críticas en el municipio – licuación por terremoto 232
Figura 45: Áreas de peligro por densidad poblacional – Licuación a causa de terremotos 236
Figura 46: Permisos de construcción otorgados por la OGPe entre los años 2017-2020 239
Figura 47: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 100 años. 242
Figura 48: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 100 años 244
Figura 49: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 500 años 245
Figura 50: Promedio de pérdidas anuales residenciales a causa de un evento de inundación en Guaynabo 249
Figura 51: Localización de desarrollos con relación al riesgo de inundación – Periodo de recurrencia de 100 años 253
Figura 52: Localización de desarrollos con relación al riesgo de inundación – Periodo de recurrencia de 500 años 254
Figura 53: Localización de instalaciones críticas en el municipio por riesgo de deslizamiento 257
Figura 54: Áreas de peligro por densidad poblacional – Deslizamiento 260
Figura 55: Localización de desarrollos con relación al riesgo de deslizamiento 263
Figura 56: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 50 años... 266
Figura 57: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 100 años. 267
Figura 58: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 700 años. 268
Figura 59: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 3,000 años 269
Figura 60: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 50 años 274
Figura 61: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 100 años 275
Figura 62: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 700 años 276
Figura 63: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 3,000 años 277
Figura 64: Localización de desarrollos con relación al peligro de vientos viertes- Periodo de recurrencia de 50 años 280
Figura 65: Localización de desarrollos con relación al riesgo de vientos fuertes – Periodo de recurrencia de 3,000 años 281
Figura 66: Localización de instalaciones críticas en el municipio – Zona de evacuación de tsunami 283
Figura 67: Áreas de peligro por densidad poblacional – Tsunami 285
Figura 68: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo-Peligro de tsunami 288
Figura 69: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Huracán de categoría 1 291
Figura 70: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Huracán de categoría 5 292
Figura 71: Áreas de peligro por densidad poblacional – Huracán de Categoría 1 293
Figura 72: Áreas de peligro por densidad poblacional – Huracán de Categoría 5 294
Figura 73: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- Marejadas ciclónicas-huracán categoría 1 297
Figura 74: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- Marejadas ciclónicas-huracán categoría 5 298
Figura 75: Susceptibilidad de fuegos forestales (julio, 2015) 301
Figura 76: Susceptibilidad de fuegos forestales (agosto, 2015) 301
Figura 77: Área de Planificación Especial del Carso 312
Figura 78: Fondos PICA Autoridad de Edificios Públicos e Instalaciones Gubernamentales 315

Listado de Abreviaciones

AAA – Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
ABFE – "Advisory Base Flood Elevation Maps"
ACS – "American Community Survey"
AEE – Autoridad de Energía Eléctrica
AEP – Autoridad de Edificios Públicos
AEMEAD – Agencia Estatal para el Manejo de Emergencia y Administración de Desastres[1]
CDBG-DR – "Community Development Block Grant – Disaster Recovery"
CERT – "Community Emergency Response Team"
CFR – "Code of Federal Regulations"
CRS – "Community Rating System"
COR3 – Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia
DHS – "Department of Homeland Security"
DRNA – Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
DMA 2000 – "Disaster Mitigation Act of 2000"
FIRM – "Flood Insurance Rate Map"
GIS – Sistema de Información Geográfica
HMGP – "Hazard Mitigation Grant Program"
HUD – "Department of Housing and Urban Development"
IFR – "Interim Federal Rule"
JP - Junta de Planificación de Puerto Rico
FEMA – "Federal Emergency Management Administration"
IPCC – "Intergovernmental Panel on Climate Change"
LPRA – Leyes de Puerto Rico Anotadas
MEOW – "Maximum Envelope of Water"
MHIRA – "Multi-Hazard Identification and Risk Assessment"
MOM – "Maximum of the MEOW's"
KBDI – "Keetch-Byram Drought Index"
NCA4 – Fourth National Climate Assessment
NCEI – "National Centers for Environmental Information"
NESDIS – "National Environmental Satellite, Data & Information Service"
NDMC – "National Drought Mitigation Center"
NFIP – "National Flood Insurance Program"
NMEAD – Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres
NOAA – "National Oceanographic and Atmospheric Administration"
NIH – "National Institute of Health"
NRC – "National Research Council"
NSWL – "National Severe Weather Laboratory"
NWS – "National Weather Service"
OMME – Oficina Municipal de Manejo de Emergencias
PEMPN – Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales
PICA – Programa de Inversiones de Cuatro Años[2]
PRAPEC – Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso
PRCCC – "Puerto Rico Climate Change Council"
PUT – Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico
R-EA – Distrito de Riesgos de Espacios Abiertos
RP – "Repetitive Loss"
SLOSH – "Sea, Lake & Overland Surge from Hurricanes"

[1] Actualmente, la NMEAD.
[2] 2018-2019 a 2021-2022

SRP – “Severe Repetitive Loss”
SRC – Suelo Rústico Común
SREP – Suelo Rústico Especialmente Protegido
SU – Suelo Urbano
SUNP – Suelo Urbano no Programado
SUP – Suelo Urbano Programado
SWSI – “Surface Water Supply Index”
USC – “United States Code”
USDA – “United States Department of Agriculture”
USDM – “United States Drought Monitor”
USGS – “United States Geological Survey”
USGCRP – “United States Global Change Research Project”
ZR – Distrito sobrepuesto Zona de Riesgo

Capítulo 1: Introducción y trasfondo

El Municipio de Guaynabo tiene como objetivo fomentar el bienestar de la comunidad local y su desarrollo cultural, social y material; la protección de la salud y la seguridad de las personas; así como el fomento del civismo y la solidaridad entre los vecinos. Tomando en consideración estos objetivos y el impacto de desastres naturales recientes, el Municipio de Guaynabo entiende apropiado actualizar y adoptar este Plan de Mitigación contra Peligros Naturales (en adelante, el Plan de Mitigación o el Plan).

El proceso de planificación, para la mitigación de peligros naturales, se define como acciones sostenidas para reducir o eliminar, a largo plazo, los riesgos asociados a la ocurrencia de peligros naturales. El objetivo de la planificación para la mitigación de peligros naturales es identificar políticas y acciones del gobierno municipal para reducir los riesgos y pérdidas que puedan surgir por dichos peligros. (FEMA, 2013) Es por ello que, el Municipio de Guaynabo reconoce su responsabilidad de proteger la seguridad y el bienestar de todos sus ciudadanos. A esos efectos, se prioriza el desarrollo de un programa de mitigación proactivo con el ánimo de limitar los riesgos y ayudar a desarrollar comunidades más seguras y resilientes.

Algunos beneficios de la planificación de mitigación de peligros son:

- Proteger la seguridad de los ciudadanos y prevenir la pérdida y se de vida y propiedad;
- Reducir el daño al desarrollo existente y futuro;
- Prevenir el daño a los activos económicos, culturales y ambientales de la comunidad;
- Minimizar el periodo de cierre operacional y acelera la recuperación del gobierno y negocios después de un desastre natural;
- Reducir el costo de respuesta y recuperación de desastre y la exposición a las personas que responden a la emergencia; y
- Ayudar a cumplir con otros objetivos locales tales como protección de la infraestructura, gestionar mejoras capitales, preservación de espacios naturales y resiliencia económica. (FEMA, 2013)

El Municipio de Guaynabo, ha desarrollado este Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 2021 atendiendo los requisitos establecidos en la Ley Federal de Mitigación de Desastres de 2000 (en adelante, DMA 2000), así como los requisitos de la Regla Final Interina (IFR, por sus siglas en inglés) basado en las disposiciones del Código de Regulaciones Federales (C.F.R.) desarrollando un plan comprensivo e integrado, coordinado a través de las agencias estatales, locales y regionales, además de contemplar la participación de grupos no gubernamentales, como se detallará en adelante. A su vez, en aras del cabal cumplimiento de las leyes y regulaciones federales, durante el desarrollo y actualización de este Plan, se buscó reiterar, como en sus correspondientes versiones anteriores, el apoyo de las agencias estatales y locales, así como la promulgación de una amplia participación ciudadana, con el fin último de desarrollar el Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 2021, de modo que ayude al municipio a no tan solo prepararse y reducir el posible impacto ante los desastres naturales, sino a ser uno más resiliente.

1.1 Base Legal y Reglamentaria del Plan de Mitigación de Riesgos

Los requisitos para elaborar un Plan de Mitigación Local se detallan en el Código de Reglamentación Federal bajo el título de Asistencia para el Manejo de Emergencia, en la sección de Planificación de Mitigación (44 C.F.R. § 201.6). El Plan Local de Mitigación representa el compromiso de la jurisdicción para reducir riesgos ante peligros naturales, y sirve como guía para los encargados de la toma de decisiones mientras estos comprometen recursos para la reducción de los efectos de desastres naturales. Además,

los planes locales sirven como base para que el Estado provea asistencia técnica y establezca prioridades de financiamiento. [3]

Por tal motivo, el Municipio de Guaynabo es la jurisdicción local que viene obligada a: (1) Preparar y adoptar un plan de mitigación de peligros naturales para toda la jurisdicción como condición para recibir fondos de subvención de proyectos en el marco del Programa de Subvención para Mitigación de Riesgos (HMGP, por sus siglas en inglés) de conformidad con la referida sección 201.6; y (2) como mínimo, el municipio debe revisar y actualizar el plan de mitigación local cada cinco (5) años a partir de la fecha de aprobación del plan anterior para continuar con la elegibilidad del programa. Esta subvención le ofrece al municipio la oportunidad de implementar medidas de mitigación cruciales para reducir el riesgo de pérdidas de vida y propiedad en Guaynabo debido a la futura ocurrencia de un desastre natural. Adviértase, que estos fondos federales están accesibles para el municipio tras una declaración presidencial de desastre mayor.

1.1.1 Leyes y Reglamentos Federales

Ley Robert T. Stafford de Ayuda en Desastres y Asistencia en Emergencias
El propósito de la Ley Federal Robert T. Stafford (en adelante, "Stafford Act")[4], antes conocida como la Ley Federal de Ayuda de 1974, es reducir la pérdida de vida y propiedad el sufrimiento humano, la perturbación económica y los costos de asistencia a causa de los desastres. (FEMA, 2013) En el 1988, mediante una enmienda del Congreso al "Stafford Act", se estableció el programa principal de subvenciones por desastre, "Hazard Mitigation Grant Program" o Programa de Subvención para Mitigación de Riesgos (en adelante, HMGP). Esta enmienda provee para que se asignen fondos federales por desastre a los estados y territorios después de una declaración de desastre emitida por el Presidente de los Estados Unidos y para desarrollar medidas costo-efectivas durante la recuperación que, minimizan el riesgo de pérdida en futuros desastres. Para recibir fondos bajo el programa HMGP, es necesario tener un Plan de Mitigación aprobado para solicitar y recibir fondos para proyectos bajo el resto de los programas de mitigación. [5]

Ley de Mitigación de Desastres de 2000
La ley conocida como la "Ley de Mitigación de Desastres de 2000" o DMA 2000 fue aprobada el 30 de octubre del 2000. Esta enmendó la Ley Federal Robert T. Stafford, antes conocida como la Ley Federal de Ayuda de 1974 o el "Disaster Relief Act". Esta provee mejores herramientas para promulgar la planificación, respuesta y recuperación ante cualquier evento de desastre. Entre otras cosas, el DMA 2000 establece los requisitos que determinan la elegibilidad para otorgar fondos de mitigación a los municipios, siendo uno de estos la elaboración de un Plan Local de Mitigación de Riesgos[6]. El Plan Local de Mitigación representa el compromiso de la jurisdicción para reducir el riesgo ante peligros naturales, y sirve como guía para los encargados de la implementación y toma de decisiones al gestionar acciones que eviten o ayuden en la reducción de los efectos de desastres naturales. Además, los planes locales sirven como base para que el Estado provea asistencia técnica y establezca prioridades de financiamiento. [7]

[3] 44 C.F.R. § 201.6
[4] 42 U.S.C. 5121 et. seq.
[5] 44 C.F.R. § 201.6(a)(1)
[6] 42 U.S.C 5165
[7] 44 C.F.R. § 201.6

A su vez, el 26 de febrero de 2002, la Administración Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) publicó una Regla Final Interina (IFR, por sus siglas en inglés) que sirvió como guía y detalló las regulaciones sobre las cuales los planes serían desarrollados, revisados y aprobados. Es decir, el IFR de FEMA, basado en las disposiciones del Código de Regulaciones Federales (C.F.R.), establece los requisitos mínimos con los que debe contar un Plan Local de Mitigación de Riesgos para que sea aprobado y entre en vigencia. Los requisitos del IFR fueron codificados bajo el 44 C.F.R. § 201.6.

El Municipio de Guaynabo ha desarrollado este Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de 2021 atendiendo los requisitos establecidos tanto en el DMA 2000, así como en el 44 C.F.R. § 201.6. Este Plan es uno comprensivo e integrado, coordinado a través de las agencias estatales y dependencias municipales. Incluye además la participación de grupos no gubernamentales y el público en general. A esos efectos, es importante puntualizar que el Plan ha sido desarrollado a base de los recursos que tiene a su haber el municipio, la mejor información disponible y el insumo de la ciudadanía a través del desarrollo del documento y posterior fase de supervisión del Plan.

1.1.2 Leyes y Reglamentos Estatales y Locales

Código Municipal de Puerto Rico[8]

La Ley Núm. 107 de 14 de agosto de 2020, derogando la Ley Núm. 81-1991 (Ley de Municipios Autónomos), establece las facultades, deberes y obligaciones de los municipios en Puerto Rico. Entre las facultades que tiene a su haber el municipio, según dispone el Libro I: Gobierno Municipal, Capítulo II, en su Artículo 1.010, inciso (g), es el establecer programas y adoptar las medidas convenientes y útiles para prevenir y combatir siniestros, prestar auxilio a la comunidad en casos de emergencias o desastres naturales, accidentes catastróficos o siniestros y para la protección civil en general, de acuerdo con el Capítulo 6, Negociado de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, de la Ley 20-2017, según enmendada, conocida como "Ley del Departamento de Seguridad Pública de Puerto Rico".

Asimismo, el Libro VI: Planificación y Ordenamiento Territorial del referido Código, concede a los municipios cierta autonomía para ordenar los usos del terreno en sus territorios. Además, regula las herramientas que van a permitir al municipio ejercer su función de prevenir y combatir los siniestros al definir el uso de terreno y sus competencias o mecanismos para minimizar el impacto a la vida y propiedad municipal ante eventos de peligros naturales y otros. Entre otras, la transferencia de derechos de desarrollo, así como la evaluación y otorgación de permisos de construcción (delegación de competencias). La disposición sobre los usos de terreno puede ser una herramienta importante para implementar acciones para la mitigación de peligros naturales y se discutirá más a fondo en la Sección 3.3 de este Plan. Otras políticas públicas relevantes al Plan de Mitigación 2020 se discutirán según sea necesario.

[8] Se hace hincapié en que, durante el proceso de aprobación de este Plan, se deroga la Ley de Municipios Autónomos de Puerto Rico, Ley Núm. 81 de 30 de agosto de 1991 y entra en vigor el Código Municipal de Puerto Rico, Ley Núm. 104 de 14 de agosto de 2020. En su Artículo 6.011 establece que, los Planes de Ordenación serán elaborados o revisados por los municipios en estrecha coordinación con la Junta de Planificación y con otras agencias públicas concernidas, para asegurar su compatibilidad con los planes estatales, regionales y de otros municipios. Estos documentos serán certificados por un Planificador licenciado bajo las normas del Gobierno de Puerto Rico. Los municipios podrán entrar en convenios con la Junta de Planificación, para la elaboración de dichos planes o parte de estos. Además, el Artículo 1.008, inciso (n) establece los poderes de los municipios.

1.2 Historial y alcance

El Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Guaynabo fue aprobado por FEMA y adoptado por el municipio en el año 2016, mediante la Orden Ejecutiva Núm. 104, Serie 2015-2016 de la Legislatura Municipal del Municipio Autónomo de Guaynabo (en adelante, Municipio de Guaynabo). El Plan de Mitigación de 2016 fue titulado Plan Federal de Mitigación Multi-Riesgos (en adelante, Plan de Mitigación de 2016 o Plan de 2016). El objetivo principal del Plan de 2016 era actualizar la información incluida en el plan anterior, identificar actividades y medidas dirigidas a la mitigación de peligros naturales como los huracanes, inundaciones, sequías, terremotos, deslizamientos y otros peligros atmosféricos, hidrológicos y geológicos. Estableciendo así una herramienta de planificación que atendiera la mitigación contra peligros ante desastres naturales de una forma proactiva, eficiente y efectiva.

El referido Plan de 2016, analizó la vulnerabilidad de la población, así como de las propiedades localizadas en el municipio y que se encuentran susceptibles a determinado peligro natural. Así pues, el Plan de Mitigación de 2016, al igual que el presente documento, incluye medidas de mitigación para reducir las pérdidas de vida y propiedad en Guaynabo. Por cuanto, el Plan de 2016 se desarrolló a base de los siguientes objetivos:

- Prevenir y reducir las pérdidas de vida y propiedad;
- Desarrollar e implementar medidas de protección en las instalaciones críticas en el municipio;
- Reducir el impacto en el ámbito económico y social producto de la ocurrencia de eventos naturales;
- Identificar los riesgos y la vulnerabilidad que representan cada uno de los peligros naturales a los que se encuentra expuesto el Municipio de Guaynabo;
- Desarrollar y establecer estrategias de mitigación de peligros naturales;
- Detener el ciclo vicioso concerniente a los procesos de destrucción-reconstrucción-destrucción en las comunidades;
- Establecer mecanismos de educación pública y concientización conforme a los peligros naturales que amenazan al municipio; e
- Implementar políticas y metas en armonía con la Ley de Mitigación contra Desastres de 2000 (Ley 106-2000).

Por su parte, el Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de 2021, al igual que el Plan de Mitigación de 2016, tiene como objetivo identificar los peligros naturales a los que se encuentra vulnerable el municipio y desarrollar estrategias de mitigación para prevenir o reducir la pérdida futura de vida y propiedad. Así pues, el presente plan tiene el propósito de identificar los riesgos a los que está expuesto el municipio, la vulnerabilidad de la región e identificar estrategias de mitigación que respondan a las necesidades de las comunidades. Se desarrolla el plan de manera planificada y contando con la participación del Comité de Planificación de Guaynabo y de la ciudadanía para lograr un desarrollo sostenido mediante la implementación de medidas de prevención, conservación de los recursos naturales, infraestructura del municipio, servicios de emergencia y la difusión pública y educativa.

En síntesis, el Plan provee los siguientes tópicos:

1. Resumen de los peligros naturales a los que se encuentra expuesto el municipio;
2. Descripción de la vulnerabilidad del municipio ante los peligros, incluyendo la vulnerabilidad de la población y los activos municipales, con énfasis en las instalaciones críticas del municipio que deben mantener sus operaciones antes, durante y después de un evento natural;
3. Medidas de protección para las instalaciones críticas;

4. Estrategias de mitigación para reducir la pérdida de vida y propiedad y el impacto adverso en el ámbito económico y social de la región que incluyen;
    - Modificaciones estructurales y no estructurales;
    - Estrategias de prevención, protección de los recursos naturales y la propiedad;
    - Mantenimiento de servicios de emergencia; y
    - Establecimiento de programas educativos para instruir y capacitar a las comunidades, sobre los peligros naturales y la importancia de ser partícipe en el esfuerzo para mitigación daños producto de la ocurrencia de un peligro natural.

Por todo lo cual, este documento representa el proceso de elaboración del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales adoptado por el Municipio de Guaynabo. Este esfuerzo se realiza en colaboración con el Comité de Planificación (en adelante, Comité) designado formalmente por el municipio. Igualmente, este documento se desarrolló mediante la participación activa de las comunidades, dependencias municipales, agencias estatales, municipios colindantes, partes interesadas, organizaciones sin fines de lucro y público en general. Como se explicará más adelante, se le extendió una invitación pública a todas las partes con el ánimo de obtener un plan más comprensivo, alineado a las necesidades reales de las comunidades y conforme a la mejor información disponible al momento del desarrollo de este documento. Todo esto a base de los recursos que tiene disponible el municipio.

1.3 Organización del Plan

La reglamentación federal requiere un contenido específico para los planes locales de mitigación que incluye:

- Documentación del proceso de planificación;
- Evaluación de riesgos, la cual provee las actividades propuestas para reducir pérdidas relacionados con los peligros naturales identificados;
- Identificación de estrategias de mitigación para evitar las pérdidas potenciales identificadas en la evaluación de riesgos;
- Un procedimiento para la revisión del Plan, y, por último;
- Documentación que demuestre que el Plan fue adoptado formalmente por el cuerpo que gobierna la jurisdicción.[9]

En apoyo a estos requisitos, el Plan está organizado de la siguiente manera:

- Capítulo 1 – Introducción y trasfondo
- Capítulo 2 – Proceso de planificación
- Capítulo 3 – Perfil del municipio
- Capítulo 4 – Identificación de peligros y evaluación de riesgos
- Capítulo 5 – Evaluación de la capacidad del municipio
- Capítulo 6 – Estrategias de mitigación
- Capítulo 7 – Revisión y supervisión del Plan
- Capítulo 8 – Adopción y aprobación del Plan
- Apéndice A –Documentación de la adopción y aprobación del Plan
- Apéndice B –Documentación de reuniones

Para esta actualización, el Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos (SHMO, por sus siglas en inglés) ha determinado que cada plan local requiere la inclusión de una evaluación de capacidades (Capítulo 5) y

[9] 44 C.F.R. § 201.6(c)

una sección describiendo todos los espacios abiertos del municipio (Capítulo 4). Ambas secciones se incluyen por primera ocasión en este Plan como parte de los requisitos del Estado.

1.4 Resumen de cambios del plan anterior

Esta actualización del Plan modifica las versiones previas del plan actual. Esta revisión debe seguir el mismo formato de todos los planes locales de mitigación en Puerto Rico. De esta manera, el plan facilita la correlación y evaluación de datos.

La Tabla 1 provee detalles de los cambios de información o secciones durante la actualización y desarrollo del Plan, y está organizada por capítulos.

Tabla 1: Resumen de cambios al Plan

Capítulo o parte	Sección	Cambio o actualización
Título del documento	N/A	El Plan de 2016 del municipio obra titulado Actualización del Plan Federal de Mitigación Multi-riesgo del Municipio Autónomo de Guaynabo. Esta actualización del Plan se titula Plan de Mitigación contra Peligros Naturales.
Tabla de Contenido	Todas	Introducción del formato, capacidad de evaluación e identificación de espacios abiertos.
Capítulo 1		Se eliminaron y añadieron otras subsecciones (1.3 y 1.4).
Capítulo 2	2.5, 2.6, 2.7 y 2.8	Sección 3: Proceso de Planificación, ahora Capítulo 2.
Capítulo 3	3.2, 3.2.1, 3.5 y 3.6	Se abundó en el perfil del municipio y se utilizó el estimado del Negociado del Censo, conocido como el American Community Survey (ACS, por sus siglas en inglés) 2014-2018, así como los datos del Censo de 2010 del Negociado del Censo Federal (NCF).
Capítulo 4	Todas	Se actualizó la identificación de peligros y evaluación de riesgos del municipio.
Capítulo 5	Todas	Se actualizaron las capacidades del municipio.
Capítulo 6	6.5	Se actualizaron las estrategias de mitigación.
Capítulo 7	Todas	Se actualizó la información de la sección Revisión y supervisión del Plan y se delegó la gestión de mantenimiento a la persona designada por el municipio.
Capítulo 8	Todas	Se actualizó e incorporó la información de adopción y aprobación del Plan y se delegó a un encargado.

Capítulo 2: Proceso de planificación

2.1 Reglamentación del proceso de planificación

La reglamentación federal, en su sección 44 C.F.R. § 201.6 (b), provee los requisitos relacionados al procedimiento de planificación para planes locales de mitigación.[10] El proceso de planificación detalla los pasos y acciones que se siguieron y completaron durante el desarrollo de este Plan (Véase sección 2.4). El Municipio de Guaynabo, a través de su Comité y líderes comunitarios, así como demás ciudadanos, fue proactivo en agilizar el proceso de actualización y participó activamente de todo el proceso de revisión y actualización del Plan.

La Guía de Revisión del Plan Local de Mitigación de FEMA, identifica las secciones que se deberán incorporar dentro del Plan, es decir: proceso de planificación, evaluación de riesgos, estrategias de mitigación y planes de mantenimiento, como sigue:

- **Proceso de planificación**
  - Organizar las actividades de planificación – 44. C.F.R §201.6 (c) (1)
  - Involucrar al público - 44. C.F.R §201.6 (c) (1)
  - Coordinación con otros departamentos y agencias - 44. C.F.R §201.6 (b) (2) y (3)
- **Evaluación de riesgos**
  - Identificar los peligros - 44. C.F.R §201.6 (c) (2) (i)
  - Evaluar los riesgos - 44. C.F.R 201.6 (c) (2) (ii)
- **Estrategia de mitigación**
  - Establecer metas - 44. C.F.R §201.6 (c) (3) (i)
  - Revisión de posibles actividades - 44. C.F.R §201.6 (c) (3) (ii)
  - Proyectar un Plan de Acción - 44. C.F.R §201.6 (c) (3) (iii)
- **Plan de mantenimiento**
  - La adopción del Plan - 44. C.F.R §201.6 (c) (5)
  - Implementar, evaluar y revisar el Plan - 44. C.F.R §201.6 (c) (4)

El requisito de ofrecer un proceso abierto de participación ciudadana es un criterio esencial para el desarrollo de un plan efectivo. En un proceso de planificación colaborativo, las personas con interés ("stakeholders") no solo responden a las propuestas esbozadas por un equipo técnico, sino que también están involucradas en el proceso de creación de las soluciones y alternativas. (Godschalk, Brody, & Burby, 2003) La literatura establece que las jurisdicciones que son más abiertas a incluir participación ciudadana en el procesos de planificar la mitigación de riesgos tienen hasta 76% más medidas de mitigación que aquellas jurisdicciones que no fomentan la participación ciudadana. (Horney, Nguyen, Salvessen, Tomasco, & Berke, 2016)

Con el propósito de desarrollar un método colaborativo para reducir los efectos de los desastres naturales, el proceso de desarrollo de este Plan incluyó lo siguiente:

- Oportunidades para que la ciudadanía pueda comentar durante la etapa de desarrollo del Plan y antes de que éste sea aprobado por la agencia federal correspondiente;
- Oportunidades para que las comunidades colindantes, las agencias locales y regionales de mitigación de riesgos, las agencias que tienen la autoridad para regular el desarrollo, negocios, entidades educativas y entidades sin fines de lucro, puedan participar en el proceso; y

[10] Estos requisitos están también explicados en varios guías de producidos por FEMA, como, por ejemplo, el "Local Mitigation Planning Handbook" (marzo de 2013) y el "Local Mitigation Plan Review Guide" (octubre de 2011).

- Revisar e incorporar, de ser apropiado, planes existentes, estudios, reportes, e información técnica.[11]
- Nótese, que, a base de los requisitos de las disposiciones, se incluyen aquellos documentos que fueron utilizados para desarrollar este documento.

Por su parte, es importante puntualizar que las comunidades que participan en el proceso de planificación de mitigación de peligros naturales tienen el potencial de lograr u obtener múltiples beneficios, incluyendo:

- Salvar vidas y propiedad;
- Ahorrar dinero mediante la prevención o incremento de riesgos tras un evento natural;
- Acelerar la recuperación luego de un desastre natural;
- Reducir la vulnerabilidad futura mediante el desarrollo sabio y la recuperación y reconstrucción post desastre;
- Agilizar la recepción de la financiación previa al desastre y la subvención posterior al desastre; y
- Demostrar un firme compromiso con la mejorar la salud y seguridad de la comunidad.

Típicamente, las comunidades que participan en la planificación de la mitigación de peligros naturales se describen con el potencial de producir beneficios recurrentes y a largo plazo, rompiendo el ciclo repetitivo de pérdidas durante desastres. Una premisa básica de la mitigación de peligros naturales es que las inversiones realizadas antes de un evento de riesgo reducirán significativamente la demanda de asistencia post desastre al disminuir la necesidad de respuesta de emergencia, reparación, recuperación y reconstrucción. Además, las prácticas de mitigación permitirán a los residentes locales, a las empresas y a las industrias volver a establecerse a raíz de un desastre, permitiendo que la economía de la comunidad vuelva a la normalidad lo más pronto posible y con la menor cantidad de interrupciones de servicios y actividades cotidianas.

Los beneficios de la planificación de mitigación van más allá de reducir, exclusivamente, la vulnerabilidad del municipio ante los riesgos causados por un peligro natural. Las medidas de mitigación, tales como la adquisición o la reglamentación de terrenos en áreas de riesgo conocidas, pueden ayudar a lograr múltiples objetivos comunitarios, como preservar el espacio abierto, mantener la salud medioambiental, la calidad de vida y mejorar las oportunidades recreativas en Guaynabo. Por lo tanto, es de vital importancia que cualquier proceso de planificación de mitigación local se integre con otros esfuerzos de planificación local concurrentes y cualquier estrategia de mitigación propuesta debe tener en cuenta otros objetivos o iniciativas comunitarias existentes que ayudarán a complementar u obstaculizar su implementación futura.

En las secciones 2.4 y 2.7, de este documento, se abunda más sobre el proceso de elaboración del Plan, incluyendo la participación ciudadana. Se documenta el proceso de planificación utilizado para el desarrollo del Plan en todas sus fases, incluyendo cómo se desarrolló, quién estuvo involucrado en el proceso y cómo el público tuvo oportunidad de participar en el proceso.[12]

2.2 Descripción general del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales

La planificación local de mitigación contra peligros naturales es el proceso de organizar los recursos comunitarios, identificar y evaluar los riesgos, y determinar cómo minimizar o manejar mejor dichos

[11] 44 C.F.R. § 201.6(b)
[12] 44 C.F.R. § 201.6(c)(1)

riesgos asociados a la ocurrencia de determinado peligro natural. Este proceso resulta en un Plan de Mitigación contra Peligros Naturales que identifica acciones de mitigación específicas, cada una diseñada para lograr objetivos y las metas de planificación a corto plazo y una visión comunitaria a largo plazo.

El documento de actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de Guaynabo incluye, en su Capítulo 1, sobre Introducción y Trasfondo del municipio, el marco legal que rige el proceso de preparación, desarrollo y aprobación de un Plan de Mitigación, conforme a los requisitos del 44 C.F.R. §201.6. Por su parte, el Capítulo 2 documenta el proceso de planificación o plan de trabajo llevado a cabo por el municipio para la revisión y actualización del Plan de Mitigación de 2016, de modo tal que el presente Plan de Mitigación de 2021 refleje los peligros naturales y las vulnerabilidades de la población y la propiedad en la actualidad. Así pues, el propósito de este ejercicio de elaboración del Plan tiene como propósito producir una herramienta que responda a las necesidades actuales del municipio. A esos fines, el municipio realizó los siguientes esfuerzos durante el proceso de planificación:

- la asignación de un Comité de Planificación integrado por representantes de dependencias de Guaynabo, quienes con su pericia y experiencias previas en el manejo de emergencias en el municipio aportaron información valiosa y actualizada;
- la organización de cinco (5) Mesas de Trabajo para integrar agencias estatales y otras organizaciones interesadas para asistir en el esfuerzo del municipio; y el
- desarrollo de un plan de trabajo destinado a garantizar que se cumpla con los procedimientos de participación ciudadana y de otras partes interesadas durante la revisión y actualización del Plan de Mitigación del Municipio de Guaynabo.

A modo de síntesis, en este proceso de planificación se logró contar con la aportación de una diversidad de sectores en todas las etapas de planificación, incluyendo, pero sin limitarse, a la aportación de municipios colindantes, agencias de gobierno central y federal responsables del desarrollo de proyectos de infraestructura y de mitigación, agencias de gobierno con recursos fiscales disponibles para implementar medidas de mitigación, cualquier ora parte interesada y público en general. De esta manera, el municipio contó con la participación necesaria para desarrollar un plan más robusto, comprensivo y de mayor alcance para garantizar el desarrollo de proyectos de mitigación que reducan las pérdidas de vida y propiedad tras la ocurrencia de un evento natural.

Como parte del proceso, se atiende el Perfil del municipio en el capítulo 3 de este Plan, las nuevas realidades a las que se enfrenta el municipio, su demografía, así como los recursos naturales con los que cuenta Guaynabo. Asimismo, se identifican los peligros naturales que pueden afectar al municipio conforme al resultado de la evaluación de riesgos, incluida en el capítulo 4. La referida evaluación de riesgos resalta, a su vez, la susceptibilidad del área geográficas ante estos peligros naturales y la vulnerabilidad de la población y las estructuras ante el impacto de determinado peligro natural. Conforme a ello, en el capítulo 5, se identifican las capacidades con las que cuenta el Municipio de Guaynabo con el objetivo de reconocer las áreas de necesidad, así como las herramientas con las que cuenta Guaynabo para implementar las medidas, actividades, proyectos o estrategias de mitigación.

Estas capacidades municipales se auscultan y se enumeran en el Plan para evidenciar las facultades con las que cuenta el municipio y como base para desarrollar nuevas acciones de mitigación y/o actualizar las acciones de mitigación trazadas en el plan anterior. Adviértase, que la evaluación de riesgos y las capacidades municipales sirven como la base de hechos necesaria para el desarrollo de las estrategias de mitigación de Guaynabo.

Con el ánimo de garantizar la funcionalidad de un plan de mitigación contra peligros naturales, se asigna la responsabilidad de cada acción de mitigación propuesta a determinada dependencia municipal, junto con un itinerario o fecha de finalización para su implementación. Las acciones de mitigación de este plan se encuentran esbozadas en el capítulo 6 sobre Estrategias de Mitigación.

La importancia de tener acciones de mitigación proyectadas para su implementación, que representen las necesidades y realidades del municipio, es instrumental, toda vez que habilita y resalta la vulnerabilidad a la que está expuesta el municipio y sus comunidades. De estas necesidades o vulnerabilidades no ser atendidas, pudiera producir que el Municipio de Guaynabo experimente pérdidas de vida y propiedad mayores de ocurrir un evento natural.

Por otra parte, el Plan establece mecanismos de revisión, incluidos en el Capítulo 7 sobre revisión y supervisión del plan, para dar seguimiento periódico o monitoreo al progreso de la implementación de los proyectos de mitigación, así como la evaluación y mejoras del propio Plan. Estos procedimientos de revisión y/o mantenimiento, aseguran que éste siga siendo un documento de planificación actual, dinámico y efectivo a lo largo del tiempo, permitiendo que se integre en el proceso rutinario de toma de decisiones locales. Asimismo, el proceso de revisión y supervisión del Plan garantiza que el documento siga vivo y adaptable a los cambios que experimente el municipio dentro de su periodo de cinco (5) años de su vigencia.

Los beneficios de la planificación de mitigación van más allá de reducir, exclusivamente, la vulnerabilidad de riesgo. Las medidas de mitigación, tales como la adquisición o la reglamentación de terrenos en áreas de riesgo conocidas, pueden ayudar a lograr múltiples objetivos comunitarios, como preservar el espacio abierto, mantener la salud del ambiente, calidad de vida y mejorar las oportunidades recreativas. Por lo tanto, es de vital importancia que cualquier proceso de planificación de mitigación local se integre con otros esfuerzos de planificación local concurrentes. Esto significa que las actividades de mitigación aquí propuestas deberán tomar en consideración los objetivos o iniciativas comunitarias existentes para facilitar su implementación.

2.3 Historial del Plan de Mitigación de Riesgos en Guaynabo

El Plan de 2016, a través de la evaluación de riesgos, llevada a cabo por el Comité de Mitigación designado en ese entonces identificó los peligros a base del área afectada, tipo de riesgo, ubicación y recurrencia del evento natural. Conforme a ello, se identificaron como peligros significativos los siguientes:

- **Inundaciones**, eventos que a su vez pueden producir derrumbes, deslizamientos debido a las lluvias torrenciales ocasionadas por eventos como tormentas o huracanes.

- **Tormentas tropicales o huracanes** que puedan ocasionar inundaciones, deslizamientos, derrumbes, destrucción de estructuras y vías de rodaje.

- **Marejadas ciclónicas** que afectan partes de la zona costera del municipio.

- **Deslizamientos**, que pueden dejar incomunicadas a comunidades a consecuencia de lluvias torrenciales, tormentas o huracanes y terremotos.

- **Terremotos** los cuales pueden ocasionar deslizamientos y derrumbes en la mencionada jurisdicción.

- **Maremotos o tsunamis** que pueden ocasionar inundaciones, destrucción de las propiedades erosión en la costa y en los cimientos de las estructuras.

- **Fuego forestal,** definido como el fuego que se extiende sin control en terreno forestal o silvestre, afectando a combustibles vegetales, flora y fauna. El fuego es un proceso de combustión que se desarrolla de acuerdo con las reglas fisicoquímicas que rigen la transmisión de calor y la emisión de gases combustibles (llama). Los tres elementos del fuego son: combustible, oxígeno y calor. Un incendio forestal se distingue de otros tipos de incendio por su amplia extensión, la velocidad con la que se puede extender desde su lugar de origen, su potencial para cambiar de dirección inesperadamente, y su capacidad para superar obstáculos como carreteras, ríos y cortafuegos**.**

- **Fuego Urbano** se refieren al fuego no controlado, normalmente en terrenos no cultivados, que puede causar daños en la silvicultura, la agricultura, las infraestructuras y los edificios. Sin embargo, se hace constar que este peligro no fue evaluado en esta actualización.

- **Erosión Costera** es el proceso por el cual la acción hidráulica del mar transporta los sedimentos de un lugar de la costa a otro. Esta ocurre cuando el transporte genera más remoción que aporte al sistema, puede causar que las costas no se puedan reponer y lleva cambio geomorfológico. Esto se convierte en un problema ya que la costa no puede reponer la cantidad de sedimentos perdido, perdiendo así su extensión territorial. Sin embargo, se hace constar que este peligro no fue evaluado en esta actualización.

El presente Plan, por su parte, fue desarrollado utilizando también el proceso de planificación local de mitigación, según recomendado por FEMA. Conforme al procedimiento prescrito por FEMA, se revisó y actualizó el referido Plan de Mitigación contra Peligros de 2016, para atemperarlo a las necesidades actuales de Guaynabo. A esos fines, el presente Plan incorpora los comentarios de la ciudadanía, el personal de las dependencias municipales, tales como la Oficina de Ordenación Territorial y la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencia. A modo de síntesis, la actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Guaynabo tiene como ápice identificar los peligros naturales a los que se encuentra vulnerable el municipio y desarrollar medidas de mitigación para prevenir o reducir las pérdidas de vida y propiedad asociadas a la ocurrencia de estos eventos. Así pues, este documento tiene el propósito de identificar los riesgos a los que está expuesto el municipio, la vulnerabilidad de su región e identificar estrategias de mitigación que respondan a las necesidades de las comunidades.

Se desarrolla el Plan de manera planificada y contando con la participación de los miembros del Comité de Planificación local y de la ciudadanía para un desarrollo comprensivo y sostenido mediante la implementación de medidas de prevención, conservación de los recursos naturales, proyectos estructurales, servicios de emergencia y la educación y concientización de la ciudadanía.

Consecuentemente, y en cumplimiento con las disposiciones legales, se diseñan y esbozan medidas de protección para las instalaciones críticas, estrategias de mitigación para reducir las pérdidas de vida y propiedad y el impacto adverso en al ámbito económico y social de la región. A su vez, se proveen medidas diseñadas con la intención de prevenir futuros daños, estableciendo medidas como:

- mejoras estructurales y no estructurales;
- estrategias de prevención;
- protección de los recursos naturales y la propiedad;

- mantenimiento de servicios de emergencia; y el
- establecimiento de programas educativos para instruir y capacitar a las comunidades sobre los peligros naturales y la importancia de ser participe en el esfuerzo para mitigación daños producto de la ocurrencia de un peligro natural.

Adviértase, que las nuevas estrategias de mitigación, incluidas en este documento, responden a las necesidades y sugerencias expresadas por los ciudadanos que participaron de las reuniones ciudadanas, así como del Comité de Planificación.

2.4 Preparación del Plan para el 2021

Los Planes Locales de Mitigación contra Peligros Naturales deben actualizarse cada cinco (5) años para seguir siendo elegibles para recibir fondos federales por mitigación. Con el propósito de preparar el Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 2021 del Municipio de Guaynabo, la Junta de Planificación de Puerto Rico (en adelante, JP) contrató a Atkins Caribe, LLP (en adelante, el equipo) como consultor externo para proporcionar servicios profesionales de planificación de mitigación.

No obstante, es importante destacar que todo el proceso de planificación estuvo liderado por el Municipio de Guaynabo, quien dio su anuencia al proceso de planificación o plan de trabajo adoptado para revisar y actualizar el Plan de 2016, así como de la información contenida en este documento. Por su parte, el rol de la JP fue servir como intermediario en el proyecto de actualizaciones de los planes de mitigación del municipio. Por todo lo cual, el presente documento es del Municipio de Guaynabo y reconoce las necesidades identificadas por el Comité de Planificación, partes interesadas y público en general a base de la mejor información disponible y las herramientas que tiene a su haber el municipio.

Por su parte, el equipo siguió el proceso de planificación de mitigación contra peligros naturales recomendado por FEMA en la Guía de Planificación de Mitigación de Riesgos Local y las recomendaciones provistas por el personal de planificación de mitigación de la JP y la Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia, (COR3, por sus siglas en ingles), así como el conocimiento especializado y recomendaciones del Comité de Planificación del Municipio de Guaynabo. La herramienta de revisión del plan de mitigación local proporciona un resumen de los estándares mínimos actuales de FEMA para cumplir con DMA 2000 y señala la ubicación donde se cumple cada requisito dentro de este Plan. Estas normas se basan en la regla final de FEMA publicada en el Registro Federal, Parte 201 del Código de Regulaciones Federales (C.F.R.). El Comité de Planificación utilizó la Guía de Revisión del Plan Local de Mitigación de FEMA (1 de octubre de 2011) como referencia al completar el Plan.

A lo largo del documento se hace referencia a los elementos relevantes del plan previamente aprobado (acciones existentes, entre otras), y así mismo, un análisis de los cambios realizados. Por ejemplo, todos los elementos de evaluación de riesgos necesitaban actualizarse para incluir la información más reciente y responder a las necesidades del municipio. Además, era necesario revisar los objetivos del municipio. La sección de evaluación de capacidades municipales incluye información actualizada de las herramientas que tiene a su haber el municipio para implementar las medidas de mitigación esbozadas en el Capítulo 6 de este documento. La actualización de las capacidades municipales y la evaluación de riesgos a los que se encuentra expuesto el municipio, son la base de análisis necesaria para el diseño, desarrollo e implementación de las medidas o estrategias de mitigación.

Metodología

El proceso utilizado para preparar este Plan incluyó doce (12) pasos importantes que se completaron en el transcurso de aproximadamente doce (12) meses [A actualizarse en versión final], a partir del 13 de abril de 2020, con la reunión convocada por la JP para invitar a los municipios que participar del proyecto de actualización de los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales.[13] En la referida reunión se le proveyó al municipio información sobre el alcance, propósitos y beneficios de los planes de mitigación y de la implementación de las acciones contenidas en el Plan. Consecuentemente, el 3 de septiembre de 2020, el Municipio de Guaynabo, por conducto de su Honorable Alcalde Ángel Pérez Otero, suscribió el documento titulado Carta de Compromiso sobre el Plan de Mitigación Municipal.

Mediante la mencionada carta, el municipio adopta como objetivo principal el identificar actividades y/ o medidas de mitigación para reducir las pérdidas de vida y propiedad a causa de eventos naturales como lo son los vientos fuertes, inundaciones, sequías, terremotos, deslizamientos, tsunamis y otros peligros atmosféricos, tanto hidrológicos como geológicos. En función de ello, el Municipio de Guaynabo procedió a recopilar la siguiente información:

- identificación de los peligros naturales, describiendo los diversos eventos ocurridos en Guaynabo y los impactos que han tenido en la comunidad;
- identificación de inventario de activos municipales e identificar si éste se considera como crítico;
- identificar las capacidades municipales con la que cuenta el Municipio de Guaynabo;
- identificar e implementar estrategias de mitigación, asignar prioridad, identificar dependencia que administrará la medida;
- evaluación de cada una de las versiones del Plan (preliminar, borrador y final); y
- desarrollar la forma y manera de conducir los procedimientos relacionados a la implementación del Plan, incluyendo los procedimientos de monitoreo, evaluación y actualización del Plan dentro del periodo de vigencia de cinco (5) años.

Las secciones específicas del Plan se identifican en la Sección 1.3 de este Plan. Los doce (12) pasos desglosados en la Figura 1 se describen como sigue:

Tabla 2: Pasos del procedimiento de actualización del Plan de Mitigación de Guaynabo

Número del paso	Etapa del procedimiento	Sección(es) en el Plan
1	Reunión inicial entre los miembros de Comité de Planificación del Municipio de Guaynabo.	2.5, 2.6
2	Evaluación de riesgos en el municipio.	Capítulo 4, en específico las secciones 4.5 y 4.6, junto con sus correspondientes subsecciones.
3	Evaluación de capacidades municipales. Esta se refiere a las herramientas que tiene a su haber el municipio para implementar las estrategias de mitigación.	Capítulo 5, secciones 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4

[13] Nótese, que se incluye en la sección del apéndice B.1.2 copia de la Carta de Compromiso suscrita el 3 de septiembre de 2020 y la Hoja de Asistencia de la reunión inicial entre la JP y el Municipio de Guaynabo celebrada el 13 de abril de 2020.

Número del paso	Etapa del procedimiento	Sección(es) en el Plan
4	Primera reunión de participación ciudadana. Se invita a las comunidades y otras partes interesadas a conocer los esfuerzos del municipio para actualizar el Plan de Mitigación, así como el propósito y los beneficios que trae consigo la adopción del Plan. En ese mismo día, se celebra la segunda reunión entre los miembros de Comité del Municipio de Guaynabo.	Capítulo 2, sección 2.7
5	Segunda reunión de participación ciudadana. En esta reunión se le informa a la ciudadanía los hallazgos de la evaluación de riesgos, se recopila el insumo adicional de la ciudadanía sobre la versión borrador del documento y se ofrecen las estrategias desarrolladas a base de las sugerencias provistas en la primera reunión ciudadana.	Capítulo 2, sección 2.7
6	Estrategias de mitigación.	Capítulo 6, secciones 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5 y 6.6
7	Proyecto de revisión del Plan. Incluye la revisión y supervisión del Plan.	Capítulo 7, secciones 7.1, 7.2 y 7.3
8	Procedimientos respecto al mantenimiento del Plan, incluyendo el proceso de continuidad de participación ciudadana.	Capítulo 7, secciones 7.4, 7.5, 7.6 y 7.7
9	Documentación. Se incluye la documentación utilizada para evidenciar el cumplimiento con los procedimientos correspondientes a la actualización del Plan.	Se incorpora la documentación en los anejos de este Plan.
10	Presentación de la versión final del Plan.	Una vez se culmine el proceso de actualización del Plan se tiene una versión final.
11	Aprobación y adopción del Plan.	Capítulo 8, secciones 8.1, 8.2 y 8.3, incluyendo el apéndice A de este documento
12	Implementación del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Guaynabo.	Una vez se aprueba el Plan se procede a adoptar e implementar el Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de Guaynabo.

Cada uno de estos pasos de planificación, también ilustrados en la siguiente figura, resultaron en productos de trabajo críticos y resultados que, colectivamente, conforman el Plan que nos ocupa y se identifican a continuación.

Según la actualización llevada a cabo por el Municipio de Guaynabo, al presente, el municipio se encuentra en mejor posición de desarrollar e implementar proyectos de mitigación a base de las nuevas realidades del municipio y su ciudadanía. Asimismo, el municipio reconoce la importancia de la conservación de sus recursos y el desarrollo de medidas de mitigación en armonía con este objetivo. Además, debido a las

experiencias previas, el municipio tiene como objetivo mantener integradas a las comunidades, organizaciones y cualquier parte interesada en su esfuerzo de mitigación.

Figura 1: Proceso de Planificación de Mitigación



Como se detalla más adelante, el proceso de planificación se llevó a cabo mediante reuniones con el Comité de Planificación de Mitigación de Peligros Naturales, compuestas principalmente por personal del gobierno municipal y las partes interesadas. De igual forma, la comunidad fue invitada a participar activamente de todo el proceso de planificación, de manera tal que el presente Plan recopilara las preocupaciones, necesidades y sugerencias de las comunidades en el municipio.

2.5 Comité de Planificación

Con el fin de guiar el desarrollo de este Plan, el Municipio de Guaynabo, por conducto de su Honorable Alcalde Ángel Pérez Otero, designó a la Plan. María Falcón Varela, Directora de Directora de la Oficina de Planificación y Ordenación Territorial para llevar a cabo la coordinación con los miembros del Comité de Planificación (en adelante, el Comité) para la actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de 2021. Este Comité representa un grupo de planificación basado en la comunidad y formado por representantes de diversas instrumentalidades del gobierno, líderes municipales y otros actores claves identificados para servir como miembros clave en el proceso de planificación. Este está representado por directores y administradores de dependencias que, a través de la Directora de la Oficina de Planificación y Ordenación Territorial, han sido asignadas para las actividades concernientes a la actualización del Plan de Mitigación. Cada uno de estos miembros del Comité de Planificación aportaron información valiosa

para la identificación de comunidades vulnerables, así como de medidas o estrategias de mitigación apropiadas para que el municipio pueda reducir las pérdidas de vida y/o propiedad a causa de la ocurrencia de un peligro natural. Ello así, debido a que estos miembros tienen un conocimiento especializado en cada uno de los campos que representan y experiencia previa en el manejo de emergencias en el Municipio de Guaynabo.

Una vez el Honorable Alcalde de Guaynabo, Ángel Pérez Otero, presentó la correspondiente designación de los integrantes del Comité, se calendarizó la reunión inicial de los integrantes para discutir y demarcar el plan de trabajo a seguir para la actualización del Plan. Es esta reunión inicial la fase que da comienzo al proceso de planificación de mitigación de peligros naturales. Así pues, a partir del 9 de diciembre de 2020, los miembros del Comité participaron en discusiones periódicas, así como reuniones locales y talleres de planificación ciudadana para debatir y completar tareas relacionadas con la preparación del Plan. Este grupo de trabajo coordinó todos los aspectos de la preparación del plan y proporcionó valiosos aportes al proceso de actualización del documento, toda vez que sus miembros tienen la pericia en cada uno de sus campos y la responsabilidad de implementar las estrategias de mitigación desarrolladas durante el proceso de planificación. A tales efectos, los miembros del Comité se comunicaron de forma periódica y se mantuvieron informados a través de una lista de distribución vía correo electrónico y personalmente. Además, se les asignaron varias tareas específicas a los miembros del Comité, las cuales incluyen:

- Participar en presentaciones y reuniones del Comité;
- Proporcionar los mejores datos disponibles, según sea necesario, para la sección de Evaluación de Riesgos del Plan;
- Proporcionar información que ayude a completar la sección de Evaluación de Capacidades del Plan y proporcionar copias de cualquier documento relacionado con mitigación o riesgo para su revisión e incorporación al Plan;
- Apoyar el desarrollo de las Estrategias de Mitigación, incluyendo el diseño y adopción de declaraciones de metas regionales;
- Ayudar a diseñar y proponer acciones de mitigación apropiadas para su departamento o Agencia para su incorporación al Plan de Acción de Mitigación;
- Revisar y proporcionar comentarios oportunos sobre todos los resultados de estudios y del Plan; y
- Apoyar la adopción del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 2020 del Municipio de Guaynabo.

El Honorable Alcalde Ángel Pérez designó como punto de contacto (en adelante, POC) del Comité a la planificadora María Falcón Varela, quien funge como directora de la Oficina de Planificación y Ordenación Territorial del Municipio de Guaynabo. No obstante, el Comité o cualquier persona autorizada se reserva el derecho de enmendar los miembros del Comité a través de la vigencia o vida del documento.

La Tabla 3 provee un listado de los integrantes del Comité de Planificación.

Tabla 3: Integrantes del Comité de Planificación[14]

Nombre	Título	Dependencia	Correo electrónico
Plan. María Falcón Varela	Directora	Oficina de Planificación y Ordenación Territorial	mfalcon@guaynabocity.gov.pr
Plan. Rosa Lozano Torres	Planificadora	Oficina de Planificación y Ordenación Territorial	rlozano@guaynabocity.gov.pr

2.6 Reuniones del Comité de Planificación

La preparación de este Plan requirió una serie de reuniones internas y talleres para facilitar la discusión, ganar consenso e iniciar esfuerzos de recopilación de datos con funcionarios municipales, funcionarios comunitarios, y otras partes interesadas identificadas. Más importante aún, las reuniones y los talleres impulsaron aportaciones y retroalimentación de participantes relevantes a lo largo de la etapa de redacción del Plan.

Es importante destacar que, a partir del 15 de marzo de 2020, durante el proceso de desarrollo de este Plan, la exgobernadora de Puerto Rico, la Honorable Wanda Vázquez Garced, emitió la Orden Ejecutiva (OE) 2020-023 en respuesta a la pandemia del COVID-19 en la Isla. Esta Orden Ejecutiva limitó los servicios no esenciales por un periodo prolongado, mientras se normaliza la situación en Puerto Rico. Consecuentemente, se modificó y flexibilizó el proceso de interacción en el municipio con el ánimo de dar continuidad a los esfuerzos de actualización del Plan de 2021 que nos ocupa.

La siguiente tabla provee un resumen de las reuniones medulares celebradas durante el desarrollo de la actualización del Plan. Según fuera necesario, el personal local celebró discusiones rutinarias y reuniones adicionales para realizar tareas de planificación específicas de su departamento, tales como la aprobación de determinadas acciones de mitigación para que departamento se comprometa a incluirlas en el Plan de Acción, así como la identificación de información a actualizar.

La documentación de cada reunión, incluyendo listas de asistencia y notas, se encuentra en el Apéndice del presente documento.

Tabla 4: Descripción de las reuniones del Comité de Planificación

Fecha	Lugar de reunión	Descripción
9 de diciembre de 2020	Reunión virtual, Microsoft Teams	Reunión inicial con el Comité de Planificación. Se establece el plan de trabajo a seguir para la revisión y el desarrollo de la actualización del Plan. Igualmente, se dividen las tareas a completarse por parte de los miembros del Comité. En esta reunión participó el municipio, Atkins Caribe, LLP, la JP, COR3 y miembros de FEMA.

[14] La composición final del Comité 2021 se incluirá en la Versión Final del Plan.

2.7 Participación pública en el proceso de planificación

Un componente importante en el proceso de planificación de la mitigación involucra la participación ciudadana. Las sugerencias e insumo provisto por los ciudadanos, así como por cualquier otra parte interesada, le proveyeron al Comité una mayor comprensión acerca de las inquietudes y preocupaciones locales. A su vez, este ejercicio de planificación comunitaria incrementó la probabilidad de implementar, con éxito, acciones de mitigación mediante la integración de las personas directamente afectadas por las decisiones de los funcionarios públicos. A medida que los ciudadanos se involucren más en las decisiones que afectan su seguridad, es más probable que obtengan una mayor apreciación de los peligros presentes en su comunidad y tomen las medidas necesarias para reducir su impacto. (Godschalk, Brody, & Burby, 2003).

Es pues, la concientización pública un componente clave en la estrategia de mitigación de cualquier comunidad destinada a hacer que un hogar, vecindario, escuela, negocio o una ciudad entera esté más protegida de los posibles efectos de los riesgos asociados a determinado peligro natural. A esos efectos, el municipio estableció, durante el desarrollo de este Plan, un proceso de planificación de apertura a la participación pública con el fin de desarrollar un Plan de Mitigación abarcador y eficaz para reducir los efectos de un evento natural.

A esos efectos, se coordinaron dos (2) reuniones de planificación con la comunidad durante el proceso de planificación de este Plan. La primera reunión de participación ciudadana se realizó durante la fase preliminar de redacción del documento. Por su parte, la segunda reunión de planificación con la comunidad se celebró una vez presentado el borrador, ofreciéndole a toda parte interesada oportunidad de examinar la copia digital e impresa del Plan de Mitigación. Es decir, se le ofreció a las agencias, dependencias, municipios vecinos, organizaciones, dueños de negocio y público en general oportunidad de revisar o examinar el Plan en su versión borrador, antes de la presentación, aprobación y adopción del Plan en su versión final, con el objetivo de recibir cualquier comentario o sugerencia relacionada al documento.

Es imprescindible destacar que proceso público de desarrollo del Plan de Mitigación se vio afectado por el impacto del COVID-19. A raíz de ello, se emitieron Órdenes Ejecutivas (OE 2020-023 y sus extensiones), en respuesta a la pandemia del COVID-19 en la Isla. Las referidas Ordenes Ejecutivas limitaron los servicios no esenciales por un tiempo indefinido y tuvo un impacto sobre la forma y manera de llevar a cabo las actividades de participación pública en el proceso de planificación de este Plan. Ello es así, toda vez que como medida de prevención de contagio se restringió la conglomeración de personas, implementando así disposiciones relacionadas al distanciamiento social. Consecuentemente y en aras de garantizar la continuidad de este esfuerzo de desarrollo del Plan de 2021, se permitió la flexibilización del proceso de participación ciudadana en Guaynabo, sin mancillar su importancia durante los procedimientos de revisión y actualización de este documento. A esos efectos, el municipio ofreció opciones viables, sin necesidad de demorar el desarrollo y actualización de este Plan.

Por todo lo cual y con el fin de proveer acceso al mayor número de ciudadanos posible y promover la participación pública, ante los retos que se presentaron con este panorama, se optó por promover y establecer un proceso de participación ciudadana alternativo, según aprobado por la Comisión Estatal de Elecciones y avalado por el Municipio de Guaynabo.

La participación ciudadana en el desarrollo del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de 2021 del Municipio de Guaynabo se contempló tomando en cuenta los siguientes métodos:

- Mediante **reuniones virtuales con la comunidad y/o reuniones de Planificación con la Comunidad**, que incluyeron presentaciones de difusión pública e informativas sobre la importancia del Plan de Mitigación, las estrategias de mitigación y el esfuerzo del municipio para revisar y actualizar el Plan. En estas reuniones los participantes tuvieron la oportunidad de realizar preguntas, sugerencias o emitir cualquier comentario sobre la presentación y/o el Plan de Mitigación de Guaynabo; y
- mediante la opción de presentar comentarios en línea a través de la página web de la JP para los planes de mitigación contra peligros naturales, a saber: cedd.pr.gov/Mitigacion, correo electrónico a: plandemitigacion@jp.pr.gov o mediante correo postal dirigido a la JP o mediante correo regular a: P.O. BOX 41119 San Juan, PR00940-1119.

Primera reunión de participación ciudadana
La primera reunión de Planificación con la Comunidad tuvo como objetivo, en primer lugar, informar a las partes interesadas, dueños de negocios y público en general sobre el proceso de planificación para la revisión y actualización del Plan de Mitigación de Guaynabo. Esta reunión se efectuó durante la fase preliminar de elaboración del Plan. Así pues, la versión preliminar del Plan es un documento de trabajo en el cual se plasmaron los resultados preliminares de la evaluación de riesgos técnica para los peligros naturales identificados como significativos para el municipio, la cual fue complementada con las experiencias y conocimiento especializado de los miembros del Comité.

Por tanto, en la primera reunión de Planificación con la Comunidad se tuvo como objetivo, en primer lugar, informar a las comunidades así como a cualquier otra parte interesada sobre el proceso de planificación para la actualización del presente documento y destacar la importancia de la mitigación de peligros y de que el municipio tenga un plan actualizado y aprobado por FEMA para solicitar la asistencia de los programas disponibles para el financiamiento de las estrategias de mitigación incluidas en este Plan. Igualmente, se le dio foro a las comunidades o individuos a expresar sus preocupaciones, sugerencias o realizar preguntas relacionadas a los asuntos contemplados en este Plan. Esta primera reunión se realizó antes de la publicación de la versión borrador del Plan. La información recopilada en esta primera reunión fue integrada en el Plan.

Esta reunión se llevó a cabo el 13 de abril de 2021, mediante una presentación y reunión virtual a través de la plataforma YouTube Live en la siguiente dirección web: **https://youtu.be/k5r3-aKhDqQ**, que, a su vez fueron publicadas en la página web de la JP para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales, a saber: cedd.pr.gov/Mitigacion/.[15] Esta reunión se notificó mediante anuncio publicado en el periódico Primera Hora edición del 29 de marzo de 2021.

Segunda reunión de participación ciudadana
La segunda reunión de participación con la comunidad se celebró una vez presentado y publicado el borrador para ser examinado por el público en general, pero antes de la presentación, aprobación y adopción del Plan Final. El Municipio de Guaynabo participó activamente en el proceso de notificación de las reuniones con la comunidad mediante [a completarse una vez se lleve a cabo esta actividad]. El llamado del municipio para incentivar la participación ciudadana en las reuniones proporcionó información sobre los esfuerzos de actualización del Plan de Mitigación del municipio e información sobre la oportunidad de participar en las reuniones públicas, de manera tal que el municipio y sus residentes lograran desarrollar un plan de mayor alcance y conforme a las necesidades de su población.

Esta reunión se llevó a cabo mediante una presentación y reunión virtual a través de la plataforma YouTube Live en la siguiente dirección web: [a completarse una vez se lleve a cabo esta actividad], que, a su vez fueron publicadas en la página web de la JP para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales, a saber: cedd.pr.gov/Mitigacion/.[16] Esta reunión se notificó mediante anuncio publicado en el periódico Primera Hora el [a completarse una vez se lleve a cabo esta actividad].

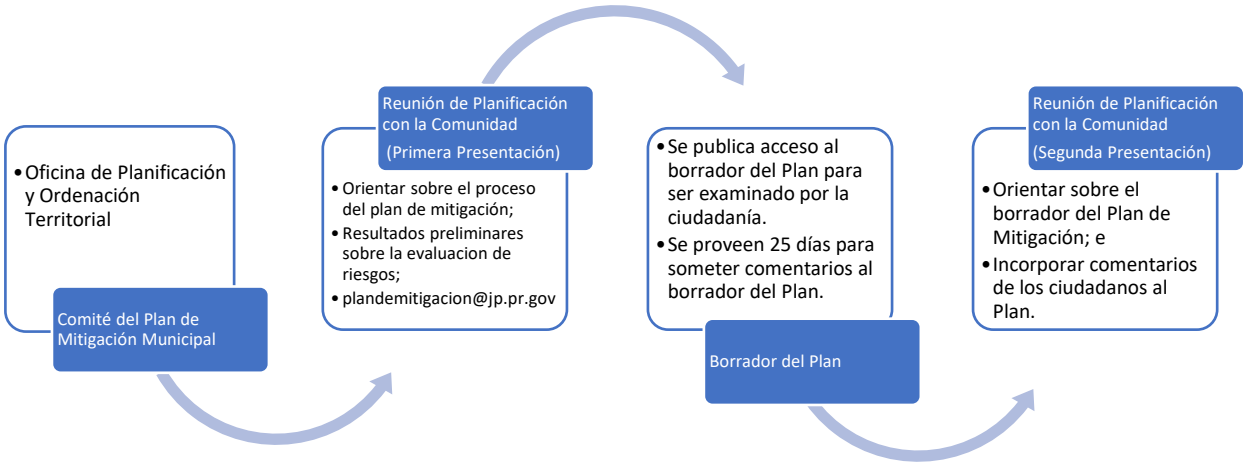
Comentarios por escrito

Según informara el aviso de participación ciudadana, se invitó a los organismos gubernamentales, municipios vecinos, entidades privadas, dueños de negocios, líderes comunitarios y ciudadanía en general a participar de las reuniones de planificación con la comunidad, con el propósito de recibir sus comentarios sobre el borrador del Plan. Del mismo modo, se informó a la ciudadanía el término provisto de veinte (20) días, a partir de la publicación del referido aviso, para someter sus comentarios por escrito a través de lo siguiente:

- A través de la página web de la JP para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales, a saber: cedd.pr.gov/Mitigacion/;
- A través de correo electrónico a: plandemitigacion@jp.pr.gov; y
- A través de correo regular a la siguiente dirección postal: P.O. BOX 41119 San Juan, PR00940-1119;
- De igual forma, las personas que participaron de las reuniones virtuales tuvieron la oportunidad de emitir su comentario, pregunta o sugerencia a través del chat que provee la plataforma de YouTube.

La Figura 2 ilustra el proceso que se llevó a cabo para brindarle a la ciudadanía la oportunidad de participar en el desarrollo del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de su municipio. La figura detalla el proceso desde la asignación de los miembros del Comité de Planificación hasta la celebración de las reuniones de Planificación con la Comunidad. Es importante puntualizar que ambas reuniones tenían como objetivo principal el informar a la ciudadanía sobre los procesos de planificación del Plan de Mitigación, proveer los resultados preliminares sobre la evaluación de riesgos y recibir el insumo sobre las necesidades, preocupaciones o sugerencias de la ciudadanía sobre los peligros naturales. De este modo, el Comité de Planificación desarrolló la base de hechos necesaria para el diseño de las estrategias de mitigación.

Figura 2: Proceso de participación ciudadana



Luego de aprobado e implementado el Plan, el municipio identificará grupos o juntas comunitarias que sirvan como herramientas de representación ciudadana continua, mediante los cuales las comunidades podrán hacer recomendaciones sobre los procesos de supervisión, mantenimiento del Plan y vigilar por el fiel cumplimiento de los proyectos de mitigación en sus comunidades. De modo tal que, estos grupos también fungirán como intermediarios para canalizar las preocupaciones y recomendaciones acerca del Plan. De esta forma, se mantiene el sostenimiento del plan, se garantiza un documento de mayor alcance, se mantiene el documento vivo y se agilizan los procesos de actualización del Plan tras el transcurso del ciclo de vigencia de cinco (5) años. El compromiso del municipio es estimular la participación ciudadana y el conocimiento del esfuerzo, del municipio y sus dependencias, de implementar medidas de mitigación con el propósito de que el Plan sea parte del lenguaje de todos los residentes de Guaynabo, lo adopten como suyo y contribuyan a hacer de este documento un instrumento para mejorar las condiciones del Municipio de Guaynabo. Al adoptar estos procesos logramos obtener comunidades más seguras y resilientes.

Por otra parte, la siguiente tabla provee una breve descripción de la participación del público en el proceso de planificación. La documentación correspondiente a estas oportunidades de participación ciudadana se encuentra evidenciada en los apéndices de este documento. Además, durante la etapa de planificación, en la cual la ciudadanía tuvo oportunidad de examinar la versión borrador del Plan, se les extendió una invitación a los municipios colindantes o comunidades vecinas para que participaran del proceso de la segunda reunión de Planificación con las comunidades del Municipio de Guaynabo. El Apéndice contiene las cartas cursadas a estos municipios.

A su vez, se le extendió una invitación a las agencias estatales para participar de la segunda reunión de participación ciudadana. Nótese, que como parte de los esfuerzos de planificación se celebraron seis (6) Mesas de Trabajo (véase, sección 2.8) para aportar a la elaboración del Plan de Mitigación de Guaynabo 2021.

Tabla 5: Descripción de las reuniones con el público

Fecha	Lugar de reunión	Descripción	Etapa de planificación
13 de abril de 2021	Se realizó la reunión virtual mediante la plataforma de YouTube, en modo Live y bajo el siguiente enlace: **https://youtu.be/k5r3-aKhDqQ**	Primera reunión de planificación con la comunidad para notificar sobre el proceso de actualización del Plan y presentar el esfuerzo del Comité de Planificación en identificar, diseñar e implementar estrategias de mitigación en el municipio. Igualmente, la reunión enfatizó la importancia de la participación ciudadana en el referido proceso de actualización.	Preliminar
[a completarse una vez se lleve a cabo esta actividad].	Se realizó la reunión virtual mediante la plataforma de YouTube, en modo Live y bajo el siguiente enlace: [a completarse una vez se lleve a cabo esta actividad].	Segunda reunión de planificación con la comunidad en la cual se presentaron los hallazgos de la evaluación de riesgos y el desarrollo de las estrategias de mitigación para el municipio.	Borrador

Durante la mencionada etapa de comentarios al borrador, el Municipio de Guaynabo, recibió comentarios, sugerencias y solicitudes para integrar dentro del Plan de Mitigación. En específico, el municipio recibió comentarios de comunidades y organizaciones que juegan un rol importante en la identificación de vulnerabilidades y acciones de mitigación apropiadas para reducir las pérdidas de vida y propiedad en el municipio. Se hace referencia a la integración de estos comentarios a través del documento y la totalidad de las solicitudes sobre acciones de mitigación se traducen dentro de la sección 6.5, en específico, las tablas de estrategias de mitigación. Cada uno de los comentarios recibidos por el municipio, durante el proceso de participación ciudadana, se hacen formar parte de este Plan el apéndice B.6.4, de este Plan.

El Municipio de Guaynabo reconoce la importancia de la participación ciudadana en el proceso de actualización del Plan, así como la participación de la comunidad durante la fase de supervisión y mantenimiento de este Plan de Mitigación contra Peligros Naturales. Por tal motivo, el Comité ha desarrollado un plan de trabajo para la revisión y mantenimiento periódico de este documento, de manera tal que el Plan se mantenga vivo y responda a las necesidades reales de las comunidades. Este proceso de planificación ulterior se encuentra detallado en la sección 7.7 de este documento.

2.8 Mesas de Trabajo

Con el objetivo de enriquecer el proceso de elaboración del Plan, la JP estableció un grupo de expertos proveniente tanto del gobierno, como de los sectores privado y sin fin del lucro para recoger el insumo de estos expertos sobre desarrollo de este Plan y otros Planes de Mitigación Locales. Para ello, la JP organizó seis (6) Mesas de Trabajo cuyo propósito fue informar hallazgos críticos que involucran la responsabilidad directa de agencias del gobierno central y cómo se incorporan en el Plan de Mitigación municipal a través de la definición de estrategias específicas para cumplir con las disposiciones de reglamentación federal, salvaguardando la participación de agencias y entidades privadas, en el proceso de desarrollo del Plan local conforme a la reglamentación federal 44 C.F.R. § 201.6 (b)(2)). De igual manera, se enviaron comunicaciones, vía correo electrónico, con el fin de dar seguimiento y proveer una actualización del estatus de los planes de mitigación en sus diversas etapas, proveyendo así un foro para poder permitir el insumo del grupo de expertos. En el Apéndice B.6.1 se provee la lista de participantes que asistieron a dichas reuniones. Además, se detallan las reuniones sostenidas con la Mesa de Trabajo e invitaciones extendidas a esos efectos.

Asimismo, estos esfuerzos interagenciales se incorporan en el Plan de Mitigación de Guaynabo, a través de desarrollo de estrategias específicas, para cumplir con las disposiciones de reglamentación federal y salvaguardar la participación de agencias y entidades privadas en el proceso de desarrollo del plan local conforme a la reglamentación federal 44 C.F.R. §201.6 (b)(2)). La Mesa de Trabajo provee un proceso de planificación deliberativo al integrar a las partes interesadas, las cuales cuentan con el peritaje necesario para contribuir en el desarrollo de este Plan y autoridad para implementar estrategias de mitigación bajo la jurisdicción estatal. Este esfuerzo responde a la necesidad del municipio de que las agencias estatales implementen medidas de mitigación en las instalaciones o infraestructura que se encuentra ubicada en el municipio y que se ven impactadas por peligros naturales. De estas instalaciones no estar debidamente atendidas por las agencias, puede producirse un incremento en los riesgos e impacto de los peligros naturales en Guaynabo.

Se buscó que la participación de los invitados a dichas mesas de trabajo fuera constante y representativa de entidades gubernamentales, para que, además de contar con el insumo e involucramiento de la ciudadanía, comunidades vecinas, líderes comunitarios y el propio Comité, se les proveyera una oportunidad a dichos entes y estos pudiesen tener inherencia directa en problemáticas que inciden en medidas de mitigación o peligros que requieren mitigarse en coordinación con estas agencias gubernamentales. Esto con la colaboración, además, de entidades que representan otras partes interesadas, incluyendo expertos (academia, profesionales), así como entidades de base comunitaria, con el objetivo de elaborar acciones de mitigación más efectivas y con mayor alcance al poner en conocimiento a las entidades concernientes que manejan, a nivel estatal, aspectos que están fuera de la jurisdicción del gobierno municipal. Se hace contar que estas mesas de trabajo son continuas, por lo que se van discutiendo las necesidades de diversos municipios, incluyendo al Municipio de Guaynabo, conforme el progreso o estado de los procedimientos del desarrollo del Plan, por incluirse dentro del alcance del Proyecto de Actualización de los Planes de Mitigación Locales. Estos procedimientos integrales garantizan que el Plan de Mitigación de Guaynabo sea uno más comprensivo y de mayor alcance al involucrar a las agencias y organizaciones en el esfuerzo del municipio por implementar medidas de mitigación para salvaguardar la vida y propiedad de las comunidades de Guaynabo.

La Tabla 6 muestra la lista de las entidades representadas en esta Mesa de Trabajo.

Tabla 6: Mesa de Trabajo: Coordinación Inter Agencial y del Sector Privado

Mesa de Trabajo para Planes de Mitigación Municipales		
Representación del Gobierno Estatal		**Nombre**
1	Oficial Estatal para la Mitigación de Peligros (SHMO, por sus siglas en inglés)	Ivelysse Lebrón Durán[17]
2	Negociado de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres	Mariano Vargas
3	Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia	Nelson Rivera Calderón
4	Autoridad de Edificios Públicos	Gian Vale Del Río
5	Departamento de Transportación y Obras Públicas	Julio E. Colón Vargas
6	Autoridad de Carreteras y Transportación	María E. Arroyo Caraballo
7	Consejo de Cambio Climático - Departamento de Recursos Naturales	Ernesto L. Díaz
8	Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico	Abiú García Colón
9	Autoridad de Energía Eléctrica	José Ortiz[18]
10	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados	Antonio Pardo
11	Junta Reglamentadora de Servicios Públicos	Sandra Torres López
12	Departamento de Salud	Rosaida M. Ortiz
13	Departamento de Educación	Reinaldo Del Valle Cruz
Representación Sector Privado/Academia		**Nombre**
14	UPR-Recinto Ciencias Médicas/ Comité Asesor de Cambios Climáticos	Pablo Méndez Lázaro
15	UPR-Mayagüez - Investigación sobre Infraestructura Resiliente	Eric Harmsen
16	Colegio de Ingenieros y Agrimensores de Puerto Rico	Rita M. Asencio Pérez
17	Sociedad Puertorriqueña de Planificación	Federico Del Monte Garrido
18	Foundation for Puerto Rico	Marisa Rivera
19	Programa del Estuario de la Bahía de San Juan	Brenda Torres Barreto

Este esfuerzo será continuo, es decir, la colaboración entre las entidades antes mencionadas, así como de cualquier otra parte interesada permanecerá constante durante la vigencia de este Plan. En síntesis, se pretende logran una colaboración periódica para la identificación de áreas de riesgo, estudios técnicos sobre los peligros naturales y el diseño y desarrollo de medidas de Mitigación apropiadas para salvaguardar la vida y propiedad. Se hace constar que las necesidades del Municipio de Guaynabo son parte de los temas discutidos en estas reuniones de las Mesas de Trabajo.

[17] Oportunamente, José L. Valenzuela, al ocupar el cargo de SHMO, fue invitado a participar de dichas reuniones. Al realizarse la transición, dicho puesto lo ocupó el Lcdo. William O. Cruz Torres, efectivo en junio de 2019. Se da una segunda transición y se asigna a la Ing. Ivelysse Lebrón Durán a ocupar el cargo de SHMO, efectivo a finales de marzo de 2020.

[18] Transición por nombramiento de Efran Paredes-Maisonet, efectivo al 6 de agosto de 2020.

2.9 Planes, revisiones, estudios y datos utilizados en el proceso de planificación

Durante el desarrollo del Plan, se identificaron y revisaron los siguientes documentos. Además, los documentos, con información relevante a la evaluación de riesgos, objeto de este documento, se incorporaron a las secciones correspondientes al perfil de la comunidad, identificación de riesgos, evaluación de riesgos y actualización de las capacidades municipales, según proceda:

Tabla 7: Datos y documentos utilizados para el desarrollo del Plan

Agencia autora	Título de la fuente	¿Cómo se utiliza en el Plan?	¿Qué atiende?
Municipio de Guaynabo	Plan Federal de Mitigación Multi-Riesgos del Municipio Autónomo de Guaynabo (2016)	Se utiliza como referencia comparativa para el Plan revisado.	Capacidades municipales y Estrategias de Mitigación.
Municipio de Guaynabo	Revisión Integral del Plan Territorial del Municipio de Guaynabo (2010), incluyendo Plan de Ensanche y el Reglamento de Ordenación del municipio	Referencias generales.	A través del documento. En específico, se integró la información sobre apuntes históricos, el municipio en el contexto regional, información físico espacial, socioeconómico, físico urbana, la clasificación y calificación de los suelos.
Municipio de Guaynabo	Plan de Manejo de Escombros del Municipio Autónomo de Guaynabo	Referencias generales.	Presentar los procesos para atender un desastre natural en términos de remoción, manejo y disposición de escombros, producidos por el evento natural, para salvaguardar la vida y reducir las pérdidas de propiedad.
Junta de Planificación de Puerto Rico	Plan de Uso de Terrenos (2015)	Determinar la clasificación de suelos municipal.	Tendencias de uso de terrenos.

Agencia autora	Título de la fuente	¿Cómo se utiliza en el Plan?	¿Qué atiende?
Junta de Planificación de Puerto Rico	Programa de Inversiones de Cuatro Años (PICA) 2018-2019 a 2021-2022	Referencias generales, trasfondo y asignación de fondos para mejoras de capital a las agencias y que tienen un impacto directo en los esfuerzos de mitigación del Municipio de Guaynabo.	Se incluye como información complementaria de las medidas de mitigación a desarrollarse en el Municipio de Guaynabo.
Junta de Planificación de Puerto Rico	Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios, conocido como el Reglamento Conjunto, vigente (2020).	Se utiliza como referencia para la designación de zonas de riesgo en el municipio y para evidenciar el compromiso de Guaynabo en identificar áreas de alta vulnerabilidad ante peligros naturales que ponen en riesgo la seguridad de la ciudadanía.	Se utiliza para acreditar las facultades que tiene a su haber el municipio para solicitar la recalificación de áreas susceptibles a peligros naturales como Zonas de Riesgo (ZR) o como espacios abiertos (EA).
Junta de Planificación de Puerto Rico	Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación, mejor conocido como el Reglamento de Planificación Núm. 13, según enmendado.	Referencia para el diseño y desarrollo de estrategias de mitigación. Igualmente, se utiliza para reflejar el esfuerzo del municipio para cumplir con las disposiciones del seguro del NFIP.	Se utiliza la información provista por este Reglamento a través de todo el documento, específicamente en el desarrollo de las secciones relacionadas con inundación y marejada ciclónica. Asimismo, se utiliza el documento para el diseño de medidas de mitigación contra inundaciones y marejadas ciclónicas en Guaynabo.

Agencia autora	Título de la fuente	¿Cómo se utiliza en el Plan?	¿Qué atiende?
Junta de Planificación de Puerto Rico y Departamento de Recursos Naturales y Ambientales	Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC)	Documentar y delimitar el alcance del reglamento y su impacto sobre la planificación en el municipio.	Sumideros y Zona del Carso.
Oficina de Gerencia de Permisos/ Junta de Planificación	Código de Construcción de Puerto Rico de 2018	Se utiliza como referencia general a través del documento. Estos códigos disponen las regulaciones mínimas para los desarrollos de construcción en Puerto Rico, incluyendo disposiciones de diseño.	Se utiliza en este Plan para el desarrollo de medidas de mitigación y para la actualización de capacidades municipales y estatales.
Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (NMEAD)	Plan Estatal de Mitigación de Peligros de Puerto Rico (2016)	Referencias generales.	Identificación de peligros, evaluación de riesgos y estrategias de mitigación.
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA)	Informe sobre la sequía 2014-16 en Puerto Rico (2016)	Referencias generales.	Sequía
Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés)	Identificación de Peligros Múltiples y Evaluación de Riesgos: Una Piedra Angular de la Estrategia Nacional de Mitigación (MHIRA, por sus siglas en inglés)	Referencias generales.	Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (MHIRA); Estrategias de mitigación.
Negociado del Censo de los Estados Unidos	Censo Decenal de 2010 y Encuesta sobre la Comunidad Americana 2014-2018 (American Community Survey)	Determinar la población actual y un estimado del cambio desde el Censo Decenal de 2010 al 2018.	Población, demografía, industria y empleo.

Agencia autora	Título de la fuente	¿Cómo se utiliza en el Plan?	¿Qué atiende?
Servicio Geológicos de los Estados Unidos (USGS)	Mapa Cársico de Puerto Rico Karst map of Puerto Rico: U.S. Geological Survey Open-File Report 2010–1104	Identificar e ilustrar que el Municipio de Guaynabo ubica en la Zona del Carso.	Zona del Carso y peligro de sumideros.
Programa Federal de Investigación de Cambio Global	Cuarta Evaluación Climática Nacional (2018, Fourth National Climate Assessment)	Referencias generales, trasfondo y medidas propuestas.	Cambio Climático/Aumento del nivel del mar
Universidad del Sur de California (USC)	Disaster and Disruption in 1867: Earthquake, Hurricane and Tsunami in Danish West Indies.	Documentar este tipo de eventos.	Cronología de eventos de peligro.

Estos estudios y planes proveen información del perfil demográfico del municipio, proyectos propuestos para el mejoramiento de la economía, el uso del suelo y las capacidades para administrar los mismos. Esta información se utilizó para conocer las capacidades del municipio para la implementación de los programas y proyectos de mitigación.

Este análisis provee invaluable información para el desarrollo efectivo y práctico de las estrategias de mitigación. Específicamente, permite al Comité de Mitigación determinar qué acciones son prácticas o son las más efectivas a implementarse para administrar, fiscalizar y legalizar los Proyectos de Mitigación dentro de la Política Pública del Municipio de Guaynabo. Estos estudios fueron integrados en el Plan para conocer las áreas de riesgos o vulnerables, el desarrollo de infraestructura en el municipio, además de conocer su desarrollo económico y social. De esta manera se obtiene una idea más precisa para identificar los proyectos de mitigación y su impacto en las comunidades del Municipio de Guaynabo.

Asimismo, se analizó la Política Pública, los programas y proyectos existentes en el Municipio de Guaynabo para poder utilizar y ubicar en mapas las áreas vulnerables y así conocer las áreas seguras para la construcción de futuras facilidades y estructuras. La evaluación de los planos y ordenanzas están incluidos en este Plan con la función de conocer y establecer más adelante las medidas de mitigación a implementarse en el Municipio de Guaynabo.

Capítulo 3: Perfil del municipio

3.1 Descripción general del municipio

Se conoce como Caparra, "Ciudad de Puerto Rico", como el primer asentamiento permanente fundado por los españoles en la Isla. Al comenzar el siglo XVI, Fray Nicolás de Ovando, gobernador de la Indias, comenzó el proceso de ocupar las Islas del Caribe, entre ellas Puerto Rico, que aún no había sido colonizada. Iniciado el proceso de colonización en el año 1508, comandado por Juan Ponce de León, designado al año siguiente (1509) Capitán General de Tierra y Mar de la Isla y Gobernador en 1510, seleccionó a Guaynabo para fundar el primer poblado español en la Isla. El nombre de Caparra fue escogido por el gobernador Ovando en honor a unas ruinas de la ciudad romana de Capera en España. El poblado se estableció al norte, aproximadamente a 2.6 kilómetros de la costa del Océano Atlántico. Partiendo de este dato se puede concluir que Guaynabo fue la primera Capital de Puerto Rico. Para el año 1509 se construye la ciudad siguiendo como patrón las técnicas de construcción de España. Continuando esa tradición las edificaciones se armaban de piedra y lodo en secciones utilizando moldes alargados.

Lamentablemente, las ruinas fueron afectadas en el año 1917 por la construcción de la Carretera PR-2 y no fue hasta el 1938 que el Historiador Oficial de Puerto Rico, Don Adolfo de Hostos, quien realizó excavaciones arqueológicas, confirmó la existencia de las antiguas ruinas del poblado como la antigua ciudad de Caparra.

Figura 3: Ruinas de Caparra en el Municipio Autónomo de Guaynabo



Fuente: Plan de Mitigación de 2016, Municipio de Guaynabo

Luego del traslado de la Villa de Caparra a la Isleta de San Juan, no es hasta el siglo XVIII, específicamente en el año 1723, que el historiador Tomás de Córdova menciona las tierras de Guaynabo. Desde el año 1723 hasta el 1768, Guaynabo existió como poblado sin tener un título de partido. No obstante, para el año 1764, surgió el movimiento de los habitantes de la ribera de Guaynabo. José Valerio Meléndez fue el

apoderado del movimiento que deseaba la separación del poblado de los partidos vecinos de Bayamón y Río Piedras.

Tomás de Córdova menciona en sus Memorias geográficas, históricas y estadísticas de la Isla de Puerto Rico, sobre Guaynabo como municipio: "Se fundó en 1824, tenía de población 3,186 almas. Según el Censo de 1828, de 3,063 […]" "La casa del Rey acababa de fabricarse, es muy capaz y se ha cuidado mucho de la solidez de la obra. Entre los vecinos se encontraban 30 artesanos, 7 extranjeros naturalizados y 8 emigrados, hay 26 casas y 6 bohíos en el pueblo, 121 casas y 264 bohíos en toda la jurisdicción, 9 tiendas mixtas y 4 ventorrillos." Este pueblo, por su inmediación a la Capital debe tener progreso, y su agricultura. La parroquia se erigió en el año 1775, dedicada a San Pedro Mártir. Don Román Baldorioty De Castro fue bautizado en dicha iglesia.

Posteriormente, en el año 1875, Guaynabo se suprimió como municipio. Al verse obligado a declararse en quiebra por la crisis en la producción agrícola ocasionada por fenómenos naturales, epidemias y sequías. Lo anterior se desprende de la carta fechada el 30 de septiembre de 1870 enviada por el Gobierno Superior Civil de la Isla de Puerto Rico y dirigida al Inspector de Obras Públicas. Guaynabo se constituyó nuevamente como municipio en virtud de la Ley Núm. 57 de 1912, aprobada el 7 de marzo de 1912.

3.1.1 Desarrollo de Guaynabo entre los años 1900 a 1950

Con el surgimiento de las transformaciones industriales, y los avances en la comunicación y el transporte a principios de siglo, la estructura económica de Puerto Rico pasa de una agraria a una industrial. Esto trajo como consecuencia la movilización poblacional hacia las ciudades donde se concentraban los nuevos cambios. Ejemplo de estos cambios es la Ave. Juan Ponce de León, la cual consolidó San Juan Antiguo con Santurce. Lo que había sido la línea del ferrocarril se convirtió en un corredor donde se concentró la actividad económica de la Metrópolis.

En varias ciudades se crearon nuevas estructuras públicas, residenciales y comerciales, las cuales reorganizaron los centros urbanos. Ya para el año 1925, existía en Guaynabo un plano para la pavimentación de las calles. A comienzos de siglo (1901) llegaron los cinematógrafos. Las películas mudas dejaron de proyectarse en carpas y se construyeron edificios para dicho uso. Guaynabo contó en aquella época con un edificio para ofrecer esta moderna diversión, conocido como Cine Yumex (1929). La década de 1930 marcó el comienzo de una migración masiva desde el campo a la ciudad. Una gran parte de las familias emigrantes se establecieron en la ciudad capital. De esta forma, los nuevos vecindarios de la ciudad se formaron a partir de extensiones de las calles originales, como parte de una ocupación de los espacios marginales.

A partir del año 1950, la concentración del conglomerado poblacional en las áreas metropolitanas fue acompañada por una dispersión del fenómeno urbanizador en los territorios aledaños a la capital. La entrada en masa del automóvil contribuyó al mismo tiempo a la reducción de las distancias entre las nuevas construcciones y las áreas previamente desarrolladas. Los años cincuenta significaron el crecimiento y la modernización de la Región Metropolitana, al expandirse hacia los cuatros (4) municipios que aglomeraban en aquel momento el 71.0% de su población: Bayamón, Carolina, San Juan y Guaynabo. Algunas de las primeras urbanizaciones construidas en Guaynabo fueron: Muñoz Rivera, Ponce de León, Garden Hills y Parkville.

3.1.2 Expansión urbana en Guaynabo

Desde la década del 1950 el Municipio de Guaynabo creció fundamentalmente como resultado de las segregaciones dispersas. Entre los años del 1950 al 1960 la población de Guaynabo creció un 33.0%. El grueso de los nuevos habitantes se concentró en los barrios: Camarones, Mamey y Pueblo. Durante la década de 1960, el barrio Frailes experimentó un crecimiento extraordinario, al incrementar seis (6) veces su población, esto lo llevó a ser el barrio con mayor expansión urbana en dicha época.

En la década de 1970, el crecimiento de todos los barrios se mantuvo constante pero moderado. Sólo Guaraguao, Pueblo y Santa Rosa, duplicaron su población, tanto que, para la década de 1980, el barrio Frailes duplicó su población después de haber perdido un 33.0% durante la década anterior. En esos veinte años, la población de ese barrio aumentó en un 44.0%. Durante el mismo período, la población de Hato Nuevo creció un 46.0%. Por su parte, la población de Santa Rosa mantuvo un aumento muy parecido al de décadas anteriores

En términos de cambio absoluto desde el año 1950, el barrio Frailes creció diez (10) veces; Pueblo Viejo creció dos (2) veces y Santa Rosa aumentó seis (6) veces su tamaño poblacional. De acuerdo con los datos del Censo Federal, entre los años 1950 al 2000, la población de Guaynabo se incrementó en 70,933 personas. Estos nuevos habitantes se han concentrado principalmente en los barrios: Frailes, Pueblo, Pueblo Viejo y Santa Rosa a consecuencia del desarrollo en la construcción de hogares en esas áreas.

En la actualidad, el área demarcada por los barrios Frailes, Pueblo, Pueblo Viejo y Santa Rosa, que comprende aproximadamente el 45.0% del terreno municipal, asienta el 76.0% de la población total. El otro 24.0% de la población habita en el 55.0% del territorio restante.

Desde hace varias décadas el barrio Frailes alberga el 34.0% de la población municipal. Dicha población experimentó un crecimiento desmesurado durante la década de 1960. Hasta hoy día tiene una densidad poblacional de 3,136 hab./km2. Se estima que en medio siglo se han construido más de 25,000 unidades de vivienda para poder atender la gran cantidad de nueva población. Gran parte de ésta se encuentra distribuida en el norte y centro del Municipio, en los barrios Frailes, Pueblo Viejo y Santa Rosa. Factores como la adopción por la Junta de Planificación de Puerto Rico del Reglamento de Lotificación (1944), Reglamento de Zonificación (1957) y del Reglamento de Facilidades Vecinales (1964), contribuyeron enormemente a la transformación de Guaynabo, en una ciudad puntal de la zona metropolitana.

Por su parte, el acelerado crecimiento económico que experimentó el país durante la década de los cincuenta y los sesenta propició el desarrollo de extensas urbanizaciones para la clase media que emigraba a la Región Metropolitana en busca de las oportunidades económicas que la misma ofrecía.

No obstante, según pasado diez (10) años del Censo 2000, la nueva evaluación del Censo 2010, la población continuó en aumento hacía al Sur por la iniciativa de convertir áreas potenciales rural a suelos urbanos, atrayendo así nuevos proyectos residenciales y mejoras a la infraestructura en las áreas rurales de Guaynabo. Igualmente, concentrando un crecimiento poblacional en el Centro Tradicional de Guaynabo por proyectos residenciales, comerciales y culturales.

3.1.4 Topografía

La topografía describe los contornos del terreno, pendientes y elevaciones. Esta información se utiliza para determinar el uso de los terrenos.

Al comienzo del análisis se enuncia que el conjunto de formaciones geológicas que le dan su típico relieve a Guaynabo consta de cerros, montañas, valles, mogotes, entre otros. De esta manera, la topografía de Guaynabo se distingue por tener tres (3) componentes bien definidos que obedecen a la descripción de sus terrenos. Al norte se encuentra el valle costero, un llano con suelos jóvenes formados por la sedimentación de materiales provenientes de las partes altas. Los terrenos húmedos del Municipio se concentran en el extremo norte cerca de Cataño, éstos forman parte de la Ciénaga Las Cucharillas. Además, en la parte norte existen algunos mogotes altamente sensitivos a la acción erosiva del viento y la lluvia.

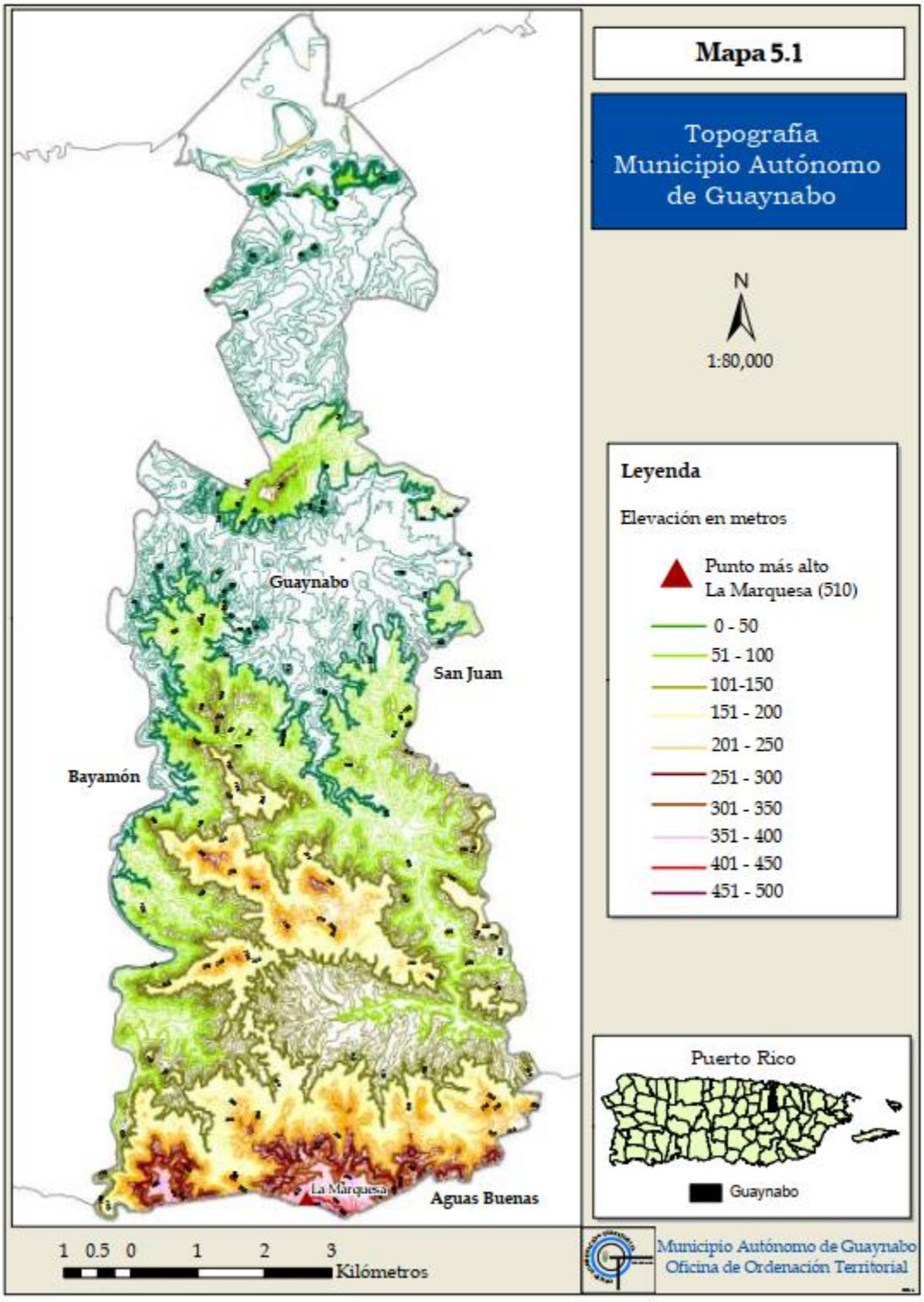
Hacia el centro del municipio existe una extensión de terrenos calificada como de transición de edad mediana. Las elevaciones encontradas en la parte central que incluye a los barrios Pueblo y Santa Rosa son sumamente variables. Esto se puede observar en el valle ubicado al centro del municipio. Este valle se extiende entre el llano costanero del norte y las elevaciones del sur, finalizando en las inmediaciones de los barrios Santa Rosa, Frailes y Camarones, donde se registran alturas no mayores de 100 metros.

Al sur del municipio, existen áreas con elevaciones que oscilan entre 100 y 490 metros. Es en esta área donde se encuentra el Cerro La Marquesa. El área aledaña al cerro ubicada al extremo sur del Municipio es la de mayor elevación en Guaynabo. La altura máxima del cerro, identificada a través de los datos geográficos del municipio, es de 510.0 metros. A su vez, el sistema orográfico del municipio es parte de la cordillera central de la Isla. Estudios sobre el área han demostrado que los terrenos antiguos como los encontrados en este sistema son más sólidos que los de formación reciente.

En lo que respecta a Guaynabo, la mayoría de ese tipo de terrenos se encuentra en el área central y sur. Por el contrario, en la parte norte predominan terrenos más jóvenes. La estabilidad de los terrenos hace de Guaynabo un lugar apto para la actividad de construcción. La existencia de canteras en el área sur reafirma este hecho.

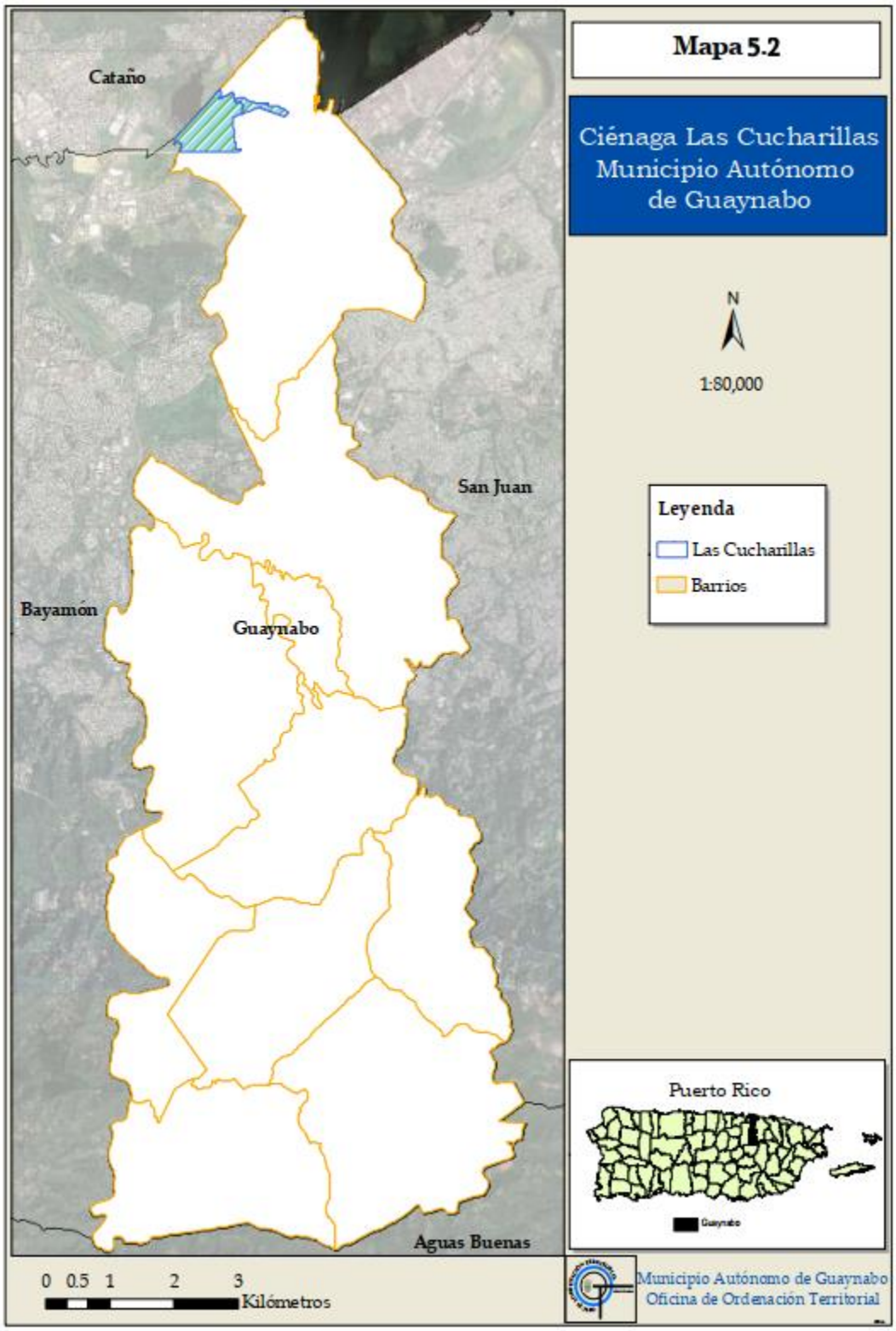
La siguiente figura ilustra la topografía del municipio. Este mapa fue desarrollado por la Oficina de ordenación Territorial del Municipio Autónomo de Guaynabo.

Figura 4: Topografía del Municipio de Guaynabo



Fuente: Plan de Mitigación de 2016, Municipio de Guaynabo

Figura 5: Área de Ciénagas Las Cucharillas en el Municipio de Guaynabo



Fuente: Plan de Mitigación de 2016, Municipio de Guaynabo

3.1.5 Geología

La geología es el estudio del material sólido terrestre que compone la superficie del suelo y el material debajo de la superficie del terreno. Los suelos tienen características específicas que son de importancia para la planificación y uso de éste, pues es crítico entender la geología del área para evitar amenazas en el desarrollo de las diferentes zonas.

Durante las eras geológicas Paleozoica y el Mesozoica hubo una serie de levantamientos y desgastes del suelo. La formación actual del suelo emergió durante el Mesozoico. Ésta era se caracterizó por sus intensas actividades tectónicas y volcánicas. Puerto Rico se formó a consecuencia de elevamientos continentales. El alzamiento de la cordillera de los Andes desde la Patagonia hasta Alaska pudo causar la aparición de las Antillas.

La Cordillera Central, de la cual forma parte el relieve sur del Municipio de Guaynabo, está formada por terrenos antiguos pertenecientes a las eras Mesozoica y Cenozoica. La existencia de rocas pertenecientes al Periodo Cretáceo Superior y al Pleistoceno en la Era Terciaria confirma este dato. En esta época hubo una intensa actividad tectónica y volcánica, lo que explica la presencia de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas al sur del municipio.

Gran parte del centro, sur y este del municipio pertenecen a la Era Secundaria Inferior con afloraciones del Periodo Terciario. El sur del municipio también presenta algunos sectores pertenecientes al Periodo Cretáceo, serie del Pleistoceno y Holoceno. Probablemente entre estos relieves pertenecientes a eras antiguas, existían lagunas que al recibir depósitos aluviales de las montañas más cercanas se fueron sedimentando y secando, dando origen a terrenos más jóvenes en medio de terrenos más viejos. Este fenómeno se aprecia principalmente en el barrio Hato Nuevo y en menor dimensión al sudeste, en los barrios Guaraguao y Camarones.

Al sur de Sonadora, en el cerro La Marquesa, se presenta también este tipo de suelo. Esto pudo suceder a consecuencia de la actividad volcánica que hizo emerger estos terrenos. La presencia de suelos del Periodo Cuaternario se da en los márgenes de los Ríos Guaynabo y Bayamón. El área cubierta por el sedimento del Río Guaynabo es más amplia al quedar en un llano. Por otro lado, el Río Bayamón queda en un área montañosa lo que impide un alto grado de sedimentación.

Éstas son formaciones que se consideran importantes al momento de considerar las políticas de preservación de áreas cercanas a cuencas hidrográficas. Puerto Rico emergió lentamente de la cordillera central. La sedimentación fue formando la zona costanera con suelos de alto contenido de carbonato de calcio y residuos marinos. Así se constituyó la faja costera kársica con un alto contenido de cal. Parte de este tipo de formación está en el área norte, hacia las costas de Guaynabo.

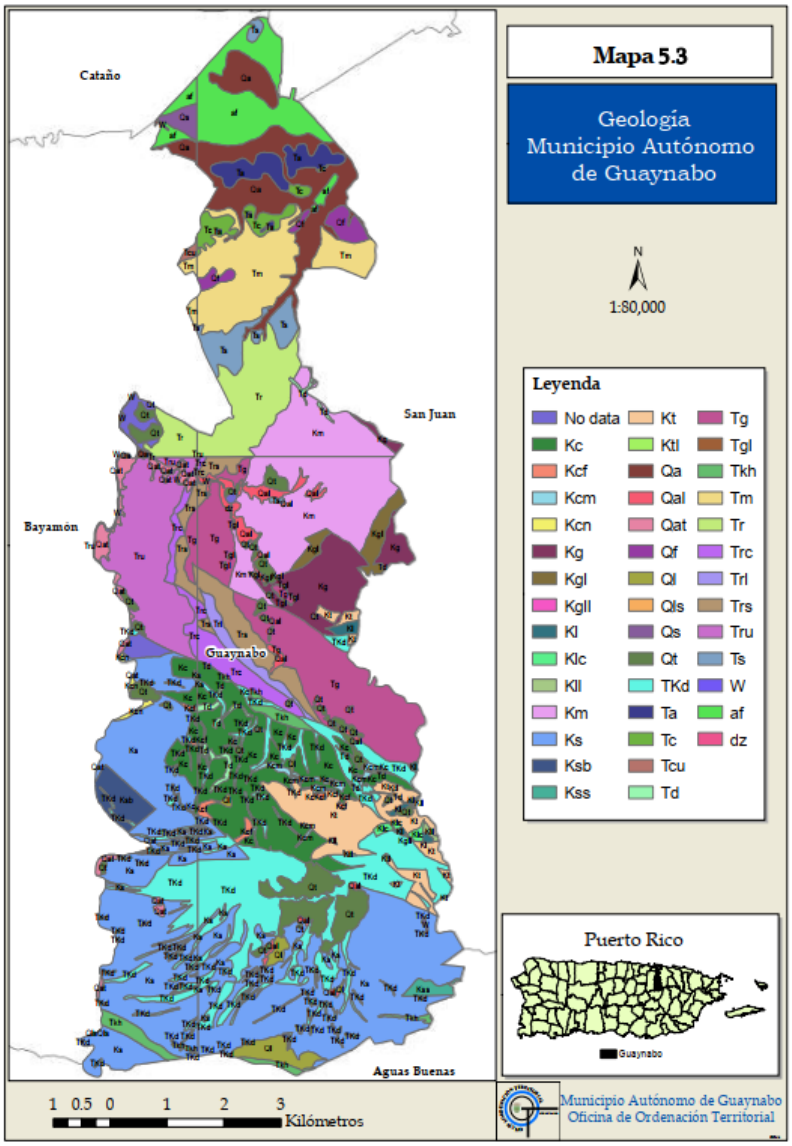
Al norte de Guaynabo, la edad de los suelos es reciente, especialmente del Periodo Pleistoceno y el Periodo Cuaternario. Allí se encuentran áreas formadas a base de depósitos pantanosos de arcilla arenosa carbonácea y cieno. Algunos pantanos tienen finas capas de materia orgánica derivada de manglares y pastizales al fondo. También, en el norte del municipio se encuentra una faja arenosa interrumpida por farallones.

Los mogotes ubicados al norte del Municipio y de formación joven, son poco resistentes a la erosión. Éstos resultaron de la Formación Aymamón Limestone y a la Formación Río Piedras, cuya principal característica es su inestabilidad. La meteorización de las rocas hidrotermales justifica la presencia de capas de arcilla intercaladas con lodolitas, limotitas y capas finas de arcilla en los mogotes.

El territorio del Municipio de Guaynabo es intersecado por dos (2) fallas geológicas principales. Una con entrada por el este, específicamente por el área de La Muda en el barrio Río y otra que atraviesa completamente el sur del municipio, desde el sector La Brecha en el barrio Guaraguao, orientándose de forma recta hasta salir por el sector Los Limones en el barrio Hato Nuevo. Al estudiar la vulnerabilidad de los terrenos a las actividades sísmicas, debe tomarse en cuenta la localización de las fallas geológicas.

Por otra parte, según el estudio de los suelos de Guaynabo, la topografía del área sur corresponde a un relieve maduro, aunque marcadamente desgastado por el paso del tiempo y el uso agrícola intensivo en el pasado. Aun así, por su formación geológica, estos terrenos tienden a ser más resistentes a la erosión y en algunas partes predominan pendientes suaves y cuerpos de aguas con muchos afluentes. Sin embargo, esta Región es propensa en forma moderada a deslizamientos según la información presentada por el Geólogo Watson H. Monroe.

Figura 6: Geología del Municipio de Guaynabo



Fuente: Plan de Mitigación de 2016, Municipio de Guaynabo

3.1.3 Aspectos Geográficos

Los factores físicos y los condicionantes naturales más importantes para entender la distribución, la morfología y el uso de los terrenos municipales son: la Topografía, la Geología, los Tipos de suelo, la Hidrografía, y la Clasificación y Calificación de los Suelos. El conocimiento de estos conceptos básicos nos ayudará a entender la distribución y el uso de los terrenos municipales, para poder aplicar los distintos instrumentos de ordenación del territorio. Sin embargo, la información recopilada y presentada en este apartado no pretende ser absoluta, más bien, contiene una actualización y adición de nuevos datos respecto a la realidad físico-espacial de Guaynabo.

3.1.6 Tipos de Suelos

Los factores más significativos para describir los suelos son: la pendiente, la permeabilidad y la compactación del terreno. Estos factores determinarán si el terreno es óptimo o no para el desarrollo urbano, agrícola o si, por el contrario, se amerita su preservación. Los suelos del Municipio de Guaynabo se clasifican en treinta (30) series distintas, las cuales pertenecen al estudio de área de San Juan (PR-686), el cual fue realizado en el año 1978.

A continuación, se describen todas las series de suelos que componen el territorio de Guaynabo:

AaB - Aceituna arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 2.0 a 5.0%. Esto es una pendiente delicada con suelos bien drenados en terrazas y abanicos aluviales. La permeabilidad y la capacidad de agua disponible son moderadas. El escurrimiento de las aguas es mediano, al igual que su fertilidad natural. El control de la erosión es la mayor preocupación para el manejo de estos suelos. Este tipo de suelo está moderadamente limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza arcillosa. Su capacidad agrícola pertenece a la subclase IIe.

AaC - Aceituna arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 5 a 12.0%, y una capacidad para uso agrícola IIIe. Estos suelos son profundos, ondulados y de buen drenaje. Su capacidad de retención y permeabilidad de agua es moderada, mientras que su capacidad de escurrimiento y fertilidad natural son medianos. Las cosechas responden bien a los fertilizantes. Estos suelos son adecuados para el cultivo de plátanos. Este tipo de suelo está moderadamente limitado para la mayoría de los usos urbanos por sus pendientes y por su naturaleza arcillosa.

AmB- Almirante arcilloso
Este tipo de suelo presenta una pendiente suave de 2.0 a 5.0%. El mismo es de buen drenaje en las planicies costeras y en los valles entre las colinas de roca caliza. Este tipo de suelo está moderadamente limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza arcillosa. Su capacidad agrícola pertenece a la subclase IIe.

AmC - Almirante arcilloso
Este tipo de suelo presenta una pendiente de 5.0 a 12.0%. El mismo es de buen drenaje en las planicies costeras y en los valles entre las colinas de roca caliza. La permeabilidad y la capacidad de agua disponible es moderada, y las escorrentías son mínimas. Este tipo de suelo está moderadamente limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza arcillosa. Su capacidad agrícola pertenece a la subclase IIIe.

CaF - Caguabo arcilloso límico

Este tipo de suelo presenta una pendiente de 40.0 a 60.0%. El mismo es bien empinado, de buen drenaje hacia los lados de las pendientes y en las tierras altas de las montañas. La permeabilidad es moderada y la capacidad de agua disponible es baja. Las escorrentías son rápidas y existe un alto grado de erosión, principalmente en las áreas por donde discurre el agua de lluvia. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza empinada, poco profundo y sujeta a deslizamientos. Su capacidad agrícola pertenece a la subclase VIIs.

Cs - Coloso limo arcilloso límico
Estos están cerca del nivel. Son suelos con un drenaje pobre, ubicados en las planicies de los valles inundables. La permeabilidad es baja y la capacidad de agua disponible es alta. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su poco drenaje, su naturaleza arcillosa y de inundación. Su capacidad agrícola pertenece a la subclase IIw.

CuF - Consumo arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 40.0 a 60.0%. Son suelos bien empinados e irregulares y de buen drenaje, ubicados en los lados de las pendientes de tierras altas húmedas y maduras. Su permeabilidad y la capacidad de agua disponible son moderadas. La escorrentía es bien rápida y la erosión es un riesgo. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza empinada y sujeta a deslizamientos. Este suelo ha sido utilizado para cosechas de café. Su capacidad productiva es VIIe.

DaD - Daguey arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 12.0 a 20.0%. Son moderadamente escarpados, bien drenados y se encuentran en las laderas y faldas de tierras altas húmedas de formación volcánica. Su permeabilidad y capacidad de agua disponible son moderadas, mientras que el drenaje es rápido y presenta peligro de deslizamiento. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza empinada y sujeta a deslizamientos. Este suelo ha sido utilizado para cosechas de café. Su capacidad productiva es IIIe.

HtE - Humatas arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 20.0 a 40.0%. Los mismos son empinados y de buen drenaje. Su permeabilidad y capacidad de agua disponible es moderada. Las escorrentías son rápidas y la erosión presenta riesgo. La fertilidad natural es mediana. El control de la erosión es la mayor preocupación de manejo. Su capacidad productiva es IVe. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza empinada y sujeta a deslizamientos.

HtF - Humatas arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 40.0 a 60.0%. Estos suelos son bien empinados y de buen drenaje. La permeabilidad y la capacidad de agua disponible es moderada. La escorrentía es rápida y se presenta riesgo de erosión. Este suelo está limitado a muchos de los usos urbanos porque es empinado y sujeto a deslizamientos. Su capacidad productiva es VIe.

LaC2 - Lares arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 5.0 a 12.0%, erosionada. Estos suelos son de poco drenaje. Estos suelos han perdido la mayor parte de su materia original debido a la erosión. Su permeabilidad es moderadamente lenta. Este suelo está limitado a muchos usos urbanos por su naturaleza arcillosa. Su capacidad productiva es IIIe.

Mp - Martín Peña "Muck"

Estos están cerca del nivel. Son suelos con un drenaje pobre, ubicados en áreas de depresión bajas en las planicies de los valles inundables. La permeabilidad es baja y la capacidad de agua disponible es bien alta. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza de mantenerse mojado, y debido a su poca permeabilidad y riesgo de inundación. Su capacidad agrícola pertenece a la subclase VIIw.

MxD - Múcara arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de entre 12.0 a 20.0% y una capacidad para uso agrícola IVe. Son suelos de permeabilidad y capacidad de retención de agua profunda. Su inclinación es moderada y de buen drenaje. El agua se escurre rápido y son susceptibles a la erosión. Los mismos son fértiles. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza moderadamente empinada.

MxE - Múcara arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 20.0 a 40.0% con capacidad para usos agrícolas VIe. Éstos son suelos moderadamente profundos, bien inclinados y de buen drenaje. La permeabilidad es moderada y la capacidad de retención de agua es baja. El agua se escurre rápidamente al correr por ellos. Los suelos múcara arcillosos son susceptibles a la erosión. Son terrenos fértiles, pero difíciles de trabajar, tanto por su inclinación como por la plasticidad de las arcillas. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza moderadamente empinada y de superficie rocosa.

MxF - Múcara arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 40.0 a 60.0% con capacidad para usos agrícolas VIIe. Este es un suelo de buen drenaje en las pendientes de laderas y en la cima de los cerros de las tierras altas húmedas. La permeabilidad es moderada y la capacidad de agua disponible es baja. Este suelo es difícil de trabajar debido a lo empinado y por la plasticidad y pegajosidad de la arcilla. Este tipo de suelo es muy fértil. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser bien empinado y de superficie rocosa.

NaD2 - Naranjito limo arcilloso límico
Estos suelos presentan una pendiente de 12.0 a 20.0%, erosionada. Es moderadamente empinado, bien drenado. La permeabilidad y la capacidad de agua disponible son moderadas. La escorrentía es rápida y la erosión es un riesgo. Ha sido utilizado para cosechas de plátano y guineos. La fertilidad natural es mediana. Su capacidad productiva es IVe. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser bien empinado y sujeto a deslizamientos.

NaE2 - Naranjito limo arcilloso límico
Estos suelos presentan una pendiente de 20.0 a 40.0%, y una capacidad para usos agrícolas de los tipos VIe y VIIe. Además, los mismos son moderadamente profundos, inclinados y de buen drenaje. La permeabilidad es moderada y su capacidad de retención es baja. El agua se escurre rápidamente sobre ellos. Son susceptibles a la erosión y difíciles de trabajar. La fertilidad natural es mediana y su uso adecuado es para pastos. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser bien empinado y sujeto a deslizamientos.

NaF2 - Naranjito limo arcilloso límico
Estos suelos presentan un declive de 40.0 a 60.0%. Este tipo de suelo es empinado y de buen drenaje. Debido a la erosión a la que se exponen, los mismos han perdido su capa superficial. Por lo general la capa superficial es de color marrón a marrón oscura y de unas cuatro pulgadas de espesor. La permeabilidad de estos suelos es moderada y la capacidad de agua disponible es pobre. Este suelo es difícil de trabajar

debido a lo empinado del mismo y por la plasticidad y pegajosidad de la arcilla. La fertilidad natural es mediana. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser bien empinado y sujeto a deslizamientos.

Re - Reilly arenoso límico
Estos están cerca del nivel. Son suelos con un drenaje excesivo, ubicados cerca de las corrientes en las planicies de los valles inundables. La permeabilidad es rápida y la capacidad de agua disponible es bien baja. La fertilidad natural es baja. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su riesgo a inundación y filtración. Su capacidad agrícola pertenece a la subclase IVs.

RpD2 - Río Piedras arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 12.0 a 20.0%, erosionada. Es moderadamente empinado, de buen drenaje en las faldas y las pendientes de las tierras altas. La permeabilidad es moderadamente baja y la capacidad de agua disponible es moderada. La escorrentía es rápida y la erosión es un riesgo. La fertilidad natural es mediana. Su capacidad productiva es IVe. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser moderadamente empinado y sujeto a deslizamientos.

RpE2 - Río Piedras arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 20.0 a 40.0%, erosionada. Es empinado, y de buen drenaje en las faldas y las pendientes de las tierras altas. La permeabilidad es moderadamente baja y la capacidad de agua disponible es moderada. La escorrentía es rápida y la erosión es un riesgo. La fertilidad natural es mediana. Su capacidad productiva es VIe. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser empinado y sujeto a deslizamientos.

RpF2 - Río Piedras arcilloso
Estos suelos presentan una pendiente de 40.0 a 60.0%, erosionada. Es bien empinado, y de buen drenaje en las pendientes de las tierras altas. La permeabilidad es moderadamente baja y la capacidad de agua disponible es moderada. La escorrentía es rápida y la erosión es un riesgo. La fertilidad natural es baja. Su capacidad productiva es VIIe. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser bien empinado y sujeto a deslizamientos.

SaF - Sabana cienoso arcilloso límico
Estos suelos presentan una pendiente de de 40.0 a 60.0%. Estos suelos son bien escarpados y drenados en los lados de las pendientes de las tierras altas húmedas. La permeabilidad es moderada y la capacidad de agua disponible es baja. La escorrentía es rápida y la erosión es un riesgo. La fertilidad natural es media. La capacidad agrícola es VIIs. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser bien empinado y sujeto a deslizamientos.

Sm - Saladar "Muck"
Este es un suelo a nivel con pobre drenaje, ubicado en depresiones cerradas y en pantanos costeros. Su permeabilidad es baja y la capacidad de agua disponible es alta. Las escorrentías en este suelo son bajas. La construcción en estas áreas sería sumamente costosa debido a su ubicación y composición. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por ser estar muy mojado y sujeto a inundación.

TaF - Tanama complejo afloramiento de roca
Estos suelos presentan una pendiente de 20.0 a 60.0% con una capacidad agrícola VIIs. Este complejo consiste en suelos empinados a bien empinados, y de buen drenaje. Los mismos tienen una topografía kársica. La permeabilidad es moderada y la capacidad de retención de agua es baja. Las escorrentías son

rápidas y la erosión es un riesgo. Su fertilidad natural es baja. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por sus pendientes y superficies rocosas.

To - Toa limo arcilloso límico
Este suelo está casi a nivel y tiene un drenaje moderado en el valle de inundación La permeabilidad y la capacidad de agua disponible son moderadas. Este suelo es fácil de trabajar. La fertilidad natural es alta. Estos suelos han sido utilizados para la caña de azúcar. Su capacidad productiva es I. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su riesgo de inundación, su naturaleza arcillosa y su poca fuerza.

Uv - Tierra Urbana - Complejo Vega Alta
Estos suelos están compuestos de aproximadamente 60.0% de terrenos urbanos, 25.0% de Suelo Vega Alta y 15.0% Suelos Aceitunas y Humatas. Las áreas son onduladas o moderadamente onduladas. Las áreas urbanas consisten principalmente de solares de casas, edificios industriales, áreas de estacionamientos, calles y otro tipo de estructuras asociadas a desarrollo. Su paisajismo ha sido alterado en lugares mediante actividades de corte, relleno y nivelación. Su capacidad no fue asignada según el estudio.

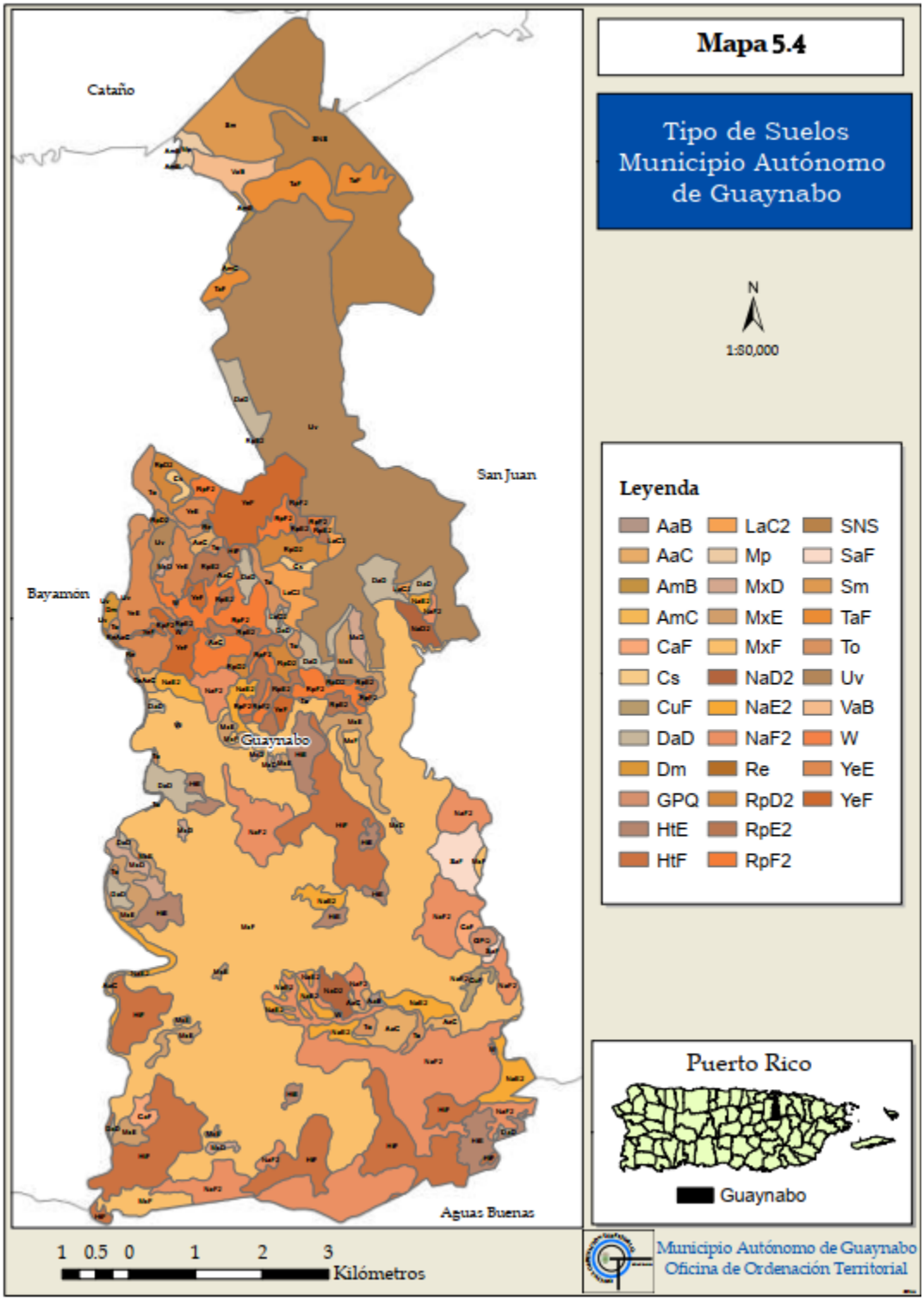
VaB - Vega Alta arcilloso límico
Estos suelos presentan una pendiente de 2.0 a 5.0% con una capacidad agrícola IIe. La permeabilidad y la capacidad de retención de agua son moderadas. Las escorrentías son medianas y la erosión es un riesgo. Su fertilidad natural es media. Este tipo de suelo tiene una limitación moderada para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza arcillosa y su poca fuerza.

YeE - Yunes limo arcilloso límico
Estos suelos presentan una pendiente de 20.0 a 40.0%. Son escarpados y de buen drenaje. Su permeabilidad es moderada y su capacidad de agua disponible es baja, mientras que el drenaje es rápido y la erosión representa un riesgo. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza empinada y sujeta a deslizamientos. Su capacidad productiva pertenece a la subclase VIs.

YeF - Yunes limo arcilloso límico
Estos suelos presentan una pendiente de 40.0 a 60.0%. Son escarpados y de buen drenaje. Su permeabilidad es moderada y su capacidad de agua disponible es baja, mientras que el drenaje es rápido y la erosión representa un riesgo. Este tipo de suelo está limitado para la mayoría de los usos urbanos por su naturaleza empinada y sujeta a deslizamientos. Su capacidad productiva pertenece a la subclase VIIs. Los tipos de suelos que predominan en la parte sur del Municipio son muy variados, tanto en su forma, color y textura, así como en su capacidad agrícola y tipo de pendiente. Sin embargo, parte de esos terrenos tienen la función primordial de proveer espacio para una economía agrícola modesta. En ese sentido, los datos del Departamento de Agricultura Federal reflejan que los cultivos principales producidos en Guaynabo hoy en día son: café, plátano, guineo, yautía, yuca, gandul, chinas, aguacates y malanga. Además, existen varios viveros de plantas ornamentales, y algunas fincas dedicadas a la producción pecuaria. El valor anual de la producción agrícola del Municipio para el 2007 se estimó en doscientos cuarenta y siete mil doscientos veinte y seis de dólares (247,226.00), los mismos se dividieron de la siguiente forma; $188,271.00 en cosechas y $58,955 en producción pecuaria).

La siguiente tabla ilustra los tipos de suelo en el municipio conforme a su localización dentro del Municipio de Guaynabo.

Figura 7: Tipos de suelo en el Municipio de Guaynabo



Fuente: Plan de Mitigación de 2016, Municipio de Guaynabo

3.1.7 Hidrografía

El estudio de la hidrografía proporciona la información necesaria para llevar a cabo una planificación adecuada en el uso del terreno, esto evitará el daño que producen las inundaciones y reducirá el potencial de degradación de la calidad de las aguas. Una gran parte de la extensión territorial de Guaynabo está situada entre dos (2) cuencas hidrográficas. La cuenca del Río Bayamón bordea el límite hacia el oeste de los barrios Sonadora, Guaraguao, Santa Rosa y Frailes, mientras que el área este del barrio Pueblo Viejo y el norte del barrio Frailes forman parte de la cuenca del Río Piedras. La restante porción de los elementos hidrográficos encontrados en el área oeste del barrio Pueblo Viejo drena directamente hacia la Bahía de San Juan. Los principales ríos de Guaynabo son: el Río Bayamón y el Río Guaynabo. Ambos representan recursos naturales importantes del municipio, principalmente porque son la fuente primaria de producción de agua para las plantas de procesamiento de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados que la convierten en agua potable. Sumado a los ríos, Guaynabo cuenta con un sistema de quebradas que mantienen el flujo de agua de las escorrentías hacia éstos.

Las principales quebradas son: Camarones, Damiana, De las Lajas, El Marqués, Los Frailes, Limones, Margarita, Santa Catalina, Sonadora. A éstas se le suman aproximadamente unas 47 quebradas que aún faltan por nombrar. Es necesario mencionar que, de acuerdo con el debido análisis sobre la información de quebradas, es propio dejar en conocimiento que la gran mayoría de éstas catalogadas como intermitentes. Una quebrada intermitente es aquella que no posee flujo de agua constante. Estas pueden obtener flujo de agua mediante condiciones naturales como lluvias fuertes, aguas de escorrentías, tormentas, entre otros.

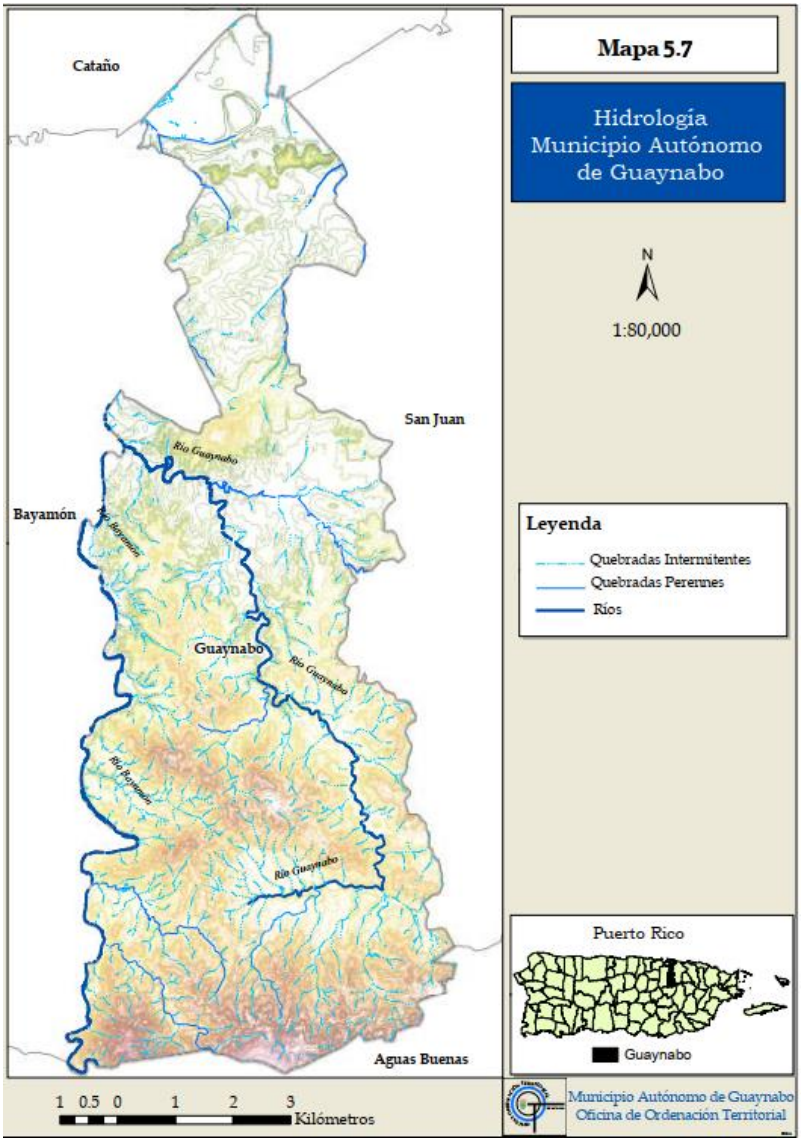
Por otra parte, existen varias charcas dentro de los límites municipales. Estas son: Matadero de la Muda, Lomas del Sol, Nacimiento del Río Guaynabo, Buchanan y Cantera Estrella.

Considerando la problemática de contaminación en los cuerpos de agua, el Municipio Autónomo de Guaynabo se encuentra llevando a cabo diversas iniciativas para acabar con el problema de contaminación en los ríos, desarrollando estrategias y reglamentaciones a los fines de evitar la degradación, destrucción y contaminación de los ríos que se ha registrado al presente y de gran impacto positivo a largo plazo. A continuación, se mencionan algunas de las estrategias y medidas:

- Mantener una distancia mínima de siete (7) metros del Río y otros cuerpos de agua para futuros desarrollos versus el Reglamento de la Junta de Planificación que estipula cinco (5) metros de los cuerpos de agua para cualquier desarrollo;
- Evitar canalizaciones y entubamiento de las quebradas y ríos;
- Evitar erosión y sedimentación cumpliendo con el Plan CES (Plan de Control de Erosión y Sedimentación);
- Provisión de infraestructura para agua potable;
- Provisión de infraestructura para descargas de aguas usadas que contaminan los cuerpos de agua;
- Provisión de infraestructura sanitaria para evitar la continuidad de pozos sépticos en el área;
- Manejar adecuadamente la generación de desperdicios sólidos;
- Establecer mecanismos tales como ordenanzas y resoluciones que conlleven multa a aquellos ciudadanos que contaminen los ríos y quebradas, ya sea por desagües ilegales o por el propio ser humano;
- Implementación del Plan de Escorrentías.

La siguiente figura muestra la localización de los cuerpos de agua a través del Municipio de Guaynabo, incluyendo quebradas intermitentes, perennes y ríos.

Figura 8: Hidrología del Municipio de Guaynabo



Fuente: Plan de Mitigación de 2016, Municipio de Guaynabo

Tabla 8: Sistema hidrográfico de Guaynabo

Sistema	Nombre
Ríos	Bayamón
	Guaynabo
Charcas	Matadero La Muda
	Lomas del Sol
	Nacimiento del Río Guaynabo
	Buchanan
	Cantera Estrella

Sistema	Nombre
Quebradas	Camarones
	Damiana
	De Las Lajas
	El Marqués
	Los Frailes
	Limones
	Margarita
	Santa Catalina
	Sonadora
	47 sin nombre
Canales	Canal de Drenaje
Aljibes	Caño San Fernando
	Mangle-Cucharillas
	Charca-Buchanan
Lago artificial	Santa Rosa

Fuente: Plan de Mitigación de 2016, Municipio de Guaynabo, Comité 2021

El Río Bayamón nace al norte del barrio Beatriz de la municipalidad de Cidra a una elevación de 1,476 pies (450 metros) sobre el nivel del mar. Tiene una longitud aproximada de 25 millas (40 kilómetros) desde su nacimiento hasta que desemboca en la Bahía de San Juan al norte de Puerto Rico. Tiene un área de captación de 105 millas cuadradas. Cruza por los municipios de Cidra, Guaynabo, Toa Baja, Bayamón y Cataño. Además, este último forma el Lago de Cidra y la Represa de San Juan.

Por su parte, el Río Guaynabo traza su ruta pasando al norte del barrio Hato Nuevo, atravesando los barrios Río y Camarones, bordeando el área oeste del barrio Pueblo y parte del barrio Frailes hasta unirse en última instancia con el Río Bayamón. A estos dos (2) cuerpos de agua se les une un sistema de quebradas que aporta a sus caudales.

El Municipio de Guaynabo, dentro de su jurisdicción, posee una Planta de Filtración de agua potable conocida como "Los Filtros". Se construyó para Julio 1924 y se potabiliza el agua que se extrae de ambos ríos. Del Río Guaynabo se obtiene un 30.0 a 40.0 por ciento de agua a través de bombeo y 70.0 por ciento de agua proviene del Río Bayamón. De otra parte, y según el Atlas de Aguas Subterráneas del USGS de 1999, los acuíferos del Municipio de Guaynabo son de rocas predominantemente volcánicas y volcaniclásticas. Dichas rocas, por definición, no están fracturadas significativamente por lo que no contienen cantidades significativas de agua subterránea. En áreas con rocas plutónicas pasan menos de 10 galones por minuto y éstas pudieran contener agua si se encontraran fracturadas. El grado de contenido de aguas subterráneas dependerá del grado de infiltración que tengan las rocas.

En el Municipio de Guaynabo, en términos generales, dominan las afloraciones de rocas duras y poco profundas. Por lo tanto, las rocas del Municipio de Guaynabo no son consideradas como fuente de abasto de agua subterránea para suplir la demanda poblacional. El movimiento general de aguas subterráneas es hacia su río principal, el Río Guaynabo, donde finalmente descarga. Los altos niveles de agua son observados en épocas de lluvia o inundación. La calidad del agua de la Planta Los Filtros cumple con los parámetros establecidos por las Agencias Federales y el Departamento de Salud. En el año 2006 fue reconocida por la American Water Association (AWWA) como la única planta que sigue la nueva

reglamentación de optimización del proceso de purificación (AWOP). Con una turbidez de salida menor de 0.15 ntu, cuando la regla es 0.30 ntu.

El laboratorio de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (en adelante, AAA) en sus plantas de tratamiento y filtración toman entre una vez al mes o semanal muestras para analizar la calidad del agua. En el caso de la Planta de los Filtros se cuenta con dos (2) laboratorios, uno de los operadores y otro analítico. En éstos se realizan análisis químico-físicos al agua y se mide el total de carbón orgánico, a través de los cuales se hacen ajustes al tratamiento y se evalúan los cambios en el agua cruda. La planta produce de 20 a 22 MGD promedio por día y la capacidad máxima es de 30 MGD. Los últimos estudios de calidad de agua, realizados por la AAA, reflejan que esta planta ha cumplido con los estándares establecidos por el estado y aquellos relativos a la regulación federal enunciada en el "Clean Water Act".

Otra agencia que evalúa la calidad de las aguas es la Agencia Federal, US Geological Survey (en adelante, USGS) en colaboración con la Junta de Calidad Ambiental (en adelante, JCA) tienen a cargo el muestreo de las aguas superficiales en los principales ríos y quebradas de Puerto Rico. El USGS recolecta muestras de agua, analiza y luego pública la información sobre los parámetros químicos, biológicos y físicos encontrados en las estaciones de monitoreo. En las publicaciones "Water Resources Data Report Puerto Rico and US Virgin Islands" muestra los datos recopilados año tras año. El Río de Guaynabo cuenta con una estación de monitoreo del USGS, el número y nombre oficial de la estación es, a saber: 50047990 - Río Guaynabo near Bayamón, establecida desde el año 1958 hasta el presente. La localización absoluta de la estación es la latitud 18˚ 22'32'' y longitud 66˚ 07' 59''. La localización relativa de la estación lo es el puente de la Carretera PR-833 entre el Kilómetro 12.1 y 12.2.

Del análisis llevado a cabo por el USGS y la firma SPECCO Environmental en el informe sobre la calidad del agua del Río Guaynabo, cabe recalcar los niveles de coniforme fecales y totales están muy por encima de los parámetros establecidos por la EPA y la JCA. La información sobre la condición actual de dicho río está documentada en los reportes de calidad de agua publicados y realizados por la Junta de Calidad en el Área de Calidad de Agua. Los altos niveles de coniformes son evidencia de la contaminación que ocasionan los métodos inapropiados de disposición de aguas usadas en áreas que carecen de sistema de alcantarillado sanitario y plantas de tratamiento. En estas zonas las residencias, pequeñas industrias y comercios utilizan sistemas de inyección al terreno para disponer de sus aguas usadas, tales como pozos muro y sépticos con trincheras. Estos sistemas se desbordan al ser construidos en lugares inapropiados debido a las características del suelo o a la operación de mantenimiento deficiente en el vaciado periódico requerido.

No obstante lo anterior, la mayoría de las residencias y comercios del municipio están conectados al sistema de disposición sanitaria de la AAA. En la actualidad, hay dos (2) plantas regionales que sirven al municipio entre las que se encuentran, a saber: La Planta Regional de San Juan, que sirve al área norte del municipio y la Planta Regional de Bayamón que sirve al resto del municipio.

Otro recurso natural de importancia son los terrenos húmedos que se concentran en el extremo norte del Municipio, cerca del límite con el Municipio de Cataño. Estos terrenos forman parte de un sistema natural más amplio conocido como la Ciénaga Las Cucharillas. Este lugar ha sido estudiado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, así como por otras instituciones, con el propósito de alcanzar su preservación. Igualmente, la zona forma parte del "Puerto Rico Waterfowl Focus Areas" (2005), lo que significa, que sirve como hábitat para algunas aves migratorias, así como para algunas especies de aves nativas. la existencia de este recurso dentro de la Zona Metropolitana y cerca de la actividad industrial y portuaria, lo expone a una serie de daños continuos. Es por eso que su preservación resulta necesaria, al ser uno de los recursos más importantes para el ecosistema del estuario de la Bahía

de San Juan. Además, por su capacidad para absorber el agua de las escorrentías cercanas, es un elemento natural de mitigación para las inundaciones en la zona.

Es importante señalar que cerca de estos terrenos húmedos se encuentran dos (2) de las principales áreas inundables del municipio, a saber: la barriada Amelia y la intersección de las Avenidas Roosevelt y San Patricio en el barrio Pueblo Viejo. No obstante, en dirección al centro, se encuentra el sector Piedras Blancas, siendo otra de las áreas más afectadas por problemas de inundación debido a las descargas provenientes de la Quebrada Frailes.

En la intersección de las Avenidas Roosevelt y San Patricio, la construcción de San Patricio Plaza en los años sesenta se completó al canalizar la quebrada que atravesaba los predios. Los desarrollos posteriores en la parte alta de la cuenca han aumentado los caudales de esta quebrada significativamente, causando inundaciones de aproximadamente un metro de profundidad en el área. Otro lugar afectado por las inundaciones de las Avenidas Roosevelt y San Patricio es la intersección de la Carretera PR-19 y la Quebrada Margarita. En este punto se han desarrollado obras de control para la construcción del Centro Comercial de "Garden Hills" Plaza, pero éstas no han resuelto el problema de inundaciones. Las lluvias de baja frecuencia (5-10 años) ocasionan inundaciones repentinas por cortos períodos de tiempo en el área. En los márgenes del Río Guaynabo se observan crecidas de río, pero no se extienden a grandes distancias fuera del cauce. En estos lugares, al igual que otros, la distancia guardada por las estructuras y la elevación de éstas por encima del nivel de las inundaciones mitiga el problema.

Ante la preocupación e inquietudes para la protección de las aguas, el municipio establecerá un Plan para el Manejo de Escorrentías. El mismo se desarrollará bajo reglas establecidas por la EPA, en cumplimiento con las leyes y regulaciones ambientales. Dicho Plan establece un programa que intenta reducir descarga de contaminantes y así proteger la calidad de las aguas para satisfacer los requisitos apropiados de conservación. A su vez, este programa va a proveer la oportunidad a los ciudadanos a participar en el desarrollo y la implementación del proceso. Se ofrecerá educación pública con materiales educativos para comprender mejor lo que pretende el programa. Otro elemento por considerar es el conocimiento y detección de las descargas ilícitas al alcantarillado, producto del manejo inadecuado de los diferentes procesos de las áreas urbanas.

3.1.8 Clima y tiempo

Existe una diferencia entre los conceptos clima y tiempo de un lugar determinado. Para esto, es importante saber la definición entre clima y tiempo para así comprender mejor los conceptos a discutirse. El clima es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región o que persiste a través de los años. El tiempo se refiere a las condiciones dadas al instante o próximas y cambia rápidamente, según su intensidad en temperatura, presión atmosférica y otros.

Según información obtenidas del Resumen Ejecutivo 2010-2013 del CCPR (Consejo Climático de Puerto Rico), durante el siglo 20 las temperaturas atmosféricas anuales promedio de las islas del Caribe han aumentado más de 0.6 ºC (1.0 ºF). En Puerto Rico existen islas urbanas de calor en las cuales se evidencia que las temperaturas son más altas en las áreas urbanas desarrolladas que en las áreas rurales y forestadas. Existe consenso entre todos los estudios y modelos climáticos que el calentamiento global continuará. Durante el próximo siglo, se proyecta que las temperaturas del Caribe incrementarán ligeramente por debajo del promedio proyectado a nivel global de 2.5 – 4 ºC (4.5 – 7.2 ºF) al 2100, pero por encima del promedio para las áreas tropicales.

El Municipio de Guaynabo está ubicado en la División Climática de la costa norte de Puerto Rico. Según la National Oceanic and Atmospheric Administration (en adelante, NOAA) está costa está influenciada por los vientos alisios, siendo los efectos del viento quienes moldean la costa norte. Por su localización, Guaynabo tiene un clima subtropical marítimo. Según los datos recopilados por la NOAA, las temperaturas del Caribe han estado fluctuando en el último siglo, no obstante, desde el año 1950, Puerto Rico ha experimentado incrementos en temperatura de aproximadamente 1.5°F, lo que pronostican ocasionará un aumento en días con temperaturas sobre 95°F y más noches con temperaturas sobre los 85°F.[19] No obstante, otros modelos de proyecciones estiman que los incrementos de temperatura estarán entre 1.5°F y 4°F para el 2050. Se espera que al final de siglo el promedio del incremento en temperaturas alcance los 9°F.[20]

3.1.9 Acceso Vial

Los accesos principales a Guaynabo discurren de este a oeste y sirven como corredores desde y hasta el Municipio de San Juan desde varias municipalidades. Las vías de mayor importancia para el Municipio son: el Expreso De Diego (PR-22), la Carretera PR-2, la Carretera PR-28, la Avenida F.D. Roosevelt (PR-23), la Avenida Jesús T. Piñero (PR-17) también conocida como la Avenida Central, la Avenida Lomas Verdes (PR-177) y la Avenida Las Cumbres (PR-199). La única vía de importancia que atraviesa el Municipio de norte a sur es el Expreso Martínez Nadal (PR-20), la cual sirve para comunicar el sector norte de Guaynabo con el centro tradicional del pueblo. Ésta conecta el sur del municipio con la Carretera PR-1 que discurre desde Caguas a San Juan, y con el desvío PR-834 que conecta a la Carretera PR-20 con el sector sur central del municipio. Otras carreteras de importancia integradas al Expreso Martínez Nadal son la PR-19 y la PR-169. Ésta última tiene su trazado desde el Centro de Guaynabo hacia el Sur, y representa una importante conexión de estas áreas con el Expreso Martínez Nadal, la Ave. Las Cumbres y la Carretera PR-1.

Guaynabo es uno de los municipios de la RMSJ que tiene un frente portuario hacia la Bahía de San Juan, donde ubica además el principal puerto del país. Este puerto está dedicado a la actividad de carga y descarga de diferentes tipos de mercancías. A diferencia del puerto de San Juan, en Guaynabo no hay muelles dedicados al turismo. Aun así, se ha propuesto un Plan de Área que estudiaría la viabilidad de la zona portuaria para tales fines.

Varias rutas de carro público y de autobús conectan diversos puntos del municipio con otros a través de la Región y fuera de ésta. El Tren Urbano atraviesa el Municipio de Guaynabo a la altura del Corredor de Transportación al norte del municipio, es allí donde se ubica la estación de Torrimar. Sin embargo, el principal modo de acceso a la ciudad es el sistema vial, según se verá más adelante. Del mismo dependen la mayoría de los residentes para transportarse a sus centros de estudio y de trabajo. En el pasado se atendieron las necesidades de transportación de algunas áreas comerciales como la de San Patricio y la Avenida Ramírez de Arellano a través de un sistema de “Trolleys”. Nuevamente es recomendable como parte de la revisión del POT y otros esfuerzos, la exploración de nuevas rutas de “Trolleys” tanto en el Centro del Pueblo como en otras áreas comerciales, para proveer acceso hacia y desde los nuevos desarrollos de vivienda circundante.

[19] Véase, Runkle, J., K. E. Kunkel, L. Stevens, S. Champion, D. Easterling, A. Terrando, L. Sun, and B. C. Stewart, 2017: State Climate Summaries: Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. NOAA Technical Report NESDIS 149- RUSVI. NOAA National Centers for Environmental Information, Asheville, NC, 4 pp

[20] Henareh Khalyani, A., W. A. Gould, E. Harmsen, A. Terando, M. Quinones, and J. A. Collazo, 2016: Climate change implications for tropical islands: Interpolating and interpreting statistically downscaled GCM projections for management and planning. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 55 (2), 265–282.

3.1.10 Zonas Urbanas de Guaynabo

La periferia urbana mayor de Guaynabo se extiende desde el extremo norte, colindante con el Municipio de Cataño y de frente a la Bahía de San Juan, hasta una línea imaginaria trazada por la futura Avenida Periferal Sur, que ubica hacia el centro de Guaynabo, y que cruza los barrios Camarones, Santa Rosa y una pequeña porción al sur del barrio Pueblo. Dentro del límite de esta área se encuentra la mayor parte del desarrollo físico municipal, una gran cantidad de su población total, las áreas de actividad económica comercial e industrial más variadas e importantes del municipio, así como la mayor parte de la infraestructura física, social, de transporte y de comunicación.

Como parte de la Región Metropolitana, la zona urbana mayor de Guaynabo responde a un trazado urbano aún más abarcador y complejo. Inclusive, algunas de las áreas residenciales y áreas comerciales e industriales ubicadas en ésta, se extienden más allá de los límites municipales. En ese sentido, hay que tomar en consideración, que las intervenciones planificadas en respuesta a los problemas urbanos de la ciudad tienen que integrar el análisis de las áreas o distritos que compartan usos con los municipios aledaños. En el caso de Guaynabo, los municipios inherentes son: Bayamón, Cataño y San Juan.

La Zona Urbana Mayor de Guaynabo se subdivide en zonas que contienen diferentes comportamientos espaciales y significados dentro de su funcionalidad en la urbe local y metropolitana. Cada una de estas zonas tiene diversos distritos de calificación dentro de sus límites, lo que sugiere el establecimiento de patrones de usos similares, de usos mezclados, o de usos mixtos como sucede en el caso de los complejos de urbanizaciones industriales y residenciales, o en el caso del Centro Tradicional. Estos comportamientos son el resultado a largo plazo de la puesta en práctica de políticas públicas que generaron, una homogeneidad de usos en algunas áreas específicas de la ciudad, mientras que, en otras, se crearon zonas comerciales, industriales y dotacionales adyacentes al uso residencial, con el propósito de agrupar actividad económica y social y así mantener el ofrecimiento de servicios de forma céntrica y accesible

En ese sentido, la Zona Urbana Mayor se divide de la siguiente forma:

Frente Portuario y Área Urbano-Residencial Adyacente

Esta área urbana perteneciente al barrio Pueblo Viejo contiene dentro de sus límites la zona portuaria de Guaynabo, la cual incluye el Terminal Militar y la zona industrial donde ubican los edificios de la empresa Molinos de Puerto Rico. A éstas, se le suma el área urbano-residencial adyacente formada por la barriada Amelia y sus diferentes sectores. Ésta última, se extiende más allá del límite municipal hasta el Municipio de Cataño. La extensión territorial aproximada de esta zona es de 1,404.37 metros cuadrados.

Basado en el estudio de los usos, se puede concluir que esta zona contiene cuatro (4) funciones principales. Estas son: Industrial, Portuaria, Residencial y Turística. Estos usos están claramente definidos en el espacio, es decir, que, aunque los cuatro (4) usos coexistan en la zona, la ubicación de cada una, así como el patrón de los usos demuestra una separación clara de los mismos. Aun así, todas comparten la infraestructura vial como ruta de acceso. Los accesos a la zona son, por el Expreso José de Diego (PR-22), la Carretera PR-165 (Ave. El Caño), la Carretera PR-24 (Ave. Ponce de León) y la Carretera PR-28.

Las características principales de esta zona son las siguientes:

- Los sectores censales que componen esta zona son 401.01, 401.02 y 401.03.
- Según las estadísticas del Censo de 2010, en esta zona habitan aproximadamente 7,263 personas. El uso del suelo destinado para esta zona es Suelo Urbano (SU).

- Las calificaciones que rigen en esta zona en la actualidad son las siguientes: D-1, D-2, C-1, M, R-3, R-4, R-5, I-1, I-2.
- Gran parte del área mencionada, la cual está dedicada al uso residencial, contiene usos mixtos y pequeñas áreas comerciales paralelas a las carreteras principales y secundarias de la zona.
- El área residencial que comprende la Barriada Amelia representa uno de los vecindarios con mayor necesidad social y económica del Municipio. Ésta última es la de mayor proporción respecto al total del espacio ocupado.
- Esta zona está adyacente a la Bahía de San Juan, por lo que también guarda relación con el sistema natural del Estuario de la Bahía de San Juan, uno de los recursos naturales más importantes de la Zona Metropolitana.
- En esta zona ubica uno de los esfuerzos más importantes de la Administración Municipal de Guaynabo, el cual es revitalizar parte del frente marítimo (Amelia Waterfront) de la ciudad a través del Plan de Área del Norte de la Carretera PR- 165, entre otras obras de mejoramiento del área.

Complejo de Urbanizaciones, Industrias y Comercios

Esta área urbana perteneciente al barrio Pueblo Viejo contiene dentro de sus límites un conglomerado de parques, urbanizaciones industriales y residenciales, además de una zona urbana militar cuya importancia es de carácter regional. Incluye áreas como “Metro Office Park”, “Amelia Industrial Park”, “Rexco Industrial Park”, parte de la Urbanización Industrial Juliá y una serie de edificios de oficinas que complementan el área como el “Buchanan Office Center” o los del “City View Plaza” I y II. La extensión aproximada de esta zona es de 6,506.91 metros cuadrados.

Según el estudio de usos actualizado (2010), las funciones que tiene este espacio son de naturaleza Residencial, Industrial y Comercial. Ciertamente, la compatibilidad de estos usos, entre otros factores, ha propiciado que los mismos estén mezclados en la zona. Debido a esto no puede definirse un área particular para cada función. Esta zona cuenta con varios accesos, estos son: el Expreso José de Diego (PR-22), la Carretera PR-24, la Ave. Roosevelt, la Ave. Escorial y la Carretera PR-2.

Entre las características principales que posee esta zona se encuentran:

- Según la información ofrecida por el Censo 2010 esta zona pertenece al Sector Censal 402.
- La clasificación de suelo destinada para la mayor parte de esta zona es Suelo Urbano (SU). Sin embargo, existen algunas áreas dentro de la zona, cuya clasificación designada es Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP).
- Las calificaciones que rigen en esta zona en la actualidad son las siguientes: C-1, C-2, C-3, CR-5, IL-1, IL-2, I-1, I-2.
- Esta zona representa el área construida con mayor número de personas empleadas en el sector privado del municipio. Además, esta zona representa la ubicación del mayor grupo de industrias de Guaynabo.
- La mayor parte de las personas empleadas en esta zona asisten a su trabajo en vehículo privado.
- El área mencionada contiene solamente usos dedicados a la actividad industrial y comercial. En la misma se encuentra la Zona #61 “Foreign Trade Zone”, establecida por la Compañía de Comercio y Exportación de Puerto Rico.

- Adyacente a este complejo de urbanizaciones industriales se encuentra ubicada en la parte noroeste el sistema natural de la Ciénaga las Cucharillas, el cual conecta con el Estuario de La Bahía de San Juan.
- Las áreas residenciales dentro de esta zona son, Tintillo Gardens, Villas de Caparra, Chalets Caparra y Víctor Bragger.
- Fuerte Buchanan: En esta zona urbana de uso militar se encuentran los terrenos del fuerte, en los cuales existen varios edificios donde trabaja el personal de la reserva de la Guardia Nacional de Puerto Rico y Estados Unidos, en conjunto a otros empleados civiles que complementan los trabajos que se realizan allí. Esta zona se caracteriza por contar con proyectos de vivienda, así como grandes extensiones de áreas verdes, áreas recreativas y una tienda PX que es utilizada tanto por los residentes del fuerte, como por otros militares ubicados alrededor de Puerto Rico. El acceso a esta zona militar es por un desvío de la Carretera PR-2 a la altura del Centro Comercial San Patricio Plaza y por la Carretera PR-28. La calificación que rige esta zona en la actualidad es D-2. Esto significa que el área mencionada contiene únicamente usos dotacionales.

Esta zona, calificada como urbana, representa el área construida con mayor espacio abierto del municipio. Dentro de los predios de esta zona se encuentra una charca donde suele habitar el Pato Chorizo “Oxyura Jamaicensis”. Esta es una de las especies en peligro de extinción del municipio.

Zona de Caparra - San Patricio

Esta zona urbana perteneciente al barrio Pueblo Viejo contiene dentro de sus límites una gran cantidad de usos variados, aunque predominan aquellos destinados a la vivienda y a la actividad comercial. En la actualidad, varios proyectos de construcción de condominios y “walk-ups” en esta área son indicativos de un aumento en el ofrecimiento de espacios de vivienda, lo que infiere además el incremento en la densificación, específicamente en las áreas paralelas a la Carretera PR-2, y en la Ave. San Patricio. Es importante recalcar que la Zona de Caparra -San Patricio es una de las más exclusivas del país, debido principalmente a la excelente ubicación que ostenta dentro de la zona metropolitana. La extensión aproximada de esta zona es de 1,603.35 metros cuadrados. Los accesos principales a esta zona son por la Carretera PR-2, la Ave. San Patricio, la Ave. Roosevelt y el Expreso Martínez Nadal (PR-20).

Entre las características más importantes de esta zona se encuentran:

- Según las estadísticas del Censo de 2010, en esta zona habitan aproximadamente 3,962 personas. La clasificación de suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU).
- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-1, C-4, CO-1, D-1, D-2, D-3, IL-1, I-1, I-2, R-1, R-2, R-3, R-5.
- En esta zona se encuentra el área comercial más extensa del Municipio, que incluye tres (3) de los centros comerciales más exitosos del Área Metropolitana, San Patricio Plaza, Galería San Patricio y Plaza Caparra.
- El área incluye el lugar histórico de las Ruinas de Caparra.
- La mayoría de las urbanizaciones y condominios que se encuentran en esta zona tienen control de acceso, y pertenecen a familias de altos ingresos. Las urbanizaciones más conocidas son, Golden Gate, San Patricio Meadows, Mansiones de San Patricio, Caparra Hills, The Village, Alturas de San Patricio, entre otras. Además, se ubica el complejo de recreación y deportes privado, Caparra “Country Club”.

Zona de Garden Hill - Torrimar

Esta zona urbana pertenece a los barrios Pueblo Viejo y Frailes, la cual contiene una gran cantidad de urbanizaciones, condominios y "walk ups". Además, la misma contiene algunos usos comerciales establecidos de forma paralela a las carreteras de mayor tránsito de la zona. Dicha área cuenta además con un complejo de instalaciones privadas para la práctica de deportes como pista y campo, baloncesto, béisbol, balompié, tenis, entre otros. Los sectores censales que comprenden esta área son 403.03, 403.04 y 404.11. La extensión aproximada de esta zona es de 4,100.89 metros cuadrados. Los accesos a esta zona son por la Ave. Ramírez de Arellano y la Carretera PR-2.

Entre las características principales de esta zona se encuentran:

- Según las estadísticas del Censo 2010, en esta zona habitan aproximadamente 12,385 personas. La clasificación de suelo de esta zona es Suelo Urbano (SU).
- Las calificaciones que rigen esta zona son: C-1, C-2, C-L, D-1, D-2, D-3, C-4, CO- 1, I-1, M, R-1, R-2, R-3, R-5.
- Cerca del 80.0% de las urbanizaciones que componen esta zona tienen control de acceso.
- En esta zona está ubicada la Estación Torrimar del Tren Urbano.

Las áreas de Garden Hills y Torrimar conectan entre sí a través de la Ave. Ramírez de Arellano. Tanto las instalaciones deportivas de Torrimar, como las de la Estación del Tren Urbano en las cercanías sirven como un lugar céntrico de encuentro. Se ubican las Urbanizaciones de Villa Verde, Garden Hills y todas sus extensiones, La Arboleda, El Retiro, Prado Alto, Suchville, Garden Court, Garden Ville, entre otras. Esta zona incluye algunas áreas residenciales de bajos recursos y con limitaciones en el espacio físico construido, la comunidad Marina, la cual necesita atención especial por encontrarse en lugares que carecen de seguridad ante condiciones climáticas.

Centro de la Ciudad

Esta área urbana pertenece al barrio Pueblo y al Sector Censal 405. Contiene dentro de sus límites una diversidad de usos, los cuales se concentran en el Casco Urbano de la Ciudad y en forma lineal a las carreteras secundarias de mayor tránsito. Los distritos de calificación predominantes son: el residencial, el comercial y el dotacional. Una gran parte de los usos comerciales son de servicios profesionales, de ventas al detal y de entretenimiento. La extensión aproximada del Centro de la Ciudad, que suma el área del Centro Tradicional y sus periferias norte, sur, este y
oeste, es de 1,536.14 metros cuadrados.

Por su parte, las áreas que componen el Centro de la Ciudad son las siguientes:

Centro Tradicional (CT):

Esta área urbana perteneciente en su mayoría al barrio Pueblo, está literalmente en el centro de Guaynabo. La misma se conoce como el Centro Tradicional e incluye en su conjunto, áreas residenciales, áreas comerciales y de uso mixto paralelas a las calles secundarias y terciarias del centro, espacios públicos abiertos y múltiples edificios públicos. La extensión aproximada de esta zona es de 118.77 cuerdas y es el 40.0% del total de espacio del barrio Pueblo.

En la actualidad, el Centro Tradicional es una de las áreas de mayor inversión económica en el sector de la construcción, debido a la realización de proyectos de envergadura impulsados por parte del Municipio y otros realizados por el Sector Privado. Esto ha convertido al Centro Tradicional en un Polo de Inversión Atrayente muy privilegiado de la ciudad, el cual potenciará el desarrollo urbano, económico, social y cultural de éste.

Se espera que, con la puesta en práctica de las políticas públicas del Plan de Área del Centro Tradicional, se pueda cumplir a cabalidad con los objetivos de densificar el Centro, añadiendo más espacios de vivienda e impulsando el interés para el establecimiento de otros proyectos comerciales, de servicios profesionales y de entretenimiento, aparte de fortalecer el aspecto cultural e histórico.

La delimitación del Centro Tradicional es la siguiente:

- Norte - Carretera PR-199 (Ave. Las Cumbres) y Ave. Lopategui;
- Sur – Calle Cecilio Urbina y Futura Ave. San Ignacio;
- Este - Exp. Rafael Martínez Nadal (PR-20); y al
- Oeste - PR-837 y Calle José R. Carazo.

El Centro Urbano alberga gran parte de las oficinas del Gobierno Municipal. Además, es una importante fuente de empleos comerciales y servicios. El Casco, también alberga una cantidad considerable de edificios institucionales, como escuelas, iglesias, centros de educación superior e instalaciones recreativas y culturales. De igual modo, es un importante centro residencial. Dentro de sus límites territoriales existe una urbanización, así como barriadas, residenciales públicos, condominios y residencias de usos mixtos.

Algunas de las características principales del Centro Tradicional son:

- La clasificación del suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU);
- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-1-T, D-1-T, D-2-T, D-3-T, I-1-T, R-3-T, R-4-T, R-5-T;
- El uso mixto es una característica frecuente en los edificios del Centro Tradicional. Se encuentra principalmente la combinación entre tienda al detal u oficina profesional y espacios de vivienda;
- Los edificios y lugares relevantes que se encuentran en el Centro Tradicional son: “City Hall”, Antigua Casa Alcaldía, Iglesia San Pedro Mártir de Verona, Centro de Bellas Artes Alejandro “Junior” Cruz, Instalaciones de Univisión Puerto Rico en la Escuela de Bellas Artes, la Plaza del Mercado, Terminal de Carros Públicos, Plaza de Recreo, Plaza de Los Artista, Plaza de los Comerciantes, Museo de la Música, Museo del Telégrafo y el “Atlantic College”.

Áreas en la Periferia del Centro Tradicional:

Periferia Norte y Noroeste del Centro Tradicional

Esta periferia urbana, tanto norte como noroeste pertenece al barrio Frailes. Responde al Sector Censal 404.21. Consta de grandes áreas residenciales y de áreas comerciales y dotacionales aledañas. La parte norte del centro de la ciudad también incluye algunas comunidades como Los Filtros y El Último Chance.

La delimitación de la Periferia al Centro Tradicional es la siguiente:

- Norte - Urb. Villa Yolanda, Urb. Alturas de Torrimar y la Carretera PR-177.
- Sur –La Villa de Torrimar y el Margen del Río Guaynabo.
- Este - Exp. Rafael Martínez Nadal (PR-20).

- Oeste – Carretera PR-833.

Algunas características de la Periferia son:

- Según las estadísticas del Censo de 2010, en esta área habitan aproximadamente 9,563 personas. La extensión territorial es de 3,367.39 kilómetros cuadrados.
- La clasificación de suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU).
- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-L, C- 1, C-2, C-4, CO-1, D-1, D-2, D-3, I-1, M, R-1, R-2, R-3, R-5.
- En esta periferia se encuentran las urbanizaciones Altos de Torrimar, parte de Casa Linda Village, Baldwin Gate, Balbín Park, La Villa de Torrimar, Villa Rita, La Colina, Villa Lissette, Oasis Garden, Bello Monte, entre otras.

Periferia Oeste del Centro Tradicional

Esta periferia urbana que está ubicada en el barrio Santa Rosa incluye en su mayoría áreas residenciales. Los sectores censales en esta zona son 406.02 y 407.

Algunas características de la Periferia son:

- Según las estadísticas del Censo de 2010, en esta área habitan aproximadamente 17,583 personas. La extensión territorial es de 4,474.63 metros cuadrados;
- Las carreteras que sobresalen en esta zona son la PR-199 y parte de la PR-833. Dicha área estará limitada al sur por la Avenida Periferal Sur;
- La clasificación de suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU);
- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-L, C- 1, C-2, C-4, CO-1, D-1, D-2, D-3, I-1, M, R-1, R-2, R-3, R-5;
- En esta periferia se encuentran las Urbanizaciones Estancias Reales, Colinas Metropolitanas, Villas Reales, Quintas Reales, Mansiones Reales, Terranova, Vistas De Guaynabo, Terrazas de Guaynabo Norte y Sur, Riberas de Honduras, entre otras. También se ubica los sectores Canta Gallo y Augusto Báez y la Comunidad Santa Rosa.

Periferia Este del Centro Tradicional

La Periferia Este pertenece al barrio Los Frailes. Colinda con la Carretera PR-199 al norte y la Avenida Periferal Sur propuesta.

Algunas características del área son:

- Según las estadísticas del Censo de 2010 pertenece al Sector Censal 404.03, en donde habitan aproximadamente 6,174 personas. Esta zona tiene una extensión territorial de 24,245.80 metros cuadrados;
- La clasificación de suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU);
- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-1, C-4, CO-1, D-1, D-2, D-3, IL-1, I-1, I-2, R-1, R-2, R-3, R-5;
- En esta periferia se encuentran las urbanizaciones Apolo, Santa Paula, Cerro Real, Alto Apolo, Monte Olimpo, Monte Apolo, Villa Mar, Estancias de Guaynabo, Santa Clara, entre otras. Se ubican también los sectores Casas de Fema, Villegas Valcárcel, Piedras Blancas, Mariquita, Los Báez, entre otros.

Periferia Noreste del Centro Tradicional

Esta periferia urbana pertenece al barrio Frailes. Pertenece a los sectores censales de 404.32, 404.22, 404.12 y 404.42. Consta de grandes áreas residenciales y de áreas comerciales y dotacionales aledañas. La parte norte del centro de la ciudad también incluye algunas comunidades como Los Filtros y El Último Chance. Según las estadísticas del Censo de 2010, en esta área habitan aproximadamente 11,454 personas y la extensión territorial es de 3,014.19 metros cuadrados. Por su parte, la clasificación de suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU).

Entre otras características, se encuentran:

- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-1, C- 4, CO-1, D-1, D-2, D-3, IL-1, I-1, I-2, R-1, R-2, R-3, R-5;
- En esta periferia se encuentran las Urbanizaciones Loma de los Frailes, Frailes Sur, Santiago Iglesias, Frailes, Villa Clementina, Muñoz Rivera, Ponce de León, Parkville y sus extensiones, Villa Ávila, Highland, Torre Los Molinos, entre otras;
- Se ubican también los sectores Meliá, Neira, Yambele, entre otros; y las
- Las carreteras principales que bordean la zona es la PR-177 al norte, el expreso Rafael Martínez Nadal (PR-20) al oeste y el Camino Alejandrino al Sur (PR-838).

Periferia Sureste del Centro Tradicional

La delimitación del Centro Tradicional en esta área colinda con el barrio Camarones. Parte de la zona pertenece al Sector Censal 406.01. La carretera principal es la José R. Carazo, la misma se convierte en la carretera PR-169 atravesando el barrio Camarones. Además, parte del expreso Rafael Martínez Nadal conecta esta zona. En el área se ubica la urbanización Colimar, Altura de Piedras Blancas y la barriada Esperanza.

Entre las características de la Periferia Sureste se encuentran:

- La clasificación de suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU).
- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-1, C- 4, CO-1, D-1, D-2, D-3, IL-1, I-1, I-2, R-1, R-2, R-3, R-5.

Periferia Suroeste del Centro Tradicional

Esta periferia urbana pertenece al Sector Censal 406.01 y es parte del barrio Santa Rosa. Esta zona tiene una extensión territorial de 500.69 metros cuadrados y una población de 4,741 habitantes.

Entre las características principales dentro de la periferia se encuentran:

- La clasificación de suelo destinada para esta zona es Suelo Urbano (SU).
- Las calificaciones que rigen esta zona en la actualidad son las siguientes: C-1, C- 4, CO-1, D-1, D-2, D-3, IL-1, I-1, I-2, R-1, R-2, R-3, R-5.
- En su mayoría es una zona residencial donde se encuentra la urbanización Sierra Bendecía y Colinas de Guaynabo.
- La carretera principal es la PR-837.

3.1.11 Alcantarillado Sanitario

El sistema de alcantarillado sanitario del Municipio es servido por las plantas de tratamiento de Bayamón y Puerto Nuevo. La primera sirve a la porción norte del Municipio y la segunda a la porción sur.

Algunos sectores que no cuentan con alcantarillado sanitario en el norte lo son: Vietnam, Sabana y Juan Domingo, en el barrio Pueblo Viejo. El sector rural, al sur del Municipio, depende de pozos sépticos. Éstos,

unidos a las construcciones espontáneas, sin la supervisión de profesionales de la construcción y una escarpada topografía, han ocasionado eventos de deslizamientos.

El Programa de Acción del presente, toma en consideración las limitaciones existentes en los sectores mencionados con propuestas de acción para mitigar las condiciones actuales.

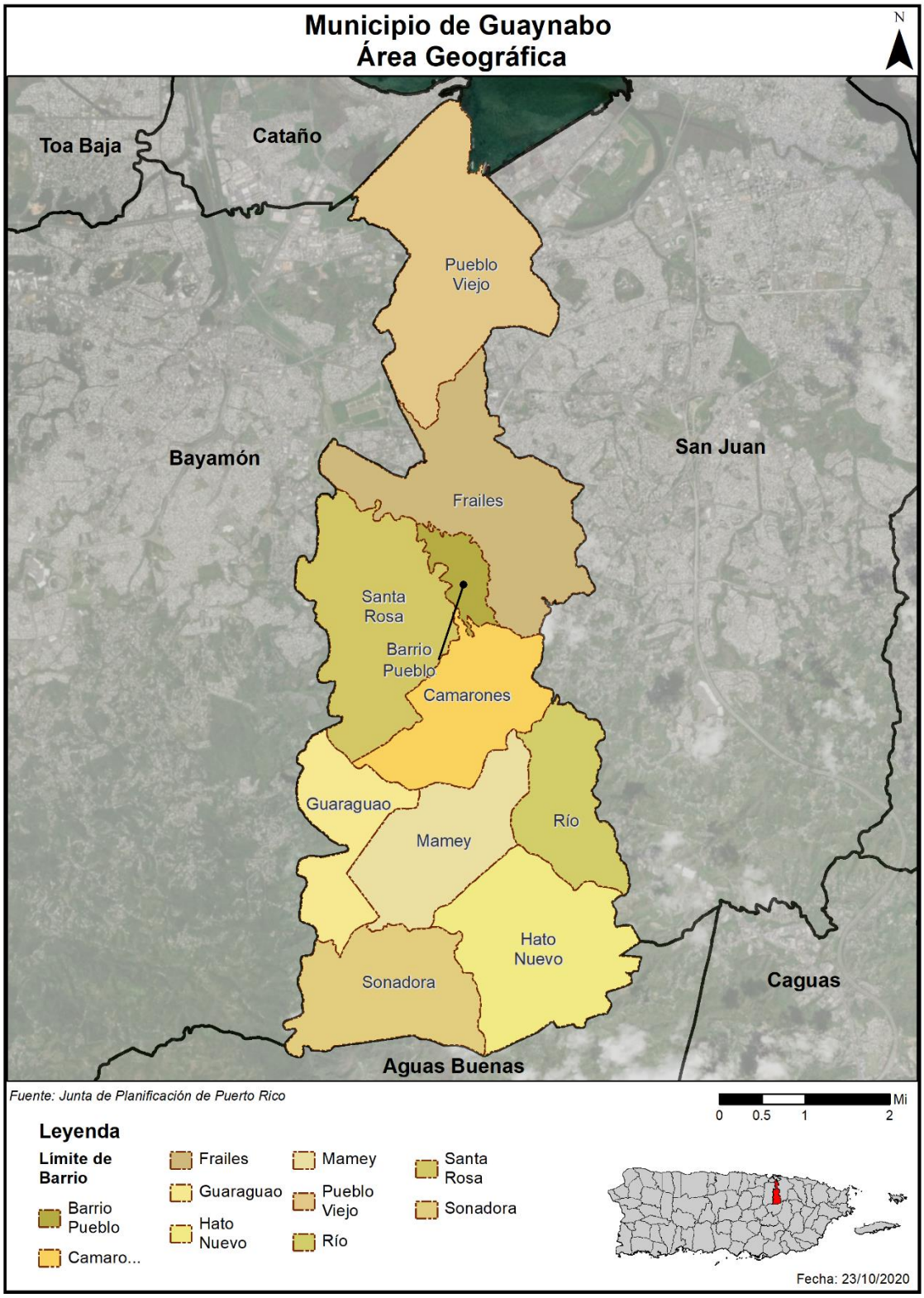
Desperdicios sólidos

La Ley 171-2018[21], sec. 87, conocida como el Plan de Reorganización del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de 2018, establece el plan de reorganización mediante el cual se dispuso para la transferencia, al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (en adelante, DRNA), de las funciones, servicios, programas y/o facultades previamente asignadas a la Junta de Calidad Ambiental, a la Autoridad de Desperdicios Sólidos y al Programa de Parques Nacionales del Departamento de Recreación y Deportes. Consecuentemente, el DRNA es responsable de la planificación, el financiamiento y la operación de servicios de transportación, procesamiento, recuperación de recursos y la disposición final de desperdicios sólidos en Puerto Rico.

El municipio contará con el servicio de una Estación de Trasbordo y de Reciclaje. El Municipio Autónomo de Guaynabo ha privatizado la operación del relleno sanitario que se opera en el Sector La Muda, al sur de la intersección de la Carretera PR-1 y la Carretera PR-20. El recogido de basura está a cargo de la administración municipal.

[21] Deroga la Ley 70 de 23 de junio de 1978, según enmendada, y conocida como la Ley de la Autoridad de Desperdicios Sólidos.

Figura 9: Área geográfica del Municipio de Guaynabo



3.2 Población y demografía

Conforme a los datos provistos por el Negociado del Censo Federal para el Censo de 2010, la población del Municipio de Guaynabo era de 97,924, representando una disminución poblacional de 2.13% en comparación con los datos del Censo de 2000. El barrio que presentó mayor población para el Censo de 2010, lo fue Frailes con una población de 25,050 habitantes, seguido de los barrios Pueblo Viejo con 23,816 habitantes y Santa Rosa 16,904 habitantes. En éstos se agrupaban 72,770 habitantes o el 74.3% del total de la población de Guaynabo.

Los barrios con menor número de habitantes fueron Sonadora con 1,334, Río con 2,791 y Mamey con 3,103, lo que representa el 7.4% del total de habitantes del Municipio. Llama la atención que el barrio Pueblo Viejo experimentó una pérdida significativa de población, reduciéndose la misma de 26,109 en el 2000 a 23,816 en diez (10) años. Estimándose también una reducción de 16.77% entre el periodo de 2010 a 2018. En lo que se refiere a los cambios porcentuales, casi todos los barrios mostraron una disminución significativa, salvo el barrio Mamey que se estima que para el año 2018 tuvo un aumento poblacional de 7.73%.

Por su parte, la Encuesta de la Comunidad al 2018 (ACS, por sus siglas en inglés), la cual provee un estimado de cambios poblacionales, la población total del Municipio de Guaynabo se estima se redujo en un 9.46% desde el año 2010 al 2018. Es decir, se estima que, desde los datos del Censo de 2010 al ACS de 2018, el municipio posee 9,261 habitantes menos.

La reciente disminución poblacional en el municipio se debe primordialmente al fenómeno de migración en masa de familias fuera de Puerto Rico, de la cual Guaynabo no es su excepción, y a otros factores que llevaron a algunas familias hacia una migración local. Sin embargo, ese fenómeno no ha sido tan drástico debido a que el municipio obtuvo también pequeños aumentos poblacionales a través de migración local proveniente de municipios aledaños, lo cual ocurrió en conjunto al proceso de expansión urbana que conllevó la construcción de urbanizaciones y edificios de apartamentos para la clase media, clase media alta y alta en las últimas décadas.

No obstante, como se ha podido presentar en análisis anteriores, Guaynabo tiene la concentración más grande de familias de altos ingresos de la Región Metropolitana de San Juan (en adelante, RMSJ). Lo anterior se debe principalmente a la gran cantidad de familias e individuos cuya totalidad de sus ingresos pertenecen a los cohortes de mayor de cantidad de ingreso económico. Sin embargo, Guaynabo tiene a su vez una gran cantidad de población de ingresos medios y bajos, y áreas vecinales en cuya composición existen familias en pobreza, en las que se debe intervenir con el fin de mejorar la capacidad económica de sus ciudadanos.

Tabla 9: Cambio en población por barrio entre 2010 y 2018

Barrio	Censo 2010	Estimado 2018	Por ciento de cambio (%)
Total	97,924	88,663	-9.46%
Camarones	5,626	4,955	-11.93%
Frailes	32,050	31,671	-1.18%
Guaraguao	4,178	3,194	-23.55%
Pueblo	4,008	3,717	-7.26%

Barrio	Censo 2010	Estimado 2018	Por ciento de cambio (%)
Hato Nuevo	4,114	3,355	-18.45%
Mamey	3,103	3,343	7.73%
Pueblo Viejo	23,816	19,822	-16.77%
Río	2,791	1,861	-33.32%
Santa Rosa	16,904	16,014	-5.27%
Sonadora	1,334	731	-45.20%

Fuente: US Census Bureau, Census 2010; American Community Survey 2014-2018 Estimates

En cuanto al análisis de densidad por barrio, se toma como base los datos certificados del Censo de 2010. A esos efectos, los barrios Frailes, Pueblo Viejo y Pueblo los que agrupan la densidad poblacional más elevada. Mientras que el barrio Frailes sobrepasa las 3,000 personas por kilómetro cuadrado (km2), Pueblo Viejo y Pueblo sobrepasan las 2,000 personas.

Se prevé que continúe la tendencia al desarrollo de vivienda en el municipio apunte en los próximos años a los barrios Santa Rosa, Mamey y Hato Nuevo. La presión de desarrollo a través de consultas de ubicación y anteproyectos, así como también la construcción de complejos residenciales han contribuido al aumento en la densidad poblacional en algunas áreas de Guaynabo. El barrio con menor densidad poblacional fue Sonadora con un aproximado de 196 personas por kilómetro cuadrado (km2).

3.2.1 Tendencias poblacionales

A modo de ejemplificar la tendencia poblacional por edad en el Municipio de Guaynabo, se utilizan los datos provistos por la Encuesta de la Comunidad al 2018. De esta forma, el municipio, al momento de evaluar los peligros y diseñar las estrategias de mitigación, reconoce las poblaciones que podrían estar vulnerables e impactadas ante la ocurrencia de un peligro natural.

Según los datos de población por edad provistos por la Encuesta de la Comunidad para el bloque de 2014-2018, el Municipio de Guaynabo muestra que el grupo con mayor población lo fue el de personas entre 20 a 64 años. No obstante, esto se debe a que el bloque de edad es extenso. El barrio del municipio que posee mayor población dentro del renglón de edades de 20 a 64 lo es Frailes, particularmente porque representa el barrio con mayor población en el municipio.

Tabla 10: Población por edad por barrio

Población por edad por barrio (Estimado ACS 2014-2018)					
Municipio de Guaynabo	Menor de 5 años	5 a 19 años	20 a 64 años	65 años en adelante	Total
Total	3,615	14,057	52,801	18,190	88,663
Camarones	350	734	2,979	892	4,955
Frailes	1,289	5,260	18,789	6,333	31,671
Guaraguao	38	433	1,843	880	3,194
Pueblo	199	811	2,244	463	3,717
Hato Nuevo	175	641	1,908	631	3,355
Mamey	60	626	1,979	678	3,343
Pueblo Viejo	802	2,651	11,277	5,092	19,822
Río	42	277	1,045	497	1,861

Población por edad por barrio (Estimado ACS 2014-2018)					
Municipio de Guaynabo	Menor de 5 años	5 a 19 años	20 a 64 años	65 años en adelante	Total
Santa Rosa	660	2,551	10,252	2,551	16,014
Sonadora	0	73	485	173	731

Fuente: US Census Bureau, American Community Survey 2014-2018 Estimates

Tabla 11: Cambio en población por edad entre 2010 y 2018

Cambio en población por edad			
Municipio de Guaynabo	2010	2018	Por ciento de cambio (%)
Menor de 5 años	5,031	3,615	-28.15%
5 a 19 años	18,688	14,057	-24.78%
20 a 64 años	58,394	52,801	-9.58%
65 años en adelante	15,811	18,190	15.05%
Total	97,924	88,663	-9.46%

Fuente: US Census Bureau, Census 2010; American Community Survey 2014-2018 Estimates

Según la Tabla 11, el único grupo demográfico que aumentó en el periodo entre el Censo de 2010 y el ACS de 2018, fue el de personas de 65 años en adelante, el cual incremento en un 15.05%. El resto de los grupos estudiados tuvieron disminuciones: las habitantes menores de 5 años disminuyeron por 28.15%, los de entre 5 a 19 por 24.78%, y los de entre 20 a 64 años en un 9.58%. Estos números en conjunto apuntan a una población que va disminuyendo y envejeciendo, ocasionando, entre otras cosas, que la edad promedio del municipio aumente de forma vertiginosa. Cabe señalar que, para efectos de este Plan y sus medidas de protección a la población, el principal foco de atención son las personas mayores de 65 años.

En cuanto a las proyecciones de disminución poblacional, según los estudios realizadas por la Junta de Planificación, se infiere que las mismas guardan una relación directa a la tendencia migratoria experimentada por Puerto Rico en los últimos años. De igual forma, concuerda con los datos ofrecidos por el Programa de Estimados de Población de la Oficina del Censo Federal, los cuales muestran que la población de Guaynabo se estima descendió a un total de 88,663 habitantes para el año 2018. Esta cifra oficial está por debajo de la cifra proyectada que aparece en el documento Proyecciones de Población de Puerto Rico 1990-2025. En este último se refleja un total estimado de 104,333 habitantes para el año 2015, lo cual no ocurrió, por las razones antes descritas.

3.3 Tendencias de uso de terreno

En esta sección se discutirán las tendencias de uso de terreno, en específico el número de viviendas del municipio y la clasificación de la tierra según las designaciones de uso. Esto cobra importancia, toda vez que existe una correlación entre las tendencias demográficas de disminución poblacional en Puerto Rico y el impacto de las industrias de viviendas en el municipio. En ese sentido, los cambios demográficos han figurado como un factor vital sobre la composición familiar, la estructura social y la tasa de crecimiento poblacional.

Tabla 12: Conteo de unidades de vivienda en Guaynabo

	Unidades de vivienda		Unidades ocupadas		Unidades vacantes	
	Total	%	Total	%	Total	%
Total	39,923	100.00%	30,963	77.56%	8,960	22.44%
Camarones	2,242	5.62%	1,643	5.31%	599	6.69%
Frailes	13,534	33.90%	10,676	34.48%	2,858	31.90%
Guaraguao	1,530	3.83%	1,185	3.83%	345	3.85%
Pueblo	1,743	4.37%	1,310	4.23%	433	4.83%
Hato Nuevo	1,613	4.04%	1,153	3.72%	460	5.13%
Mamey	1,175	2.94%	980	3.17%	195	2.18%
Pueblo Viejo	10,214	25.58%	7,814	25.24%	2,400	26.79%
Río	1,092	2.74%	844	2.73%	248	2.77%
Santa Rosa	6,358	15.93%	5,064	16.36%	1,294	14.44%
Sonadora	422	1.06%	294	0.95%	128	1.43%

Fuente: US Census Bureau, American Community Survey 2014-2018 Estimates

En décadas anteriores, uno de los factores que contribuyó al incremento poblacional y a la de demanda de terrenos para uso de vivienda fue la migración recibida de los municipios aledaños. La construcción de nuevas urbanizaciones y la disponibilidad generalizada del automóvil propició ese desplazamiento. Hasta el momento, Guaynabo sirve como ciudad dormitorio. Cuya tendencia persiste hasta el presente y está fortalecida con la construcción de expresos y avenidas. Además, parte de este incremento se atribuyó a la redefinición de la extensión de los terrenos urbanos. Esto, sumado al incremento de la construcción viviendas en los sectores de Garden Hills y otros, determinó la transformación final de un municipio rural a uno de carácter metropolitano.[22] Durante la década de los sesenta se acentuó el patrón de extensas urbanizaciones y se añadieron desarrollos comerciales céntricos a la zona, tales como: San Patricio Plaza y Caparra Shopping Center. Mientras que para los años cincuenta se ubicaron en Guaynabo cerca de 55 fábricas y se crearon aproximadamente dos mil doce (2,012) empleos.[23] No obstante, en la pasada década el municipio ha experimentado un descenso poblacional debido, principalmente, a los cambios económicos, fallecimientos y migración para buscar mejores oportunidades de vida.

En ese momento el área central de Guaynabo se convirtió en una alternativa para las familias de clase media y clase alta que buscaban viviendas unifamiliares cerca de los empleos de cuello blanco. De igual forma surgieron en el área múltiples escuelas privadas para atender la demanda de ese tipo de servicios, patrón que aún sigue vigente.

Para la década de los sesenta se construyeron varios condominios, en especial en el área de Caparra y San Patricio. Los solares de más de dos mil (2,000) metros y de fácil acceso al sistema de transportación propiciaron este tipo de desarrollo para las familias de ingresos altos y moderados. Por el contrario, durante los últimos cincuenta años la población rural de Guaynabo ha tenido una reducción porcentual neta de 99.0%. Este porcentaje es comparable con los datos reflejados por el conglomerado de municipios

[22] El carácter metropolitano se refiere a un municipio con más interacciones económicas y sociales, más interdependencia y cuyo desarrollo físico se funde con otros municipios cercanos, a diferencia de otros municipios que exhiben escasas relaciones fuera de ellos y cuya área física es aislable de otros.

[23] Plan de Desarrollo: Guías para áreas vecinales, vivienda, recreación, facilidades comunales y desarrollo económico. Preparado por Max A. Chow and Associates para el Municipio de Guaynabo en junio de 1981, a la pág. 23

que componen la Metrópolis (Bayamón, Carolina, Guaynabo y San Juan), los cuales tienen 99.6% del total de su población en la zona urbana, restando así sólo un 0.4% en la zona rural.

Hoy día, el Municipio Autónomo de Guaynabo cuenta con varios centros de flujo económico de carácter regional que se perfilan hacia una expansión futura. Esta característica dota al municipio de un valor estratégico para la inversión privada en infraestructura física de albergue a los nuevos servicios y tecnologías que necesitan las empresas ya establecidas en Guaynabo o de aquellas que quieran relocalizarse en éste. Ésta es una ventaja que debe explorarse con el tiempo para generar alternativas que mantengan el carácter competitivo del municipio en la Región.

En resumen, los desarrollos existentes en el Municipio Autónomo de Guaynabo son en su mayoría recientes, típicos de la última mitad del presente siglo. No obstante, existen algunas edificaciones de relevancia histórica que ameritan su conservación. Entre éstos están:

- Las Ruinas de Caparra;
- La Iglesia San Pedro Mártir de Verona;
- El Edificio del Antiguo Telégrafo y Teléfono;
- La Antigua Casa Alcaldía; y la
- Casa Rafael Martínez Nadal

De igual forma, el municipio cuenta con la residencia del Arquitecto Pedro Adolfo de Castro y Besosa ubicada en Villa Caparra, que, aunque no ha sido declarada lugar histórico por el "National Register of Historic Places", ha sido designada como "Sitio Histórico" por la Junta de Planificación en el año 1999. Esta residencia es otro de los acervos históricos de relevancia que ameritan su conservación. Cabe señalar que los recursos históricos mencionados pudieran no ser los únicos a conservarse dentro de los límites territoriales del Municipio, ya que existen otras edificaciones que aún faltan por ser estudiadas con el propósito de someter su nominación como propiedades históricas ante la Oficina Estatal de Conservación Histórica, y luego al Servicio Nacional de Parques.

Como se puede observar en la Tabla 12, el Municipio de Guaynabo, se estima cuenta con 39,923 viviendas. De éstas, se estima que 30,936, o el 77.56%, se encuentran ocupadas, mientras que 8,960, o un 22.44%, se encuentran vacantes. La cantidad de viviendas que hay en cada barrio responde a su población. Por ejemplo, podemos observar, que el barrio Frailes cuenta con 13,534 (33.90% del total de viviendas en el municipio), el barrio Pueblo Viejo, el barrio con la segunda menor población del municipio, cuenta con 10,214 vivienda (25.58% del total de viviendas en el municipio). Cabe señalar que esto representa una reducción de viviendas en comparación con los estimado provistos para el año 2010.

Se recalca que estas áreas históricamente densas van reflejando menos disponibilidad de espacio para acomodar diferentes actividades, incluyendo la residencial. Otra inferencia puede estar asociada a la ocupación de los espacios disponibles por otras actividades complementarias: comerciales, dotacionales, etc., para atender la gran cantidad de población que albergan dichas áreas. No obstante, el área Sur de Guaynabo ha tenido crecimiento urbano dado a nuevas áreas designadas para desarrollos residenciales según el Plan Territorial de Guaynabo 2010.

Calificación de suelo

La clasificación del uso de terreno municipal es fundamental para dar dirección a cómo se estará desarrollando, tanto el crecimiento urbano, como la conservación de áreas naturales de importancia ecológica y agrícola en el municipio. Además, la clasificación del uso de terreno municipal podría prevenir

la pérdida de vida y propiedad ante peligros naturales al identificar usos de terrenos que no permitan desarrollo de proyectos en áreas que pudieran aumentar la vulnerabilidad de la población, así como de su infraestructura crítica ante estos peligros.

Con el propósito de guiar el desarrollo y la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial y con el ánimo de crear uniformidad en el proceso de calificación de suelos, la Junta de Planificación de Puerto Rico adoptó las disposiciones contenidas en la derogada Ley de Municipios Autónomos, ahora el Código Municipal de Puerto Rico, *supra*, y en la Ley Núm. 550 del 3 de octubre de 2004 (Ley para el Plan de Uso de Terrenos),[24] para proveer a los municipios esta capacidad. Además, más adelante se aprobó el Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico consolidando el proceso de ordenación territorial de los municipios. (JP, 2015)

El Artículo 6.006 "Planes de Ordenación" de la referida Ley, autoriza a los municipios a adoptar los Planes de Ordenación de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo I, Libro VI del nuevo Código Municipal de Puerto Rico, *supra*. Estos Planes de Ordenación constituirán instrumentos del territorio municipal. Los mismos protegerán los suelos, promoverán el uso balanceado, provechoso y eficaz de estos y propiciarán el desarrollo cabal de cada municipio. Los Planes de Ordenación incluirán la reglamentación de los usos de suelo y las materias relacionadas con la organización territorial y con la construcción bajo la jurisdicción de la Junta de Planificación y de la Oficina de Gerencias "Código Municipal de Puerto Rico". El municipio podrá, a través de lo dispuesto en este Código, solicitar que se sustituyan o enmienden los reglamentos de otras agencias públicas. Los Planes de Ordenación serán elaborados, adoptados y revisados de conformidad a lo dispuesto en el Artículo 6.011 de este Código y serán compatibles con las leyes, políticas públicas, y reglamentos del Gobierno estatal, según dispuesto en el Artículo 6.014 de este Código. El Plan Territorial será el primer Plan de Ordenación que deberá preparar el municipio.

Por otra parte, el Código, *supra*, en su artículo 6.007, dispone que el Plan Territorial será un instrumento de ordenación integral y estratégico de la totalidad del territorio municipal y abarcará, al menos, un municipio. El Plan definirá los elementos fundamentales de tal ordenación y establecerá el programa para su desarrollo y ejecución, así como el plazo de su vigencia. Una de sus funciones será dividir la totalidad del suelo municipal en tres (3) categorías básicas: suelo urbano, suelo urbanizable y suelo rústico. Este sistema de clasificación se utilizará para disponer la ordenación de los casos y las estructuras en estos suelos. Las categorías a ser creadas dentro del Plan serán cónsonas y uniformes con aquellas creadas mediante reglamento por la Junta de Planificación de Puerto Rico y de conformidad con la Ley 550-2004, según enmendada, conocida como "Ley para el Plan de Uso de Terrenos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico". La designación de suelo urbanizable, si alguna, se hará de acuerdo a la determinación del Plan sobre la demanda por suelo urbano. Una vez el Plan Territorial esté en vigor, toda decisión sobre el uso del suelo se hará de conformidad con el mismo.

En el suelo urbano el Plan Territorial cumplirá, entre otros, con lo siguiente:

1. Proveer para subsanar deficiencias del desarrollo existente;
2. Propiciar el intercambio social y las transacciones económicas;
3. Promover el uso eficiente del suelo; y

[24] 23 L.P.R.A. § 227 y subsiguientes.

4. Conservar el patrimonio cultural.

En el suelo urbanizable el Plan Territorial cumplirá, entre otros, con lo siguiente:

1. Definir los elementos fundamentales de la estructura general de la ordenación del territorio;
2. Establecer un Programa de Ensanche; y
3. Regular para el suelo urbanizable no programado, la forma y condiciones en que podrá convertirse en suelo urbanizable programado.

Dentro del suelo urbanizable el Plan Territorial establecerá dos (2) categorías con las siguientes características:

i. Suelo urbanizable programado — Será constituido por aquel que pueda ser urbanizado, de acuerdo al Plan Territorial, en un período previsible de cuatro (4) años, luego de la vigencia del Plan. Este suelo urbanizable programado requiere de un Programa de Ensanche.
ii. Suelo urbanizable no programado — Será constituido por aquel que pueda ser urbanizado, de acuerdo al Plan Territorial en un período previsible de entre cuatro (4) y seis (6) años, luego de la vigencia del Plan. La conversión de un suelo urbanizable no programado en un suelo urbanizable programado requerirá que el suelo urbanizable programado tenga un Plan de Ensanche aprobado, que su desarrollo sea inminente, y que al menos la mitad de dicho suelo tenga permisos aprobados de anteproyecto o construcción. Toda conversión del suelo urbanizable no programado en suelo urbanizable programado requerirá la preparación de un Programa de Ensanche y la revisión del Plano de Clasificación de Suelo del Plan Territorial.

En el suelo rústico el Plan Territorial cumplirá, entre otros, con lo siguiente:

1. Mantener libre dicho suelo del proceso urbanizador;
2. Evitar la degradación del paisaje y la destrucción del patrimonio natural;
3. Establecer medidas para el uso del suelo de forma no urbana;
4. Delimitar el suelo que debe ser especialmente protegido debido a sus características especiales; y
5. Establecer planes para el manejo de los recursos naturales y agrícolas.

Dentro del suelo rústico el Plan Territorial establecerá dos (2) categorías:

i. Suelo rústico común — Es aquel no contemplado para uso urbano o urbanizable en un Plan Territorial debido, entre otros, a que el suelo urbano o urbanizable clasificado por el Plan es suficiente para acomodar el desarrollo urbano esperado.
ii. Suelo rústico especialmente protegido — Es aquel no contemplado para uso urbano o urbanizable en un Plan Territorial, y que, por su especial ubicación, topografía, valor estético, arqueológico o ecológico, recursos naturales únicos u otros atributos y se identifica como un terreno que nunca deberá utilizarse como suelo urbano.

La Tabla 13 provee las subcategorías, a tenor con las referidas disposiciones de ley:

Tabla 13: Subcategorías de suelo rústico especialmente protegido

SREP		Suelo Rústico Especialmente Protegido
	E	Valor ecológico

SREP		Suelo Rústico Especialmente Protegido
Ecológico	EA	Valor ecológico y agrícola
	EP	Valor ecológico y de paisaje
	EH	Valor ecológico e hídrico
Agrícola	A	Valor agrícola
	AE	Valor agrícola y ecológico
	AP	Valor agrícola y de paisaje
	AH	Valor agrícola e hídrico
Hídrico	H	Valor hídrico
Paisaje	P	Valor de paisaje

Fuente: Clasificación de suelos por municipio, Junta de Planificación 2019

La Tabla 14 provee las clasificaciones de suelo y las áreas, en cuerdas, que comprenden cada una de las categorías, según provisto por la Junta de Planificación de Puerto Rico.

Tabla 14: Clasificación de suelos en el Municipio de Guaynabo

Clasificación	Cuerdas	Por ciento (%)
Hidrografía	179.3679	0.99%
Suelo Rústico Común (SRC)	2,725.9671	14.98%
Suelo Rústico Especialmente Protegido - Ecológico (SREP-E)	2,573.5634	14.14%
Suelo Urbano (SU)	10,056.1688	55.25%
Suelo Urbanizable No Programado (SURNP)	686.2668	3.77%
Suelo Urbanizable Programado (SURP)	171.9158	0.94%
Vial[25]	1,807.0057	9.93%
Total	18,200.2555	100.00%

Fuente: Clasificación de suelos por municipio, Junta de Planificación 2019

De acuerdo con el Memorial del POT de 2010, los SU abarcan 10,358.54 cuerdas lo que equivale al 56.91% del territorio de Guaynabo. No obstante, aledaño a estos suelos urbanos, se han identificado terrenos clasificados como SREP por la presencia de los mogotes, tierras al norte del Municipio que son altamente sensibles a la erosión y al deslizamiento por razones que ya se enuncian en la sección de 'Geología'.

La mayoría de los suelos que se clasifican como urbanos fueron desarrollados por iniciativas privadas luego del año 1960. Con el transcurso del tiempo, estas intervenciones produjeron en su mayoría, vecindarios y comunidades muy atractivas. El SU de Guaynabo es aquel en donde ya se ha urbanizado la mayor parte del terreno y se ha provisto la infraestructura básica. Por lo tanto, estos terrenos han alcanzado un alto grado de desarrollo. Este tipo de suelo se encuentra localizado en los barrios Pueblo Viejo, Pueblo, Frailes y partes de Santa Rosa. Sobre estos suelos se concentran el 74.0% de las viviendas construidas en el municipio.

[25] Se hace constar que el elemento vial no se trata de una clasificación de suelo, no obstante, se incluye dentro de esta sección para ejemplificar la cantidad de espacio en el municipio destinada al sistema vial.

En el análisis se identificaron cinco (5) asuntos fundamentales: la transportación, el sistema de agua potable, las áreas recreativas, la vivienda asequible y la base económica. Estos factores hacen posible la construcción. Además, vitalizan el uso y crecimiento de la vivienda, el comercio, la industria y las áreas públicas. En las secciones de Características Físicas del Entorno y el Perfil Socioeconómico se discutieron en detalle cada uno de estos renglones. Con el propósito de examinar la posibilidad de que la población proyectada por la Junta de Planificación pueda acomodarse en los suelos urbanos vacantes, se ha divido el SU en construido y vacante. Al suelo vacante se le pueden asignar restricciones de desarrollo al ser clasificado. Las restricciones para la construcción pueden ser leves o severas.

Por ejemplo, en cuanto a las áreas que sufren inundaciones de carácter leve, las deficiencias pueden subsanarse con algunas obras de mitigación. Por otro lado, las restricciones severas se le asignan a los suelos rústicos especialmente protegidos. Las áreas inundables, por su parte, son identificados en los mapas de áreas inundables de FEMA. La falta de seguridad dificulta el financiamiento de estas propiedades por la Federal Housing Administration (FHA). Este tipo de préstamo no se otorga para edificaciones en terrenos inundables.

Es importante destacar que las áreas identificadas como susceptible a peligro natural, como, por ejemplo, las áreas inundables estarán incrementando debido a la ocurrencia del huracán Maria en el año 2017. Es decir, se amplían las áreas identificadas en los mapas de FEMA. Además, se augura que las áreas de riesgo pudieran cambiar bajo diferentes razones a considerar, como pueden ser nuevas fuentes de información, estudios de campo, nuevas tecnologías, entre otras.

En cuanto al suelo urbanizable, el POT identificó que el 9.86% del territorio municipal se encuentra bajo esta clasificación. Dentro de estos terrenos el SUP ocupó 327.63 cuerdas, (1.80%) y el SUNP contó con 1,467.27 cuerdas (8.06%). Se consideró para el desarrollo del POT de 2010 y la designación de los terrenos urbanizables programados, la extensión de los terrenos a urbanizarse según propuestos en las Consultas de Ubicación aprobadas por la Junta de Planificación. También, se consideró su localización y potencial de desarrollo. De igual forma, se analizaron las posibilidades de mejoramiento de los accesos y la futura disponibilidad de la infraestructura en los terrenos, entre otras tendencias de gran importancia.

De esta forma fue conformado el Plan Territorial aprobado por el Municipio, el cual estipula el tratamiento de los suelos municipales para esta clasificación de suelos mediante las estrategias, políticas públicas, entre otros instrumentos para dichos fines.

En cuanto al suelo urbanizable programado (SUP) el Plan Territorial consideró:

- Proyecciones de población de la Junta de Planificación muestran un crecimiento sostenido de la población. Nota: estas proyecciones ya no se tomarían en consideración, toda vez que la población no ha experimentado crecimiento y la tendencia ha producido una disminución;
- El terreno vacante disponible en Suelo Urbano apto para la construcción no debe ser mayor de 8.0%. Dentro de este porcentaje, aproximadamente 3.0% cuenta con Consultas de Ubicación aprobadas por la Unidad de Consultas de la Junta de Planificación;
- De acuerdo con la necesidad de vivienda para el año 2015, de ser construidas al menos 6,000 de las unidades propuestas en las consultas de ubicación en los suelos urbanos, cerca de 20.0% se desarrollará en SUP y el restante en otras áreas del Municipio. Por tanto, los Planes de Ensanche cubrirán la necesidad planteada;
- Se hace imprescindible disponer del terreno urbanizable, debido a que casi la totalidad del SU propuesto está consumido. Suponiendo que el Suelo Urbano fuera suficiente para este acomodo, no se puede obviar el hecho de que cerca del 68.0% de los proyectos, particularmente de

viviendas aprobadas por la Junta de Planificación, están fuera de estos suelos urbanos del municipio.

La razón para realizar los Planes de Ensanche en los barrios Hato Nuevo, La Muda y que aplicarán en el nuevo Plan de Ensanche de Camarones se apoyó en los siguientes factores:

- Gran cantidad de las cuerdas solicitadas han sido solicitadas para proyectos, particularmente de viviendas, las cuáles se encuentran localizadas en los terrenos que forman parte del Plan de Ensanche de Hato Nuevo;
- Cerca del 46.8% de las cuerdas de estos barrios han sido solicitadas para proyectos. Por otro lado, el 37.68% de las viviendas programadas estarán en el barrio Hato Nuevo.
- En el caso del Plan de Ensanche La Muda - que comprende los barrios Camarones y Río- se augura el surgimiento de usos industriales y comerciales. Al momento se registra un total de 156.57 cuerdas en Consultas de Ubicación Aprobadas. En contraste, cerca de 50.0 cuerdas han sido designadas para la construcción de viviendas, incluyendo los permisos de construcción en comunidades existentes.

En síntesis, se puede anticipar el uso de alrededor de 905.68 cuerdas para la construcción de unidades con Consultas de Ubicación aprobadas entre los tres (3) Planes de Ensanche. Por lo que se construirán una cantidad considerable de nuevas unidades de acuerdo posibilidades, tendencias, ventajas, decisiones, que se presentan en estas áreas.

Dentro del esquema actual y futuro se hace necesario explorar la posibilidad de designar un área para el establecimiento organizado de nuevas industrias. La localización de parques industriales está en el norte del Municipio y obedece a una estrategia de desarrollos regionales más bien que municipales. De acuerdo con el patrón de viajes de las personas empleadas en Guaynabo, sólo un 28.0% tiene un empleo dentro del ámbito municipal. Esta situación debe reorientarse a fin de aumentar la oferta de empleos dentro del Municipio. Como parte de la Política Pública propuesta hemos designado un sector para cumplir con esta deficiencia, apoyándonos en la idea de tener un municipio con una economía auto sostenible. Al sur de Guaynabo existe poca oferta de empleo, situación que tiende a modificarse, en especial por la presencia del Centro Operacional. Estas instalaciones albergan varias oficinas administrativas municipales y están encargadas de atender las necesidades de la población de Guaynabo, con especial atención a la del sector sur.

Los terrenos propuestos como SUP comprendieron en el POT vigente alrededor de 327.63 cuerdas. Esto equivale al 1.80% del total del territorio. Los terrenos, que se encuentran dentro de los barrios Santa Rosa, Camarones, Río, Mamey y Hato Nuevo, experimentarán un crecimiento en el desarrollo de viviendas. Estas áreas correspondían a la zona de transición propuesta en el Plan de Uso de Terrenos para el Área Metropolitana. La elaboración de Planes de Ensanche fue necesaria para lograr la integración adecuada de estos desarrollos al ámbito urbano existente. El desarrollo de los accesos viales a estas áreas es importante. De hecho, la Avenida Las Cumbres (PR-199) figura en el Plan de cinco (5) años de la Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT). De igual forma, la Ave. Los Filtros, la Ave. Periferal Sur y el Desvío Sur de la PR-834 complementarán el acceso vial al área.

En cuanto al Suelo Urbanizable No Programado (SUNP), éstos dan continuidad a los SUP y abarcan 3,788.73 cuerdas (21.20%). Se ubican en los barrios Mamey, Camarones y Río. Por la localización de éstos y por la futura construcción de nuevos accesos viales al área, se infiere la urbanización de estos suelos dentro de los próximos cuatro (4) a ocho (8) años.

Los suelos identificados como Suelo Rústico Común (SRC) en el municipio se encuentra en los barrios Guaraguao, Sonadora, Mamey, Hato Nuevo y en partes de Camarones. Ellos abarcan 3,111.43 cuerdas (17.09%). El SREP cuenta con 2,936.81 cuerdas (16.14%). Actualmente, estos suelos no son utilizados extensamente para la agricultura y el municipio establece que tampoco existen sistemas naturales de primordial importancia. Algunas laderas de las colinas y montañas tienen vegetación espesa de tipo común, pero no existen en el área bosques estatales ni industria maderera. Además, se carece de información específica sobre yacimientos arqueológicos en el área. De hecho, la topografía accidentada que predomina en el lugar no es típica de los sitios donde se encuentran yacimientos de este tipo.

La única área de importancia en el sector es el nacimiento del Río Guaynabo. Este río abastece al Municipio de agua potable, por lo que se debe conservar la calidad de sus aguas. Sin embargo, estos suelos rústicos son un importante recurso para el Municipio porque proveen oportunidades para actividades al aire libre y diversidad de áreas con belleza escénica y características naturales únicas. El patrón de desarrollo que se ha dado hasta el presente, sin embargo, amenaza el carácter rural del área. Hay dos (2) tipos fundamentales de desarrollos residenciales. Las urbanizaciones construidas en extensas fincas han sido creadas tanto por el sector privado, como por el sector público. Una de las más conocidas es Lomas del Sol, desarrollada por el sector privado antes de que existiera el concepto de ámbito de expansión urbana. También puede catalogarse la Comunidad Rural de Guaraguao, como otro ejemplo.

Además de estos desarrollos de solares residenciales y calles locales relativamente uniformes, existen otros tipos de desarrollos residenciales. La mayoría de ellos son lotificaciones que se concentran a lo largo de las carreteras. Estas segregaciones son un recurso importante de vivienda en el Municipio.

El desarrollo residencial existente en la Zona Rural o Suelo Rústico del municipio es un elemento que contribuye al bienestar de los residentes, ya que provee alternativas reales de vivienda. Es necesario estudiar la posibilidad de establecer nuevas instalaciones públicas que faciliten el desarrollo de las actividades cotidianas en estas áreas. De esta forma se evita generar largos viajes. La conservación de las áreas rurales y las áreas de belleza escénica es una de las prioridades del Plan. Éstas son idóneas para ubicar áreas de recreación pasiva en donde la topografía así lo permita. Además, se desea ubicar los posibles desarrollos con la finalidad de concretar el predominio del asentamiento consolidado en un marco rural.

En cuanto al Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP), éstos pueden ser terrenos susceptibles a deslizamiento. Por ejemplo, está el área del Cerro La Marquesa en el barrio Sonadora, formado en un período geológico reciente: el Cuaternario. Este distrito tiene como fin el proteger los terrenos con potencial de deslizamiento de las construcciones convencionales. En la colindancia con el Municipio de Cataño se designaron una considerable cantidad de cuerdas con el propósito de darle continuidad al Suelo Rústico Especialmente Protegido de la Ciénaga Las Cucharillas. Esta determinación contribuye a que ambos Planes de Ordenación armonicen su política pública de protección de los recursos.

El ejercicio de asignar una clasificación adecuada a los suelos del municipio se realiza con el propósito de organizar y diferenciar los mismos por sus características y utilización. Esta tarea, realizada en un principio como parte del primer Plan de Ordenación Territorial aprobado en el 1999, se ha revisado a la luz de los cambios en el desarrollo físico y poblacional de Guaynabo. De esta forma, se espera impulsar el que parte de los suelos alcancen un desarrollo físico pleno a través de una planificación urbana estructurada y que, por el contrario, otros suelos se preserven en su estado natural, usando medidas para detener la intervención urbana a través de leyes y política pública con el fin de preservarlos permanentemente, por su alto valor ecológico y escénico.

Como parte del proceso antes enunciado y luego de aprobación final de los Planes de Ensanche La Muda y Hato Nuevo, quedaron modificadas las clasificaciones en su delimitación dentro del total de los suelos de Guaynabo. Estas modificaciones fueron el preámbulo para las enmiendas a los planos de clasificación de los suelos del Plan de Ordenación Territorial. El resultado de este ejercicio de planificación se orientó, además, a sentar las bases para la revisión de la política pública sobre la clasificación y uso de los suelos y como consecuencia, servir de guía para las propuestas de intervención futuras, a través de los Planes de Área y Ensanche que se presentaron de forma más detallada en el Programa de Acción (Volumen II) del POT de 2010.

Por su parte, el alcance de la autonomía municipal promueve la creación de estrategias que fomenten un desarrollo ordenado en función de la demanda de terrenos y el crecimiento poblacional. La visión que debe permanecer se enfoca hacia la enajenación de los elementos conflictivos de la metrópoli, elevándose los indicadores de calidad de vida y promoviéndose un crecimiento planificado de los desarrollos futuros. El Municipio de Guaynabo se compone básicamente de residencias para vivienda, desarrollo de facilidades recreativas y deportivas, industrias y comercio. La mayor parte de las residencias están ubicadas a los alrededores del casco urbano. Esto significa que el desarrollo urbano se dirige en diferentes direcciones concentrándose más hacia el sureste del territorio. El Municipio de Guaynabo no comprende tierras agrícolas que estén en uso o de gran trascendencia.

El Municipio de Guaynabo continuará identificando y recomendando alternativas de mitigación para los desarrollos de vivienda, comercio e industria en zonas de peligro o de alto riesgo. Esta fiscalización se hará a través del Oficial de Mitigación Municipal tomando como base el Plan de Ordenación Territorial. Éste identificará desarrollos de viviendas y estructuras existentes en áreas cercanas a zonas inundables y tendrá la encomienda de velar, analizar y recomendar medidas de mitigación relacionadas a los proyectos a desarrollarse en la jurisdicción.
Con el propósito de analizar la planificación futura del municipio, se utilizó como base el POT, el cual tiene como tarea la planificación del crecimiento en la jurisdicción. Desde el documento de Memorial, Programa de Acción hasta la Reglamentación: Reglamentos y Planos queda establecida la dirección del desarrollo mediante su política pública. Utilizando el POT como base para el futuro desarrollo de los terrenos y uso de suelos de la jurisdicción, se refuerza el proceso de mitigación en las áreas de riesgos o vulnerables, logrando así la reducción de daños a vidas y propiedades, al igual que la inversión federal y municipal en la recuperación a consecuencia de desastres

3.4 Industria y empleos

Según los estimados del ACS para el 2010, el Municipio de Guaynabo tuvo una fuerza laboral ascendente a 40,211 personas. Del total de personas empleadas para el año 2010, se estima que 8,143 (20.25%) personas laboraban en la industria de servicios educativos, cuidado de la salud y asistencia social. La segunda posición de empleos en Guaynabo, la tuvo el sector de Servicios profesionales, científicos, de gerencia, administrativos y de manejo de residuos con 5,038 (12.53%) personas laborando en esta industria. El sector que menor cantidad de empleos generó lo fue el de Agricultura, silvicultura, caza, pesca y minería con un total de 146 empleos o el .36% del total de personas empleadas en el Municipio de Guaynabo.

Posteriormente, el ACS de 2018 estima que la cantidad de personas empleadas disminuyó desde el año 2010 en un 11.67% o 4,692 personas menos empleadas en Guaynabo. No obstante, se estima que la industria de servicios profesionales, científicos, de gerencia, administrativos y de manejo de residuos

incrementó en un 15.14%, manteniéndose como una de las industrias con mayor número de personas empleadas en el municipio.

Tabla 15: Personas con empleo por industria

Industria	2010	Por ciento (%)	2018	Por ciento (%)	Por ciento de cambio
Municipio de Guaynabo (Total de personas con empleo)	40,211	100.00%	35,519	100.00%	-11.67%
Agricultura, silvicultura, caza, pesca y minería	146	0.36%	103	0.29%	-29.45%
Construcción	2,385	5.93%	1,478	4.16%	-38.03%
Manufactura	2,036	5.06%	1,491	4.20%	-26.77%
Comercio al por mayor	2,192	5.45%	1,549	4.36%	-29.33%
Comercio al detal	4,677	11.63%	3,769	10.61%	-19.41%
Transportación y almacenaje, y empresas de servicios públicos	1,657	4.12%	1,150	3.24%	-30.60%
Información	940	2.34%	976	2.75%	3.83%
Finanzas y seguros, bienes raíces, alquiler y arrendamiento	3,837	9.54%	3,782	10.65%	-1.43%
Servicios profesionales, científicos, de gerencia, administrativos y de manejo de residuos	5,038	12.53%	5,801	16.33%	15.14%
Servicios educativos, cuidado de la salud y asistencia social	8,143	20.25%	8,011	22.55%	-1.62%
Artes, entretenimiento, recreación y servicios de alojamiento y comida	2,614	6.50%	2,646	7.45%	1.22%
Otros servicios, excepto administración pública	2,837	7.06%	2,046	5.76%	-27.88%
Administración pública	3,709	9.22%	2,717	7.65%	-26.75%

Fuente: US Census Bureau, American Community Survey 2010 and 2018 Estimates

3.5 Inventario de Activos Municipales

El Municipio de Guaynabo a través de su Comité de Planificación identificó las instalaciones críticas en riesgo, a través del municipio, en toda su extensión territorial. Lo identificado es necesario para poder brindar servicios esenciales y básicos a las comunidades ya que son de interés público para la población. La respuesta de recuperación luego de un evento depende de las condiciones de las instalaciones.

En esencia, una instalación crítica proporciona servicios y funciones esenciales para una comunidad, especialmente durante y después de la ocurrencia de un evento natural. Algunos ejemplos de instalaciones críticas que requieren una consideración especial incluyen:

1. Estaciones de policía, estaciones de bomberos, instalaciones críticas de almacenamiento de vehículos y equipos, y centros de operaciones de emergencia necesarios para las actividades de respuesta a inundaciones antes, durante y después de una inundación;
2. Instalaciones médicas, incluyendo, pero sin limitarse, a hospitales, residencias (asilos u hogares) de ancianos, bancos de sangre y servicios de salud, incluyendo aquellos que almacenan documentos médicos de vital importancia, propensos a tener ocupantes que puedan padecer de impedimentos físicos para evitar lesiones o la muerte durante una inundación;
3. Escuelas y centros de cuidado diurno, especialmente si se designan como refugios o centros de desalojo;
4. Estaciones de generación de energía y otras instalaciones públicas y privadas de servicios de salud que sean vitales para mantener o restaurar servicios normales a zonas impactadas antes, durante o después de un evento natural;
5. Plantas de tratamiento de aguas y aguas residuales;
6. Estructuras o instalaciones que produzcan, utilicen o almacenen materiales altamente volátiles, inflamables, explosivos, tóxicos y/ o reactivos al agua; y
7. Sistemas de rellenos sanitarios o instalaciones de desperdicios sólidos.

Por todo lo cual y cumplimiento con los requisitos de actualización del Plan del Municipio de Guaynabo, se han identificad estructuras que sirven como instalaciones críticas. Así pues, se realizó un inventario de aquellas instalaciones que deben permanecer en funcionamiento antes, durante y después de un evento natural para ofrecer servicios esenciales a las comunidades de Guaynabo.

La Tabla 16 provee, en detalle, todas las instalaciones o activos del municipio e identifica si la instalación es considerada como crítica o no.

Tabla 16: Inventario de activos municipales e instalaciones críticas[26]

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Bo. Pueblo Viejo					
Boy Scouts Oficinas Administrativa	Sector Amelia, Pueblo Viejo		Administrativo		Sí
Mini Alcaldía y Centro de Envejecientes	Sector Amelia, Pueblo Viejo		Administrativo		Sí
Amelia Marketplace	Sector Amelia, Pueblo Viejo		Administrativo		No

[26] Los siguientes datos, según provistos por la Junta de Planificación de Puerto Rico, han sido verificados y actualizados por el Comité de Planificación del Municipio de Guaynabo, cuyo punto de contacto lo fue la Plan. Rosa Lozano Torres.

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Centro de Diagnóstico y Tratamiento (CDT)	Calle Diego Vega, Sector Amelia, Pueblo Viejo		Salud		sí
Centro de Envejecientes	Calle Desembarcadero #14, Sector Amelia, Pueblo Viejo		Servicios		Sí
Centro Servicios Múltiples	Sector Sabana, Pueblo viejo		Servicios		Sí
Edif. William Garcés (Cuartel Municipal Zona Norte, Emergencias Médicas, Administración)	Calle De Diego esq. Matienzo Cintrón, Sector Amelia, Pueblo Viejo		Servicios		Sí
Obras Públicas y Control Ambiental	Sector Amelia, Pueblo Viejo		Servicios		Sí
Centro Servicios Múltiples Juan Domingo (Centro Envejecientes, cuartel, Head Start, Administración)	Calle Flamboyán, Pueblo Viejo		Servicios		Sí
Gimnasio Mun. de Boxeo Felix “Pintor” Pagán	Carr. PR-24, km. 2.2, Sector Vietnam, Pueblo Viejo		Deporte		No
Complejo Deportivo Torrimar (Canchas de Tennis, Parque Pelota, Pista, Parque de Soccer)	Ave. Ramírez de Arellano, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Cancha Baloncesto bajo techo San Miguel	Sector El Polvorín, Juan Domingo, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Béisbol Miguel Ruiz Cachindere	Sector Amelia, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Coliseíto Rafael Rexach (Cancha Baloncesto bajo techo)	Calle Diego Vega, Sector Amelia, Pueblo Viejo		Recreativo		No

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Parque Urbano Desiderio (Pista caminar)	Calle Martinez Nadal, Sector Amelia, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo-Urb. Villa Verde	Calle D, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo - Urb. Mansiones de Garden Hills	Calle #5, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Torrimar (Oeste)	Calle Barcelona, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Lineal Urb. Garden Hills	Calle Paseo del Parque, Pueblo viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo-Urb. Prado Alto	Calle #1, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Crissy González (Cancha Baloncesto, Canchas Tennis, Pista Caminar)	Ave. San Patricio, int. Calle Parkside, Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Garden Court	Calle Francia Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Golden Gate	Calle Turquesa Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Tintillo Gardens	Calle #9, esq. 5 Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Arboleda	Calle Alameda Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque PasivoUrb. Caparra Hills	Calle Bucaré Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque PasivoUrb. Victor Bragger	Calle #9 Pueblo Viejo		Recreativo		No
Parque Pasivo - Urb. Ext. Villa Caparra (Cancha Baloncesto, Pista caminar, Cancha Volleyball)	Calle Roma Pueblo Viejo		Recreativo		No
Hospital del Niño	Carr. PR-19, Pueblo Viejo		Salud		Sí
Centro Servicios Múltiples Torrimar (Cuartel Policía, Emergencias Médicas, Gimnasio)	Ave. Ramírez de Arellanos		Seguridad		Sí

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Escuela Elemental Juan Román Ocasio			Refugio		Sí
Escuela Elemental Luis Muñoz Rivera II			Refugio		Sí
Escuela Elemental Juan Ponce De León			Refugio		Sí
Bo. Frailes					
Oficina Departamento Deportes	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Administrativo		No
Centro de Envejecientes Frailes	Ave. Venus #41		Servicios		Sí
Museo del Deporte	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Cultural		No
Pabellón del Judo	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Deporte		No
Gimnasio Wilfredo Gómez	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Deporte		No
Estadio Pelota José Pepito Bonano	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Deporte		No
Estadio Softball Donna Terry	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Deporte		No

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Cancha Volleyball Dolores Villegas	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Deporte		No
Canchas Tennis, Pista Caminar	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Deporte		No
Cancha Piedras Blancas	Calle Pomarrosa, Frailes		Deporte		No
Cancha Baloncesto bajo techo- Los Filtros	Carr. PR-833, Frailes		Deporte		No
Complejo Deportivo Bellomonte- (Cancha Baloncesto bajo techo)	Calle 7, Frailes		Deporte		No
Complejo Deportivo "Victor Pellot"- (Cancha Baloncesto, Parque Pelota, Canchas Tennis, Pista, Parque pasivo)	Calle Azalea, Urb. Muñoz Rivera, Frailes		Deporte		No
Parque Pasivo Urb. Apolo Clementina	Ave. Apolo- esq. Calle Rufino Rodríguez, Frailes		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Oasis Gardens	Calle Méjico, Frailes		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Alturas de Torrimar Oeste	Calle 2, Frailes		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Villas de Torrimar	Calle Reina Sofía, Frailes		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Villa Ávila	Calle # 4, Frailes		Recreativo		No
Centro Comunal y Parque Pasivo Don Santo	Calle 18, Urb. Ponce de León, Frailes		Recreativo		Sí
Parque Pasivo Antonio Torres- (Cancha Baloncesto, Cancha Tennis, Parque)	Calle 27, Urb. Ponce de León, Frailes		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Las Villas	Calle A, Frailes		Recreativo		No

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Parque Pasivo Urb. Highland Garden	Calle Los Prados		Recreativo		No
Parque Pasivo – Urb. Torrimar	Calle Salamanca		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Parkville Sur	Calle McKinley		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. El Jardín	Calle #1		Recreativo		No
Parque Pasivo y Centro Comunal Urb. El Alamo	Calle Monterrey		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Frailes Sur	Calle Villaflores		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Cerro Real	Calle B		Recreativo		No
Parque Pasivo Centro y Comunal Urb. Santa Paula	Calle Juan Ramos		Recreativo		No
Centro Comunal Urb. Torremolinos	Calle Los Frailes		Recreativo		Sí
Parque Pasivo – Urb. Las Colinas	Calle Tintillo		Recreativo		No
Parque Pasivo – Urb. Estancias de Torrimar	Calle Calistemo		Recreativo		No
Nuevo Cuartel Tránsito Policía Municipal	Carr #199, Int. Ave. San Ignacio, Sec. Los Cátala		Seguridad		Sí
Edificio Santos Rivera Pérez (Bomberos, Policía Municipal, Defensa Civil, Emergencias Médicas)	Complejo Deportivo Frailes, Boulevard del Deporte		Seguridad		Sí
Museo del Deporte (Frailes)	Boulevard del Deporte		Cultural		No
Escuela Intermedia Rafael Martínez Nadal			Refugio		Sí
Escuela Elemental Ramón Marín Solá			Refugio		Sí
Bo. Pueblo					
Antigua Casa Alcaldía	Calle José De Diego		Administrativo		Sí
City Hall- (Oficinas Municipales, Head Start)	Calle José J. Acosta esq. Calle Tapia y Rivera		Administrativo		Sí

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Anexo I- (Oficinas Municipales)	Calle José Julián Acosta		Administrativo		Sí
Anexo II- (Oficinas Municipales)	Calle José Julián Acosta		Administrativo		Sí
Centro de Gobierno (City Hall)	calle José de Diego esq. Díaz Navarro		Administrativo		Sí
Edif. Pedro Albizu Campos	Calle Betances		Administrativo		Sí
Plaza del Mercado	Calle Cecilio Urbina		Administrativo		Sí
Centro Comunal Yolanda Guerrero	Calle Albolote		Administrativo		Sí
Centro Jorgito Pérez	Calle Albolote		Administrativo		Sí
Univisión	Calle Carazo		Administrativo		Sí
Centro de Bellas Artes	Calle Carazo		Cultural		Sí
Museo de las Comunicaciones (Antiguo Telégrafo)	Calle Carazo		Cultural		Sí
Museo de la Música (Escuela Baldorioty)	Calle Carazo		Cultural		Sí
Museo de Historia de Guaynabo Escuela J.J. Acosta	Calle Carazo esq. Jose Julián Acosta		Cultural		Sí
Paraíso Recreacional Mario Jiménez	Ave. Sta. Rosa		Deporte		No
Coliseo "Mario Quijote Morales"	Ave. Sta. Rosa		Deporte		Sí
Escuela Bellas Artes (Administración, Salones, Teatro, Talleres)	Calle Carazo		Escuela		Sí
Plaza de Recreo	Calle José De Diego		Recreativo		No
Anfiteatro Baldorioty De Castro	Calle Betances		Recreativo		Sí
Plaza Urbina	Calle Carazo		Recreativo		No
Plaza "La Cultura"	Calle José De Diego Esq. Calle Tapia		Recreativo		No
Plaza de los Comerciantes	Ave. San Ignacio Int. Calle Carazo		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Colimar	Calle Baldorioty		Recreativo		No
Tablado del Río	Ave. Santa Rosa		Recreativo		No
Parque de los Niños	Calle Albolote		Recreativo		No

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Guaynabo Medical Mall & Emergency Room	Ave. Las Cumbres (PR-199)		Salud		Sí
Terminal Carros Públicos	Calle Ramón E. Betances #1		Transporte		Sí
Bo. Santa Rosa					
Centro Envejecientes Santa Rosa III	Carr PR- 833, KM.1.4		Servicio		Sí
Centro Envejecientes Santa Rosa II, (Ofic. Adm. Y Defensa Civil)	Carr PR-833, Km. 6.4		Servicio		Sí
Centro Servicios Múltiples Julio González -Santa Rosa II- (Policía Municipal, Envejecientes, Administración, Head Start)	Carr PR-833, km. 6.4		Servicio		Sí
Centro Usos Múltiples Santa Rosa III - (Policía Municipal, Envejecientes, administración)	Carr. PR-837		Servicio		Sí
Museo de Transportación	R-837, Esq. Cecilio Urbina		Cultural		No
Parque Pelota Sector Canta Gallo	PR-837 interior, Santa Rosa I		Deporte		No
Parque Pelota Santa Rosa I	Carr. PR- 837		Deporte		No
Parque Pelota Santa Rosa II	PR-837, km.4.3		Deporte		No
Parque Pelota Santa Rosa III	Pt-833 esq. Calle Parque		Deporte		No
Cancha Baloncesto bajo techo Sector Canta Gallo, Santa Rosa I	Camino Canta Gallo		Deporte		No
Cancha Baloncesto bajo techo- Santa Rosa I	Carr. PR-837		Deporte		No
Cancha Baloncesto bajo techo- Santa Rosa II	PR-837, km.4.3		Deporte		No
Cancha Baloncesto bajo techo- Rosario Ortega Santa Rosa III	Calle Cándido Mantiyo		Deporte		No
Parque Pasivo Urb. Terrazas de Guaynabo (Parque, Cancha Baloncesto)	Calle Crisantemo		Recreativo		No

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Parque Pasivo Urb. Colinas Metropolitanas (Canchas Baloncesto, Tenis, Pista)	Calle El Vigía		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Sierra Berdecía	Calle Falcón		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Quintas Reales	Calle Príncipe Carlos		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Mansiones Reales	Calle Reina Sofía		Recreativo		No
Parque Pasivo Urb. Mansiones de Guaynabo	Calle #1		Recreativo		No
Estación Central de Bomberos	PR-837, KM 0.7		Seguridad		Sí
Escuela Elemental Santa Rosa III			Refugio		Sí
Bo. Camarones					
Centro Envejecientes	Carr. 169		Servicio		Sí
Nuevo Centro Envejecientes	PR-836, KM. 2.1 Sector Altos de Camarones		Servicio		Sí
Cancha bajo techo Sector Pedro Reyes	Carr. PR-835		Deporte		No
Parque Softball Evelio Rivera	Carr. 169, km. 8.9		Deporte		No
Cancha Baloncesto Bajo techo	Sector Cementerio		Deporte		No
Escuela Elemental Betty Rosado De Vega			Refugio		Sí
Bo. Guaraguao					
Centro Servicios Múltiples Petra Collazo (Policía Municipal, Envejecientes, Administración)	Camino López Cases		Servicios		Sí
Cancha Baloncesto bajo techo	Carr 833, km 4.6, Parcelas López Cases		Deporte		No
Cancha Baloncesto bajo techo	Sector Villa Isleña		Deporte		No
Parque Pelota Guaraguao	Calle del Parque		Deporte		No
Escuela Rafael Hernández (elemental e intermedia)			Refugio		Sí
Bo. Río					

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Biblioteca Electrónica	Carr. 834, km 25.5 (Comp. Dep. Pedro López)		Servicios		Sí
Polideportivo Pedro López Santos (Parque de Pelota, Cancha bajo techo Baloncesto)	Carr. 834, km 25.5 (Comp. Dep. Pedro López)		Deporte		No
Centro Operacional (Operaciones, DRAAS, Servicios Generales, Salud, Vivienda, Control Ambiental, Obras Públicas, Cafetería, Transportación)	PR-835 Km. 2		Administrativo		Sí
Centro Operacional – Almacén General, Estacionamiento	PR-835 Km. 2		Administrativo		Sí
Centro Operacional – Talleres, Mecánica y Transportación	PR-835 Km. 2		Administrativo		Sí
Complejo Deportivo Moisés García Parque Pelota	Carr. #835, Sector Mamey I		Deporte		No
Complejo Deportivo Moisés García Cancha Baloncesto bajo techo	Carr. #835, Sector Mamey I		Deporte		No
Parque Mamey II- (Cancha Baloncesto bajo techo)	Carr. PR-834		Deporte		No
Parque Mamey II- (Parque Pelota)	Carr. PR-834		Deporte		No
Escuela Elemental Juanillo Fuentes			Refugio		Sí
Escuela Elemental P.U. Mariano Abril			Refugio		Sí
Bo. Hato Nuevo					
Liga Atlética	Lomas del Sol Carr. PR-173		Administrativo		No
Centro Diagnóstico y Tratamiento Edif. Fernando Rodríguez	Carr. 834, Km. 1 Hm. 3, Sector El Laberinto		Salud		Sí

Nombre del activo	Dirección Física	Coordenadas	Uso o función del activo	Valor estimado del activo	¿Activo crítico?
Centro de Envejecientes Edif. Fernando Rodríguez	Carr. 834, Km. 1 Hm. 3, Sector El Laberinto		Servicios		Sí
Centro de Servicios Fernando Rodríguez (Policía Municipal, Defensa Civil, Emergencias Médicas, Dispensario, Ofic. Administrativas)	Carr. 834, Km. 1 Hm. 3, Sector El Laberinto		Servicios		Sí
Parque Béisbol Lomas del Sol	Carr. 173		Deportes		No
Estación Central de Bomberos Edif. Fernando Rodríguez	Carr. 834, Km. 1 Hm. 3, Sector El Laberinto		Seguridad		Sí
Bo. Sonadora					
Parque de Sonadora- (Cancha Baloncesto bajo techo)	Sector Gilo Maldonado		Deporte		No
Parque de Sonadora- (Parque Pelota)	Sector Gilo Maldonado		Deporte		No
La Marquesa Edificio Administración	PR-834, km. 3.2		Administrativo		Sí
La MarquesaTeleférico	PR-834, km. 3.2		Recreativo		No
La Marquesa Torre Observación	PR-834, km. 3.2		Recreativo		No
La Marquesa Edificio Principal (Aviario, Enfermería, Mariposario, Cafetería, etc.)	PR-834, km. 3.2		Recreativo		No
La Marquesa Vivero	PR-834, km. 3.2		Recreativo		No
La Marquesa Almacén	PR-834, km. 3.2		Administrativo		No

Fuente: Municipio de Guaynabo, 2021

Cabe señalar, que dentro de la jurisdicción territorial existen varias escuelas públicas que, a pesar de que son administradas por el Departamento de Educación de Puerto Rico y son responsabilidad estatal, igual podrían afectarse de ocurrir algún evento significativo. La lista a continuación incluye solamente las escuelas que no son utilizadas tradicionalmente como refugios. El resto de las escuelas que si son utilizadas para estos propósitos aparecen en la tabla anterior clasificadas como refugios.

Las escuelas que no son consideradas refugios son las siguientes:

- Elemental Hato Nuevo

- Elemental Alejandro "Junior Cruz"
- Elemental Román Baldorioty de Castro
- Elemental Santiago Iglesias Pantín
- Superior Rosalina C. Martínez
- Intermedia S.U. Mariano Abril
- Elemental Santa Rosa II
- Elemental Esperanza Linares
- Intermedia Juan A. Miranda
- Superior Josefina Barceló
- Superior Margarita Janer Palacios
- Elemental Luis Muñoz Rivera

3.6 Educación pública del municipio/Capacidad de difusión pública

La Tabla 17 provee un resumen de la capacidad del municipio para educar y comunicar mediante medios de difusión pública la información relacionada a los peligros naturales y las estrategias de mitigación. Estos recursos son esenciales para promover la participación y el esfuerzo colectivo para alcanzar comunidades, barrios y un municipio más resiliente. Todo esto ante la posibilidad de que ocurra un peligro natural, toda vez que le brinda herramientas a los residentes para adoptar medidas de mitigación a nivel individual.

Tabla 17: Capacidad del municipio para la difusión pública

Programa	Descripción del programa	Método de alcance	Fecha de última oferta
Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias (OMME)	Adiestramiento de rescate e información sobre desastres naturales como: huracanes, terremotos, tsunamis, inundaciones y terrorismo. Igualmente, ofrece ejercicios y simulacros y la evaluación de ejercicios y simulacros.	Talleres / Charlas	Oferta continua
Cuerpo de Bomberos	Adiestra al personal de empresas privadas sobre técnicas de prevención y extinción de incendios. Participa en simulacros y revisa estructuras de alto riesgo para promover que se corrija cualquier violación al Código de Prevención de Incendios, entre otros.	Talleres / Cursos / Publicaciones	Oferta continua
Equipo de Respuesta en Emergencia de la Comunidad (C.E.R.T., por sus siglas en inglés)	Proporciona adiestramientos de habilidades de respuesta básica a miembros de la comunidad. Educa a la comunidad sobre la preparación para desastres que puedan afectar la zona y capacita en habilidades de respuesta de desastres, tales como seguridad contra incendios, búsqueda y rescate, organización de equipos y operaciones médicas de desastres.	Talleres / Publicaciones	Oferta continua

Programa	Descripción del programa	Método de alcance	Fecha de última oferta
Cruz Roja Americana, Distrito de Puerto Rico	Programa de Primeros Auxilios, reanimación cardiopulmonar (RCP) y uso del desfibrilador externo automatizado (DEA).	Talleres presenciales y virtuales / publicaciones	Oferta continua

Capítulo 4: Identificación de peligros y evaluación de riesgos

4.1 Requerimientos para la identificación de peligros y evaluación de riesgos

La reglamentación federal 44 C.F.R. § 201.6(c)(2), provee los requisitos relacionados a la identificación de peligros y evaluación de riesgos para planes de mitigación local.

El Plan debe incluir lo siguiente:

- Una evaluación que provea la base que fundamenta la identificación de las actividades propuestas que tienen como estrategia reducir las pérdidas para los peligros identificados. Las evaluaciones de riesgos locales deben proveer información suficiente para permitir que la jurisdicción pueda identificar y tener como prioridad las acciones apropiadas de mitigación y así reducir las pérdidas relacionadas con los peligros identificados. La evaluación de peligros debe incluir:
    - Una descripción del tipo, localización y extensión de todos los peligros naturales que puedan afectar la jurisdicción. El plan debe incluir información de ocurrencias previas de los eventos de peligro y de la probabilidad de peligros futuros.
    - Una descripción de la vulnerabilidad de la jurisdicción para los peligros identificados. Esta descripción debe incluir un resumen completo de cada peligro y su impacto en la comunidad. Este plan debe describir la vulnerabilidad en términos de:
        - Cantidad de estructuras existentes, infraestructura e instalaciones críticas localizadas en las áreas de peligro identificadas;
        - Un estimado del potencial de pérdida monetaria a estructuras identificadas como vulnerables y una descripción de la metodología utilizada para preparar el estimado; y, por último,
        - Una descripción general del uso de tierras y desarrollo de patrones dentro de la comunidad para que las opciones de mitigación puedan ser consideradas en las decisiones futuras del uso de tierras.
    - Una descripción de todas las estructuras aseguradas por el Programa del Seguro Nacional de Inundación (NFIP, por sus siglas en inglés) que han sufrido daños repetitivos en diferentes eventos de inundaciones. Debe incluir explícitamente si la comunidad participa en el NFIP y cumplen con sus regulaciones. Debe incluir también una tabla que muestre pérdidas de propiedad repetitivas junto con una tabla de solicitudes y pérdidas de NFIP.
    - Los planes que incluyen varias jurisdicciones deben evaluar los riesgos de cada jurisdicción cuando varían de los riesgos enfrentados en el área general.[27]

4.2 Peligros naturales que pueden afectar al municipio

Se consideraron varios factores para determinar los peligros naturales a los que el Municipio de Guaynabo es susceptible. Primero, se consideraron los peligros naturales analizados en el Plan de Mitigación de 2016. Además, se consideraron los peligros presentados en el Plan de Mitigación estatal, específicamente aquellos peligros a los que se encuentra expuesto el municipio. Por último, se incluyen nuevos peligros naturales que no se fueron considerado en los planes mencionados anteriormente, toda vez que presentan una amenaza para el municipio al momento de desarrollar este Plan actualizado.

La Tabla 18 provee los detalles de un peligro natural que pudo o puede afectar al municipio.

[27] 44 C.F.R. § 201.6(c)(2)

Tabla 18: Riesgos naturales que afectan al municipio

Peligro natural	¿Incluido en el Plan de Mitigación del Estado?	¿Incluido en el plan anterior?	¿Incluido en este Plan?	Notas
Aumento del nivel del mar	Sí	No	Sí	• El Plan Estatal para la Mitigación de Riesgos Naturales en Puerto Rico (2016) incluye este riesgo como materia de estudio. Esto incluye como el cambio climático afecta las estructuras e infraestructura que particularmente se encuentren ubicadas en la costa. Con relación al aumento del nivel del mar. • Para abordar la limitación de la información, es importante promover estudios científicos especializados que proporcionen más información sobre los peligros discutidos anteriormente, porque su magnitud podría aumentar el efecto del calentamiento global. • Se contempla e incluye este riesgo como parte de la actualización de este Plan.
Sequía	Sí	Sí	Sí	• El Plan Estatal para la Mitigación de Riesgos Naturales en Puerto Rico (2016) incluye la sequía como uno de los peligros que podrían afectar a la isla, sin embargo, en Puerto Rico, no se experimentan condiciones extremas de sequía con frecuencia. • Se contempla e incluye este riesgo como parte de la actualización de este Plan.

Peligro natural	¿Incluido en el Plan de Mitigación del Estado?	¿Incluido en el plan anterior?	¿Incluido en este Plan?	Notas
Terremotos	Sí	Sí	Sí	• El Plan Estatal para la Mitigación de Riesgos Naturales en Puerto Rico (2016) incluye los terremotos como uno de los peligros que podrían afectar a la isla, ya que cada día existe un índice de probabilidad en donde en promedio ocurren tres a cuatro movimientos telúricos en Puerto Rico. • Este plan de mitigación incluye un análisis de este evento a base de los índices de licuefacción, así como el deslizamiento de tierra inducido por terremotos. • Igualmente, se provee una narrativa sobre el efecto de las ondas sísmicas en este tipo de evento.
Inundaciones	Sí	Sí	Sí	Se contempla e incluye este riesgo como parte de la actualización de este Plan. Incluye huracanes y tormentas tropicales.
Deslizamiento	Sí	Sí	Sí	Los deslizamientos que ocurren en el municipio son mayormente accionados por lluvia.
Vientos fuertes	Sí	Sí	Sí	Los eventos de vientos fuertes están asociados a eventos como huracanes o tormentas tropicales.
Tsunamis	Sí	Sí	Sí	Se discute en este Plan, toda vez que el municipio queda en la costa y se ve amenazado por este peligro natural.
Marejada Ciclónica	Sí	Sí	Sí	En el Plan anterior se discute el peligro de marejada ciclónica en la sección de inundación.
Incendios forestales	Sí	Sí	Sí	Se discute en este Plan, toda vez que el municipio está expuesto a este peligro natural.

4.3 Cronología de eventos de peligros o declaraciones de emergencia

La Tabla 19 provee detalles de los eventos de peligros naturales ocurridos a nivel isla que tuvieron un impacto significativo directo o indirecto sobre el municipio:

Tabla 19: Cronología de eventos de peligros

Fecha de la ocurrencia	Tipo de peligro	Descripción del evento	DR/EM # (si aplica)
22 de agosto de 2020	Tormenta Tropical	El sistema Laura impactó a la Isla con fuertes lluvias y vientos fuertes causando inundaciones severas particularmente en el centro y oeste de la Isla. Preliminarmente, la acumulación más alta de lluvia registrada por el Servicio Nacional de Meteorología fue de 4.09 pulgadas en Villalba.	EM-3537-PR
29-30 de julio de 2020	Tormenta Tropical	El sistema Isaías produjo mucha agua e inundaciones, así como vientos fuertes en el área de Puerto Rico. El evento de tormenta tropical produjo riesgos asociados a viento fuertes de 50 mph. Igualmente, trajo consigo copiosas lluvias que intensificaron los problemas de inundación en varios municipios de Puerto Rico. Se recibieron de entre 3 a 6 pulgadas de lluvia y en algunas áreas aisladas 8 pulgadas de lluvia, mientras que el oleaje se estimó alcanzó de entre 10 a 18 pies, produciendo inundaciones costeras o marejadas ciclónicas.	DR-4560-PR EM-3532-PR
7 de enero de 2020	Terremoto	Según el USGS se registró un terremoto de intensidad M 6.5, a las 4:24 a.m., afectado los 78 municipios, principalmente el área sur. El epicentro se originó a aproximadamente 8.4 millas al suroeste de Ponce, con una profundidad de 8 millas. Los esfuerzos de respuesta ante la emergencia se implementaron retroactivo al 28 de diciembre 2019 y fechas subsiguientes.	FEMA-4473-DR-PR[28] FEMA-3426-EM-PR[29]

[28] Periodo de incidente: 28 de diciembre de 2019 en adelante. Declaración de Desastre Mayor: 16 de enero de 2020. https://www.fema.gov/disaster/4473

[29] Periodo de incidente: 28 de diciembre de 2019 al 4 de febrero de 2020. Declaración de emergencia: 7 de enero de 2020. https://www.fema.gov/disaster/3426

Fecha de la ocurrencia	Tipo de peligro	Descripción del evento	DR/EM # (si aplica)
6 de enero de 2020	Terremoto	Terremoto de intensidad M 5.8 y sus réplicas. A las 8:50 a.m. se confirmó un segundo temblor de M 4.6. Su ubicación de dio a 12.38 km de este-sureste de Guánica. A las 5:37 p.m. se registró otro sismo de M 4.27 que se ubicó en Mayagüez 20.29 km al sureste de Guánica.	FEMA-3426-EM-PR
28 de diciembre de 2019	Terremoto	Terremoto de intensidad M 4.7, afectando a los 78 municipios y sobre 500 M 2+, 32 de los cuales fueron de intensidad M 4+	FEMA-4473-DR-PR FEMA- 3426-EM-PR
20 de septiembre de 2017	Huracán	El huracán María, ciclón tropical de categoría IV, impactó a la Isla causando daños catastróficos generalizados.	FEMA-4339-DR-PR FEMA-3991-EM-PR
5 de septiembre de 2017	Huracán	El huracán Irma, ciclón tropical de categoría V, pasó al norte de la Isla, causando vientos de tormenta tropical y lluvias torrenciales.	FEMA-4336-DR-PR FEMA-3384-EM-PR
22 de agosto de 2011	Huracán	La tormenta tropical Irene entró por el este de la Isla, solo convirtiéndose en huracán luego de salir por el norte hacia el océano atlántico. Su efecto principal fueron inundaciones causadas por fuertes lluvias, con daños en áreas causados por vientos de tormenta tropical.	FEMA-4017-DR-PR FEMA-3326-EM-PR
17 de septiembre de 2004	Inundación	La tormenta tropical Jeanne, que luego de pasar por Puerto Rico se convirtió en ciclón tropical de categoría III, pasó por encima de la Isla, depositando grandes cantidades de agua y causando inundaciones, deslizamientos y daños por viento.	FEMA-1552-DR-PR
16 de mayo de 2001	Inundación	Inundaciones y deslizamientos a causa de tormentas severas.	FEMA-1372-DR-PR
17 de noviembre de 1999	Huracán	El huracán Lenny, ciclón tropical de categoría IV, pasó al sur de la Isla, causando fuertes lluvias e inundaciones alrededor de la Isla.	FEMA-3151-EM-PR
24 de septiembre de 1998	Huracán	El huracán Georges, ciclón tropical de categoría III, entró por el noreste de la Isla, causando fuertes daños por viento y lluvias torrenciales que llevaron a inundaciones.	FEMA-1247-DR-PR/EM-3130

Fecha de la ocurrencia	Tipo de peligro	Descripción del evento	DR/EM # (si aplica)
9 de septiembre de 1996	Huracán	El huracán Hortense, ciclón tropical de categoría I, entró por el suroeste de la Isla, causando daños por viento en esa área y depositando grandes cantidades de lluvia en el resto de la Isla.	FEMA-1136-DR-PR
21 de septiembre de 1989	Huracán	El huracán Hugo, ciclón tropical de categoría V, entró a la Isla por el noreste, causando grandes daños por medio de fuertes vientos y lluvias torrenciales.	FEMA-842-DR-PR
2 de septiembre de 1979	Huracán	El huracán David, ciclón tropical de categoría V, pasó al sur de la Isla, causando daños en áreas del sur por vientos y depositando grandes cantidades de lluvia en el resto de la Isla.	FEMA-597-DR-PR
19 de septiembre de 1975	Inundación	La tormenta tropical Eloísa, que luego se fortaleció a huracán de categoría III, pasó al norte de la Isla, depositando grandes cantidades de lluvias y causando inundaciones.	FEMA-483-DR-PR
26 de mayo de 1964	Sequía	Sequía extrema.	FEMA-170-DR-PR
18 de agosto de 1956	Huracán	El huracán Santa Clara, ciclón tropical de categoría II, entró por el suroeste de la Isla, causando daños severos por viento e inundaciones en la mayoría de Puerto Rico.	
26 de septiembre de 1932	Huracán	El huracán San Ciprián, ciclón tropical de categoría IV, entró por el este de la Isla, causando daños catastróficos por viento e inundaciones.	
10 de septiembre de 1931	Huracán	El huracán San Nicolás, ciclón tropical de categoría I, pasó por el norte de la Isla, causando inundaciones en parte de la Isla.	
13 de septiembre de 1928	Huracán	El huracán San Felipe II, ciclón tropical de categoría V, entró por el sureste de la Isla, causando daños catastróficos por viento e inundaciones.	
24 de julio de 1926	Huracán	El huracán San Liborio, ciclón tropical de categoría I, entró por el suroeste de la Isla, causando daños por viento en el área y depositando grandes cantidades de lluvia en el resto de la Isla, provocando inundaciones.	

Fecha de la ocurrencia	Tipo de peligro	Descripción del evento	DR/EM # (si aplica)
11 de octubre de 1918	Tsunami	Un tsunami causado por el terremoto de San Fermín impactó el noreste de la Isla, causando daños y muertes en la costa.	
11 de octubre de 1918	Terremoto	El terremoto de San Fermín, sismo con magnitud de 7.1, sacudió el oeste de la Isla, causando daños considerables.	
22 de agosto de 1916	Huracán	El huracán San Hipólito, ciclón tropical de categoría II, entró por el sureste de la Isla, causando daños por viento en partes de Puerto Rico y depositando grandes cantidades de lluvia, causando inundaciones.	
6 de septiembre de 1910	Huracán	El huracán San Zacarias, ciclón tropical de categoría II, pasó al sur de la Isla, depositando grandes cantidades de lluvia y provocando inundaciones severas.	

Fuente: Centro Nacional de Información Ambiental (NCEI) 2019, Resumen de Declaraciones de Desastre de FEMA 2020 [30]

4.4 Metodología para determinar la probabilidad de eventos futuros

Según requerido por las reglamentaciones aplicables, la siguiente metodología fue utilizada para determinar la probabilidad de futuras incidencias de peligros naturales que pueden afectar al municipio:

- Peligros que ocurren menos de una vez cada cinco años - Baja probabilidad
- Peligros que ocurren por lo menos una vez cada cinco años - Probabilidad moderada
- Peligros que ocurren por lo menos una vez al año - Alta probabilidad

La siguiente tabla esboza los documentos utilizados para elaborar cada una de las secciones a base del peligro identificado.

[30] Esta tabla no pretende ser exhaustiva, ni presenta todos los eventos que pudieron haber afectado a la Isla de Puerto Rico o al municipio.

Tabla 20: Documentación del proceso de evaluación de riesgos

Peligro natural	¿Es este un peligro identificado como significativo en este Plan?	¿Cómo se determinó?	¿Por qué se tomó esta determinación?
Aumento del nivel del mar	Sí	• Revisión de la Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA. • Revisión de la Cuarta Evaluación Nacional del Clima (NCA4)	Basado en el estudio de GIS y la probabilidad de ocurrencia de este peligro en el municipio.
Sequía	Sí	• Revisión de la Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA. • Revisión del Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico (PEMPN). • Revisión de los datos de sequías del Monitor de Sequías de los Estados Unidos.	La sequía es parte natural de prácticamente todas las regiones climáticas. Para evaluar este peligro se utilizó la metodología estocástica para determinar la susceptibilidad del municipio ante este peligro natural.

Peligro natural	¿Es este un peligro identificado como significativo en este Plan?	¿Cómo se determinó?	¿Por qué se tomó esta determinación?
Licuación a causa de terremoto	Sí	• Revisión de la Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA. • Revisión del Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico (PEMPN). • Revisión de datos publicados por los Centros Nacionales de Información Ambiental (anteriormente conocido como el Centro Nacional de Información Geofísica). • Página web del Programa de Peligros por Terremoto del USGS. • Página web de la Red Sísmica de Puerto Rico. • Revisión de la Actualización del Plan de Mitigación Multi-riesgos, aprobado en el año 2016.	Basado en estudio de GIS, HAZUS, el plan anterior y la probabilidad de este peligro ocurrir en el municipio.

Peligro natural	¿Es este un peligro identificado como significativo en este Plan?	¿Cómo se determinó?	¿Por qué se tomó esta determinación?
Inundación	Sí	• Revisión de la Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA. • Revisión del Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico (PEMPN). • Repaso del plan de mitigación previo del Municipio de Guaynabo, adoptado en el 2014 • Repaso del "NOAA NCDC Storm Events Database" • Declaraciones históricas de desastre. • Datos de FEMA DFIRM. • Información del libro de estado de la comunidad NFIP de FEMA y del sistema de clasificación comunitaria (CRS).	• Las inundaciones ocurren en todas las jurisdicciones de Puerto Rico. • El peligro de inundación se discute minuciosamente en el Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico (PEMPN). En este se establece que Puerto Rico tiene una alta vulnerabilidad a las inundaciones. • Basado en el estudio GIS, HAZUS, el plan anterior y la probabilidad de este peligro ocurrir en el municipio.
Deslizamiento	Sí	• Revisión de la Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA. • Revisión de la incidencia y el mapa de riesgo de susceptibilidad de USGS. • Inventario de deslizamientos provocados por las intensas lluvias de los huracanes Irma y María a base de las fotografías tomadas por la NOAA / FEMA luego del evento.	Basado en el estudio de GIS y la probabilidad de este peligro ocurrir en el municipio. Además, se utiliza el índice de susceptibilidad a deslizamientos del USGS para determinar el nivel de vulnerabilidad a este fenómeno. Las categorías de bajo, moderado, alto, y muy alto corresponden a este índice. Esta base de datos se basa, a su vez, en los estudios publicados por Watson Monroe, USGS 1979

Peligro natural	¿Es este un peligro identificado como significativo en este Plan?	¿Cómo se determinó?	¿Por qué se tomó esta determinación?
Vientos fuertes	Sí	• Revisión de la Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA. • Revisión del Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico (PEMPN). • Repaso del "NOAA NCDC Storm Events Database".	• La región del atlántico, y el Caribe son propensas a la formación de ciclones tropicales. • Basado en el estudio de GIS, plan anterior y la probabilidad de que este peligro ocurra en el municipio. • Los eventos de vientos fuertes se discuten en el del Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico (PEMPN).
Tsunami	Sí	• Revisión de la Guía de Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples publicado por FEMA.	Basado en las experiencias previas del municipio, la probabilidad de este peligro ocurrir y los datos obtenidos de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés).
Marejada ciclónica	Sí	Revisión de la Guía de Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA.	Basado en las experiencias previas del municipio, la probabilidad de este peligro ocurrir y los datos obtenidos de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés).

Peligro natural	¿Es este un peligro identificado como significativo en este Plan?	¿Cómo se determinó?	¿Por qué se tomó esta determinación?
Incendios forestales	Sí	• Revisión de la Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA.	• Ante la falta de datos para generar un análisis responsable que pueda presentar la probabilidad de ocurrencia de este peligro, se incluyó narrativa general, de manera informativa, para concientizar a la ciudadanía. • Se recomienda que se comience a inventariar y documentar eventos futuros sobre este peligro.

4.5 Perfil de peligros identificados

Las siguientes subsecciones proveen la información requerida con relación a los peligros naturales, las áreas que pueden impactar, la severidad/magnitud de los peligros, eventos de peligros y la probabilidad de que ocurran peligros en un futuro. Los siguientes nueve (9) peligros naturales son los de mayor potencial a ocurrir en la municipalidad y tendrán un análisis a fondo en las subsecciones de este Plan. No obstante, previo a la discusión del peligro natural de aumento en el nivel del mar se discutirá el fenómeno del cambio climático, toda vez que este fenómeno exacerba algunos de los peligros naturales que se evaluarán respecto al municipio en este Plan. Por lo tanto, el fenómeno de cambio climático se incluye en esta sección como preámbulo a los demás peligros naturales.

4.5.1 Cambio climático/ Aumento en el nivel del mar - Descripción del peligro

El Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico incluyó por primera vez el cambio climático enfocando en uno de sus impactos de aumento en el nivel del mar como peligro natural (AEMED, 2016). En esta sección se explica cómo el cambio climático, además, ha producido la recurrencia de eventos climatológicos de mayor magnitud como los son los huracanes y tormentas tropicales. La actualización de este Plan examina, de forma separada, los peligros asociados a los eventos ciclónicos, subdividiendo el peligro entre: (1) vientos fuertes; (2) inundaciones; y (3) marejadas ciclónicas. Por su parte, se incluye dentro de la sección de cambio climático el peligro de aumento en el nivel del mar, el cual afecta al municipio por ser un municipio costero y susceptible al impacto de este peligro natural. El objetivo de esta evaluación de riesgos es documentar el efecto de este peligro natural sobre las estructuras y la población, particularmente la población de personas mayores de 65 años y niños, renglón que representa la población de mayor crecimiento a nivel Isla.

El cambio climático es el proceso por el cual cambian las condiciones atmosféricas y del tiempo de nuestro planeta llevando a patrones nuevos que pueden durar por periodos extensos, desde varias décadas hasta millones de años. Se puede dar por procesos naturales, como volcanismo, desastres naturales o impactos de asteroides (USGCRP, n.d.). El cambio climático, igualmente, puede ser definido como cambio climático antropogénico, es decir, el cambio climático a causa de las acciones de los seres humanos. (USGCRP, 2017)

La Cuarta Evaluación Nacional del Clima (NCA4, por su título en inglés), publicada en el año 2018, menciona que los efectos del cambio climático en el área del Caribe y Puerto Rico se reflejarán principalmente en el aumento de las temperaturas, la vulnerabilidad a la sequía, el aumento en el nivel del mar, la erosión costera y el aumento en el impacto de tormentas y sus efectos sobre la vida y la infraestructura crítica de la Isla. (USGCRP, 2017) El informe se basa en documentación robusta de información y análisis de datos, evaluando tanto las tendencias pasadas como las proyecciones futuras relacionadas con los cambios en nuestro clima. (USGCRP, 2017)[31] Gran parte de los datos indican que el factor principal que altera el clima global son las emisiones de gases que causan el efecto invernadero provenientes de las actividades humanas.

El clima del Caribe está en constante cambio, principalmente, debido a las crecientes concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. Igualmente, los patrones de precipitación están cambiando, las temperaturas están incrementando y algunas áreas están experimentando transformaciones adversas sobre la frecuencia y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos, como las lluvias y los ciclones tropicales. (Puerto Rico Climate Change Council, 2013)

La NCA4 indica que, en el Caribe, los siguientes impactos pueden ser observados:

- Aumentos de temperatura que reducirán aún más el suministro y aumentarán la demanda de agua potable;
- Vulnerabilidad a la sequía que difiere de las regiones localizadas en territorio continental;
- Disminución significativa de las lluvias;
- Aumento en el nivel del mar, erosión costera y aumento de los impactos de las tormentas que amenazan vidas, infraestructura crítica y medios de subsistencia en las islas;
- Preocupaciones importantes sobre las consecuencias económicas de las amenazas costeras;
- Blanqueo de corales y la mortalidad debida al calentamiento de las aguas superficiales del océano y la acidificación de los océanos; y
- Amenazas a los recursos marinos económicos críticos, incluida la pesca. (USGCRP, 2017)

El cambio climático no es un término nuevo, pero sí es materia nueva de evaluación en este Plan. En 1988, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (en adelante, PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (en adelante, OMM), crea el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). La misión de este panel de expertos fue brindar una visión científica y clara del estado actual de los conocimientos sobre el cambio climático y sus posibles repercusiones medioambientales y socioeconómicas. El cambio climático, en términos generales, es el

[31] La Ley de Investigación del Cambio Global de 1990 establece que el Programa de Investigación del Cambio Global de los Estados Unidos (USGCRP, por sus siglas en inglés) entregue un informe al Congreso y al Presidente cada cuatro años. La Cuarta Evaluación Nacional del Clima (NCA4) cumple ese mandato en dos volúmenes en el que incluye un capítulo sobre el Caribe (Puerto Rico e Isla Vírgenes). Global Change Research Act of 1990. Pub. L. No. 101-606, 104 Stat 3096–3104, November 16, 1990. https://nca2018.globalchange.gov/chapter/20/

efecto en el clima, de todas aquellas acciones del ser humano que provocan cambios a largo plazo en el sistema climático del planeta. Según los estudios, el mayor contribuyente de cambio climático es la quema de combustibles fósiles y la liberación a la atmósfera de gases que atrapan el calor. En ocasiones, se tiende a interpretar que el cambio climático es sinónimo del calentamiento global y la realidad es que este último es un factor del cambio climático. El calentamiento global, por tanto, se refiere a los efectos a largo plazo del aumento de la temperatura general del planeta. (IPCC, 2020) El cambio climático, incluye el calentamiento global, pero como parte del motor de cambios con efectos directos como lo son: el aumento en el nivel del mar, la reducción de los glaciares en las montañas, el acelerado derretimiento de las zonas polares y los cambios en los procesos de florecimiento de las flores y plantas. ("National Aeronautics and Space Administration", NASA, 2018)

El Quinto Informe de Evaluación del IPCC (IE5), indica que la influencia humana en el sistema climático es evidente. Las recientes emisiones de gases antropogénicas, las cuales estimulan el efecto de invernadero son las más altas de la historia. (IPCC, 2014) Los cambios climáticos, recientes, han tenido impactos generalizados en los sistemas humanos y naturales. Así pues, es forzoso concluir que el calentamiento en el sistema climático es inequívoco. Desde la década de los años 50, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado exponencialmente. Igualmente, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido y el nivel del mar se ha elevado. Las emisiones de gases de efecto invernadero, a causa del ser humano, han aumentado desde la era preindustrial, en gran medida como resultado del crecimiento económico y demográfico. Del año 2000 al 2010, las emisiones de gases registraron un máximo histórico. Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso han alcanzado niveles sin precedentes en los últimos 800,000 años, lo que ha causado un secuestro de energía por el sistema climático. (IPCC, 2014) Actualmente, y según el portal de la NASA, el dióxido de carbón ha aumentado a 408 partes por millón, la temperatura global ha aumentado 1.8°F desde 1880, las acumulaciones de hielo ártico han disminuido en un 13.2% en los últimos 10 años y el nivel de mar aumenta a razón de 3.2mm por año.

Entre los problemas principales de salud pública que surgen del cambio climático se encuentran:

- El efecto de calor "isla urbana" sobre los residentes de las áreas altamente urbanizadas, que se define como la generación de un microclima dado a la presencia en un área compacta de grandes cantidades de edificios de concreto y su correspondiente infraestructura;
- El efecto de calor ambiental sobre los trabajadores en situaciones donde se trabaja sin medidas para controlar los efectos de la temperatura, como sistemas de enfriamiento del aire (aire acondicionado);
- Problemas de salud relacionadas con el calor para los trabajadores rurales donde no es posible controlar tecnológicamente la temperatura ambiente, principalmente los trabajadores agrícolas;
- Un aumento de los riesgos para la salud de los ancianos y otras poblaciones vulnerables tanto en zonas rurales como urbanas dado al aumento en la prevalencia de extremos de temperatura; e
- Impactos a los ecosistemas locales que pueden tener efectos generalizados en la salud humana.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha publicado varios informes de evaluación; y ha llegado a la conclusión de que la temperatura continuará subiendo, entre 1.4 y 5.8°C antes de 2100 debido al aumento de las concentraciones en la atmósfera de gases invernadero generados por el hombre. En cuanto al costo económico, el IPCC ha estimado que el costo de protección de las costas del Mar Caribe contra el incremento pronosticado del nivel del mar podría aumentar hasta $11,000 millones de dólares, una cantidad superior a la capacidad combinada de inversión de las

economías caribeñas. Asimismo, es importante puntualizar que alrededor del mundo el aumento del nivel del mar, producto del calentamiento global, ha provocado la reducción de las líneas de costa. De igual forma, es responsable de la pérdida de terrenos costeros a causa de la penetración de las aguas tierra adentro. A su vez, al calentamiento global se le relaciona el aumento en la intensidad de tormentas tropicales, incluyendo los huracanes, debido a que la potencia de estos fenómenos crece según aumenta el calor, y particularmente la temperatura del agua. Esto puede tener como resultado un aumento en la severidad de las inundaciones, sin que aumente la disponibilidad de agua dulce para los abastos públicos. El aumento en la magnitud de las crecidas extraordinarias y relativamente infrecuentes no implicará un aumento en el volumen de agua aprovechable para el abasto, ya que en el Caribe se ha pronosticado una reducción de lluvia durante el verano, el tiempo más crítico desde el punto de vista de sequía. Lo que sí podría aumentar es la tasa de sedimentación de los embalses.

Por su parte, el Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (PRCCC, por sus siglas en inglés) se constituyó el 16 de noviembre de 2010, para evaluar la vulnerabilidad socio-ecológica de Puerto Rico y recomendar estrategias para responder a los cambios climáticos. Dicho Consejo está integrado por sobre 150 expertos que colaboran voluntariamente a través de 4 grupos de trabajo: (1) geofísica y química; (2) ecología y biodiversidad; (3) sociedad y economía; y (4) comunicaciones y medios.

En síntesis, el fenómeno de cambio climático crea nuevos peligros e incrementa la vulnerabilidad de Puerto Rico, sus municipios y comunidades, incorporando nuevos desafíos sobre el ámbito de la salud, seguridad, calidad de vida y la economía. Así pues, la comunidad científica pronostica que los fenómenos atmosféricos, clasificados bajo el renglón extremo, continuarán afectando adversamente nuestras estructuras, infraestructuras, ecosistema y economía. Por tal motivo, es forzoso concluir, que los municipios deben incorporar medidas para reducir los riesgos y los costos asociados a los efectos del cambio climático para reducir los daños significativos sobre la economía, el medio ambiente y la salud humana (USGCRP, 2017).

En el caso del Municipio de Guaynabo, por ser un municipio con un área costera, las secciones subsiguientes examinarán los resultados de la evaluación de riesgos para observar la vulnerabilidad y efectos del aumento en el nivel del mar sobre el municipio, utilizando como renglón la siguiente escala de aumento en nivel actual: un (1) pie a diez (10) pies.

4.5.1.1 Área geográfica afectada

En cuanto al área del municipio que se encuentra vulnerable al aumento en el nivel del mar, la siguiente figura ilustra las áreas de vulnerabilidad con respecto a las marejadas ciclónicas y al aumento del nivel del mar en las costas del municipio, así como la localización de los humedales y áreas costeras protegidas en el municipio.

Figura 10: Áreas de vulnerabilidad en las costas del Municipio de Guaynabo



Fuente: Climate Change Council Puerto Rico, 2019[32]

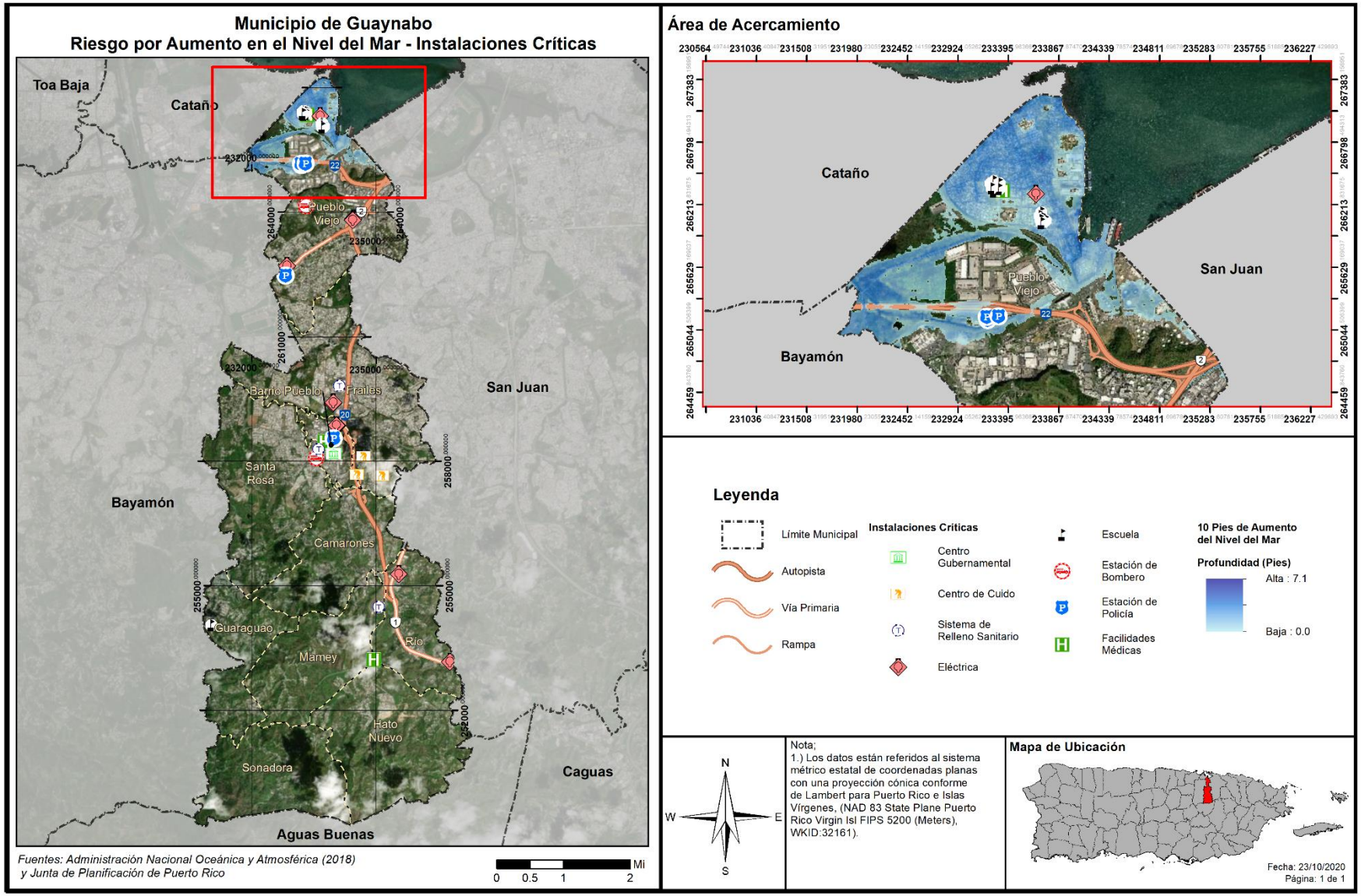
Figura 11: Leyenda de áreas vulnerables a base del PRCCC

Humedales	Aumento en el nivel del mar (50 cm)	Aumento en nivel del mar (1 metro)	Áreas protegidas	Marejada ciclónica (categoría de huracán)	Límites costeros
Estuarine Emergent Estuarine Forested Estuarine Salt Flat Estuarine Surface Water Palustrine Emergent Palustrine Forested Palustrine Surface Water Riverine Emergent Riverine Forested Riverine Surface Water	Flooded Area Low-lying Area	Flooded Area Low-lying Area	Coastal Protected Areas Marine Protected Areas Terrestrial Protected Areas	Cat. 1 Hurricane Flood Cat. 2 Hurricane Flood Cat. 3 Hurricane Flood Cat. 4 Hurricane Flood Cat. 5 Hurricane Flood	

Fuente: Climate Change Council Puerto Rico, 2019[33]

[32] Véase, Puerto Rico Climate Change Council, 2019, http://www.pr-ccc.org/climate-data-tool/
[33] *Supra*.

Figura 12: Área geográfica del Municipio de Guaynabo afectada por el peligro de aumento en el nivel del mar- 10 pies



La figura, que precede, representa el área impactada en el Municipio de Guaynabo, mostrando un escenario de aumento en el nivel del mar de diez (10) pies. Como puede apreciarse, si este impacto ocurriese, el municipio se encontraría propenso a sufrir el impacto adverso de este tipo de peligro alrededor de todo su litoral costero y áreas al noroeste del municipio, específicamente en el barrio Pueblo Viejo. Un aumento de diez (10) pies pudiera impactar zonas de alta densidad poblacional e instalaciones críticas municipales y estatales.

4.5.1.2 Severidad o magnitud del peligro

Según indicado anteriormente, el cambio climático incide sobre la severidad de múltiples peligros naturales. No obstante, el aumento del nivel del mar es un peligro reciente producto directo de dicho fenómeno y el cual produce efectos adversos sobre la población, la propiedad, los ecosistemas y la biodiversidad. En este Plan, se realiza la evaluación de este peligro a base de incrementos de un (1) pie, cuatro (4) pies, siete (7) pies y diez (10) pies. Igualmente, el análisis provee detalles, a base de datos estimados y la mejor información disponible, de la densidad poblacional, estructuras e infraestructuras, que se podrían ver afectadas por el aumento en los niveles del mar en el municipio.

Bien es sabido, que el clima del Caribe está en constante cambio, principalmente, debido a las crecientes concentraciones de dióxido de carbono en la atmósfera. Igualmente, los patrones de precipitación están cambiando, las temperaturas están incrementando y algunas áreas están experimentando transformaciones adversas sobre la frecuencia y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos, como las lluvias y los ciclones tropicales. (Puerto Rico Climate Change Council, 2013)

Según indica la comunidad científica, el aumento en el nivel del mar amenaza a la población caribeña, gran parte de la cual vive en zonas costeras. Entre los peligros que pueden ocurrir indirectamente por el aumento en el nivel del mar está la contaminación de los acuíferos por la entrada de agua salada, la erosión de las costas, las inundaciones en zonas bajas y el aumento del riesgo de marejadas. Así las cosas, el aumento en el nivel del mar afecta, entre otros, las regiones localizadas en las áreas costeras de la Isla. El aumento en los niveles del mar, combinado con fuerte oleaje y marejadas costeras, empeoran los eventos de inundación e incrementan la erosión de las costas. Lo anterior, incide sobre la creciente reducción de nuestras playas, pérdidas de barreras naturales y efectos negativos sobre nuestra economía y bienestar social.[34] De modo tal que, a pesar de que el impacto de este evento está basado en proyecciones, los municipios deben establecer un plan de colaboración y planificación integrada, con el propósito de reducir o eliminar el impacto de este efecto sobre la vida y propiedad de la región.

Es importante resaltar que el informe del Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico al 2013, indicó que en Puerto Rico el nivel del mar incrementará aproximadamente 0.4 metros para el año 2100, a base de una tendencia de incremento continuo de forma lineal de 1.4 mm/año, esto sin tasa de aceleración. El referido informe recomienda planificar para un aumento de 0.5 a 1.0 metro (1.6 a 3.3 pies) en el nivel del mar para el año 2100.[35]

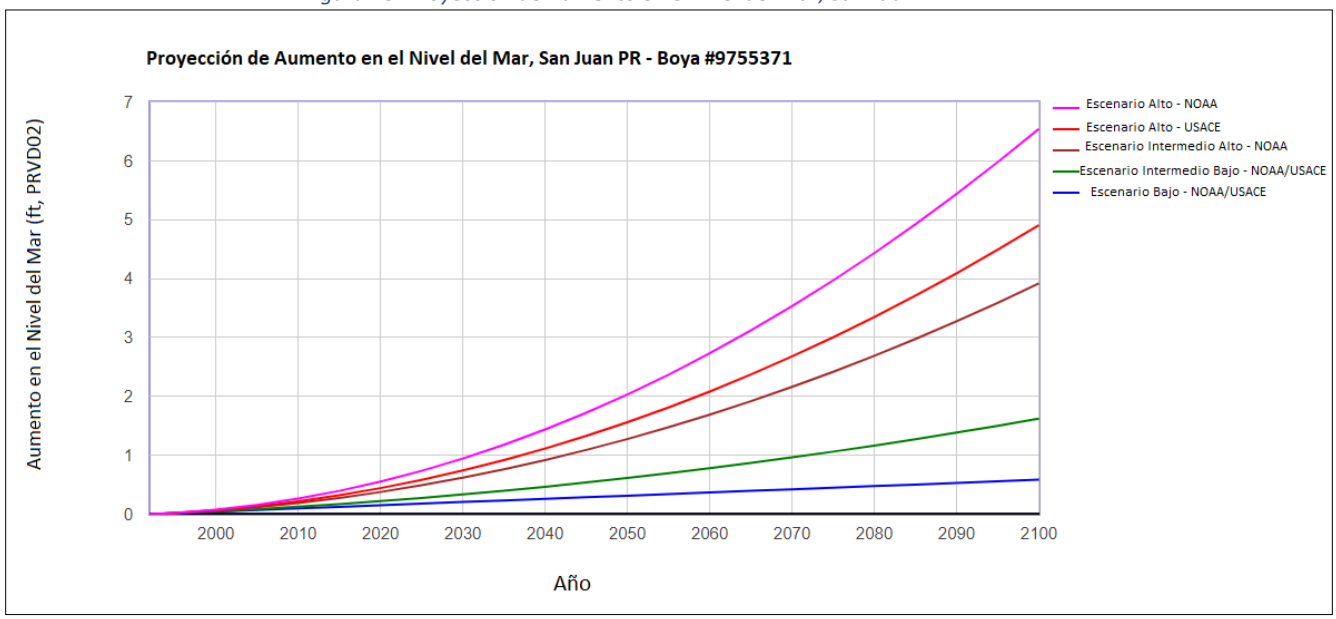
La siguiente figura nos provee las proyecciones de aumento en el nivel del mar según la boya #9755371, localizada en la Bahía de San Juan. Las curvas presentan diferentes escenarios de aumento en el nivel del mar según proyecciones de la NOAA y el Cuerpo de Ingenieros (USACE, por sus siglas en inglés).

---

[34] *Supra*, a la pág. 125.

[35] Véase, Estudio de estrategias de adaptación en la planificación de usos de terreno, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2017), a la pág. 9.

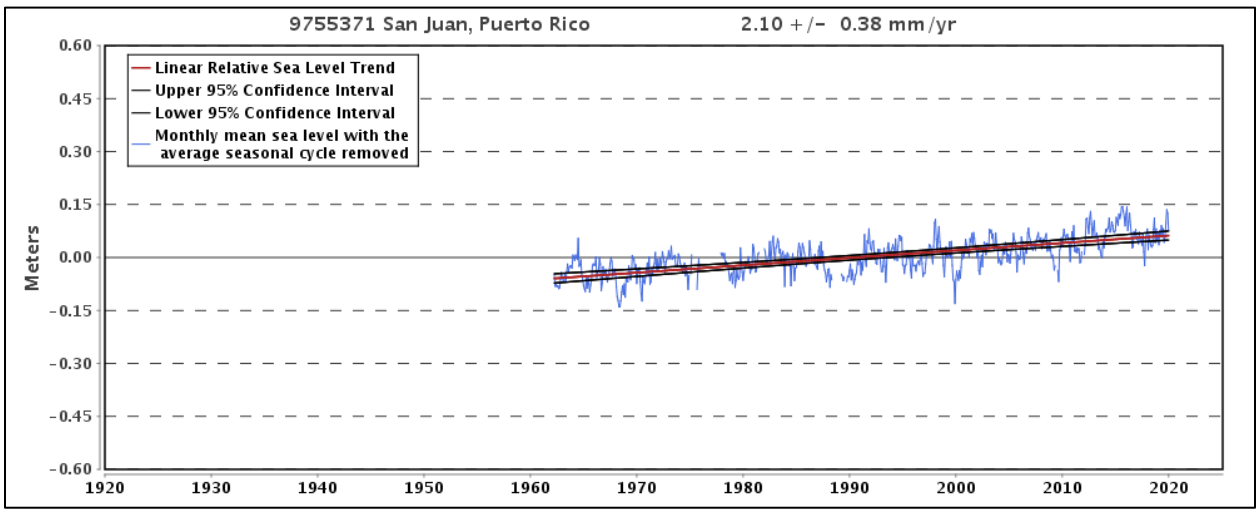
Figura 13: Proyección de Aumento en el nivel del mar, San Juan PR



Fuente*: USACE Sea-Level Change Calculator (2017.55), http://corpsmapu.usace.army.mil/rccinfo/slc/slcc_calc.html*

Por otra parte, la siguiente gráfica nos muestra los datos actuales (línea azul) de la boya #9755371 de nivel del mar promedio desde, aproximadamente, el año 1960 hasta el año 2020. Esta gráfica representa una imagen clara de la tendencia de aumento en el nivel del mar que pudiera experimentar a su vez el Municipio de Guaynabo. Esta base de datos nos muestra que la tendencia de aumento de nivel del mar es de 0.0069 pie por año (2.1 mm por año) con un margen de error de +/- 0.0012 pie por año (+/- 0.38 mm por año). Este número se acerca a otros hallazgos que se han realizado en Puerto Rico. Según el oceanógrafo Aurelio Mercado, en dos (2) localidades de Puerto Rico se registraron un promedio de 0.0066 pie por año (2.02 mm por año) de incremento del nivel del mar para la Bahía de San Juan con datos obtenidos desde el año 1962. (Mercado Irizarry, 2015)

Figura 14: Proyección de Aumento en el nivel del mar, San Juan PR



Fuente: NOAA Tides and Currents. https://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/sltrends_station.shtml?id=9755371

4.5.1.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

El cambio climático tiene como consecuencias: (1) el aumento en el nivel del mar; (2) la acidificación de los océanos; (3) el incremento en las temperaturas superficiales y oceánicas; y (4) fenómenos meteorológicos extremos. Algunos de los fenómenos meteorológicos extremos son, a saber: las sequías, tormentas, huracanes y precipitaciones. Estos fenómenos, a su vez, ocasionan un gran reto para los ecosistemas de Puerto Rico y las comunidades vulnerables[36]. El atender estas consecuencias y desarrollar medidas de mitigación de peligros, provocados por estos fenómenos atmosféricos, se desarrolla un municipio más resiliente.[37]

Consecuentemente, el municipio debe trazarse metas encaminadas a la educación sobre sus recursos naturales y la preservación de éstos. Igualmente, fomentar la protección y manejo de sus costas mediante la educación y programas de investigación y monitoreo. Por otra parte, el municipio debe optimizar la difusión pública sobre las consecuencias del cambio climático, especialmente en las costas del municipio, proveyendo herramientas esenciales a los ciudadanos para la toma de decisiones responsables y para concientizar a la ciudadanía sobre la importancia de la conservación de nuestros recursos naturales. Igualmente, es esencial fomentar el conocimiento sobre los efectos del cambio climático en los recursos naturales como ápice del desarrollo y planificación contra este peligro natural.

La infraestructura y el mercado inmobiliario, sujetos al impacto del aumento en el nivel del mar, están propensos a sufrir los embates relacionados al aumento en la frecuencia, intensidad y alcance de las inundaciones costeras, las cuales inciden sobre la economía y el flujo normal de las operaciones en las áreas afectadas. En cuanto al sistema energético, el cual su funcionamiento incide sobre todos los sectores de la economía, éste se ve afectado por los eventos climatológicos concernientes al cambio climático. Este tipo de evento repercute adversamente sobre el funcionamiento normal de aquellas instalaciones críticas que ofrecen servicios antes, durante y después de un desastre natural. A esos efectos, es indispensable desarrollar, anticipadamente, medidas para reducir el impacto sobre la vida y propiedad durante lo eventos extremos que surgen a raíz del cambio climático.

La salud humana también se ve afectada categóricamente con el cambio climático. Esto se debe al incremento de las olas de calor, inundaciones extremas y sequías, los cuales propician el incremento de enfermedades infecciosas transmitidas por medio de los alimentos y el agua, cambios en la calidad del aire y sus repercusiones sobre la salud mental de la población, quien cada vez se enfrenta a estos peligros de mayor frecuencia y magnitud. En resumen, los efectos sociales del aumento en los niveles del mar suponen diversos retos, a saber: (1) problemas en la sustentabilidad de la zona costera; (2) alteración de la economía, (3) desigualdad social; y (4) vulnerabilidad de los ecosistemas. (USGCRP, 2018) Por tal motivo, es indispensable diseñar estrategias de mitigación atemperadas a las realidades fácticas sobre este evento, toda vez que cada municipio o comunidad están expuestas a ser afectada por este peligro de manera diferente según la vulnerabilidad del área y los factores demográficos. Igualmente, las medidas de mitigación deben ser consideradas al momento de la planificación de la infraestructura y del desarrollo urbano. (USGCRP, 2018)

[36] Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (2017) Reserva Natural de Investigación Estuarina de Bahía de Jobos, Plan de Manejo 2017-2022, http://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2018/02/Plan-de-Manejo-JBNERR-2017-2022-Español.pdf

[37] *Supra*, a la pág. 12.

Los esfuerzos para frenar el cambio climático y sus efectos deben plantearse en numerosos contextos colectivos: comunidades de vecinos, centros educativos y de trabajo, municipios, gobiernos estatales y en el ámbito internacional. Ciertamente, no se trata de compartimientos independientes: unas ayudas regionales pueden propiciar que las comunidades de vecinos decidan mejorar el aislamiento de sus viviendas. Un acuerdo internacional de reducción de emisiones animará a los gobiernos nacionales a mejorar sus políticas de lucha contra el cambio climático. (Heras Hernández, 2008)

4.5.1.4 Cronología de eventos de peligro

En términos del aumento en el nivel del mar, y de acuerdo con estudios utilizando datos satelitales sobre la elevación de la superficie del océano desde el año 1993 hasta el presente, se detectó un aumento en el nivel del mar de 0.23 pies (7 cm por año), a razón de 0.0098 pie por año (3 mm por año) aumento en el nivel del mar en el planeta. (Nerem, Beckley, & et. al, 2018) El impacto de este aumento también se registra en Puerto Rico. Conforme a los estimados antes discutidos, el aumento promedio local está alineado con el aumento promedio mundial.

Existen datos que registran el aumento en el nivel del mar, pero debido a las características inherentes de este tipo de peligro el mismo se caracteriza, mayormente, por impactos futuros y no por una lista cronológica. Algunas agencias como la NOAA, USGS y USACE tiene datos recolectados y tecnología para presentarlos visualmente y así proyectar diferentes escenarios de proyecciones futuras. Debido a esto no existen datos suficientes para determinar la cronología de este peligro. Sin embargo, en el municipio reconocemos que este peligro es uno real, continuo, en contante aceleración y afectan las costas negativamente.

4.5.1.5 Probabilidad de eventos futuros

Se esperan impactos mayores en la región debido a los efectos correlacionados al fenómeno de cambio climático, toda vez que la atmósfera y los océanos continúan siendo impactados por las causas asociadas al cambio climático. Del mismo modo, los suministros de alimentos y agua se verán afectados. Los pueblos y las ciudades, así como la infraestructura necesaria para sostenerlos, se encuentran vulnerables ante los eventos climáticos extremos producto del aumento en el nivel del mar, la erosión, la sequía, los incendios y las inundaciones asociadas al cambio climático. Consecuentemente, la salud y el bienestar humano se verán afectados negativamente, así como el de los ecosistemas, la biodiversidad, la agricultura, entre otros.

Según mencionado anteriormente, el NCA4 explica que Puerto Rico enfrenta un aumento en la frecuencia de este tipo de eventos, los cuales traen impactos adversos a la vida y la propiedad. No obstante, debido a la complejidad de diversos factores que afectan el clima, su variabilidad natural, y la ausencia de datos, no existe una cronología de este tipo de peligros. No obstante, ante el peligro inminente del cambio climático al que se enfrentan Puerto Rico y el mundo entero, el 30 de septiembre de 2019, el Gobierno de Puerto Rico, anunció el nombramiento de un grupo de profesionales que integrarán el Comité de Expertos y Asesores del Cambio Climático, de conformidad con la Ley Núm. 33 del año 2019, Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico. Según expresó, este Comité servirá para asesorar y asegurar que el Gobierno Central pueda tomar decisiones informadas sobre las medidas a seguir y repercusiones del cambio climático en Puerto Rico.

Conforme a lo anterior, y tomando en consideración que la cuantificación o probabilidad de eventos futuros asociados al cambio climático no pueden obtenerse únicamente a términos estadísticos a base de registros históricos, el municipio incorpora la modelación de riesgos para obtener una perspectiva de las áreas y población que se encuentran vulnerable a los peligros naturales asociados al cambio climático a largo plazo. Este ejercicio provee diferentes escenarios, a base de la magnitud o intensidad del peligro natural esperado, así como de las áreas y población vulnerable a los riesgos inherentes a estos peligros naturales. Es decir, que debido a la naturaleza del cambio climático y las medidas que se adopten para reducir su impacto sobre la Isla y, por ende, en el Municipio de Guaynabo, la probabilidad de eventos futuros se encuentra en constante cambio. A esos efectos, será necesario llevar a cabo un estudio dirigido a auscultar el impacto del cambio climático sobre Guaynabo y áreas limítrofes. No obstante lo anterior, y conforme a las proyecciones, le asignamos al peligro de aumento en el nivel del mar una clasificación de probabilidad de ocurrencia futura moderada dentro del periodo de cinco (5) años de vigencia de este Plan.

4.5.2 Sequía – Descripción del peligro

El peligro natural de sequía representa uno de los riesgos climatológicos de alta complejidad y uno de los eventos más severos.[38] La sequía es la consecuencia de una reducción natural en la cantidad de precipitación esperada durante un período prolongado de tiempo, por lo general una temporada o más de extensión. Las temperaturas altas, vientos fuertes y niveles bajos de humedad pueden exacerbar los efectos de sequía; en áreas donde ya son prevalentes. Igualmente, la sequía puede propiciar incendios forestales de carácter severo. Las acciones humanas, y las exigencias que causan sobre los recursos hídricos, pueden acelerar los impactos relacionados con la sequía. Las sequías se presentan de diferentes formas a través de la Isla, lo que significa que hay regiones que pueden experimentar mayor impacto, mientras que otras se mantienen normales.

Las sequías se clasifican típicamente en uno de cuatro tipos:

- Meteorológico
- Hidrológico
- Agrícola
- Socioeconómico

Tabla 21: Definiciones de las distintas clasificaciones de sequía

Sequía meteorológica	Sequedad o reducción de precipitación de una cantidad promedio o esperada, basada en escalas de tiempo mensuales, por estación del año, o anuales.
Sequía hidrológica	Los efectos de un déficit de precipitación en los flujos de corriente y los niveles de embalses, lagos y aguas subterráneas.
Sequía agrícola	Déficit en la humedad del suelo en relación con las exigencias de agua de la vida vegetal, generalmente cultivos agrícolas.
Sequía socioeconómica	El efecto de las exigencias de agua que exceden la capacidad de suministro como resultado de un déficit de recursos relacionado al clima.

Fuente: FEMA Multi- Hazard Identification and Risk Assessment- A Cornerstone of the National Mitigation Strategy (MHIRA, por sus siglas en inglés)[39]

[38] Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del Estado Libre Asociado de Puerto Rico, *Informe sobre la sequía de 2014-2016 en Puerto Rico*, www.drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/01/Informe-Sequia-2014-2016.compressed.pdf.

[39] Véase, Fema's Multi-Hazard Identification and Risk Assessment – A Cornerstone of the National Mitigation Strategy (MHIRA), https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1545-20490-4487/mhira_in.pdf

La sequía meteorológica es definida por algunos científicos como intervalo de tiempo, generalmente, con una duración del orden de meses o años, durante el cual el aporte de humedad en un determinado lugar cae consistentemente, por debajo de lo climatológicamente esperado o del aporte de humedad climatológicamente apropiado. Otros son más concisos y la definen como: falta prolongada de precipitación, inferior a la media.

El primer sector económico que resulta afectado por la escasez de precipitaciones es la agricultura. Cuando no hay suficiente humedad en el suelo para permitir el desarrollo de un determinado cultivo, en cualquiera de sus fases de crecimiento, se produce una sequía agrícola. Si los niveles de humedad, en el subsuelo, son suficientes para proporcionar agua a un determinado tipo de cultivo durante el período que dure la sequía meteorológica, no llegará a producirse una sequía agrícola.

Por su parte, la sequía hidrológica es una deficiencia en el caudal o volumen de aguas superficiales o subterráneas, a saber: (1) ríos; (2) embalses: (3) lagos; (4) acuíferos; (5) entre otros. No empecé a ello, al producirse un desfase entre la escasez de lluvias y la reducción del caudal de ríos o el nivel de lagos y embalses, las mediciones hidrológicas no pueden ser utilizadas como un indicador del inicio de la sequía. No obstante, se puede utilizar como indicador de su intensidad. Así pues, este tipo de sequía se puede entender como aquel periodo durante el cual los caudales son inadecuados para satisfacer los usos establecidos bajo un determinado sistema de gestión de aguas.

La sequía socioeconómica se produce cuando la disponibilidad de agua disminuye hasta el punto de producir daños (económicos o personales) a la población de la zona afectada por la escasez de lluvias. Para tener sequía socioeconómica no es necesario que se produzca una restricción en el suministro de agua. Solo basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica. (Marcos-Valiente, 2001)

En el año 1999, se estableció el programa conocido como el Monitor de Sequía Federal. Esta plataforma publica los datos y los mapas con las condiciones de sequía para los EE. UU., incluyendo a Puerto Rico y las Islas de Hawái. El monitor recopila los datos de diferentes agencias como: la NOAA, Departamento de Agricultura Federal (USDA, por sus siglas en inglés) y el Centro Nacional de Mitigación de Sequías de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Conjuntamente, este monitor ha desarrollado unos indicadores que establecen las categorías de sequía para toda la nación.

En cuanto al indicador de la sequía de corto plazo, éste se enfoca en la precipitación con una duración de entre 1 a 3 meses. Por su parte, el indicador de sequía de largo plazo se enfoca en el período de duración de entre 6 a 60 meses. Los índices adicionales que se adoptan, sobre todo durante la temporada de cultivo, incluyen USDA/NASS Topsoil Moisture (la humedad de la capa superior del suelo), el índice KBDI (Keetch-Byram Drought Index) y los índices del satélite NOAA/NESDIS de la salud de la vegetación. Los índices que se utilizan, sobre todo durante la temporada de nieve, y en el Oeste incluyen el contenido del agua de nieve (en el continente norteamericano), la precipitación en las cuencas de los ríos, y el índice de la suministración del agua SWSI (Surface Water Supply Index). Otros indicadores para utilizarse pueden ser los niveles del agua subterránea, la capacidad de los embalses y las condiciones de los pastizales.
En Puerto Rico, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (en adelante, AAA), tiene la responsabilidad de monitorear, constantemente, las represas y embalses que se utilizan para el suministro de agua potable. Una vez las represas y/o embalses alcanzan los niveles críticos, la primera estrategia que se adopta, a nivel de los sistemas de suministro, es la reducción en la presión del agua. Si los niveles adecuados no se restablecen se procede a iniciar un racionamiento de agua. Este proceso es implementado en fases cuyos períodos tienen una duración de doce (12) horas. En casos de sequía

extrema el racionamiento de agua puede alcanzar hasta 48 horas. El área afectada se divide en sectores y las distintas fases de racionamiento de una duración dada se implementan, inicialmente, a escala local, usualmente, en los municipios de más alto consumo. En otras circunstancias extremas se pudieran ver impactados varios municipios y regiones completas pueden ser afectadas.

4.5.2.1 Área geográfica afectada

La Figura 15 ilustra la tendencia cíclica de eventos de sequía en la Isla desde el año 2000 al 2019. La severidad típica fluctúa entre sequía atípica (D0: Anormalmente Seco) a moderada (D1: Sequía Moderada). Se destaca el periodo entre los meses de julio y septiembre del año 2015, un evento significativo de sequía donde alrededor de 25% del área de la isla estuvo bajo sequía extrema (D3: Sequía Extrema). En el año 2016, el Monitor de Sequía mostraba que la Isla estaba afectada con índices de sequía atípica o anormalmente seco (D0) a niveles de sequía severa (D2), especialmente en la región sur de Puerto Rico.

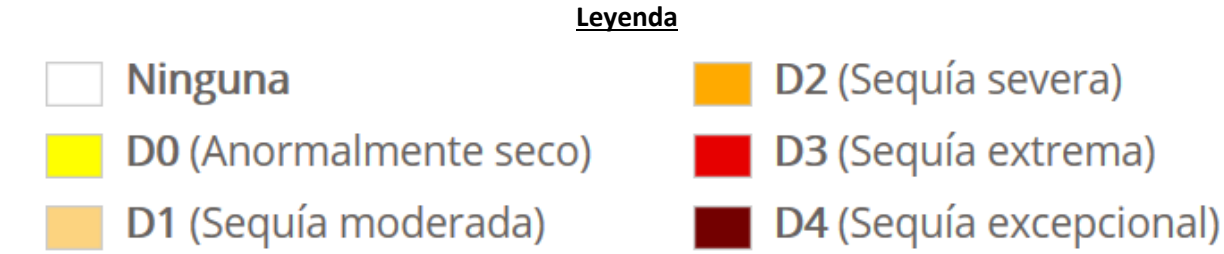
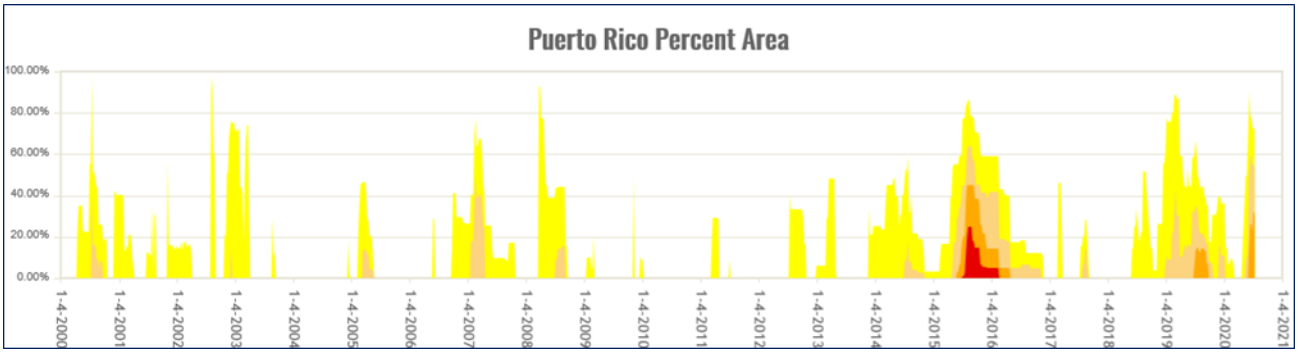


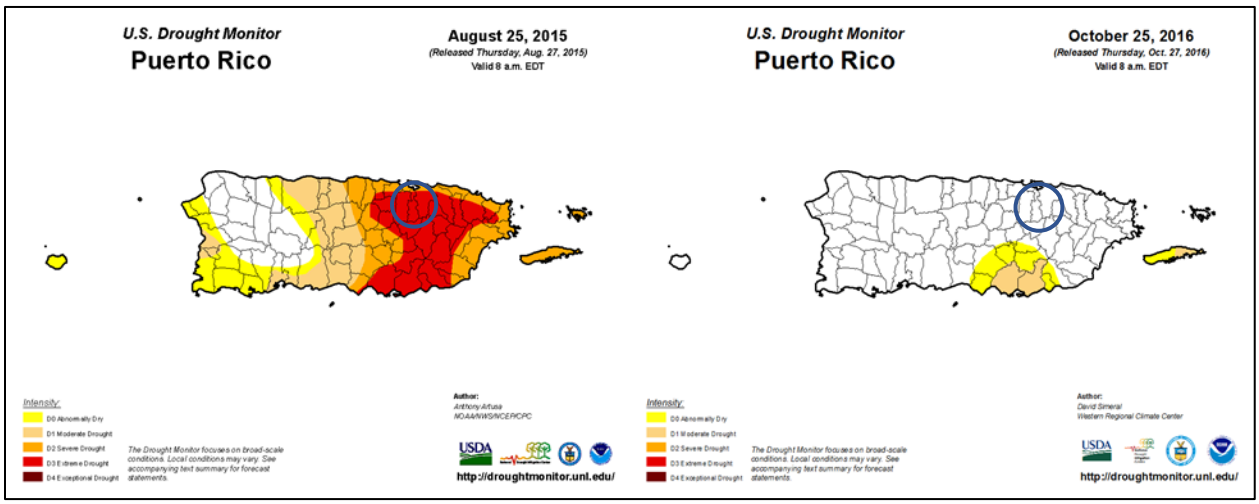
Figura 15: Niveles de sequía en Puerto Rico para los años 2000 al 2020



Fuente: Monitor de Sequía de Estados Unidos. https://droughtmonitor.unl.edu/es/LosDatos/SerieTemporal.aspx

La Figura 16 muestra cómo los eventos de sequía varían según su alcance geográfico y severidad mediante una comparación de áreas que estuvieron expuestas a diversas severidades de sequía durante el mes de agosto de 2015 y octubre de 2016. El periodo entre estas fechas representa el momento de peor sequía que ha experimentado Puerto Rico desde el año 2000.

Figura 16: Comparación de áreas bajo efectos de sequía entre los meses de marzo de 2015 y agosto de 2016



Fuente: Monitor de Sequía de Estados Unidos. https://droughtmonitor.unl.edu/es/LosMapas/LosArchivosdeMapas.aspx

Según muestra la figura que precede, el área sur de la Isla presenta niveles de sequedad que cualifican las regiones como áreas afectadas por la sequía. Igualmente, la figura muestra como grandes extensiones de Puerto Rico pueden verse afectadas por este peligro, a pesar de presentar diversidad de la intensidad y efectos por área. Por tal motivo, atender este peligro es de suma importancia para cada municipio, toda vez que la infraestructura de servicios de agua en Puerto Rico no está centralizada. Es decir, no porque un municipio no presente un nivel de sequedad que cualifique como sequía, significa que Guaynabo está exento de sufrir índices de sequía. Por el contrario, el municipio pudiera no estar presentando índices de sequedad, pero sufrir los riesgos asociados a un evento de sequía en un municipio próximo.

En lo que respecta al Municipio de Guaynabo, toda la región es susceptible a los efectos de eventos de sequía prolongada, por tal motivo, la población y la infraestructura agrícola, industrial, comercial, recreativa y de servicios se encuentra vulnerable, viéndose afectada por las sequías debido a la falta de agua y el cierre de instalaciones.

4.5.2.2 Severidad o magnitud del peligro

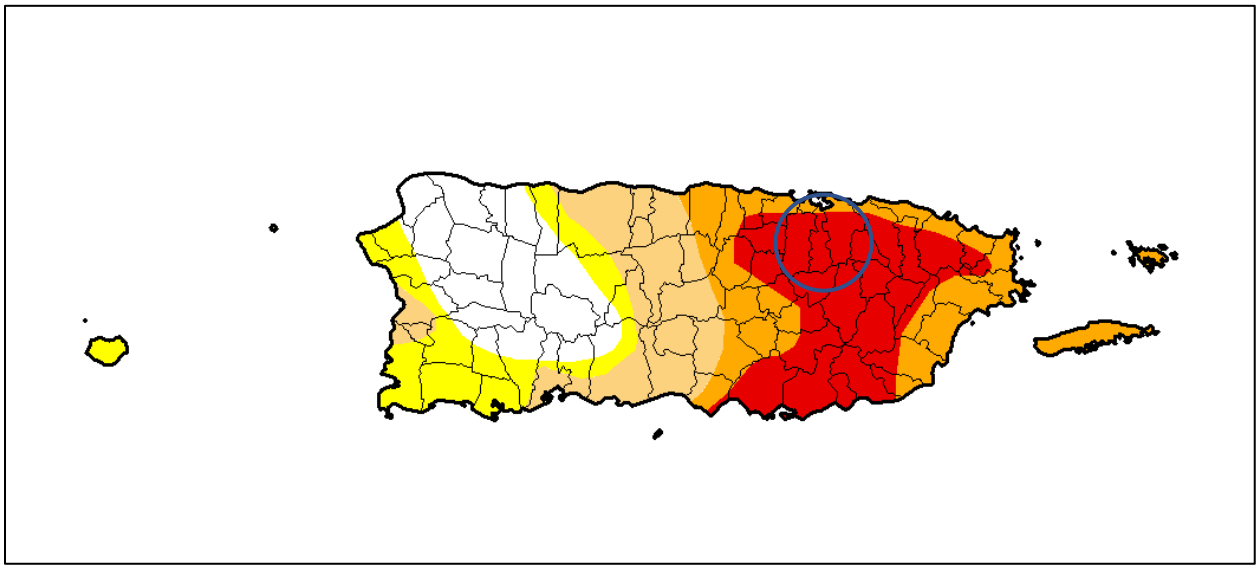
La sequía es un peligro de inicio lento, pero con el tiempo, pueden tener efectos muy perjudiciales en los cultivos, los suministros de agua municipales, los usos recreativos y la vida silvestre. Si las condiciones de sequía se extienden una serie de años, el impacto económico directo e indirecto puede ser significativo.

A largo plazo el problema que presentan las sequías será potencialmente mayor debido al efecto del cambio climático y el calentamiento global en los patrones de lluvia. Uno de los escenarios que se perfila durante las próximas décadas es un incremento en la variabilidad del clima. Esto significa que cuando ocurran sequías éstas podrían ser más intensas y prolongadas, así como mayores en términos de extensión geográfica que las experimentadas anteriormente.

Durante el desarrollo de este Plan, Puerto Rico estuvo experimentando un periodo de sequía en la mayoría de los municipios de la Isla, afectando municipios en el sur, este, noroeste y parte central de la Isla. Véase figuras a continuación. Al mes de agosto de 2020, particularmente luego del paso de la Tormenta Tropical Isaías, y posterior paso de la Tormenta Tropical Laura sobre la Isla, eventos que trajeron consigo grandes cantidades de lluvia e inundaciones, la situación se normalizó, en gran parte.

La Figura 17 ilustra la extensión territorial del momento de peor sequía que ha ocurrido en el Municipio de Guaynabo desde el año 2000, ocurriendo entre las semanas del 4 de agosto y el 1 de septiembre de 2015. Casi la totalidad del municipio se encontraba dentro de la categoría de intensidad de sequía D3 (Sequía extrema).

Figura 17: Niveles de sequía en Puerto Rico al 1 de septiembre de 2015



Fuente: Monitor de Sequía de Estados Unidos. https://droughtmonitor.unl.edu/es/LosMapas/LosArchivosdeMapas.aspx

4.5.2.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

La severidad de una sequía depende del grado de deficiencia en los niveles de humedad, su duración y el tamaño del área afectada. Los cultivos son especialmente vulnerables, así como las fuentes de agua potable como los embalses y acuíferos.

A modo de ejemplo, a nivel Isla la reducción de lluvia promedio para finales del año 2013 y año 2016, impactó adversamente los sistemas hidrográficos e hidrogeológicos, la actividad agrícola, biodiversidad terrestre y acuática y las operaciones normales de diferentes industrias que dependen en gran medida de los recursos afectados.[40] Consecuentemente, esta sequía prolongada produjo retos mayores para la Autoridad de Acueductos y Alcantarilladlos (en adelante, AAA), toda vez que el servicio de agua potable se vio comprometido en ciertas áreas de la Isla. Entre algunas consecuencias de este evento, se encuentran, a saber: la extracción de agua subterránea, el racionamiento de agua intermitente, reducción de presiones en el bombeo y en los sistemas de distribución de la AAA, remoción de sedimentos en las orillas de importantes embalses, establecimiento de oasis, activación de pozos inactivos. Algunas de estas medidas resultaron en grandes pérdidas económicas para Puerto Rico, principalmente afectando a la población, los comercios y nuestros recursos naturales.

Economía y agricultura: Al 4 de agosto de 2015, el Departamento de Agricultura informó que la sequía tuvo un costo $14,000,000.00 para atender el impacto de la sequía en la agricultura; un promedio de $2,000,000.00 por semana. Los renglones más afectados por la sequía fueron el de pastos mejorados, que sobrepasó $3,600,000.00, seguido por la pérdida de peso del ganado con $700,000.00.

[40] *Supra*, a la pág. 3.

Incendios forestales: Las sequías pueden incrementar la prevalencia e impacto de los incendios forestales. Para más información sobre este peligro, véase la sección 4.5.7.

Según los registros o informes rendidos a base de experiencias previas, se identifican los siguientes impactos a base de la categoría de sequía registrada en Puerto Rico:

Categoría	Descripción del impacto
D0	Flujo de corrientes de agua disminuye.
D1	Cultivos comienzan a recibir impacto y los agricultores comienzan con procesos de conservación de agua; incrementan los peligros de incendio y los niveles de reserva de agua comienzan a disminuir, las orillas de los lagos quedan expuestas y el caudal sigue disminuyendo.
D2	La siembra se retrasa, los ganaderos comienzan a alimentar ellos mismos al ganado y el heno escasea. El sector agrícola comienza a sufrir y los árboles y plantas empiezan a muestra indicios de estrés. Se implementa un racionamiento de agua estricto.
D3	El ganado tiene poco alimento, las cosechas comienzan a morir. Igualmente, la vida cotidiana se altera, toda vez que se ven impactado los horarios escolares, cierres de negocios y posibles brotes de enfermedades transmitidas por mosquitos. Se ven también alteraciones de la fenología de los árboles. Se amplía el racionamiento de agua y se empieza a almacenar y distribuir en camiones. La calidad del agua es mala y los acuíferos comienzan a reducirse.
D4	Puerto Rico ha tenido poca o ninguna experiencia bajo eventos de sequía D4, por tanto, no se han emitido reportes sobre este nivel.

Fuente: Monitor de Sequía de Estados Unidos, https://droughtmonitor.unl.edu/CurrentMap/StateDroughtMonitor.aspx?PR

4.5.2.4 Cronología de eventos de peligro

Según FEMA, los dos (2) periodos de sequía más recientes que han requerido asistencia federal corresponden al 26 de mayo de 1964 (declaración presidencial de desastre número 170 debido a las condiciones extremas de sequía) y al 29 de agosto de 1974 (declaración presidencial de emergencia número 3002 debido a los impactos de la sequía). Las áreas que quedaron más afectadas por la sequía se encontraron al sureste de la Isla debido a las condiciones climáticas y topográficas. Adviértase, que, con el efecto de cambio climático, ha ido experimentando cambios en los patrones de precipitación, por lo que los períodos de sequía han ido aumentando.

A continuación, algunos eventos cronológicos de sequía en Puerto Rico:

Tabla 22: Cronología de eventos de peligro - Sequía

Año	Descripción del evento
2020	Según el informe del Monitor de Sequía de los Estados Unidos, al 14 de mayo de 2020, gran parte de la isla se encontraba bajo condiciones de sequía "anormalmente seca". Asimismo, al 16 de julio de 2020, aún gran parte de la isla se encontraba bajo sequía anormalmente seca, mientras que gran extensión de los municipios del sur, suroeste y parte central-este de la Isla se encontraban bajo niveles de sequía severa. No obstante, al 4 de agosto de 2020 el 82.63% de la Isla no presentó eventos de sequía, mientras que un 17.37% presentaba niveles de sequía anormalmente seca. El Municipio de Guaynabo experimentó condiciones de D1 (sequía moderada) en las semanas entre el 9 al 30 de junio de 2020 en la totalidad del municipio. Durante el año 2020, este fue el nivel de sequía más alto que alcanzó el municipio.
2018-2019	Puerto Rico experimentó un periodo de sequía en la mayoría de los municipios de la Isla, comenzando el 26 de junio del año 2018, como clasificación de sequía atípica o anormalmente seco (D0) en las áreas del sur. Al mes de marzo del año 2019, la situación progresó a anormalmente seco en la mayoría de la Isla, con regiones en el centro y noroeste experimentando condiciones de sequía severa (D2). Eventos de sequedad, desde D0 a D2, afectan a la isla durante la mayoría del año 2019.
2013-2016	Desde fines de noviembre de 2013, se observan condiciones atípicamente secas, particularmente para la región sur del país. Para la primavera - verano de 2014 la sequía se experimentaba en la zona central de la isla y en los municipios de la costa norte centro oeste y continuó agudizándose, según el DRNA, 2016. Dicho evento se extendió y afectó a muchos municipios de la isla hasta el 2016.
1994	La sequía del '94. Esta última afectó la flora y fauna de los embalses, al igual que los ríos. Las interrupciones programadas fue una de las operaciones utilizadas en la sequía del '94. Comenzó a implementarse el 25 de abril de 1994, solo en periodos de alto consumo y, en muchas áreas, se estableció un programa de regulación de presiones. No obstante, ante la ola de calor que se experimentaba en la isla, las personas comenzaron a utilizar el agua de manera desmedida. Por lo tanto, fue necesario implantar un programa de interrupciones programadas más riguroso. Comenzó por periodos de 12 horas y se fue incrementando hasta llegar a 32 horas en la zona metropolitana. En agosto, la situación empeoró. Los niveles de La Plata y Carraízo experimentaron reducciones dramáticas, por lo que se llegó a racionar el agua en periodos de 36 y 40 horas para los clientes servidos de esas represas. El racionamiento duró hasta principios de septiembre de ese año, cuando cayeron las primeras lluvias fuertes registradas en meses. El embalse de Carraízo fue el primero en recuperar sus niveles, pero La Plata llegó a sus niveles óptimos en verano de 1995.[41]
1976-1977	Eventos de sequía moderada se extiende desde mediados de 1976 hasta el mes de octubre de 1977.
1971-1974	Se suscitó una sequía regional alrededor de toda la Isla y se consideró como la sequía más severa posterior a la estrategia de medir el caudal de los ríos a base de la merma en caudal, duración y efectos en los municipios.
1966-1968	Se experimentó eventos de sequía, específicamente en el área suroeste de la Isla y se extendió a todos los municipios. En el año 1967, el gobernador de Puerto Rico declaró zona de desastre a quince (15) municipios. Se experimentaron daños considerables en el sector agrícola. Así pues, el Departamento de Agricultura de EE. UU., otorgó acceso a los programas de préstamos agrícolas a aquellos agricultores que se vieron afectados por el evento.

[41] Como media de mitigación, fue necesario establecer un Centro de Distribución de Agua Potable para suplir a escuelas, colegios, hospitales y agencias gubernamentales, así como los camiones cisterna para ir a repartir agua a las comunidades. Su impacto económico y la falta de abastos adecuados fue estimado en $200 millones e impactó la vida diaria de 1.6 millones de personas en el país. Información obtenida de la página de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados, Infraestructura, Conservación del agua, La sequía del '94, 13 de marzo de 2015.

Año	Descripción del evento
1964-1965	El evento de sequía provocó bajas significativas en los niveles de los lagos. También, se redujo el nivel de agua en otros cuerpos de agua. El Presidente Lyndon Johnson declaró zona de desastre a veintitrés (23) municipios de Puerto Rico y autorizó asistencia de emergencia de 80,000 quintales de alimento de ganado para sustentar a las reses. Por otra parte, se estima que hubo millones de pérdidas en la agricultura.
1957	El evento de sequía provocó pérdidas en las industrias azucareras y agrícolas. Igualmente, provoco incendios en las fincas azucareras, pastos y bosques. Además, se experimentó una reducción en la generación de energía hidroeléctrica.
1951	El evento de sequía provocó pérdidas millonarias, específicamente en la industria azucarera. Igualmente, otros sectores se vieron afectados por la falta de precipitación, como lo fue a industria de tabaco, hortalizas y frutos menores. Los daños mayores se concentraron en los municipios de Caguas y San Lorenzo. Sin embargo, el servicio de agua de la AAA no se vio afectado.
1947	Ocurrencia de daños en la agricultura a nivel Isla. Consecuentemente, se activó el racionamiento de agua, especialmente en el Municipio de San Juan, se atrasó el semestre escolar y varias industrias cerraron sus operaciones.

Fuente: National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), National Climatic Data Center, Monitor de Sequía de Estados Unidos, Sequías en Puerto Rico: EcoExploratorio, 2019

4.5.2.5 Probabilidad de eventos futuros

La NCA4 menciona que entre los efectos que impacta el cambio climático en el área del Caribe, incluyendo a Puerto Rico, están el aumento de las temperaturas, la vulnerabilidad a la sequía, aumento en el nivel del mar, erosión costera y aumento en el impacto por tormentas que amenazan la vida y la infraestructura crítica de la Isla. A base la metodología para determinar la probabilidad de eventos futuros incorporada en la sección 4.4, y las experiencias previas del municipio, se le asigna una probabilidad de ocurrencia futura alta dentro de cualquiera de los índices de sequía provistos por el Monitor de Sequía de los Estados Unidos.

La sequía es un rasgo recurrente del clima, ocurre en casi todas las zonas climáticas, y sus características varían significativamente entre regiones. La sequía difiere de la aridez en que la sequía es temporal; la aridez es una característica permanente de regiones con baja lluvia. Es uno de los desastres naturales con mayor impacto económico y sobre la población, toda vez que actúa sobre grandes extensiones geográficas, en ocasiones sobre países enteros o regiones continentales, con una duración de uno hasta varios años. En todos los casos provocan un impacto directo sobre la producción alimentaria y la economía en general.

A largo plazo, el problema que presentan las sequías será potencialmente mayor debido al efecto del cambio climático y el calentamiento global en los patrones de lluvia. Uno de los escenarios que se perfila durante las próximas décadas es un incremento en la variabilidad del clima. Esto significa que cuando ocurran eventos de sequías podrán ser más intensas y prolongadas, así como mayores en términos de extensión geográfica, en comparación con las experimentadas anteriormente. Otro factor por considerar es la creciente demanda de agua en la zona metropolitana de San Juan y áreas limítrofes, la cual pudiera producir escases del recurso, así como un incremento en la vulnerabilidad de la población ante un racionamiento. Es por ello que se le asignó un nivel de probabilidad de ocurrencia futura alta.

En respuesta a la ocurrencia de este tipo de eventos, el Gobierno de Puerto Rico cuenta con un Protocolo para el Manejo de la Sequía en Puerto Rico, el cual fue firmado el 24 de abril de 2015, durante la 1ra Conferencia sobre Sequía y Cambio climático. En caso de que se declare una sequía, el municipio cumplirá con sus responsabilidades asignadas conforme al protocolo. Este protocolo tiene como finalidad servir de

herramienta e identificar de manera detallada el rol que desempeña cada agencia gubernamental incorporada. Establece diversos cursos de acción y responsabilidades para la atención de las emergencias asociadas con este evento, la investigación, análisis y monitoria de la sequía, así como las fases de educación de la población.

El acuerdo establece las cuatros (4) fases de acuerdo con la severidad del evento:

1. vigilancia,
2. aviso de estado de sequía,
3. aviso de sequía extrema,
4. culminación de la sequía extrema.

La AEMEAD es la agencia que activa el protocolo una vez el gobernador emite la declaración de emergencia por sequía, fundamentado en la declaración de la secretaria del DRNA (como establece la ley de aguas de Puerto Rico) y con la información y consejo de las demás agencias. Tan pronto AEMEAD activa el protocolo, entra en funciones el Comité Ejecutivo de Manejo de Sequía compuesto por las cinco agencias que hoy lo presentan, el Comité Científico, el Comité de Acción y Respuesta, el Comité de Manejo de Embalses y el Comité de Comunicaciones.

Como parte de los procesos de planificación urbana y previendo la ocurrencia de eventos de sequía futuros, el municipio integra estrategias de planificación dentro de su Plan de Ordenación Territorial, así como dentro de su Plan de Emergencias de Sequía del Municipio Autónomo de Guaynabo.

El Municipio Autónomo de Guaynabo establece un Plan de Trabajo ante la situación de emergencia por el racionamiento de agua potable. A estos efectos, se ha identificado los diferentes lugares que serán habilitados como Oasis según vaya surgiendo la necesidad. En cuanto al procedimiento, se incluye:

- Se establecen turnos de trabajos para atender suministros de agua potable mediante Oasis en diversas áreas de Guaynabo;
- Se inspeccionan todas las cisternas para suplir agua potable a las instalaciones municipales y brindar con los servicios pertinentes a la ciudadanía;
- Para la distribución de agua que en algún momento fuera necesario a la ciudadanía se trabajará mediante querella generada por el Sistema de Querellas del Municipio Autónomo de Guaynabo;
- Se distribuirá agua potable en todo momento a Impedidos, Encamados, Centro de Servicios, Head Start, Escuelas, Centros de Envejecientes y Cuidos Infantiles;
- Distribución de agua potable en los comienzos de Escuelas y Head Starts en los momentos que dure el racionamiento;
- Vigilancia del buen uso de agua potable; y
- Orientación de conciencia del buen uso de agua potable.

4.5.3 Terremoto - Descripción del peligro

Un terremoto es un movimiento súbito de la tierra que ocurre como consecuencia del paso de ondas o vibraciones que se esparcen en todas direcciones a partir del foco o punto de origen del terremoto. El foco representa el lugar donde se origina el movimiento de las rocas cuando se desplazan por las fallas. Por su parte, el epicentro se refiere a el punto en la superficie de la tierra que está ubicado sobre el foco.[42] Los terremotos pueden ocurrir como resultado de un cambio en la presión experimentada por la corteza

[42] Red Sísmica, Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, http://redsismica.uprm.edu

terrestre, ya sea por movimiento de placas tectónicas o ruptura de roca, una erupción volcánica, un deslizamiento de tierra, o por el colapso de cavernas o cavidades en las tierras subterráneas.

La mayoría de los terremotos son a causa de la liberación de presión acumuladas como resultado del desplazamiento de rocas a lo largo de fallas en la corteza exterior de la tierra. Estas fallas se encuentran típicamente a lo largo de los bordes de las diez placas tectónicas de la tierra. Las áreas de mayor inestabilidad tectónica ocurren en los perímetros de las placas que se mueven lentamente, ya que estos lugares están sometidos a la fuerza extrema de las placas mientras estas viajan en direcciones opuestas y a diferentes velocidades. La deformación a lo largo de los límites de la placa provoca tensión en la roca y la consecuente acumulación de energía. Cuando la tensión acumulada excede la fuerza de resistencia de las rocas se produce una ruptura, liberando la energía almacenada y produciendo ondas sísmicas, las cuales generan un terremoto.

Los terremotos pueden afectar cientos de miles de millas cuadradas y causar daños a la propiedad ascendentes a decenas de miles de millones de dólares, pérdidas de vidas y lesiones a cientos de miles de habitantes, e interrumpir el funcionamiento social y económico de las áreas afectadas. La mayoría de los daños a la propiedad y las muertes relacionadas a terremotos son a causa del colapso de estructuras debido a los movimientos de tierra. El nivel de daño que se experimente dependerá de la amplitud y duración del temblor, el cual está directamente relacionado con el tamaño del terremoto, la distancia de la falla en la que ocurre, y el lugar y geología regional del área donde se siente. Otros efectos negativos, provocados por el evento de terremoto, incluyen deslizamientos de tierra, el movimiento del suelo y la roca hacia lugares de menos altura (regiones montañosas y a lo largo de las laderas), y la licuación, proceso por el cual el suelo pierde su rigidez y comienza a actuar con propiedades de un fluido. En el caso de la licuación, cualquier cosa que depende en la rigidez de los substratos para soporte se puede trasladar, inclinar, romper o colapsar.

Puerto Rico está ubicado cerca del límite entre las placas tectónicas de América del Norte y el Caribe, un área de subducción donde una placa se mueve lentamente hacia abajo debajo de la otra. Estas zonas de subducción son sujeto a actividad sísmica sustancial y desplazamiento lateral. Por otra parte, la velocidad relativa entre el movimiento de esas dos placas es de 2 centímetros (cm) por cada año.[43]

Según la Red Sísmica de Puerto Rico, la actividad sísmica se concentra en ocho (8) zonas:

- En la Trinchera de Puerto Rico,
- En las Fallas de pendiente Norte y Sur de Puerto Rico,
- Al Noreste, en la "Zona del Sombrero",
- Al Oeste, en el Cañón de la Mona,
- En el Pasaje de la Mona,
- Al Este, en las depresiones de Islas Vírgenes y Anegada,
- Al Sur, en la Depresión de Muertos, y
- En el Suroeste de Puerto Rico.

Con el propósito de describir los tamaños de los terremotos, la sismología ha establecido tres (3) términos, a saber: (1) intensidad del terremoto; (2) magnitud del terremoto; (3) aceleración. La intensidad mide las sacudidas de las estructuras y la naturaleza en un área particular. La intensidad va a variar de acuerdo con la distancia del foco y el tiempo que dura en evento. Por otro lado, la magnitud de un terremoto se refiere

[43] *Supra*.

a aquella medida de energía, provista por los sismómetros, que es liberada durante el evento. Por último, la aceleración del suelo sirve para expresar el tamaño de un terremoto.[44]

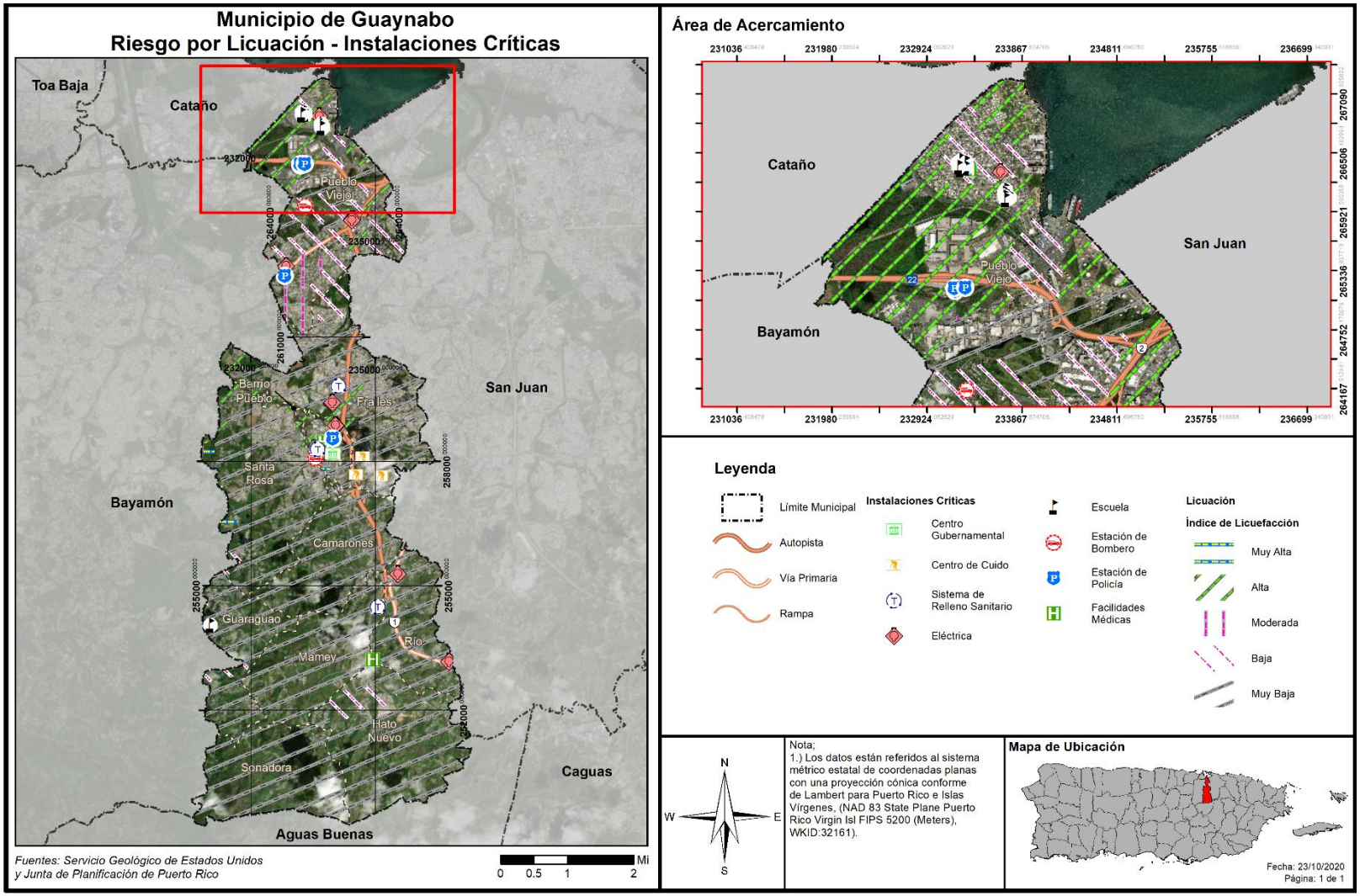
Entre algunas de las consecuencias de la ocurrencia de un evento de terremoto se encuentran la licuación o la licuefacción, los deslizamientos, ampliación y tsunamis. Para propósitos de este análisis, el peligro principal de que se va a estar trabajando es la licuación causada por los terremotos. Esto se debe a que la licuación es un peligro para el cual se pueden establecer estrategias de mitigación, ya que las áreas susceptibles se pueden identificar y demarcar para propósitos de mitigación de riesgo. Ello es así, toda vez que la licuación representa el proceso mediante el cual determinado suelo se comporta como un fluido denso, reduciendo su capacidad de carga usual.[45]

Para propósitos de este análisis, el peligro principal de que se va a estar trabajando es la licuación causada por los terremotos. Esto se debe a que la licuación es un peligro para el cual se pueden establecer estrategias de mitigación, ya que las áreas susceptibles se pueden identificar y demarcar para propósitos de mitigación contra peligros naturales. Ello es así, toda vez que la licuación representa el proceso mediante el cual determinado suelo se comporta como un fluido denso, reduciendo su capacidad de carga usual.[46] La licuefacción ocurre, principalmente, en los lugares en los cuales hay suelo arenoso de tamaño mediano a fino, saturadas por agua y de edad geológica reciente. Estos depósitos están ubicados, mayormente, en los márgenes de los ríos y los depósitos aluviales de edad Cuaternaria (Q). Otro peligro que se estará tomando en consideración es la amplificación de las ondas sísmicas. La amplificación de ondas sísmicas ocurre en los aluviones de gran espesor donde las ondas sísmicas se frenan amplificando su oscilación y haciendo que en estos lugares los terrenos vibren más fuerte y por más tiempo. Este último factor se describirá con mayor detalle en las secciones subsiguientes.

[44] *Supra*.
[45] *Supra.*
[46] *Supra.*

4.5.3.1 Área geográfica afectada

Figura 18: Áreas geográficas del Municipio de Guaynabo susceptible al riesgo de licuación por terremoto



La figura que precede ilustra el área geográfica del Municipio de Guaynabo y el nivel de riesgo al peligro de licuación a causa de terremoto. La mayoría del municipio se encuentra en área de riesgo muy bajo a licuación, en específico los barrios Sonadora, gran parte de Hato Nuevo, Mamey, Guaraguao, Camarones, gran parte de los barrios Santa Rosa y Frailes. Sin embargo, contienen áreas de riesgo alto y muy alto, como son áreas a oeste de Santa Rosa, gran parte del barrio Pueblo, así como gran parte del área norte del barrio Pueblo Viejo. Esto es así porque estas áreas suelen estar caracterizadas por ser lugares arenosos y saturados de agua próximos a los márgenes de los ríos, playas y otras zonas costeras. Véase la sección 4.6.3.3 en la página 231.

4.5.3.2 Severidad o magnitud del peligro

El tamaño de un terremoto se mide, principalmente, por su intensidad y magnitud. La intensidad se mide en la escala Mercalli y la magnitud se mide en la escala Momento-Magnitud, la cual comparte elementos con la antigua escala de Richter y provee medidas similares para el público. La intensidad de un terremoto es el aparente grado de sacudida que se siente en diferentes lugares, por lo que es una medida subjetiva. Mientras nos alejamos del terremoto la intensidad es menor por la atenuación de la onda sísmica.

La siguiente tabla 22 describe con mayor especificidad el modelo Escala Richter, incluyendo la magnitud y sus efectos en la eventualidad de un terremoto.

Tabla 23: Modelo Escala Richter

Magnitud Richter	Efectos del Terremoto
< 3.5	Generalmente no se siente, pero aparece en los instrumentos.
3.5 - 5.4	Se tienden a sentir, pero sólo causa daños en raras ocasiones.
5.4 - 6.0	Daños menores a edificios bien diseñados. Puede causar daños mayores a edificios de mala construcción a través de extensiones de área pequeñas.
6.1 - 6.9	Puede ser destructivo hasta un área de alrededor de 100 kilómetros de diámetro.
7.0 - 7.9	Terremoto grande. Puede causar daños severos a través de áreas extensas.
8 o más	Terremoto mayor. Puede causar daños a través de áreas de cientos de kilómetros de diámetro.

Fuente: United States Geological Survey, 2019

La magnitud es una fórmula matemática o medida de la onda sísmica. Hay algunos temblores que producen ondas muy pequeñas y otras muy grandes. Debido a eso la magnitud de un terremoto se determina tomando el logaritmo (base 10) de la altura de las ondas en los sismogramas. Al mayor movimiento del suelo, registrado durante la llegada de un tipo de onda sísmica, se le aplica la corrección estándar por la distancia. La diferencia en la cantidad de energía liberada entre un orden de magnitud y el próximo varia aproximadamente por un factor de treinta. En otras palabras, se necesitan treinta (30) sismos de magnitud seis (6) para liberar la energía equivalente a un sismo de magnitud siete (7), y novecientos (900) sismos de magnitud seis (6) para igualar a uno de magnitud ocho (8).

El tamaño de un terremoto también se expresa en la aceleración, debido a la gravedad, que es la aceleración con la que cae una pelota en el vacío (1.0g, donde g = 9.8 m/s2). La historia sísmica de Puerto Rico es bastante larga, cuatro terremotos de gran intensidad han ocurrido en Puerto Rico, principalmente afectando las áreas oeste y sureste de la Isla en los años 1670, 1787, 1867 y 1918. Los conocimientos están basados en documentos históricos obtenidos de fuentes locales y archivos coloniales de Europa.

Basado en las estadísticas de frecuencia y recurrencia se pudiese estimar si los terremotos han ocurrido con una recurrencia de cada 51 a 117 años (uno o dos por siglos). Si en el año 1918, fue el último terremoto fuerte, entonces se debería sentir otro de igual magnitud con efectos destructivos en los próximos años, o sea en cualquier momento. Sin embargo, cada uno de estos eventos se generó a lo largo de una falla diferente, por lo tanto, en base a estos eventos exclusivamente no se puede hacer una predicción sobre su ocurrencia.

Tabla 24: Escala Mercalli modificada

Escala	Intensidad	Descripción de los efectos	Magnitud en la escala de Richter correspondiente
I	Instrumental	Sólo se detecta en los sismógrafos.	
II	Mínimo	Algunas personas lo sienten.	< 4.2
III	Leve	Se siente por personas en descanso, similar a un camión pasando cerca.	
IV	Moderado	Se siente por personas caminando.	
V	Algo fuerte	Despierta a personas que estén durmiendo y causa que suenen las campanas de las iglesias.	< 4.8
VI	Fuerte	Los árboles se mueven, objetos suspendidos oscilan y objetos se caen de los anaqueles.	< 5.4
VII	Muy fuerte	Leve alarma, las paredes se agrietan y se cae el empañetado.	< 6.1
VIII	Destructivo	Se pierde el control de carros en movimiento, fracturas en la albañilería y edificios de mala construcción experimentan daños.	
IX	Ruinoso	Algunas casas se colapsan, la tierra se agrieta y se rompen tuberías.	< 6.9
X	Desastroso	La tierra se agrieta grandemente, se destruyen muchos edificios, ocasiona licuefacción y deslizamientos a grande escala.	< 7.3
XI	Muy desastroso	La mayoría de los edificios y puentes se colapsan; carreteras, líneas ferroviales, tuberías y tendido eléctrico se destruyen, y se desatan de forma generalizada otros peligros asociados al terremoto.	< 8.1
XII	Catastrófico	Destrucción total; árboles se caen y la tierra se eleva y cae en ondas.	> 8.1

Fuente: United States Geological Survey, 2019

4.5.3.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

Durante un terremoto pueden ocurrir vibraciones en el terreno, amplificación de las ondas sísmicas, licuación, deslizamiento y tsunamis. Las vibraciones en el terreno causan la mayor parte de los daños producidos por un terremoto. La geología de la zona y las condiciones de los suelos son determinantes en los daños causados a los edificios. Las condiciones del suelo, tales como su espesor, contenido de agua, propiedades físicas de los materiales no consolidados, topografía, geometría de los depósitos no consolidados y las propiedades físicas de la roca subyacente, entre otros, pueden modificar la naturaleza de los movimientos de la superficie del terreno al cambiar la frecuencia y amplitud de las ondas sísmicas.

Las áreas que contienen depósitos de relleno artificial, materiales sedimentarios blandos o suelos saturados por agua vibran más fuerte y por más tiempo que las que yacen sobre roca sólida y firme. Las ondas sísmicas se amplifican en los lugares donde hay terrenos blandos de gran espesor. Estas áreas generalmente incluyen los llanos aluviales y zonas dónde se han rellenado lagunas, caños, pantanos y manglares. Durante un sismo, estos lugares tiemblan con más fuerza y por mayor tiempo; por esta razón sufren más daño. En las áreas montañosas los terremotos pueden ocasionar grandes derrumbes. En las ciudades, las edificaciones construidas en terrenos poco firmes presentan problemas durante un terremoto ya que se pueden derrumbar o crear otras situaciones de peligro como escapes de gas, descargas eléctricas y roturas de sistemas de suministro de agua.

En sismos pequeños estas vibraciones duran pocos segundos, pero en terremotos fuertes la duración puede alcanzar hasta dos minutos. Luego de un terremoto fuerte es normal que la tierra siga temblando. Generalmente ocurren réplicas que pueden ser casi tan fuertes como el terremoto inicial, las cuales son potencialmente destructivas. La frecuencia de las réplicas disminuye con el tiempo.

La licuación es otro de los peligros geológicos causado por el terremoto. La licuación es el proceso en el que la tierra y la arena se comportan como un fluido denso más que como un sólido húmedo durante un terremoto. Los terrenos susceptibles a licuación se transforman en una especie de barro fluido que provoca el hundimiento, traslado, o deformación de estructuras artificiales debido a que se quedan sin base de apoyo.

En síntesis, la licuación es un fenómeno que se produce en terrenos blandos, saturados de agua, durante sacudidas sísmicas fuertes y largas. El suelo se comporta y fluye como líquido debido a que las vibraciones sísmicas aplican fuerzas al fluido que rellena los huecos entre los granos de arena, causando la salida de agua y fango a la superficie durante la sacudida. Esto compacta finalmente los granos de arena y provoca asentamientos del terreno o deslizamiento, al producirse una pérdida de resistencia en los estratos afectados. La licuación ocurre particularmente cuando el nivel del agua subterránea es superficial y en zonas como lechos fluviales, estuarios, rellenos artificiales, entre otros. Las áreas susceptibles a licuefacción pueden ser identificadas de acuerdo con sus características geomorfológicas, tipo y edad de los depósitos geológicos, y profundidad del nivel freático.

Un terremoto mayor podría causar una pérdida significativa de vidas y la interrupción de los servicios de las instalaciones críticas localizadas en el municipio, destrucción de infraestructura y la falta de disponibilidad de otros servicios imprescindibles. En resumen, un terremoto fuerte puede afectar severamente las estructuras, represas, e infraestructura provocando pérdidas de vida catastrófica, principalmente, en áreas de alta densidad poblacional. A esos efectos, se ha desarrollado esta evaluación de riesgos a modo de identificar áreas susceptibles a sufrir mayor impacto por un evento de huracán y de ese modo diseñar estrategias de mitigación atemperadas a las necesidades del municipio. Por ejemplo, incentivando proactivamente el desarrollo de estructuras sismo-resistentes, inspeccionando las

condiciones de las instalaciones críticas del municipio y adiestrando a las comunidades sobre cómo prepararse antes, durante y después de este evento. Por otra parte, es importante resaltar que la Ley 107-2020, en su artículo 4.015, dispone que será política pública de los municipios de Puerto Rico el promover y procurar, mediante ordenanzas o cualquier instrumento de ley apropiado, que las viviendas de sus ciudadanos sean adecuadas y seguras. Consecuentemente, la referida legislación le confiere al municipio la facultad de remediar las viviendas en estado inhabitable y eliminar aquellas que, por su deterioro, se hayan convertido en estorbo público.

El más reciente evento fuerte de terremoto, ocurrido el 7 de enero de 2020, de magnitud M6.5, evidenció los riesgos que trae consigo la ocurrencia de este peligro natural, principalmente, por las deficiencias estructurales de los desarrollos en Puerto Rico, la falta de educación y concientización de la ciudadanía y por el continuo desarrollo de zonas con altos índices de licuación. Todos estos factores, sumado a la intensidad de los eventos de terremoto y las condiciones en que se encuentra la infraestructura de servicios en Puerto Rico, ocasionan que se suscite un incremento en el número de pérdidas de vida y propiedad en el municipio.

4.5.3.4 Cronología de eventos de peligro

Los eventos de terremotos ocurren naturalmente a diario, no obstante, es la magnitud de las ondas sísmicas lo que ocasiona que un terremoto cobre especial interés. Es decir, entre mayor es la magnitud de un terremoto, mayor es el impacto que tiene sobre la región que se ve afectada. Los eventos de terremoto pueden ser muy peligrosos, toda vez que provocan gran destrucción y pérdidas de vida en determinada región. Los municipios de Puerto Rico se encuentran cercanos a zonas sísmicas como la Trinchera de Puerto Rico, el Cañón de la Mona, Fosa de Anegada, Trinchera de Muertos y el sistema meridional de fallas de Puerto Rico. Consecuentemente, la Isla ha experimentado diversos eventos de terremoto. En el área sureste de Puerto Rico se encuentra como fuente de sismicidad las fallas sísmicas localizadas en la Depresión de las Islas Vírgenes y Anegada.[47] En el área suroeste se encuentra, además, la falla de Punta Montalva (Geology and Structure of the North Boqueron Bay-Punta Montalva Fault System; Roig et al., 2007) que ha experimentado un alza significativa en actividad sísmica.

Según la Red Sísmica de Puerto Rico en su informe de Sismicidad anual en Puerto Rico e Islas Vírgenes, se han identificado varios eventos de terremotos que han afectado a la Isla con posibilidad de afectar la región de Guaynabo, a partir del 2012:

Tabla 25: Cronología de eventos de peligro – Terremoto

Año	Descripción del evento
2020	El 2020 ha sido un año con gran actividad sísmica. Un terremoto de magnitud 5.8 se registró el 6 de enero de 2020, y otro de 6.4 el 7 de enero de 2020 a 8 km de Indios, Puerto Rico. La actividad tectónica en Puerto Rico está dominada por la convergencia entre las placas de América del Norte y el Caribe, con la isla comprimida entre las dos. Al norte de Puerto Rico, América del Norte subduce debajo de la placa del Caribe a lo largo de la trinchera de Puerto Rico. Al sur de la Isla, y al sur del terremoto del 7 de enero, la corteza superior de la placa del Caribe se subduce debajo de Puerto Rico en el Canal de Muertos. No obstante, el terremoto del 6 de enero, y otros eventos recientes, están ocurriendo en la

[47] Ecoexploratorio, Terremotos en Puerto Rico, https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/terremotos/terremotos-en-puerto-rico/

Año	Descripción del evento
	zona de deformación, costa afuera, unida por la falla de Punta Montalva en tierra y el cañón de Guayanilla en alta mar[48]. Entre el 28 de diciembre de 2019 y el 23 de enero de 2020, el sur de Puerto Rico registró 90 movimientos sísmicos de magnitud 4.0 M o más, incluyendo el movimiento sísmico de magnitud 6.5 M ocurrido el 7 de enero de 2020, según el USGS. Estos movimientos telúricos llevaron a que las autoridades estatales solicitan una declaración de desastre de parte del presidente de los Estados Unidos. Dicha Declaración de Desastre fue emitida el 16 de enero de 2020 bajo el número DR-4473. El Municipio de Guaynabo no fue incluido dentro de los municipios designados a recibir fondos de Asistencia Individual por parte de FEMA.
2019	Durante el 2019, la RSPR localizó un total de 6,510 sismos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y las longitudes 63.5°O– 69°O). En comparación con el año 2018 (3,974 sismos) la sismicidad detectada y localizada en el 2019 aumentó. El 2019 culminó con 2,536 temblores más que el año anterior. En el 2019, el mes de mayor actividad fue diciembre con 1,291 temblores, mientras que en agosto se observó la menor sismicidad con 303 sismos. La región con la mayor sismicidad registrada durante el 2019 fue el Cañón de Mona con 1,288 eventos sísmicos, seguida por la región Al Sur de Puerto Rico con 885 sismos (tabla 3). Las profundidades de los temblores variaron desde 1 km a 191 km y las magnitudes variaron de 0.34 Md a 6.0 Mw. Del total de terremotos del 2019, 70 fueron reportados como sentidos. El 28 de diciembre de 2019, inició un periodo de actividad sísmica activo, registrándose un terremoto de magnitud 4.7, seguido por otro de 5.0. varias horas después al sur de la Isla.
2018	Durante el 2018, la RSPR localizó un total de 3,974 sismos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y las longitudes 63.5°O– 69°O). En comparación con el año 2017 (3,129 sismos), la sismicidad detectada y localizada aumentó con 845 temblores más que en el año anterior. En el 2018, el mes de mayor actividad fue diciembre con 549 temblores, mientras que en febrero se observó la menor sismicidad con 227 sismos. La región con la mayor sismicidad registrada durante el 2018 fue la Región al Sur de Puerto Rico con 412 eventos sísmicos, seguida por la Zona de Falla de los 19°N con 349 sismos. Las profundidades de los temblores variaron desde 2 km a 185 km y las magnitudes variaron de 0.63 Md a 4.67 Md. Del total de terremotos del 2018, 29 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2017	Durante el 2017, la RSPR localizó un total de 3,129 sismos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitud 63.5°O–69°O). En comparación con el año 2016 (3,948 sismos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 20%, o sea 819 temblores menos que en el año anterior. En el 2017, el mes de mayor actividad fue abril con 518 temblores, mientras que en octubre se observó la menor sismicidad con 48 eventos sísmicos. La región con la mayor sismicidad registrada, durante el 2017, fue la Zona Sísmica del Sombrero con 856 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 327 sismos. Las profundidades de los temblores variaron desde 1 km a 180 km y las magnitudes variaron de 0.85 Md a 4.8 Mb. Del total de terremotos del 2017, 24 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.

[48] *United States Geological Survey* 2019, *Puerto Rico Tectonic Summary*

Año	Descripción del evento
2016	Durante el 2016, la RSPR localizó un total de 3,947 sismos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitud 63.5°O–69°O). En comparación con el año 2015 (3,235 sismos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 22.0%, o 712 temblores más que en el año anterior. En el 2016, el mes de mayor actividad fue septiembre con 566 temblores, mientras que en marzo se observó la menor sismicidad con 169 sismos. La región con la mayor sismicidad registrada durante el 2016 fue la Zona Sísmica del Sombrero con 973 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 497 sismos. Las profundidades de los temblores variaron desde 1 km a 177 km y las magnitudes variaron de 0.76 Md a 4.6 Ml. Del total de terremotos del 2015, 28 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2015	Durante el 2015, la RSPR localizó un total de 3,235 sismos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitud 63.5°O–69°O). En comparación con el año 2014 (3,420 sismos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 5.4%, o 185 temblores menos que en el año anterior. En el 2015, el mes de mayor actividad fue julio con 473 temblores, mientras que en abril se observó la menor sismicidad con 157 sismos. La región con la mayor sismicidad registrada durante el 2015 fue la Zona Sísmica del Sombrero con 588 eventos sísmicos, seguida por la Zona de la Falla de los 19°N con 477 sismos. Las profundidades de los temblores variaron desde 1 km a 211 km y las magnitudes variaron de0.80 Md a 4.80 Md (magnitud de duración). Del total de terremotos del 2015, 23 fueron reportados como sentidos dentro del área de responsabilidad.
2014	Durante el 2014, la RSPR localizó un total de 3,420 sismos en el área de responsabilidad (ADR) conocida como la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (latitud 17.00˚a 20.00˚N y longitud 63.50˚ a 69.00˚O). En comparación con el año 2013 (2,293 sismos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 49%, estos son 1,127 temblores más que el año anterior. En este año el mes de mayor sismicidad fue enero con 709 temblores y el mes de menor sismicidad fue noviembre con 192 sismos. Del total de la sismicidad del 2014, 29 temblores (0.85%) fueron reportados como sentidos, todos fueron localizados dentro de nuestra AOR. Las magnitudes (Md) de los eventos sísmicos calculadas para este año por la RSPR variaron de 1.0 a 6.4 aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 2.53 Md a 6.4 Mwp. Durante el 2014 las profundidades variaron entre 1 km a 182 km, mientras que para los sismos sentidos fueron desde 6 km a 134 km. Los sismos con profundidades de 0 a 25 km fueron los más frecuentes con 1,385 temblores, mientras que los sismos entre los 175 km y 200 km fueron los de menor ocurrencia este año. La región con mayor sismicidad registrada durante el 2014 fue la Zona de la Falla de los 19°N con 905 eventos sísmicos, seguida por la Zona Sísmica del Sombrero con 483 sismos.
2013	Durante el 2013, la RSPR localizó un total de 2,293 sismos en la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes (latitud 17.00˚a 20.00˚N y longitud 63.50˚ a 69.00˚O). En comparación con el año 2012 (2,852 sismos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 20%, estos son 559 temblores menos que el año anterior. En este año el mes de mayor sismicidad fue septiembre con 272 temblores y el mes de menor sismicidad fue febrero con 114 sismos. Del total de la sismicidad del 2013, 44 temblores (1.92%) fueron reportados como sentidos, todos fueron localizados dentro de la Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Las magnitudes de los eventos sísmicos calculadas para este año por la RSPR variaron de 1.0 a 5.12 aunque para los eventos sentidos las mismas

Año	Descripción del evento
	variaron de 2.36 a 5.12. Durante el 2013 las profundidades variaron entre 1 km a 182 km, mientras que para los sismos sentidos fueron desde 4 km a 112 km. La región con mayor sismicidad registrada durante el 2013 fue la Zona Sísmica del Sombrero con 504 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 246 sismos. A través de su programa educativo, la RSPR impactó durante el año 2013 a 14,099 personas en Puerto Rico e Islas Vírgenes Americanas y Británicas.
2012	Durante el 2012, la RSPR localizó 2,852 sismos en el área local (Región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes: latitud 17.00˚a 20.00˚N y longitud 63.50˚ a 69.00˚O), 586 temblores más que en el año anterior. Del total de la sismicidad, 40 temblores fueron reportados como sentidos, de los cuales 37 fueron localizados en nuestra región. Las magnitudes de los eventos sísmicos calculadas para este año por la RSPR variaron de 1.11 a 5.20, aunque para los eventos sentidos las mismas variaron de 2.79 a 5.3. En cuanto a las profundidades estuvieron distribuidas entre 1 a 186 km, mientras que para los sismos sentidos fueron desde 4 km a 180 km. El mes de mayor sismicidad fue septiembre con 836 temblores y el mes de menor sismicidad fue enero con 87 sismos. La región con mayor sismicidad registrada durante el 2012 fue la Trinchera de Puerto Rico con 953 eventos sísmicos, seguida por la Zona Sísmica del Sombrero con 568 sismos y la Plataforma de Islas Vírgenes con 278 temblores. A través de su programa educativo, la RSPR impactó durante el año 2012 a 14,917 personas en Puerto Rico e Islas Vírgenes Americanas y Británicas.

Fuente: *Red Sísmica de Puerto Rico, 2020*

Para obtener una lista detallada de los sismos localizados por la RSPR al presente, o cualquier información relacionada a terremotos y tsunamis, en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes puede visitar el Catálogo General de Sismos de la RSPR en el portal electrónico oficial de redsismica.uprm.edu.

4.5.3.5 Probabilidad de eventos futuros

Según se desprende de los estudios de vulnerabilidad, la probabilidad de que ocurra un terremoto varía de 33% a 50%[49] de una sacudida fuerte (Intensidad VII o más en la Escala Mercalli modificada) para diferentes partes de Puerto Rico dentro de un periodo de (50) cincuenta años (Red Sísmica, UPRM).[50] A su vez, esto va a incidir sobre la probabilidad de ocurrencia de este peligro en el municipio. Es importante puntualizar que los terremotos no se pueden predecir a pesar de los esfuerzos de la comunidad científica por anticipar la ubicación, hora o la magnitud de un evento de terremoto en una región determinada.[51]

A medida que continúen ocurriendo eventos de terremoto de magnitud y/o recurrencia significativa, similares a los que se han estado sintiendo en la Isla a partir de diciembre 2019, se hace evidente que estos incidirán sobre la vulnerabilidad poblacional y de estructuras habidas en el municipio. Asimismo, las cifras de pérdida de vida e individuos lesionados, así como cientos de millones de dólares en pérdidas de propiedad por daños ocasionados a la infraestructura, irán en aumento. Esto se debe a que el número de individuos y estructuras expuestas al peligro de terremoto ha incrementado en comparación a eventos

[49] Este estudio probabilístico realizado por el doctor William McCann fue realizado en el 1987. Posteriormente, una investigación del Servicio Geológico de los Estados Unidos reveló que el área Oeste-Sureste de Puerto Rico se encuentra más susceptible a la ocurrencia de terremotos fuertes.
[50] Red Sísmica. Educación: Predicción de terremotos. Obtenido de http://redsismica.uprm.edu/Spanish/educacion/terremotos/prediccion.php
[51] *Supra*.

anteriores. Es por ello que, se debe prestar particular atención a este peligro e implementar estrategias de mitigación para evitar la pérdida de vida y propiedad futura.

A modo de ejemplo, según la página oficial de FEMA, bajo el DR-4473, cuyo periodo de incidente data del 28 de diciembre de 2019 al 3 de julio de 2020, donde se incluyen unos treinta tres (34) municipios de la Isla bajo esta Declaración de Desastre, al día 26 de abril de 2021, se han aprobado 14,169 solicitudes para asistencia individual y un total de $75,237,820.57 para el programa individual y de vivienda, siendo $73,029,368.80 asignados a asistencia para vivienda, así como $2,208,451.77 en subsidios de asistencia para otras necesidades. Asimismo, se han asignado $269,568,341.25 para asistencia pública, de los cuales se contemplan catorce (14) municipios. Al momento, no se ha asignado cantidad alguna para asistencia para la mitigación de riesgos (HMGP).

En cuanto al Municipio de Guaynabo, todo el territorio es susceptible al peligro de terremoto, sin embargo, las áreas caracterizadas por tener depósitos de gran espesor de relleno artificial, materiales de sedimentos blandos y saturados por agua vibran con más fuerza y por más tiempo que las áreas que yacen sobre roca sólida y firme. Ello es así, toda vez que las ondas sísmicas tienden a amplificarse en las áreas de terreno blando con mayor espesor susceptibles a la licuación. Estas áreas se concentran principalmente en los barrios Pueblo, Cordillera, Jaguas, área este de Hato Viejo y suroeste de Cialitos, representando áreas dentro de índices alto y muy alto de licuación.

Estos hallazgos son tomados en consideración por el Municipio de Guaynabo para el desarrollo de estrategias de mitigación, con especial énfasis en el diseño de programas educativos que promuevan la enseñanza sobre la importancia de que cada residente adopte medidas de mitigación en sus hogares y comercios, ya sean medidas de mitigación estructurales como no estructurales, así como el cumplimiento con los requisitos de construcción vigentes.

Igualmente, el municipio reconoce la importancia de que el Departamento de Educación inicie, con carácter de urgencia, un programa para identificar aquellos planteles escolares que necesitan adaptarse como sismo-resistentes. De igual forma, el municipio incluye como estrategia de mitigación la inspección de las instalaciones críticas del municipio y modificar aquellas que necesiten habilitarse como sismo-resistentes a base de los códigos de construcción vigentes. Igualmente, reconocemos la importancia de que el Departamento de Educación inicie, con carácter de urgencia, un programa para identificar aquellos planteles escolares que necesitan adaptarse como sismo-resistentes.

Por otra parte, los eventos de terremoto no pueden predecirse de forma cierta. No obstante, se pueden obtener predicciones dentro de términos a corto y mediano plazo, mientras que también pueden obtenerse predicciones a largo plazo en ciclos por periodos de 50, 100 y 250 años. La mayoría de estas predicciones cuentan con diferentes interrogantes tales como cuando puede ocurrir y donde va a ocurrir el evento de terremoto. Igualmente, el proceso de predicción de eventos de terremoto cuenta con diversas variantes o métodos técnicos como la identificación de réplicas, patrones sísmicos, recurrencias, fallas activas y estructuras geológicas, entre otros. Debido a todos esto, no es apropiado simplificar el análisis de la probabilidad de eventos futuros, específicamente para el municipio, a base de categorías bajas, moderadas o alta probabilidad. No obstante, y según mencionado en esta sección, los estudios sísmicos para Puerto Rico estiman que hay una probabilidad de entre 33% a 50% de ocurrencia de un terremoto fuerte en diversas partes de la Isla dentro de un periodo de 50 años. Por cuanto, pudiera decirse que, a base de esta probabilidad porcentual, la posibilidad de que un terremoto fuerte afecte al municipio, durante la vigencia del presente Plan, es entre alta a moderada.

4.5.4 Inundación - Descripción del peligro

Las inundaciones son comúnmente el resultado de una precipitación excesiva y se pueden clasificar en dos (2) categorías: (1) inundaciones generales, que ocurren cuando cae precipitación sobre la cuenca de un río durante un largo período de tiempo, en combinación a la acción de olas inducida por tormentas, y las (2) inundaciones repentinas, producto de precipitación sobre promedio en un período corto de tiempo localizada sobre una ubicación en particular. La severidad de un evento de inundación se determina típicamente por una combinación de varios factores, incluyendo la topografía y fisiografía del arroyo o cuenca del río, las precipitaciones y los patrones meteorológicos, las condiciones recientes de saturación del suelo, y el grado de falta de vegetación o impermeabilidad del suelo.

Las inundaciones generales suelen ser eventos a largo plazo que pueden durar varios días. Los principales tipos de inundación general incluyen las inundaciones fluviales, costeras y urbanas. La inundación ribereña es una función de los niveles de precipitación excesiva y los volúmenes de escorrentía de agua dentro de la cuenca de un arroyo o río. Las inundaciones costeras son típicamente el resultado de una marejada ciclónica, olas impulsadas por el viento y fuertes lluvias producidas por huracanes, tormentas tropicales y otras grandes tormentas costeras. La inundación urbana se produce cuando el desarrollo urbano ha obstruido el flujo natural de agua y ha disminuido la capacidad de los elementos naturales de la superficie para absorber y retener agua de superficie.

La mayoría de las inundaciones repentinas son causadas por tormentas de movimiento lento en un área particular, o por fuertes lluvias asociadas con huracanes y tormentas tropicales. No obstante, los eventos de inundaciones repentinas también pueden ocurrir luego del fallo de una represa o dique luego de minutos u horas de grandes cantidades de lluvia, o por la liberación repentina de agua en el lugar de una cuenca de retención u otra instalación de control de aguas pluviales. A pesar de que las inundaciones repentinas ocurren más a menudo a lo largo de los arroyos de montaña, también pueden ocurrir en áreas urbanizadas en las cuales gran parte del suelo está cubierto por superficies impermeables.

La inundación periódica de tierras adyacentes a los ríos, arroyos y costas, áreas conocidas como llanuras aluviales, es un acontecimiento natural e inevitable que se puede esperar que ocurra en base a los intervalos de recurrencia establecidos. El intervalo de recurrencia de una inundación se define como el intervalo de tiempo promedio, en años, entre un evento de inundación de una magnitud particular y una inundación igual o mayor. La magnitud de inundación aumenta con el aumento del intervalo de recurrencia.

Las llanuras aluviales se designan por la frecuencia de una inundación que es lo suficientemente grande para cubrirlas completamente. Por ejemplo, una llanura aluvial de diez años estaría cubierta durante inundación de diez (10) años y una llanura aluvial de cien años por una inundación de cien años. Las frecuencias de inundación, tales como la inundación de cien (100) años, se determinan utilizando datos del tamaño de todas las inundaciones conocidas para un área y la frecuencia con que las inundaciones de un tamaño particular ocurren. Otra forma de expresar la frecuencia de inundación es la posibilidad de ocurrencia en un año determinado, que es el porcentaje de la probabilidad de inundación cada año. Por ejemplo, una inundación de cien años tiene un porciento 1% de probabilidad de ocurrir durante un año determinado y una inundación de quinientos años tiene un 0.2% de probabilidad de ocurrir durante un año determinado.

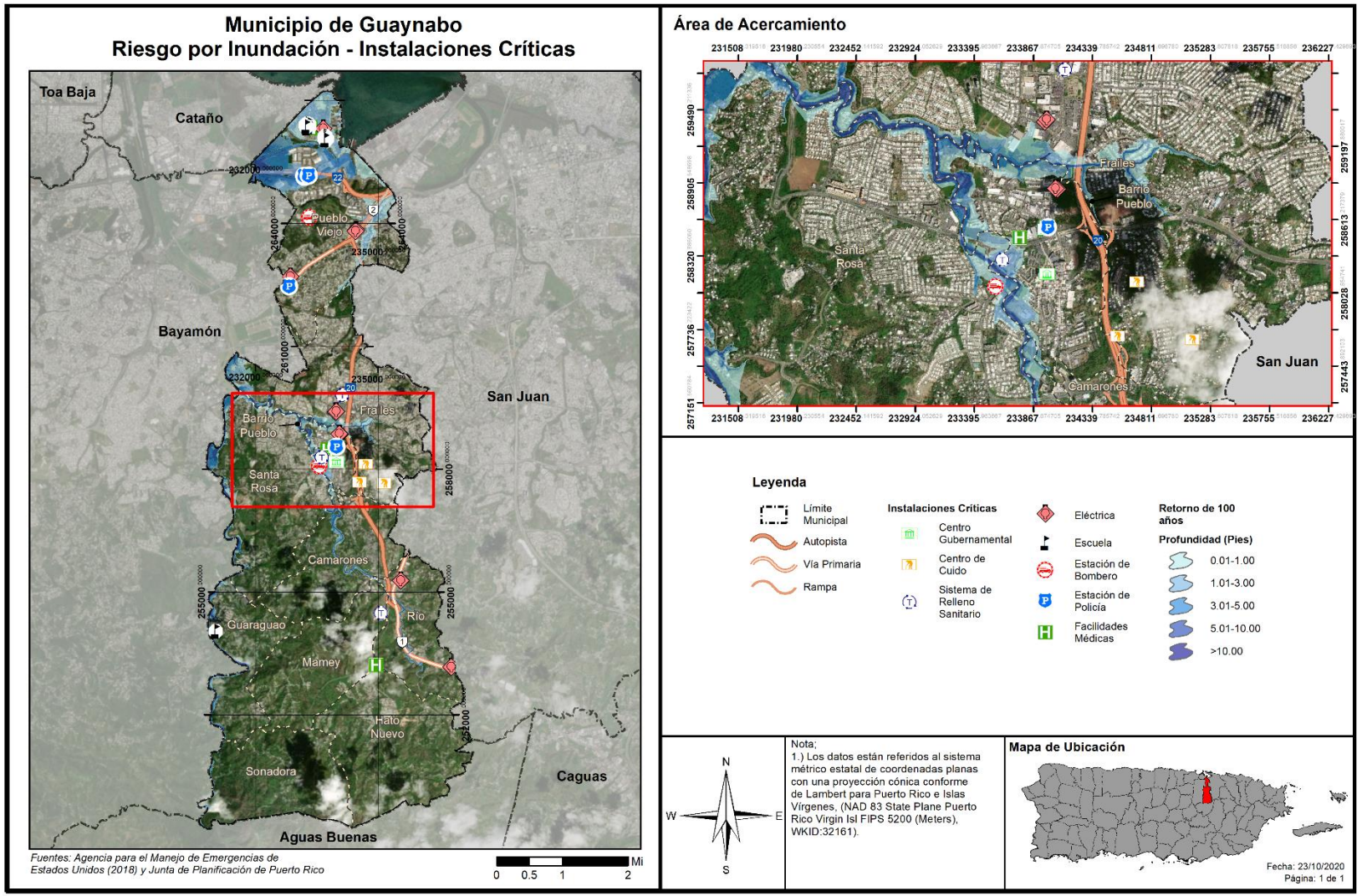
En el caso del Municipio de Guaynabo, las inundaciones se producen a causa de diversos factores, tales como: (1) inundaciones riberinas ocasionadas por el desbordamiento de los ríos, quebradas y canales; (2) por deficiencias en los sistemas de drenaje pluvial debido a la falta de gradiente adecuado, capacidad

hidráulica insuficiente, sedimentación excesiva y obstrucción de residuos; y (3) inundaciones costeras producidas por las marejadas.

Uno de los recursos de importancia en el municipio son los terrenos húmedos que se concentran en el extremo norte del Municipio, cerca del límite con el Municipio de Cataño. Los mismos forman parte de un sistema natural más amplio conocido como la Ciénaga Las Cucharillas. Este lugar ha sido estudiado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, así como por otras instituciones, con el propósito de lograr su preservación. Este recurso forma parte del "Puerto Rico Waterfowl Focus Areas", lo que significa, que funciona como hábitat para algunas aves migratorias, así como para algunas especies de aves nativas. En lo que respecta a la mitigación de peligros, la existencia de este recurso dentro de la Zona Metropolitana y cerca de la actividad industrial y portuaria, lo expone a una serie de daños continuos. Es por eso que su preservación resulta necesaria, al ser uno de los recursos más importantes para el ecosistema del estuario de la Bahía de San Juan. Además, por su capacidad para absorber el agua de las escorrentías cercanas, es un elemento natural de mitigación para las inundaciones en la zona.

4.5.4.1 Área geográfica afectada

Figura 19: Área geográfica del Municipio de Guaynabo susceptible a inundación de retorno de 100 años



La figura anterior representa el área geográfica del Municipio de Guaynabo que se vería afectada por un evento de inundación con periodo de recurrencia o retorno de 100 años. Como norma general, a mayor incremento de años de retorno, mayor es la magnitud del evento, pero menor es la probabilidad de ocurrencia de este tipo de evento. Ello significa, que un evento de magnitud conforme a un retorno de 100 años tiene un porciento (1%) de probabilidad que ocurra en el año. Por su parte, una inundación de retorno de 500 años, el cual por lo general es un evento de mayor magnitud, tiene un punto dos por ciento (.2%) de ocurrencia en un año. No obstante, es importante puntualizar que esta estimación no excluye que un evento de determinado retorno o magnitud ocurra en más de una ocasión en un año determinado. Consecuentemente, si se suscitan varios eventos de determinada magnitud en un año determinado, podría ocasionar que ese tipo de evento y magnitud se reclasifique a un periodo de retorno de menos años y mayor probabilidad de ocurrencia durante determinado año.

Por ejemplo, las crecientes que se producen en los eventos de lluvia fuerte, se produce el arrastre de material, tales como: árboles, cañas de bambú, maderos, basura, chatarra y escombros. Esto ocasiona bloquear el flujo de las aguas a lo largo de los ríos y corrientes de agua. Los escombros forman a veces una especie de presa que contiene las aguas. Cuando la presión del agua rompe la barrera, se genera un golpe de agua que puede producir daños significativos aguas abajo. Estas barreras también pueden formarse por deslizamientos de tierra o rocas de gran magnitud que caigan en el mismo cauce del río, produciendo efectos similares.

El Municipio de Guaynabo, a través de su historia, ha sufrido las consecuencias de las inundaciones y de los derrumbes, al igual que en Puerto Rico. La combinación de eventos atmosféricos, como son los huracanes y las lluvias fuertes, con la ubicación de propiedades (residenciales y comerciales) en áreas vulnerables a inundación o en áreas de pobres drenajes, aumenta la incidencia de estos fenómenos en el Municipio de Guaynabo. Es una tarea difícil poder indicar con precisión dónde y cuándo ocurrirán las inundaciones en el Municipio de Guaynabo, aún con la alta tecnología que existe para determinar el potencial de inundaciones sobre ciertas áreas. Esta situación se torna más difícil si se consideran las inundaciones clasificadas como repentinas, donde al llover fuertemente en un corto período de tiempo, los niveles de los ríos alcanzan grandes alturas y esta cantidad masiva de agua se desborda y desliza río abajo, arrasando lo que encuentra en su camino. En el Municipio de Guaynabo se han registrado de 4 a 6 pulgadas de lluvia en inundaciones repentinas.

En eventos de lluvia fuerte, como lo son los huracanes o las tormentas los cauces del Río Bayamón y Río Piedras se salen de desbordan, ocasionando que las aguas discurran dentro de las residencias ocasionando el colapso total, colapso parcial o pérdidas de propiedad cuantiosas. De igual forma, este evento pone en riesgo la vida de los residentes del municipio, toda vez que como fue experimentado en los huracanes Hortense (1996) y María (2017), forzaron a muchas personas a refugiarse en sus techos o nadar para refugiarse en propiedades más altas o con segundas plantas. Igualmente, la fuerza de la corriente es tal que impide el rescate de personas y no es hasta que las aguas bajan su nivel que las autoridades locales pueden ofrecer ayuda en muchos municipios, entre estos el Municipio de Guaynabo.

Varios derrumbes ocurrieron durante el huracán María, ocurrido en septiembre de 2017, ocasionando daños a residencias e impidiendo el tránsito a través de las vías de rodaje del municipio. También, ocurrieron daños a la infraestructura, tales como daños a puentes, a los servicios de energía eléctrica y a los servicios de agua. Además, hubo numerosas pérdidas materiales en mobiliario, equipos eléctricos, autos, que, aunque reemplazables, ocasionan grandes inconvenientes que retardan la limpieza, reconstrucción y recuperación económica del municipio.

En el territorio municipal donde mayormente se reflejan problemas de inundación, asociados al Río Guaynabo, es desde el centro del municipio hasta el norte donde desemboca hacia el Río Bayamón. Esto es a causa de la existencia de quebradas al centro y norte de Guaynabo que alimenta el cuerpo de agua proveniente de las afueras de los límites territoriales de Guaynabo. Además, la cantidad de obstrucciones encontradas en la trayectoria del cauce como: árboles, basura u otras causas propiciadas por el ser humano que interrumpen el flujo de la corriente de los ríos.

A base de las experiencias previas, el municipio reconoce que estas situaciones, provocadas por los desastres naturales, pueden evitarse. Estas pérdidas son un obstáculo al desarrollo económico y social del Municipio de Guaynabo. El terror y la desolación que nos provocan las inundaciones y derrumbes pueden ser aminorados, si se toman medidas preventivas y correctivas que protejan la vida y la propiedad. El agua es un elemento de nuestra naturaleza, pero si no existiesen construcciones realizadas con materiales y técnicas inadecuadas, en localizaciones inapropiadas, como cerca de ríos, quebradas y costas, el fenómeno natural de las inundaciones no se convertiría en un desastre. Las personas tienen que estar conscientes de los riesgos y deben construir en áreas seguras.

Por tal motivo, el municipio reafirma su deber de no otorgar permisos en áreas de riesgos. Se debe evitar el desarrollo futuro en áreas susceptibles a inundaciones y a derrumbes para no repetir las consecuencias funestas y las lecciones que deben haber sido aprendidas. La naturaleza es incontrolable, pero las actividades del hombre tienen control y remedio. El reducir los daños, a consecuencia de las inundaciones y derrumbes, tiene que comenzar con acciones efectivas de los gobiernos municipales y estatales dirigidos a crear conciencia de la existencia de esos riesgos y aplicar la reglamentación vigente relativa a la ubicación y construcción en áreas sujetos a inundación.

Para más información de las áreas inundables, véase la sección 4.6.3.4 en la página 240.

4.5.4.2 Severidad o magnitud del peligro

Entre los meses de mayo a noviembre de cada año, las ondas tropicales y los huracanes, y en menor instancia las vaguadas, que viajan desde el este hacia el área local, son los responsables de la lluvia en el municipio. Aunque el impacto de los huracanes en Puerto Rico ha sido catastrófico, gran parte de las situaciones de inundación que ocurren con mayor frecuencia, no tienen que ver con huracanes sino con otros fenómenos de menor intensidad que provocan intensas lluvias.

Las inundaciones pueden ser de aguas calmadas, como cuando se acumula el agua en un lugar específico, o pueden ser de aguas veloces, como las que suceden en ríos, quebradas y otros cuerpos de agua, presentando un alto riesgo para la vida y la propiedad de los residentes en las áreas afectadas.

Las llanuras aluviales se designan por la frecuencia de una inundación que es lo suficientemente grande para cubrirlas completamente. Por ejemplo, una llanura aluvial de diez (10) años estaría cubierta durante inundación de diez (10) años y una llanura aluvial de cien (100) años por una inundación de cien (100) años. Las frecuencias de inundación, tales como la inundación de cien (100) años, se determinan utilizando datos del tamaño de todas las inundaciones conocidas para un área y la frecuencia con que las inundaciones de un tamaño particular ocurren. Otra forma de expresar la frecuencia de inundación es la posibilidad de ocurrencia en un año determinado, que es el porcentaje de la probabilidad de inundación cada año. Por ejemplo, una inundación de cien (100) años tiene un por ciento (1%) de probabilidad de ocurrir durante un año determinado y una inundación de quinientos (500) años tiene un cero punto dos por ciento (0.2%) de probabilidad de ocurrir durante un año determinado.

Aunque han ocurrido muchos desastres en Puerto Rico por fenómenos como los huracanes que han afectado directa o indirectamente al Municipio de Guaynabo, lo cierto es que gran parte de las situaciones que ocurren con mayor frecuencia, no tienen que ver con huracanes sino con otros fenómenos de menor intensidad que provocan intensas lluvias. Esto, junto con el desarrollo de las zonas de alto riesgo, como lo son los valles costaneros y zonas propensas a inundaciones o derrumbes en el municipio, incrementa la vulnerabilidad del municipio ante cualquier evento que traiga consigo inundaciones. Las siguientes son los tipos y características de las inundaciones que afectan al Municipio de Guaynabo:

Inundaciones Repentinas
La inundación repentina es la más peligrosa para la vida humana, y es la causa del mayor número de muertes por desastres naturales en el mundo. Ocurre de forma rápida y a veces sin oportunidad de aviso formales del Servicio Nacional de Meteorología. Son las inundaciones de mayor dificultad para pronosticar y las que requieren acción inmediata de las personas que están en peligro de ser afectadas. En el Municipio de Guaynabo, como regla general, se puede esperar una inundación repentina si en el área hidrográfica han caído tres (3) pulgadas de lluvia, en tres (3) horas, a razón de una (1) pulgada por hora.

Inundaciones (Prolongadas)
Una vez la lluvia ha provocado el desbordamiento del río que atraviesan la jurisdicción del Municipio de Guaynabo, los mismos pueden quedar fuera de su cauce por varias horas y hasta días. En este caso no se habla de inundaciones repentinas, sino de inundaciones de ríos. Si el evento de lluvia se mantiene por varias horas y la intensidad de ésta disminuye, pero sigue constante, se hará muy difícil a la corriente del río o quebrada retornar a su nivel normal por lo que se conocen como prolongadas.

Inundaciones Urbanas
En las zonas urbanas del Municipio de Guaynabo, la falta de mantenimiento adecuado de los sistemas de drenaje y los escombros que flotan y son arrastrados por las lluvias, evita que el agua fluya por los drenajes existentes, en las calles y carreteras de las zonas urbanas. El agua puede entonces acumularse y provocar inundaciones serias que ponen en peligro la propiedad residencial y comercial, así como, a su contenido. Además, la tierra pierde la capacidad de absorber la lluvia a consecuencia de los desarrollos urbanos, tales como: carreteras, urbanizaciones, estacionamientos, entre otros. La Oficina para el Manejo de Emergencia Municipal estima que existen muchas familias que viven en zonas inundables en el Municipio de Guaynabo y muchas viven en zonas de máximo riesgo a las inundaciones.

La magnitud de un evento de inundación se puede definir basándose en la descarga máxima del río, la pérdida de vida o los daños a la propiedad. La descarga de un río se refiere al volumen de agua que pasa por un punto, en determinado período de tiempo. Pies cúbicos, por segundo es la razón de descarga que representa el volumen de un (1) pie cúbico, que pasa por un punto, por (1) segundo o lo equivalente a 7.48 galones por segundo, o 448.8 galones por minuto.

4.5.4.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

Los eventos de inundaciones pueden representar una de las amenazas atmosféricas más severas, toda vez que a nivel mundial no existe otro evento que ocasione mayores pérdidas de vida.[52] Esto es así debido a la gran frecuencia de eventos y por el desconocimiento de la población sobre la magnitud de los daños que puede ocasionar, ya sea daños físicos o a la propiedad. Adviértase, la mayoría de las declaraciones de desastres en EE. UU. son relacionadas a los eventos de inundaciones. La gran mayoría de los incidentes ocurridos por inundaciones son las de personas que son arrastradas, con su vehículo, por las corrientes

[52] Ecoexploratorio, Inundaciones, https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/que-son-las-inundaciones/

de agua.[53] Cada año, los estragos de las inundaciones provocan miles de millones de dólares en pérdidas de activos.

Las regiones de mayor densidad poblacional son las áreas que se encuentran en alto riesgo de inundaciones repentinas, toda vez que las construcciones de edificios, carreteras, estacionamientos impermeabilizan la superficie, reduciendo la capacidad del terreno de absorber agua. [54]

En cuanto al impacto a la vida, la propiedad y las operaciones, las inundaciones provocan pérdidas de vida, daños a la propiedad, tales como residencias, edificios, infraestructura, agricultura, sistemas sanitarios y de drenaje. Una vez pasa el evento de inundación, los estragos pueden incrementar la ocurrencia de diversas enfermedades como, por ejemplo, la leptospirosis e incrementos en aguas contaminadas. Así pues, las operaciones se ven interrumpidas como consecuencia de los daños ocasionados por las inundaciones a las vías de comunicación e infraestructura esencial, como por ejemplo los servicios de energía eléctrica, servicios de agua, carreteras, puentes, pérdida de cultivos, entre otros. [55]

Con el propósito de reducir el impacto de este evento natural y otros peligros asociados, el Municipio de Guaynabo ha delineado proyectos para asistir con el esfuerzo de mitigación desarrollado en este Plan y reducir la vulnerabilidad de sus comunidades a base de las siguientes acciones:

1. Continuar ofreciendo mantenimiento a las comunidades para eliminar escombros, basura o materiales que pudieran servir como proyectiles al ser arrastrado por viento u obstáculos en el alcantarillado al ser arrastrado por corrientes de agua;
2. Mantener el inventario de herramientas, materiales y el equipo necesario para enfrentar una situación de emergencia en el municipio;
3. Asegurar las instalaciones críticas del municipio mediante el uso de las tormenteras, planchas o paneles, de modo tal que queden protegidas ante un evento natural. De esta manera, el municipio garantiza la continuidad de las operaciones de los servicios esenciales para las comunidades;
4. Identificar las plantas eléctricas que se encuentran en las instalaciones críticas para asegurarse de que se encuentren funcionando y llenar los tanques de combustible;
5. Identificar compañías que se encarguen de resguardar las torres y antenas de telecomunicaciones y otros equipos de transmisión y de cualquier otra propiedad;
6. Mantener y revisar el inventario de equipos de comunicación tales como radios, repetidores, entre otros;
7. Mantener la limpieza de los desagües en las comunidades, específicamente en las áreas inundables;
8. Mantener el Grupo de Planificación ante emergencias que se encargará de asistir en el esfuerzo de preparación y de respuesta ante un evento natural;
9. Utilizar las guías de rápida de respuesta ante eventos naturales, según incluidas en el Plan Operacional de Emergencias de Guaynabo;
10. Preactivación, activación y desactivación del Centro de Operaciones de Emergencias (en adelante, COE).[56]

[53] *Supra*.
[54] The National Severe Storms Laboratory, Severe Weather 101, https://www.nssl.noaa.gov/education/svrwx101/floods/
[55] Ecoexploratorio, Inundaciones, https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/inundaciones/que-son-las-inundaciones/
[56] Además, del Centro de Operaciones de Emergencia, el municipio ha establecido otros Centros de Operación de Área para garantizar respuestas efectivas ante un evento natural. Se incluye listado en el Apéndice B.6.

La Tabla 26 muestra por ciento de probabilidad anual de ocurrencia para cada periodo de retorno, al igual que cual es la cantidad de lluvia dentro de un periodo de veinticuatro (24) horas que se clasificaría como un evento con el mismo periodo de recurrencia en el Municipio de Guaynabo.

Tabla 26: Conversión de periodo de recurrencia a probabilidad anual - Inundación

Periodo de recurrencia	Probabilidad anual de ocurrencia
10 años	10%
25 años	4%
50 años	2%
100 años	1%
500 años	0.2%

Fuente: NOAA Atlas 14 Point Precipitation Frequency Estimates, https://hdsc.nws.noaa.gov/hdsc/pfds/pfds_map_pr.html

En la eventualidad de que ocurra acontecimiento de cien (100) años, durante un año en particular, no significa que no pueda ocurrir el próximo año, o que ocurra dos veces en un año. Así las cosas, un acontecimiento de cien años significa que la cantidad de agua que causa una inundación de ese tamaño sólo se espera con una frecuencia de 1% anual. De ocurrir múltiples eventos de lluvia de esa magnitud u otro evento que produzca condiciones con un flujo de agua similar, cada uno se puede considerar un evento de cien años. Si ocurriese un incremento consistente en la cantidad de veces que ocurren eventos que causen inundaciones denominadas bajo el renglón de cien años, cambiaría la probabilidad de ocurrencia a más de 1% anual, reclasificando el riesgo como una inundación de mayor frecuencia.

El Programa Nacional de Seguro Contra Inundaciones de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias permite a los propietarios de vivienda, dueños de empresas e inquilinos de las comunidades participantes en NFIP comprar seguros contra inundaciones respaldados por el Gobierno Federal. Este seguro ofrece asistencia que permite cubrir los costos de reparación de los daños por inundaciones causados a los edificios y su contenido.

Se trata de un programa de seguro establecido para ayudar a los propietarios, inquilinos y empresas a recuperarse de una manera más ligera y a un costo menor. Igualmente, el programa tiene como objetivo reducir el impacto de las inundaciones en las estructuras públicas y privadas. Estos esfuerzos ayudan a mitigar los efectos de las inundaciones en estructuras nuevas y mejoradas dentro de cada comunidad.

El NFIP cuenta con varios componentes. Entre ellos se encuentran:

- La administración de tierras inundadas – Para ello, la comunidad debe adoptar y observar medidas para la administración de tierras susceptibles a inundaciones, conforme a las disposiciones incluidas en los reglamentos del NFIP;
- Elaboración de los Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRM); y
- Seguro contra inundaciones.

El Municipio de Guaynabo cuenta con una colección de Mapas FIRM que se pueden consultar para determinar si su propiedad se encuentra ubicada en una zona de riesgo elevado, o bien, en una zona de riesgo bajo a moderado. Los FIRMs se refieren al mapa oficial desarrollado y aprobado por FEMA y adoptado por la Junta de Planificación de Puerto Rico para designar las áreas con riesgo a inundación de retorno de 100 años (o de 1% de probabilidad de ocurrir). Además, estos mapas sirven como herramienta para el manejo de áreas especiales por la susceptibilidad de ser afectados por eventos de inundación.

Para obtener más información, refiérase al siguiente enlace: http://cedd.pr.gov/avipr/nfip-mapa-de-inundacion/.

Por otra parte, el Programa Expida su Propia Póliza, también conocido como Write your Own (WYO, por sus siglas en inglés), tuvo sus inicios en el año 1983, como una tarea entre las compañías de seguros y FEMA. Este arreglo permite que las compañías de seguro de propiedad y accidentes suscriban y den servicios de póliza de seguros de inundación federal bajo el nombre de su compañía. Lo que caracteriza a este tipo de póliza es que todas las empresas que participan del programa WYO proveen las mismas coberturas y las tarifas deben cumplir con las disposiciones y los reglamentos concernientes al NFIP.

Las comunidades,[57] por su parte, adoptan y requieren el cumplimiento con los estándares mínimos del NFIP sobre las construcciones y desarrollos en las áreas designadas como Áreas Especiales de Riesgo de Inundación. Sin embargo, varias comunidades aspiran a lograr un nivel superior de seguridad y protección para sus residentes adicionales a los estándares mínimos del NFIP. A esos efectos, las comunidades poseen a su haber la opción de participar del Sistema de Clasificación de Comunidades (CRS, por sus siglas en inglés) del NFIP, logrando obtener reducciones en el costo de las primas del seguro de inundación. Esto se debe a que el CRS reconoce los esfuerzos adicionales de las comunidades en: (1) disminuir los daños de inundación a la propiedad asegurable; (2) fortalecer y apoyar las disposiciones del seguro NFIP; y (3) exhortar un acercamiento abarcador del manejo de valles inundables. Estos esfuerzos adicionales les ofrecen a los residentes de la comunidad mayor seguridad, reducción en los daños a la propiedad, desarrollan la resistencia de las comunidades y fomentan una mejor calidad de vida para los residentes.

4.5.4.3.1 Participación del Municipio de Guaynabo en el NFIP

Esta subvención se refiere al programa federal disponible para mitigar las pérdidas futuras a nivel nacional, por medio de implementación de ordenanzas municipales, de construcción y calificación que los municipios o el estado hacen cumplir. El NFIP le provee a los titulares de propiedades acceso a las protecciones que ofrece este seguro de inundaciones federal sobre propiedades localizadas en áreas propensas a inundación.

El Municipio de Guaynabo cuenta con propiedades aseguradas bajo el "National Flood Insurance Program" (NFIP). El municipio participa como comunidad en el NFIP desde el año 2012, con número de identificación de comunidad (CID, por sus siglas en inglés) 720034. El resto de los municipios participan como comunidad (Puerto Rico, ELA), cuyo número de identificación de comunidad (CID, por sus siglas en inglés) es el 720000. No obstante, los municipios de Bayamón (720100), Ponce (720101), Carolina (720102) y Guaynabo (720034) participan individualmente. En la sección 4.6.4.8, se abunda sobre cómo el municipio puede utilizar el NFIP como mecanismo de planificación de mitigación.

Es importante señalar que todos los municipios dentro de la jurisdicción de Puerto Rico son elegibles para adscribirse a los beneficios y políticas del NFIP, conforme al "Community Status Book Report" de FEMA.[58]

[57] Las comunidades se definen bajo el NFIP como cualquier estado, área o subdivisión política, cualquier tribu indígena, organización tribal autorizada o villa nativa de Alaska, u organización nativa autorizada que posee la autoridad de adoptar y hacer cumplir las ordenanzas de manejo de valles inundables para el área bajo su jurisdicción. En Puerto Rico, por ejemplo, la comunidad puede representar una ciudad, barrio o pueblo. Por otro lado, algunos estados ostentan autoridades estatutarias que varían de esta descripción.

[58] Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), *National Flood Insurance Program,* https://www.fema.gov/national-flood-insurance-program-community-status-book

La información del NFIP deberá incluir las propiedades que están cubiertas bajo este programa. Al momento, el Municipio de Guaynabo incluyó propiedades que han sufrido pérdidas repetitivas y/o pérdidas repetitivas severas ubicadas en las áreas de peligro de inundación identificadas, las mismas, al momento, no cuentan con la descripción del tipo de estructuras (residenciales, comerciales, institucionales, entre otras). Incluir dicha información desarrolla la comprensión de la vulnerabilidad de las propiedades afectadas por inundaciones en la jurisdicción y provee mayores probabilidades de cualificar para subsidios de control de inundaciones o prevención a través de los programas de Asistencia de Mitigación para Inundaciones (FMA, por sus siglas en inglés), el Programa de Asistencia para la Mitigación de Riesgos (HMGP, por sus siglas en inglés), Programa de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD), CDBG-DR y otros.

A su vez, el Municipio de Guaynabo posee propiedades inmuebles en áreas cubiertas por el NFIP, las cuales se ha inventariado que han sufrido pérdidas por inundación repetitiva (RL, por sus siglas en inglés). Es decir, una propiedad que ha estado sujeta a pérdidas y que el NFIP ha tenido que pagar una cantidad mayor a $1,000.00, en dos (2) ocasiones distintas dentro de un periodo de diez (10) años. Al presente, según los datos de FEMA, en el municipio se han registrado 24 estructuras con pérdidas repetitivas categorizadas bajo RL. No obstante, los registros indican que sólo 4 de éstas se encuentran aseguradas. Por otro lado, las propiedades dentro del renglón RL se ha inventariado que han sufrido pérdidas en un total de 78 ocasiones.

De igual forma, el NFIP mantiene un inventario de estructuras que han sufrido pérdidas repetitivas severas (SRL, por sus siglas en inglés). Esta clasificación SRL se refiere a la ocurrencia de cuatro (4) o más reclamaciones de pérdida sobre un valor de $5,000.00 o más durante la vida de la estructura o al menos dos (2) reclamaciones que, en conjunto, asciendan a una cantidad reclamada que exceda el valor total del bien. Según el inventario provisto por FEMA, al presente el Municipio de Guaynabo posee 7 estructuras bajo el renglón SRL, no obstante, únicamente hay 2 estructuras aseguradas bajo este renglón. Además, las propiedades dentro del renglón SRL se ha inventariado que han sufrido pérdidas en un total de 36 ocasiones.

El NFIP ha desembolsado en el Municipio de Guaynabo una cantidad ascendente a $1,920,220.32, por concepto de reclamaciones por pérdidas repetitiva y pérdidas repetitivas severas a causa de eventos de inundación.

Tabla 27: Pérdidas repetitivas NFIP

Número de Pólizas de NFIP	Número de estructuras con Pérdida Repetitiva (RL)	Número de estructuras aseguradas (RL)	Número de pérdidas (RL)	Número de estructuras de Pérdida Repetitiva Severa (SRL)	Número de estructuras aseguradas (SRL)	Número de Pérdidas (SRL)	Total desembolsado por Pérdidas (RL+SRL)
80	24	4	78	7	2	36	$ 1,920,220.32

Fuente: National Flood Insurance Program (NFIP) PIVOT System, (3 de enero de 2021)

La siguiente tabla presenta los datos provistos por FEMA sobre la cubierta de póliza para el Municipio de Guaynabo bajo el renglón de tipo de estructura no residencial y residencial.

Tabla 28: Cantidad de pólizas y reclamaciones del NFIP en el Municipio de Guaynabo por tipo de estructura

Tipo de estructura	Pólizas activas	Cubierta total	Total de reclamos recibidos	Total de reclamos pagos	Total pago
Residencial	55	$11,159,100.00	169	119	$1,681,579.00
No-Residencial	25	$9,923,600.00	68	49	$865,337.00

Fuente: National Flood Insurance Program (NFIP) PIVOT System, (16 de diciembre de 2020)

Dividiendo las cubiertas por tipo de estructura, la Tabla 28 los contratos en vigor (CIF y PIF, por sus siglas en ingles) en el Municipio de Guaynabo. La diferencia entre contratos y pólizas es que mientras las pólizas se expiden a estructuras individuales o unidades de apartamento en edificios bajo el régimen de propiedad horizontal, los contratos se utilizan cuando un edificio de múltiples unidades se va a incluir en total en vez de por unidades separada.[59] El Municipio de Guaynabo cuenta con 77 contratos activos y 80 pólizas en vigor. Para estructuras residenciales, el municipio cuenta con 55 pólizas activas con una cubierta total de $11,159.100.00. En términos de estructuras no residenciales, el municipio cuenta con 25 pólizas en vigor, con una cubierta total de $9,923,600.00.

Debido a la naturaleza y los requisitos intrínsecos del NFIP, el Municipio de Guaynabo tiene como objetivo evitar que se construya o se desarrollen áreas susceptibles a peligros naturales, incluyendo así el peligro de inundación. Por tal motivo, el municipio incorpora como medida de mitigación el realizar inspecciones periódicas en las comunidades para examinar áreas de riesgo a inundación, de forma tal que se identifiquen áreas o estructuras que deben adoptar medidas de mitigación a base de su ubicación respecto a las áreas identificadas como inundables conforme a los FIRMs. Asimismo, el Municipio de Guaynabo velará por el cabal cumplimiento del Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación, conocido como el Reglamento de Planificación Número 13, según enmendado. Es decir, como comunidad participante, el Municipio de Guaynabo tiene el objetivo de continuar cumpliendo con las siguientes actividades:

- Adoptar e implantar leyes y reglamentación sobre las áreas de riesgo a inundación.
- Requerir permisos para todo tipo de desarrollo en las áreas de riesgo a inundación,
- Asegurarse de que las edificaciones están razonablemente seguras de la inundación.
- Requerir que toda nueva residencia o mejora sustancial, así como las móviles, sean elevadas por encima del nivel de inundaciones.
- Llevar a cabo inspecciones de campo y advertir sobre posibles violaciones a las reglamentaciones;
- Requerir certificados de elevación como requisito de documentación en las áreas de riesgo a inundación;
- Mantener un cuidado estricto en la otorgación de variaciones;
- Coordinar con FEMA actividades en la comunidad dirigidas a la reducción del riesgo a inundación.

Por otra parte, el municipio incorpora como medida de mitigación la continuidad de talleres de concientización y/o educación ciudadana sobre la importancia y los beneficios de adquirir y cumplir con las disposiciones contenidas en el NFIP con el propósito de incrementar la seguridad de la población y reducir las pérdidas de propiedad en el municipio ante un evento de inundación.

[59] Assessing the Adequacy of the National Flood Insurance Program's 1 Percent Flood Standard, American Institutes for Research and NFIP Evaluation Working Group 2006. https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1602-20490-1997/nfip_eval_1_percent_standard.txt recuperado (1/4/2020)

4.5.4.4 Cronología de eventos de peligro

En la Tabla 29 se esbozan los eventos que han ocasionado inundaciones severas para Puerto Rico y el municipio.

Tabla 29: Cronología de eventos de inundaciones

Evento	Fecha	Descripción
Sistema Tropical Laura	22 de agosto de 2020	El sistema Laura impactó a la isla con fuertes lluvias y vientos fuertes causando inundaciones severas particularmente en el centro y oeste de la Isla. Preliminarmente, la acumulación más alta de lluvia registrada por el Servicio Nacional de Meteorología fue de 4.09 pulgadas en Villalba.
Tormenta Tropical Isaías	29-30 de julio de 2020	Tormenta Tropical Isaías, sistema que produjo mucha agua e inundaciones, así como vientos fuertes en el área de Puerto Rico. El evento de tormenta tropical produjo riesgos asociados a viento fuertes de 50 mph. Igualmente, trajo consigo copiosas lluvias que intensificaron los problemas de inundación en varios municipios de Puerto Rico. Se recibieron de entre 3 a 6 pulgadas de lluvia y en algunas áreas aisladas 8 pulgadas de lluvia, mientras que el oleaje se estimó alcanzó de entre 10 a 18 pies, produciendo inundaciones costeras o marejadas ciclónicas.
Tormenta Tropical Dorian	27 de agosto de 2019	La tormenta tropical Dorian pasa al norte de Puerto Rico, causando vientos y afectando el suministro eléctrico de la isla.
Huracán María	20 de septiembre de 2017	El huracán María, ciclón tropical de categoría IV, impactó a la isla causando daños catastróficos generalizados.
Huracán Irma	5 de septiembre de 2017	El huracán Irma, ciclón tropical de categoría V, pasó al norte de la Isla, causando vientos de tormenta tropical y lluvias torrenciales.
Huracán Irene	22 de agosto de 2011	Aproximadamente $100 millones de pérdidas a través de todo Puerto Rico.
Tormenta Tropical Jeanne	15-16 de septiembre de 2004	Lluvias torrenciales, con máximos de 19.22 "en Aibonito y alrededor de 15" sobre la Sierra de Cayey. Una observación no oficial indicó que en el Campamento García en Vieques hubo 24" de lluvia. Estas lluvias ocasionaron daños a carreteras, derrumbes y puentes colapsados. Se indicaron que hubo un total de 8 personas muertas en su mayoría por ahogamiento, y 2 de ellas por los efectos de vientos.
Inundaciones	12-14 de noviembre de 2003	Tormenta severa. Inundaciones, deslizamientos de tierra y lodo provocados por una onda tropical y una vaguada en la alta atmósfera.

Evento	Fecha	Descripción
Inundaciones	7-9 de noviembre de 2001	Inundaciones
Inundaciones	6-11 de mayo de 2001	Inundaciones, provocadas por lluvias intensas que afectaron el norte de Puerto Rico.
Huracán Georges	21-22 de septiembre de 1998	Las lluvias más fuertes ocurrieron en Villalba con acumulaciones de 24.62"/2 días, seguido por Jayuya 24.30"/2 días. El USGS (United States Geological Survey) reportó que la mayoría de los ríos de Puerto Rico alcanzaron descargas récord históricas.
Huracán Hortense	10 de septiembre de 1996	Las lluvias de Hortense, hacia el lado este de la circulación, fueron torrenciales, casi 24" de lluvia entre 9-10 de septiembre.
Inundaciones	22 de enero de 1992	Inundación y tormenta severa
Huracán Hugo	17-18 de septiembre de 1989	Las lluvias más fuertes fueron medidas en Gurabo en 24 horas, con 9.20" de acumulación.
Inundaciones	17 de diciembre de 1987	Tormenta severa e inundaciones
Inundaciones	10 de julio de 1986	Lluvias fuertes, inundaciones, deslizamientos y flujos de lodo
Depresión Tropical	6-7 de octubre de 1985	Depresión tropical estacionaria desbordamiento del Río la Plata que inunda la llanura costera afectando 2,000 familias y provocando daños ascendentes a $12.8 millones. En el resto de la Isla hay 3,000 viviendas afectadas, 170 muertes, $125 millones en daños
Inundaciones	17-18 de mayo de 1985	Centro estacionario de baja presión. Lluvia de casi 4" en una hora. Una muerte y $37 millones en pérdidas.
Inundaciones	3-5 de noviembre de 1984	Vaguada estacionaria de alto nivel se convierte en la tormenta tropical Klaus. Lluvia intensa que alcanza de 3"a 5" en 3 horas. Una muerte y $11 millones en pérdidas.
Onda Tropical	12-13 de septiembre de 1982	Caen unas 13" de lluvia en Peñuelas. Una muerte y $6 millones en daños.
Tormenta Tropical (Federico)	4 de septiembre de 1979	Apenas unos 5 días después del paso del huracán David al sur de Puerto Rico, ya la isla sentía la amenaza y azote directo de la tormenta tropical Frederic (mejor conocida en Puerto Rico como Federico). Casi siguiendo la trayectoria que su predecesor David había tenido por nuestras islas, pero como un sistema más débil, las lluvias de Frederic remataron y ocasionaron inundaciones adicionales.

Evento	Fecha	Descripción
Huracán David	30 de agosto de 1979	Debido a la gran cobertura de nubes y extenso campo de vientos, toda la isla sintió los efectos de este huracán, el cual muchos recuerdan por las devastadoras inundaciones. Los pueblos del área este, sur y norte de Puerto Rico recibieron las acumulaciones más altas entre el 29 de agosto al 1 de septiembre de 1979. Las acumulaciones de lluvia más fuertes ocurrieron en Cidra, con 19.86". En Toa Baja, una de las áreas más afectadas por las inundaciones, las autoridades tuvieron que refugiar a unas 15,000 personas. Se emitió la Declaración Presidencial de Desastre el 2 de septiembre de 1979.
Onda Tropical	26-27 de octubre de 1978	Onda tropical combinada con vaguada en altos niveles de la atmósfera. En Humacao se registra un máximo de 8.3" de lluvia en 24 horas.
Onda Tropical	7 de octubre de 1977	Onda tropical asociada a una vaguada en la alta atmósfera. Caen de 6"a 8" de lluvia. Hay 2 muertes y los daños alcanzan unos $4 millones.
Tormenta Tropical Eloise	15-16 de septiembre de 1975	Entre Guayanilla y Mayagüez se registraron las lluvias más intensas, y, por ende, el mayor número de muertes. Los datos de precipitación indican que los máximos de lluvia ocurrieron en Dos Bocas, Utuado con 33.29" en tres días. Las inundaciones repentinas resultantes ocasionaron la muerte de 34 personas y sobre $60 millones en daños. Las muertes fueron a consecuencia de ahogamiento, por un edificio colapsado, personas electrocutadas, y hubo una persona quemada por un fuego eléctrico en una refinería. Cientos de personas resultaron heridas y más de 6 mil personas hicieron desalojo.
Depresión Tropical	5-10 de octubre de 1970	Las zonas inundables quedan cubiertas por 1.2 metros de agua, 60 residencias son pérdida total y los daños ascienden a $4.2 millones en pérdidas. En el resto de la Isla caen 38.4" en 3 días. Unas 660 casas y 6 puentes son destruidos. Ocurren 18 muertes y los daños ascienden a $18 millones.
Inundaciones	5-10 de octubre de 1965	Frente de frío estacionario causa inundaciones que provocan la muerte a 3 personas y pérdidas por $11 millones.
Inundaciones	27 de agosto de 1961	Una onda alisia produce 18" de lluvia en 24 hrs. 630 viviendas son destruidas. Mueren 5 personas y los daños ascienden a $11 millones.

Evento	Fecha	Descripción
Huracán Donna	5-6 de septiembre de 1960	Su impacto en vientos sobre la isla fue mínimo, pero la lluvia fue de gran magnitud en la mitad este de la isla. Este es uno de los eventos de mayor impacto en la vida en la historia de inundaciones de Puerto Rico. Prácticamente todos los ríos al este del Río Grande de Manatí produjeron inundaciones con destrucción de algún tipo. El evento que ocurrió entre el 5-6 de septiembre de 1960, ocasionó la muerte a unas 107 personas por ahogamiento, 30 personas desaparecidas, 519 casas destruidas y 3,762 casas afectadas, según reporte de la Cruz Roja. La tragedia más grande ocurrió en Humacao, cuando la inundación del río ocasionó que éste se metiera en las calles del pueblo y dentro de las casas, llevándose todo lo que pudo a su paso. Personas de las barriadas La Vega, La Marina, Las Delicias, Calle Chiquita, Calle Yabucoa, barriada Azucena y Buena Vista fueron víctimas directas de las inundaciones de Donna. Hubo daños a puentes, servicios básicos de luz y agua, agricultura, sistema de ferrocarril, y se estima que fueron sobre $7 millones. Más de 10" cayeron en gran parte de la mitad este del País por un periodo de 6-8 horas, con máximos de 15-20", comenzando la noche del 5 de septiembre. Las inundaciones del Río Humacao, Río Turabo y Río Valenciano son de las más altas en la historia. El mes de septiembre de 1960 fue extremadamente lluvioso, y los reportes indican que el proceso de evaluación científica de las inundaciones de Donna se tuvo que acelerar, porque la acción de la lluvia desaparecía las marcas de inundación.
Huracán Betsy	12 de agosto de 1956	13 horas de lluvia con acumulación de 3.19". Betsy produjo la muerte a 16 personas, sobre $40 millones en daños y un brote de fiebre tifoidea.
Huracán San Ciprián	26-27 de septiembre de 1932	Entró a la isla por Ceiba un 26 de septiembre de 1932 y salió por Aguadilla al otro día el 27. Se mantuvo en la isla por 7 horas y ocasionó 225 muertes. Se registró un promedio de 16.70" de lluvia en Maricao.
Huracán San Felipe II	13 de septiembre de 1928	33 horas de lluvia con acumulación total de 9.37". Ocasionó grandes destrozos sobre las haciendas y la propiedad: 312 muertes, 83,000 personas sin hogar, y pérdidas millonarias.

Fuente: FEMA, 2019 y Centro Nacional de Huracanes (NHC, por sus siglas en inglés) 2020.

Se observa que, de los eventos cronológicos, la mayoría son huracanes, así como tormentas tropicales como los factores que propiciaron los incidentes de inundación.

En el año 2017, Puerto Rico recibió la envestida de dos (2) eventos extremos, lo cuales cambiaron nuestra percepción sobre los efectos de los peligros naturales radicalmente. Los huracanes Irma y María causaron estragos sin precedentes a nivel de toda la Isla. Para el huracán Irma, el municipio fue incluido en la declaración de desastre DR-4336. Al igual que gran parte de los municipios de la región centro oriental, los daños a la propiedad y a la flora fueron los más significativos, así como la falta de servicio de energía eléctrica. Mientras el municipio se encontraba en el proceso de emergencia y recuperación por los estragos del huracán Irma, se recibió el impacto del huracán María. Este sistema causó estragos a nivel Isla debido a sus vientos fuertes y el hecho que atravesara la Isla de forma diagonal, pasando su centro directamente sobre la municipalidad. Consecuentemente, se emitió la declaración de desastres, a saber: DR-4339.

Los efectos directos de las inundaciones causaron daños considerables a los activos municipales y estatales. Por ejemplo, se vieron afectadas adversamente las carreteras y otros tipos de infraestructura de servicio como lo son las líneas de energía eléctrica, torres de telecomunicaciones e infraestructura de manejo de escorrentías.

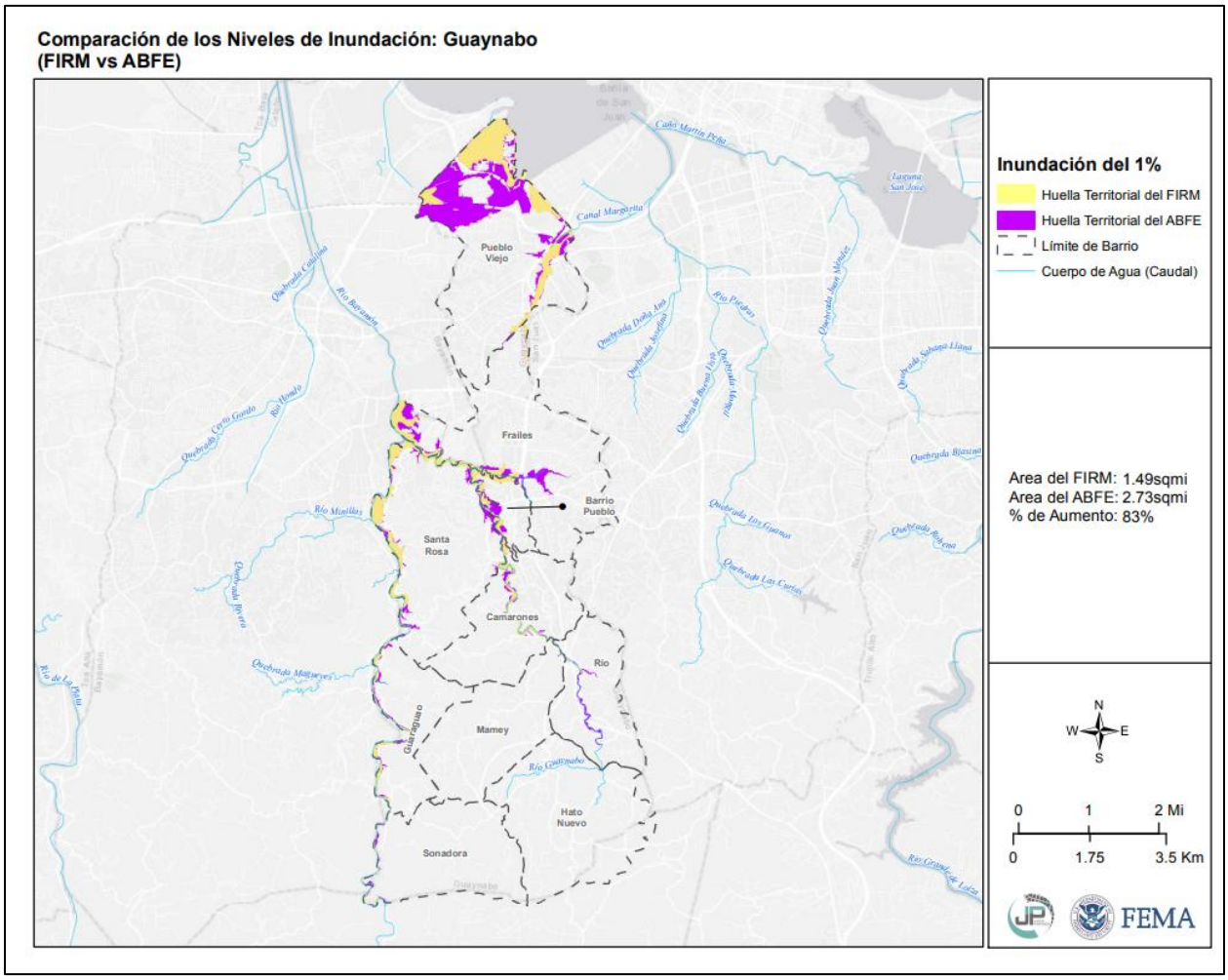
Nótese, que FEMA mantiene una base de datos nacionales, los cuales contienen información sobre las áreas susceptible a inundación de 10%, 4%, 1% y 0.2% de recurrencia anual y las tasas de seguro del NFIP que le son de aplicación a cada uno de estos periodos de recurrencia. La mayor herramienta de este seguro por inundación es el archivo de previamente mencionados FIRM, toda vez que, al asignar la tarifa de un seguro de inundación a una propiedad, residencial o no residencial, FEMA y el NFIP localizan la propiedad dentro del FIRM para identificar la susceptibilidad de la estructura y determinar el tipo de seguro por inundación que le es aplicable. Como norma general, los FIRMs dan énfasis a las inundaciones de 1% y 0.2%. Al presente, los mapas FIRM desarrollados para Puerto Rico datan del año 2005 y 2009.

Igualmente, FEMA utiliza otro tipo de mapa para propósitos del desarrollo de regulaciones y permisos de construcción conocidos como los Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendados (ABFE, por sus siglas en inglés). Los ABFE son desarrollados luego de la ocurrencia de un evento atmosférico de gran impacto y varios factores ligados al último análisis de ingeniería son tomados en consideración para determinar si es necesario el análisis. Algunos de los factores tomados en consideración para el análisis son: edad del análisis, territorio cubierto por el análisis y modelos de ingeniería/data usados en el análisis. ABFEs han sido producidos para estados como Mississippi (Huracán Katrina), New York y Nueva Jersey (Huracán Sandy). Luego del paso del huracán María por Puerto Rico en el año 2017, y debido a la disponibilidad de mejor data, la FEMA desarrolló los ABFEs para Puerto Rico. Cabe mencionar, que la JP adoptó los ABFEs a manera de emergencia en marzo de 2018. Al presente, en Puerto Rico existen dos (2) tipos de mapas de inundación, los FIRM (2009) que se usan únicamente para las tasas de seguro por inundación y los ABFEs (2018) los cuales se utilizan para regular las construcciones en la Isla.

A modo de comparación, se incluye la diferencia en la extensión de terreno de una inundación a base de los FIRMs, previo al paso del huracán María en septiembre de 2017, y los ABFE desarrollados por FEMA para Puerto Rico. Así pues, la siguiente figura representa la comparación de los niveles de inundación base entre el FIRM y el ABFE luego del paso del huracán María en septiembre de 2017. Como puede apreciarse, la huella territorial de la inundación de 1% en el FIRM para el Municipio de Guaynabo es de 1.49 mi^2,

mientras que la huella territorial de inundación de 1% del ABFE para el municipio es de 2.73 mi². Esta diferencia en cifras representa un aumento de 83% en la huella territorial de 1% de inundación.

Figura 20: Comparación de niveles de inundación FIRM vs ABFE luego del huracán María



Fuente: http://cedd.pr.gov/fema/wp-content/uploads/2018/11/flood-PCT-change-Guaynabo.pdf

4.5.4.5 Probabilidad de eventos futuros

En la eventualidad de un incremento esperado en eventos atmosféricos extremos, a causa de cambio climático, el aumento en lluvias extremas frecuentes causará un cambio en el promedio de precipitación, frecuencia de eventos de lluvias severas y cambios en los periodos de recurrencia a unos donde los eventos de mayor magnitud ocurrirán de forma más frecuente. Cualquier acción de mitigación que se adopte para reducir los efectos de las inundaciones sobre el Municipio de Guaynabo debe tomar en consideración, por ejemplo, que los eventos de retorno de 100 años o de 1% de probabilidad anual pueden convertirse en eventos de retorno de 50 años o de 2% de probabilidad anual en el futuro. Esto significa que eventos de inundación de determinada magnitud e impacto sobre el municipio pueden incrementar. A base la metodología para determinar la probabilidad de eventos futuros incorporada en la sección 4.4, y las experiencias previas del municipio, se le asigna una probabilidad de ocurrencia futura alta.

4.5.4.6 Condiciones que exacerban el peligro de inundación por recursos naturales impactados

La Ley para la Protección y Conservación de la fisiografía Cársica de Puerto Rico, Ley Núm. 292 del 21 de agosto de 1999, se habilita para para proteger, conservar y prohibir la destrucción de la fisiografía cársica, sus formaciones y materiales naturales, tales como flora, fauna, suelos, rocas y minerales; evitar la transportación y venta de materiales naturales sin el correspondiente permiso con el propósito de proteger uno de nuestros más valiosos recursos naturales. Se abunda detenidamente sobre este particular en la sección 4.6.4.7.

Obstrucción por sumideros

La fisiografía cársica de esta zona comprende características geológicas especiales cuya composición del material pudiera colapsar y formar un sumidero o hueco, usualmente en forma circular, en la tierra que funciona como un desagüe natural filtrando el agua de lluvia o corrientes de los ríos, que se encuentran en áreas cársticas. Su profundidad es variable y no se puede precisar. Generalmente se forman en suelos de piedra caliza, donde se filtra el agua ligeramente ácida, que poco a poco corroe el subsuelo hasta formar una especie de cueva subterránea, mientras el agua se sigue filtrando, provocando que se derrumbe el techo de estas cuevas hasta convertirse en un sumidero o formarse éste.

Así pues, el descuido, uso o construcción indebida en áreas donde se ubica este recurso natural puede provocar eventos de inundación por obstrucción e inclusive hundimiento de suelos.

No existen suficientes datos para evaluar los riesgos y vulnerabilidad asociados a este peligro, toda vez que éste depende del grado de obstrucción del sumidero y los sistemas de manejo de escorrentías aledaños, ya sean naturales y/o artificiales.

Región del Carso

El término carso o karso define a un área o región con una topografía distintiva, formada por la disolución de la roca caliza. Según Recursos de Agua de Puerto Rico, Geología de Puerto Rico – Región del Karso, la Región del Karso o región de los magotes del norte de Puerto Rico, es una de las características geológicas y fisiográficas más importante de la Isla. Desde el foco hidrológico, la Región del Karso es única por su desarrollo en una serie de zonas donde predomina el drenaje subterráneo a través de miles de sumideros de tamaño variado. El balance entre la lluvia y la evapotranspiración actual en estas zonas se infiltra totalmente hacia los dos acuíferos de la región. Además de la Región del Carso del Norte, existen formaciones cársicas en otros lugares de la Isla.

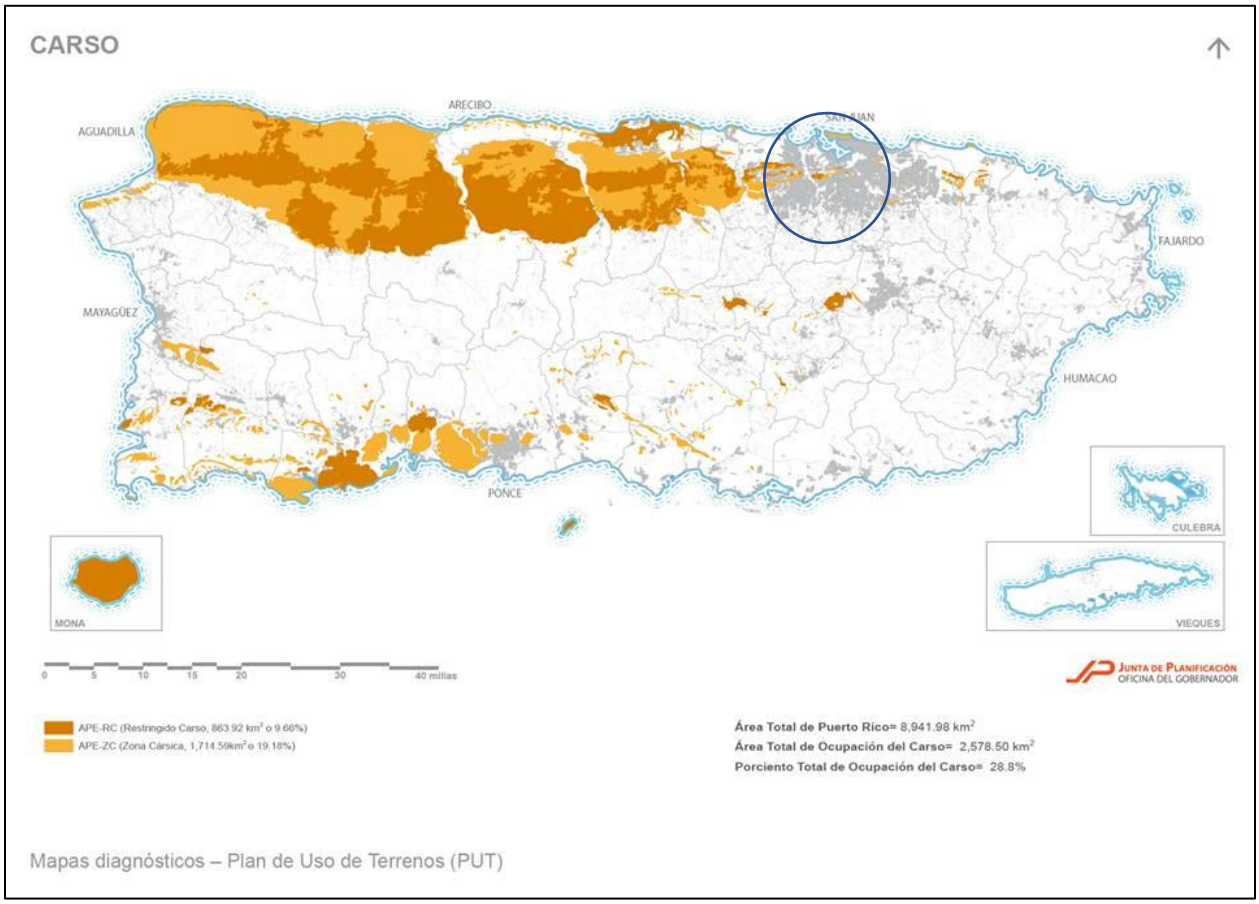
Los datos más recientes de las formaciones de carso en Puerto Rico fueron publicados y compilados por Wilma B Alemán en el 2010 y están basados en dos estudios: Monroe, (1976) y Briggs & Seiders, (1972.)

Área geográfica afectada

Seis ríos cruzan la Región del Karso desde las laderas de la Cordillera Central en la Provincia del Interior Montañoso (Guajataca, Camuy, Arecibo (incluyendo Tanamá), Manatí, Cibuco, y La Plata. Las zonas cársicas constituyen uno de los principales sistema de recarga de Puerto Rico pues abastecen los acuíferos, manantiales, ríos, lagunas y humedales costeros. La mitad de la demanda de agua en el sur de Puerto Rico se abástese de aguas subterránea. Una tercera parte de la demanda de agua en el área norte de Puerto Rico se abastece de agua subterránea. El carso puertorriqueño posee variedad de bosques con un alto número de especies de flora y fauna nativas y endémicas para las cuales Puerto Rico representa su único habitad.[60]

[60] Véase, Mi Puerto Rico Verde, https://www.miprv.com/en-peligro-la-zona-del-karso-en-puerto-rico/ (2010).

Figura 21: Mapa para evaluar el Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC) para la zona del Carso



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico. Mapa para evaluar el Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC) para la zona del Carso, junto con el DRNA; 2013

Impacto a la vida y propiedad

No empece a que su efecto directo es positivo, se deberá regular cualquier tipo de construcción en dicha zona de sumidero y velar por su conservación, puesto que los desagües que desembocan en los acuíferos alimentan el hábitat de varios tipos de organismos y son recursos de agua para nosotros. Para ello, la Junta de Planificación, junto con el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales adoptaron el Plan de Manejo y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (en adelante, PRAPEC).

El impacto negativo, más significativo, ocurre cuando se utilizan los sumideros como vertederos clandestinos, o en el peor de los casos, cuando se tapan para tener más terreno y se construye sobre él. Es por ello que, cuando tenemos precipitación fuerte, producto de eventos de vientos fuertes, como lo son los huracanes y tormentas tropicales, el agua no tiene por donde discurrir libremente. Esto produce inundaciones, pérdidas de viviendas que ceden junto con el terreno, así como pérdidas de agricultura en esa área, si alguna.

De igual forma, es importante destacar que la presencia de los sumideros y su conservación es vital para la subsistencia de los acuíferos de la Región del Carso. Por ejemplo, la lluvia que capturan los sumideros del norte representa la fuente primordial de recarga de los acuíferos de la Costa Norte. Por otro lado, los

sumideros son una red de conductos abiertos, semiabiertos y porosos donde el agua fluye, a veces turbulentamente, arrastrando despojos y contaminantes resultantes de las actividades de urbanización, infraestructura agrícola y sanitarias de nuestra sociedad.

A medida que se haga visible su efecto negativo y se fomente la protección y conservación de estos recursos naturales, el municipio contribuye a una mejor comprensión de los peligros de hundimiento, el potencial de contaminación de las aguas subterráneas y los recursos de las cuevas.

4.5.5 Deslizamientos - Descripción del peligro

Los deslizamientos de terreno son catalogados como un proceso natural, provocados por movimiento Los deslizamientos de terreno son catalogados como un proceso natural, provocados por movimiento pendiente debajo de una masa de tierra estimulado por la inestabilidad de determinado terreno. Los derrumbes o deslizamientos se suscitan cuando convergen las condiciones para que la fuerza de gravedad ejerza su influencia sobre los materiales de la corteza terrestre por encima de la inercia natural de esos materiales. El término derrumbe incluye una variedad amplia de movimientos de terreno, tales como la caída de rocas, fallas en las pendientes y flujo de escombros. Estos movimientos de tierra ponen en peligro la vida y la propiedad, además, pueden interrumpir el tránsito en las vías de paso y arrastrar árboles, casas, puentes y carros, entre otros. (FEMA, 1997)

El paso de fenómenos meteorológicos que provocan lluvias prolongadas e intensas, tales como ondas tropicales, vaguadas y ciclones tropicales, son causas importantes que pueden provocar eventos de deslizamientos. Igualmente, el crecimiento poblacional y la construcción informal incrementa la susceptibilidad del municipio de sufrir los efectos de deslizamientos. Los sistemas de suministro de agua potable y manejo de desechos (tuberías sanitarias, pozos sépticos y alcantarillado pluvial), tanto en construcciones autorizadas como informales, agravan las condiciones que causan los deslizamientos. Se aumentan las probabilidades de éstos filtrar o estar mal ubicados o construidos. (USGS, n.d.)

Entre los muchos factores que provocan la formación de deslizamientos se encuentran: el tipo de suelo, la pendiente o inclinación del terreno, la saturación de agua del terreno, la erosión, la presencia de depresiones o cavidades, las actividades humanas, la ocurrencia de terremotos. Como se afirma en el Informe de la Evaluación del Desempeño de Edificios (BPAR, por sus siglas en inglés), preparado después del Huracán Georges, “los deslizamientos se convertirán en un problema mayor en el futuro, en la medida en que se construyan más casas y haya más desarrollo en los lugares susceptibles a estos riesgos” (FEMA, marzo de 1999).

Muchos de los deslizamientos que ocurren en Puerto Rico están en una categoría especial de deslizamientos denominada como “flujo de escombros”. El flujo ocurre en áreas montañosas con pendientes significativas durante lluvias intensas. La lluvia satura el suelo y causa que el subsuelo llano pierda solidez y se desprenda, por lo general donde este subsuelo hace contacto con la roca madre.

Existen muchos tipos de deslizamientos, sin embargo, los asociados a la saturación del terreno por el agua son los siguientes:

- Deslizamiento lento: Movimiento lento y sostenido de tierra o roca que desciende por la pendiente. Reconocido por su contenido de troncos de árbol, pedazos de verjas torcidas o muros de contención, postes o verjas inclinadas.

- Flujo de escombros: Masa de movimiento rápido en la cual se combinan suelos sueltos, rocas, materia orgánica con aire infiltrado y agua para formar un flujo viscoso que se desliza por la ladera.
- Avalancha de escombros: Variedad de escombros de flujo muy rápido o extremadamente rápido.
- Flujo de lodo: Masa de flujo rápido que contiene material húmedo de por lo menos 50 por ciento de arena, cieno y partículas de barro.

Entre otros factores que provocan la formación de deslizamientos se encuentran:

- **Tipo de Roca** – Factor determinante en el origen y comportamiento de un derrumbe. No todas las rocas en Puerto Rico son iguales, aunque puede ser difícil conocer el tipo de roca si se pueden identificar ciertas características para que sea suficiente realizar una evaluación general;
- **Pendiente del terreno** – La inclinación o pendiente de una ladera es vital para reconocer el grado de estabilidad. La pendiente, en combinación con el tipo de roca, determinarán, en gran medida, las características de un derrumbe;
- **El agua** – La saturación del terreno por el agua determina considerablemente el grado de inestabilidad de una ladera. El agua ya sea en forma de lluvia, manantiales, quebradas, canales, ríos, sistemas de drenaje, pozos sépticos y otros facilitará la formación de derrumbes ya que se debilita la unión entre las partículas que componen a un suelo o roca;
- **Erosión** – Durante períodos de lluvia prolongados el caudal de las quebradas y los ríos aumenta, al igual que su velocidad. Si el suelo en ese momento se encuentra desprovisto de vegetación o si el agua tiene suficiente velocidad para producir erosión, entonces en el terreno se originan una serie de cambios topográficos asociados a dicha erosión que pueden ser el comienzo de un derrumbe;
- **Depresiones** – Los derrumbes siempre dejan evidencia en el terreno ya sea con el material que cayó desde otro sitio o con el material que se fue del lugar. Algunos derrumbes dejan amplias depresiones en el terreno, también llamadas cicatrices, que son las indicadoras que en el pasado esa depresión estaba compuesta de suelo o tierra;
- **Actividades Humanas** – Las condiciones que mantiene estables una montaña se ven modificadas substancialmente por alguna actividad o construcción, entonces se propicia la formación de un derrumbe. Entre las actividades se pueden mencionar:
    - Cortes muy verticales;
    - Sobrecargas o sobrepeso;
    - Pozos sépticos filtrando como los pozo-muro;
    - Tanques soterrados o cisternas con fuga (filtraciones);
    - Canales de drenaje mal diseñados o construidos; y
    - Relleno mal compactado o compactados con materiales inapropiados.
- **Terremotos** – Las vibraciones y sacudidas que están asociadas a un terremoto pueden ayudar a provocar que los materiales de una montaña que no estén constituidos de forma sólida se suelten y que un derrumbe pueda ocurrir.

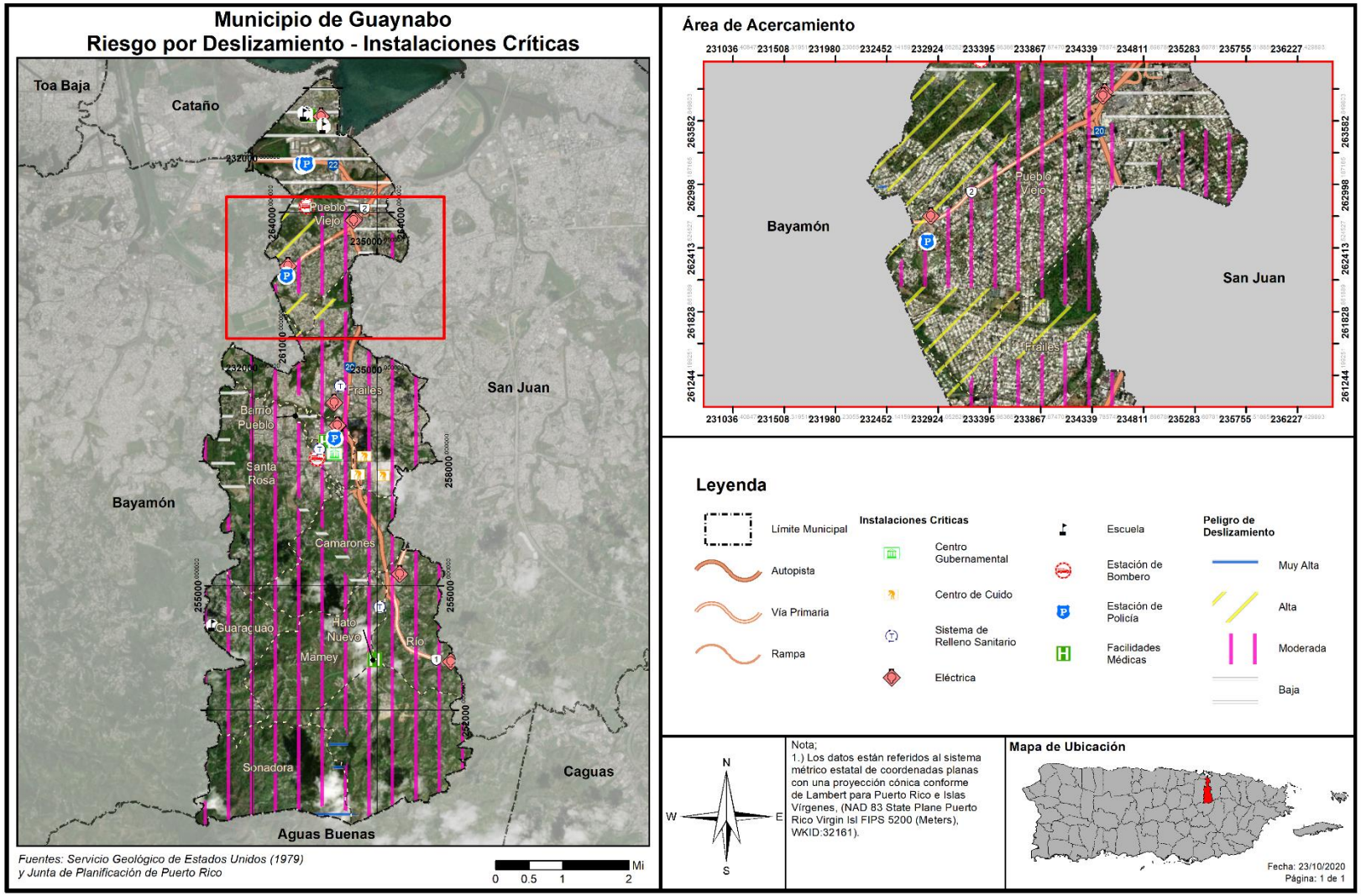
El paso de fenómenos meteorológicos que provocan lluvias prolongadas e intensas, tales como ondas tropicales, vaguadas y ciclones tropicales, son causas importantes que pueden provocar eventos de deslizamientos. Igualmente, el crecimiento poblacional y la construcción informal incrementa la susceptibilidad del municipio de sufrir los efectos de deslizamientos. Los sistemas de suministro de agua potable y manejo de desechos (tuberías sanitarias, pozos sépticos y alcantarillado pluvial), tanto en construcciones autorizadas como informales, agravan las condiciones que causan los deslizamientos. Se

aumentan las probabilidades de éstos filtrar o estar mal ubicados o construidos. Por ejemplo, el sector rural, al sur del municipio, depende de pozos sépticos. Éstos, unidos a las construcciones espontáneas, sin la supervisión de profesionales de la construcción y una escarpada topografía, han ocasionado eventos de deslizamientos.

A tales efectos, el municipio reconoce su obligación de mantener campañas educativas y de concientización en las comunidades localizadas en zonas inundables y, por tanto, propensas a deslizamientos de terreno. De igual forma, el municipio recomienda adoptar medidas estructurales que limiten o reduzcan el riesgo de derrumbes con el propósito de reducir el colapso de estructuras y otros eventos que pongan en riesgo la salud de los equipos de respuesta de emergencias.

4.5.5.1 Área geográfica afectada

Figura 22: Área geográfica del Municipio de Guaynabo afectada por el peligro de deslizamiento



La figura que precede ilustra el área geográfica del Municipio de Guaynabo , específicamente los barrios o áreas del municipio susceptibles a deslizamiento, utilizando un análisis de riesgo a base de las categorías baja, moderada, alta y muy alta. Las áreas del municipio con mayor riesgo al peligro de deslizamiento, entiéndase las áreas de riesgo alto y muy alto, se encuentran en las áreas rurales o zonas montañosas. Muchas de estas áreas están en jurisdicción estatal adyacentes a carreteras principales, administradas por el Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico.

Para más información, véase la sección 4.6.3.5 en la página 253.

A continuación, se presenta el mapa generado por el USGS Geologic Hazard Science Center el cual presenta la susceptibilidad relativa estimada a la ocurrencia de deslizamientos de tierra durante o poco después de una precipitación intensa, como la producida durante un evento atmosférico como huracán o tormenta tropical. Este ejercicio provee un marco de referencia para determinar la susceptibilidad a deslizamiento en un área específica, contribuyendo así a la identificación de proyectos de mitigación apropiados para disminuir la vulnerabilidad del municipio ante los deslizamientos. En ese sentido, el municipio utiliza esta herramienta para lo siguiente:

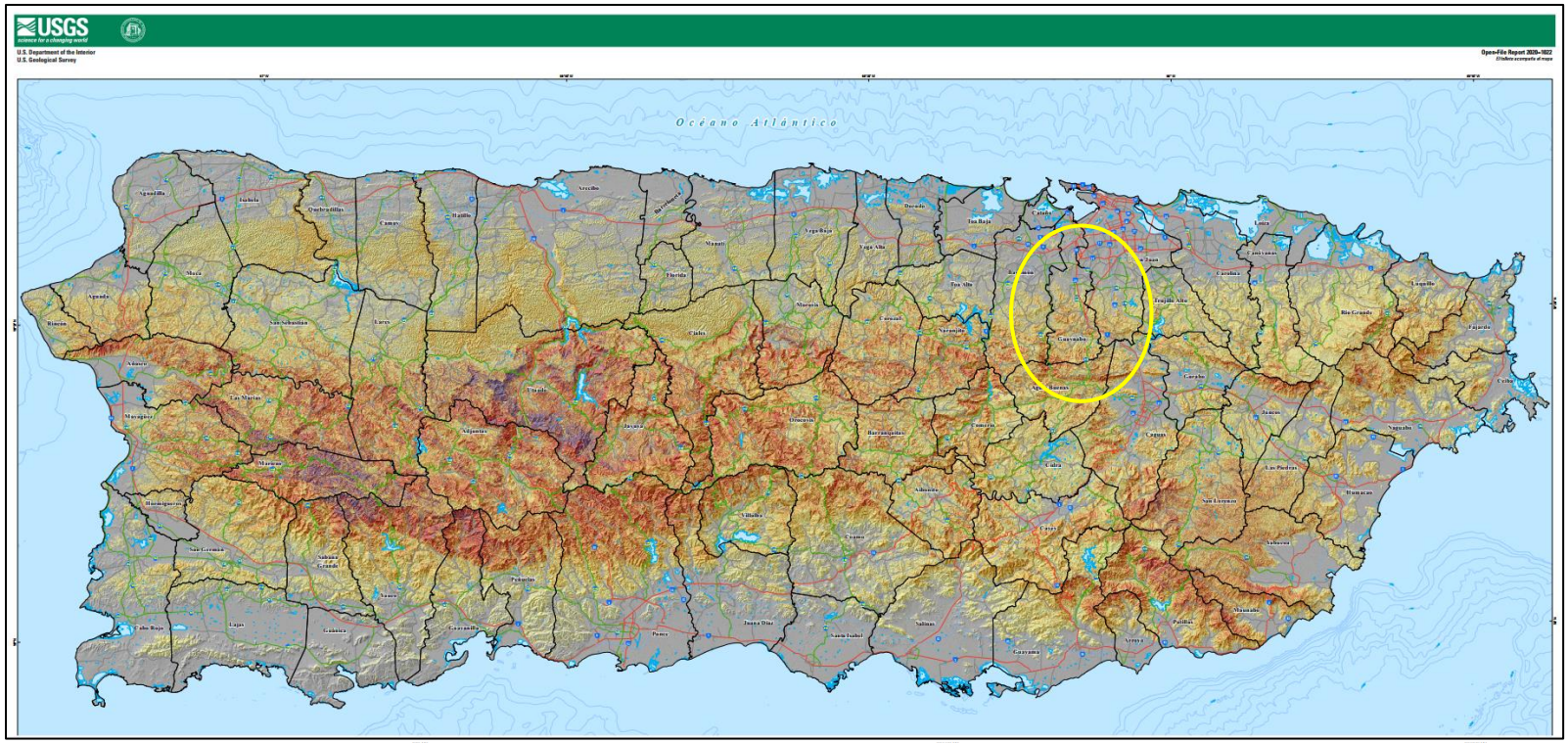
1. identificar áreas a ser excluidas de desarrollos futuros;
2. solicitudes de estudios de estabilidad de taludes previo a trabajos de construcción, nivelación, cimentación, diseño de drenaje para que se tome en consideración la inestabilidad de los terrenos;
3. desalojo e implementación de medidas de mitigación de riesgos asociados al deslizamiento;
4. promover el monitoreo de estos terrenos para detectar señales de deslizamiento de forma prematura, como, por ejemplo, grietas en carreteras y estructuras, postes y arboles inclinados y líneas de agua y alcantarillado rotos; y
5. establecer un plan de desalojo previo al evento de lluvia que pueda producir deslizamientos, así como coordinar los esfuerzos de respuesta a la emergencia.[61]

No obstante, el siguiente mapa no es un sustituto de investigaciones de lugares específicos y estabilidad de taludes por geólogos e ingenieros licenciados. Además, muchos de los deslizamientos en Puerto Rico se mueven lejos de las localizaciones de donde se originan y pueden ocasionar la pérdida de vidas y propiedades a medida que avanzan cuesta abajo; el mapa no muestra esta amenaza significativa como resultado de la movilidad de deslizamientos.[62]

[61] Se incluye y adopta la Guía sobre Deslizamientos de Tierra para residentes de Puerto Rico, en el apéndice B.7.7, desarrollado por el USGS, Natural Hazard Center y la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez, según desarrollada en el año 2020.

[62] Para información adicional sobre el desarrollo de los mapas de susceptibilidad a deslizamiento de tierra, así como los usos y limitaciones de estos mapas producidos por el USGS, puede acceder el enlace: https://pubs.usgs.gov/of/2020/1022/ofr20201022_sheet_esp_georeferenced.pdf

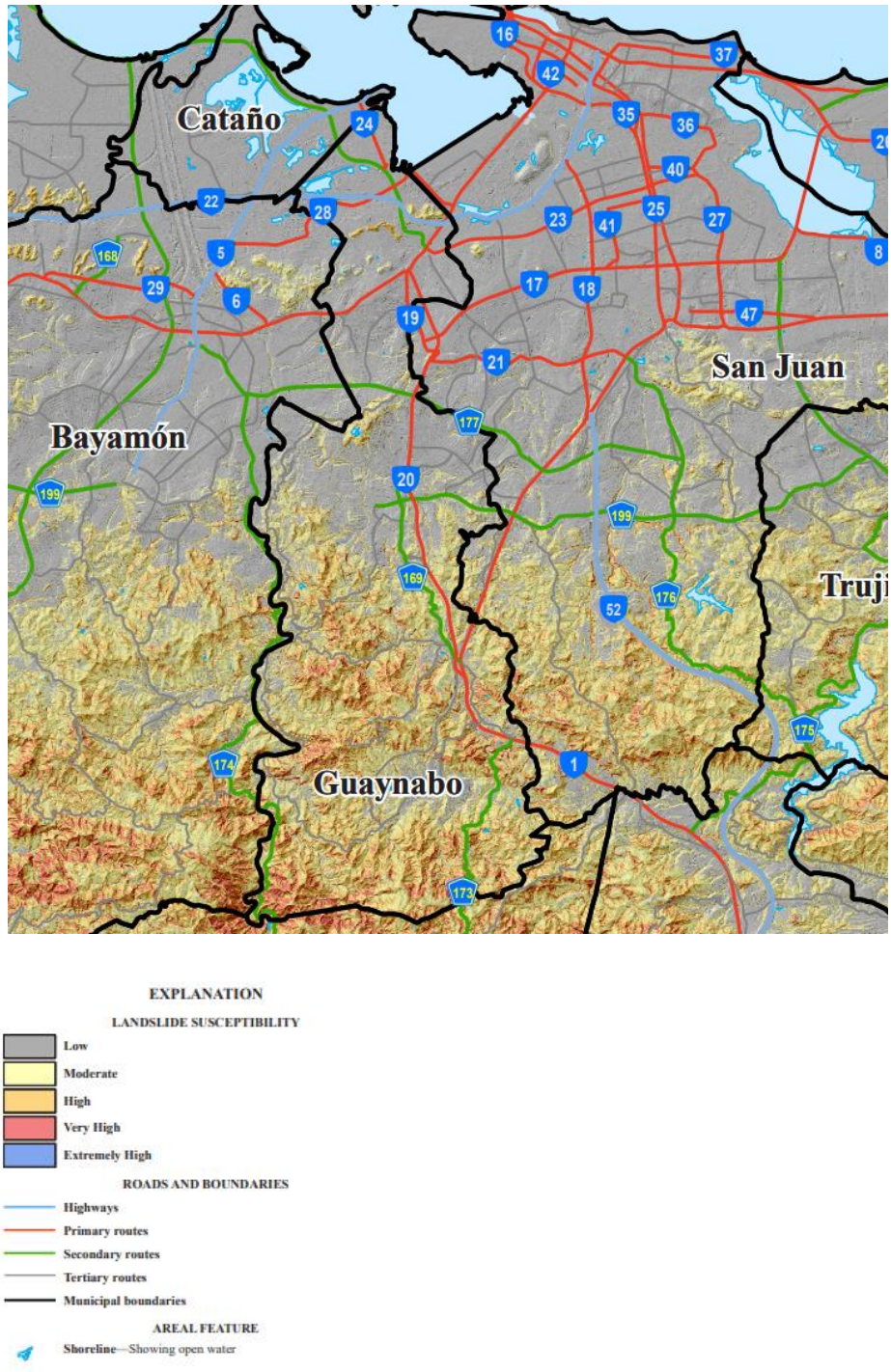
Figura 23: Mapa de la susceptibilidad de deslizamientos de tierra por precipitación interna en Puerto Rico



Fuente: United States Geological Survey, 2020, https://pubs.usgs.gov/of/2020/1022/ofr20201022_sheet_esp_georeferenced.pdf

Con el propósito de tener una perspectiva de las áreas susceptibles a deslizamiento de tierra producidos por precipitación intensa en el Municipio de Guaynabo se comparte, como área de acercamiento, el territorio municipal.

Figura 24: Área susceptible a deslizamiento por lluvia en el Municipio de Guaynabo



Fuente: United States Geological Survey, 2020, https://pubs.usgs.gov/of/2020/1022/ofr20201022_sheet_esp_georeferenced.pdf

La siguiente figura muestra las acciones de mitigación, sugeridas por el USGS, para evitar la ocurrencia de eventos de deslizamiento.

Figura 25: Acciones de mitigación para la ciudadanía ante deslizamientos



Fuente: https://hazards.colorado.edu/uploads/documents/PuertoRico_GuiaDerrumbe_2020.pdf

4.5.5.2 Severidad o magnitud del peligro

Los deslizamientos ocurren comúnmente en áreas de montañas escarpadas durante periodos de lluvia intensa. Las lluvias saturan el suelo y provocan que el drenaje natural pierda su capacidad estructural y falle. Algunas áreas suelen ser más propensas a derrumbes que otras. Los sitios de mayor inclinación figuran entre las áreas más susceptibles a deslizamientos.

La vegetación contribuye a la forma en que los suelos se mantienen compactados ayudando así a resistir la erosión de la superficie. Las laderas sin vegetación tienden a ser más propensas a la erosión que las pendientes vegetadas.

La forma y la condición de una pendiente puede afectar la estabilidad. Entre los factores que afectan la pendiente incluyen: la altura, inclinación, vegetación y geología. En general, el incremento en la altura y pendiente están correlacionados con la reducción de estabilidad del terreno. A continuación, factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos:

- La base de terrenos inclinados;
- Estancamiento de agua en la escarpada principal (corona);
- Desarrollo en pendientes inclinadas;
- La base de una pendiente tenga relleno;
- Zonas con derrumbes anteriores;
- Laterales de las colinas que han sido desarrolladas y donde se han utilizado sistemas sépticos;
- Taludes empinados en terrenos arcillosos y/o material sin consolidar;
- Pendientes mayores de 12 grados y en elevaciones mayor de 300 metros.

Las categorías de peligro provienen del índice que utiliza el USGS. Estas categorías son basadas en la pendiente del terreno y las características del suelo tal como son definidas por la agencia federal. Véase, próxima tabla la cual provee una descripción del evento conforme a las categorías baja, moderada, alta y muy alta.

Tabla 30: Índice de deslizamientos a base del USGS

Categoría	Descripción
Bajo	Áreas casi totalmente planas o áreas que se encuentran sobre roca estable sin erosión.
Moderado	Mayormente estable; puede incluir algunas pendientes inestables cerca de fallos pero que eran demasiado pequeñas para registrarse en el mapa.
Alto	Áreas de alto potencial para deslizamientos; generalmente pendientes mayores a 50%.
Muy Alto	Áreas de máximo potencial para deslizamiento, basándose en la presencia de materiales susceptibles a deslizamiento al igual que las características de la pendiente.

Fuente: USGS, 2019

4.5.5.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

A nivel mundial, los deslizamientos causan billones de dólares en daños a infraestructura y miles de pérdidas de vida. Ello es así, toda vez que en la mayoría de las ocasiones es impredecible cuando estos peligros van a ocurrir, resultando en un mayor número de muertes, destrucción de carreteras, estructuras, viviendas e infraestructura.[63]

[63]NASA Landslides Reporter, Primer and Landslide Identification, https://pmm.nasa.gov/landslides/guides/COOLRGuide_Primer.pdf

Actualmente, no hay modelos estándares para estimar las pérdidas que pueden ocasionar los deslizamientos y otros movimientos de masa sobre las estructuras y sus contenidos. Además, en ciertas instancias no hay datos específicos disponibles sobre el historial de estos eventos en la Isla ni la magnitud de los daños que han producido estos peligros.

En Puerto Rico, uno de los eventos más memorables sobre deslizamientos lo fue el deslizamiento del barrio Mameyes, el 7 de octubre de 1985, en el Municipio de Ponce. Este desastre natural fue provocado por las intensas y prolongadas lluvias de una onda tropical, la cual luego se convirtió en la conocida Tormenta Tropical Isabel. Las descargas directas de pozos sépticos en el terreno y una tubería de agua rota contribuyeron a incrementar la magnitud y el impacto de este evento sobre esta comunidad. Consecuentemente, las lluvias produjeron un deslizamiento de aproximadamente doscientos sesenta (260,000) mil yardas cúbicas de material del cerro. Este evento de deslizamiento de lodo ocasionó la destrucción de ciento veinte (120) viviendas y el fallecimiento de ciento treinta (130) personas.[64]

4.5.5.4 Cronología de eventos de peligro

Los deslizamientos accionados por terremotos son los más significativos. Sin embargo, los resultantes a consecuencia de la lluvia son los más comunes. Los eventos prolongados de lluvia de menor intensidad presentan un potencial mayor de accionar movimientos de masa, en comparación con los eventos de alta intensidad y poca duración. Es decir, una intensidad menor de lluvia favorece la infiltración de agua en la masa de terreno, así como la saturación gradual de éste. Los valores de intensidad de lluvia en la relación intensidad-duración son, sin duda, el agravante para la producción de estos eventos. No obstante, esta acción no representa la única condición para la ocurrencia de estos eventos, toda vez que los eventos intensos o moderados de larga duración tienen la capacidad de inducir movimientos de masa significativos en el municipio.

La naturaleza montañosa y alta pluviosidad del área del Municipio de Guaynabo han favorecido la ocurrencia natural de deslizamientos y otros movimientos de masa, particularmente en las áreas más escarpadas. En las últimas décadas, un número significativo de viviendas se han visto afectadas por estos eventos, especialmente aquellas localizadas en las laderas de los valles profundamente disectados por los ríos, las áreas más escarpadas y las zonas impactadas por las actividades humanas. De igual manera otro factor agravante son los cortes hechos para viviendas u otras estructuras en el terreno de las laderas en zona montañosa. En ocasiones, al ocurrir eventos prolongados de lluvia, estas estructuras se afectan por el efecto de los deslizamientos.

Otra condición que exacerba el potencial de los deslizamientos es la aglomeración de viviendas en las laderas de las montañas debido a que las aguas provenientes de los pozos muro, al saturar el terreno, reducen la resistencia de éste a deslizamientos. Esta situación se agrava cuando las estructuras están alineadas una bajo la otra, de manera que si fallara la de arriba ésta caería sobre las otras creando un efecto dominó. Es necesario mejorar la disponibilidad de datos relativos al impacto económico de los daños producidos por los deslizamientos. La limitación de información se debe a varios factores, incluyendo: que en las declaraciones presidenciales de desastres administradas por FEMA una porción significativa de los efectos de estos daños son contabilizados como ayuda individual y no se categorizan de acuerdo a la causa específica del daño, ya que la mayor parte de estos son tratados como parte de las labores de mantenimiento que el municipio y el DTOP realiza cuando hay derrumbes que bloquean caminos o afectan las viviendas de los ciudadanos.

[64] Ecoexploratorio, Derrumbes en Puerto Rico, https://ecoexploratorio.org/amenazas-naturales/derrumbes/derrumbes-en-puerto-rico/

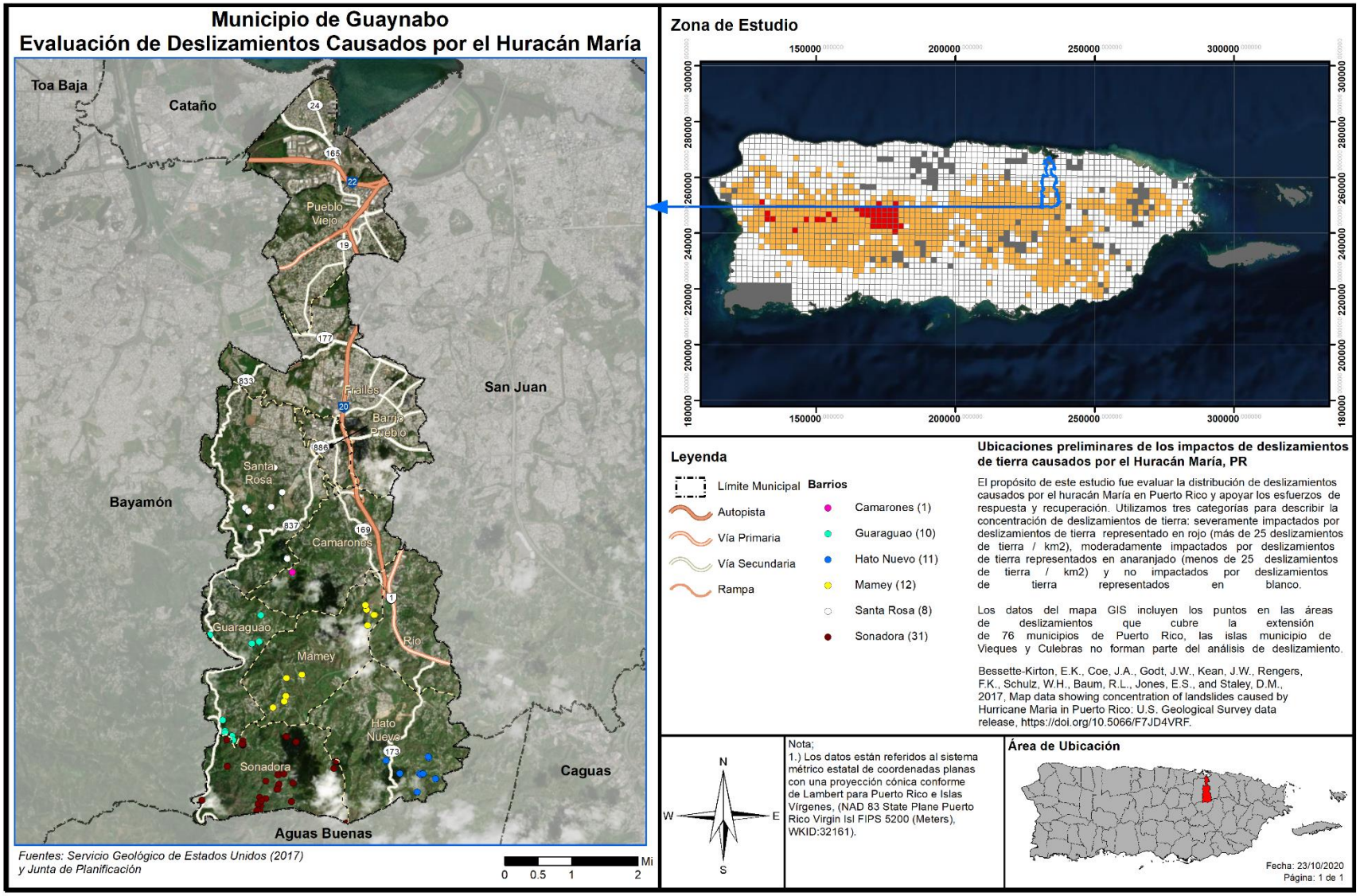
Tras el paso del huracán María en septiembre de 2017, el USGS realizó un estudio[65] para identificar los deslizamientos ocurridos en Puerto Rico. En total, la USGS registró 71,431 deslizamiento.[66] En este estudio se utilizaron fotografías aéreas recolectadas entre el 26 de septiembre y el 8 de octubre de 2017 y cuadrángulos de 4 Km² (2 Km x 2 Km) creadas para toda la isla; ambas en conjunto se usaron para hacer una identificación visual de deslizamientos por cuadrángulo. Cada cuadrángulo se clasificó de la siguiente manera: más de 25 deslizamientos por Km², menos de 25 deslizamientos por Km², ningún deslizamiento registrados, y área no estudiada. (Bassette – Kirton, Creovski-Darriau, Schulz, Coe, Kean, Godt, Thomas & Hughes 2019)

El referido estudio, por localización, utilizó imágenes de FEMA, NOAA y DigitalGlobe, Inc. para la identificación de deslizamientos. Se identificaron deslizamientos en 72 de 78 municipios. El 64% experimento de 0-3 deslizamientos por Km², 26% de 3-25 deslizamientos por Km² y un 10% experimentó más de 25 deslizamiento por Km². Las cuencas de drenaje con alta incidencia de deslizamientos se encuentran en el Río Grande de Arecibo y el Río Grande de Añasco. Cada uno con más de 30 deslizamientos por Km². Áreas con más de 100 deslizamientos por kilómetros cuadrados se localizaron en los municipios de Maricao, Utuado, Jayuya y Corozal.[67]

Por su parte, la siguiente figura ilustra los deslizamientos ocurridos tras el paso del huracán María sobre el municipio en septiembre de 2017. El mayor número de deslizamientos se registró en el barrio Sonadora con 31 deslizamientos, seguido por los barrios Mamey, Hato Nuevo y Guaraguao con 12, 11 y 10, respectivamente. En total, el Municipio de Guaynabo experimentó sobre 73 deslizamientos a causa del huracán, lo que evidencia el potencial de desatar el peligro de deslizamiento de eventos de lluvia prolongados.

[65] *Fuente:* https://www.usgs.gov/natural-hazards/landslide-hazards/science/preliminary-locations-landslide impacts-hurricane-maria?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects
[66] Véase, https://www.sciencebase.gov/catalog/item/5d4c8b26e4b01d82ce8dfeb0
[67] Véase, https://www.sciencebase.gov/catalog/item/5d4c8b26e4b01d82ce8dfeb0

Figura 26: Inventario de deslizamientos registrados en Guaynabo a causa del huracán María en septiembre de 2017



4.5.5.5 Probabilidad de eventos futuros

La lluvia y la geología son los factores más importantes para estimar la magnitud de eventos futuros. La duración de eventos de lluvia, acumulación, intensidad y condiciones antecedentes (lluvia que ha caído en semanas pasadas, meses e inclusive años) son alguno de los factores climáticos que influyen sobre los eventos de deslizamientos. No obstante, es importante puntualizar que el nivel de la pendiente y la construcción desmedida en áreas susceptibles a deslizamientos juegan un papel de vital importancia en la ocurrencia y recurrencia de este tipo de evento. A base la metodología para determinar la probabilidad de eventos futuros incorporada en la sección 4.4, y las experiencias previas del municipio, se le asigna una probabilidad de ocurrencia futura alta, toda vez que la mayoría de los deslizamientos en el municipio se producen a causa de eventos de lluvia fuerte, prolongada o eventos atmosféricos como las tormentas y/o huracanes.

Los deslizamientos de tierra pueden ocurrir con rapidez, a menudo sin previo aviso. Por tal motivo, la mejor manera de prepararse es mantenerse informado sobre los cambios en su hogar y en los alrededores que podrían indicar que es probable que se produzca un deslizamiento de tierra.

Hay varias señales que, previo a que se genere un deslizamiento, se manifiestan en nuestro entorno, como:

- Se producen cambios y marcas de drenaje del agua de escorrentía en las pendientes (especialmente en los lugares donde convergen las aguas de lluvia), movimientos de tierra, pequeños deslizamientos, corrientes o árboles que se inclinan progresivamente.
- Las puertas o ventanas, de las estructuras, se traban por primera vez.
- Aparecen nuevas grietas en el empañetado, los azulejos, las losas o los cimientos.
- Las paredes exteriores, pasillos o escaleras comienzan a separarse de la vivienda.
- Lentamente se producen grietas cada vez mayores en el piso o en las áreas pavimentadas, como las calles o entradas para automóviles.
- Se rompen las tuberías subterráneas de servicios públicos y/o las que extienden servicios dentro de la propiedad.
- Aparece una protuberancia de tierra en la base de una pendiente.
- Aparece agua en la superficie en lugares que anteriormente no se apreciaban.
- Las cercas, los muros de contención, los postes de servicios públicos o los árboles se inclinan o se mueven.

4.5.6 Vientos fuertes - Descripción del peligro

Los vientos son corrientes de aire que se producen en la atmósfera por variaciones en presión. Aunque estas corrientes están activas en todo momento, al aumentar en fuerza se pueden convertir en un peligro de alto rango. Para propósitos de este plan se estarán considerando eventos que pueden causar vientos fuertes mayores, en específico los ciclones tropicales y su fuerza desmesurada. (Castro Rivera & Lopez Marrero, Cartilla de los ciclones, 2018)

Los ciclones tropicales son el peligro natural más frecuente en Puerto Rico, el más peligroso de los cuales es el huracán. Los huracanes son sistemas atmosféricos tropicales con una intensidad de vientos sostenidos mayores a las setenta y cuatro (74) millas por hora. Se desarrollan sobre aguas cálidas y son causados por la inestabilidad creada por la colisión entre el aire cálido y fresco. Los ciclones tropicales se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos sostenidos, a saber:

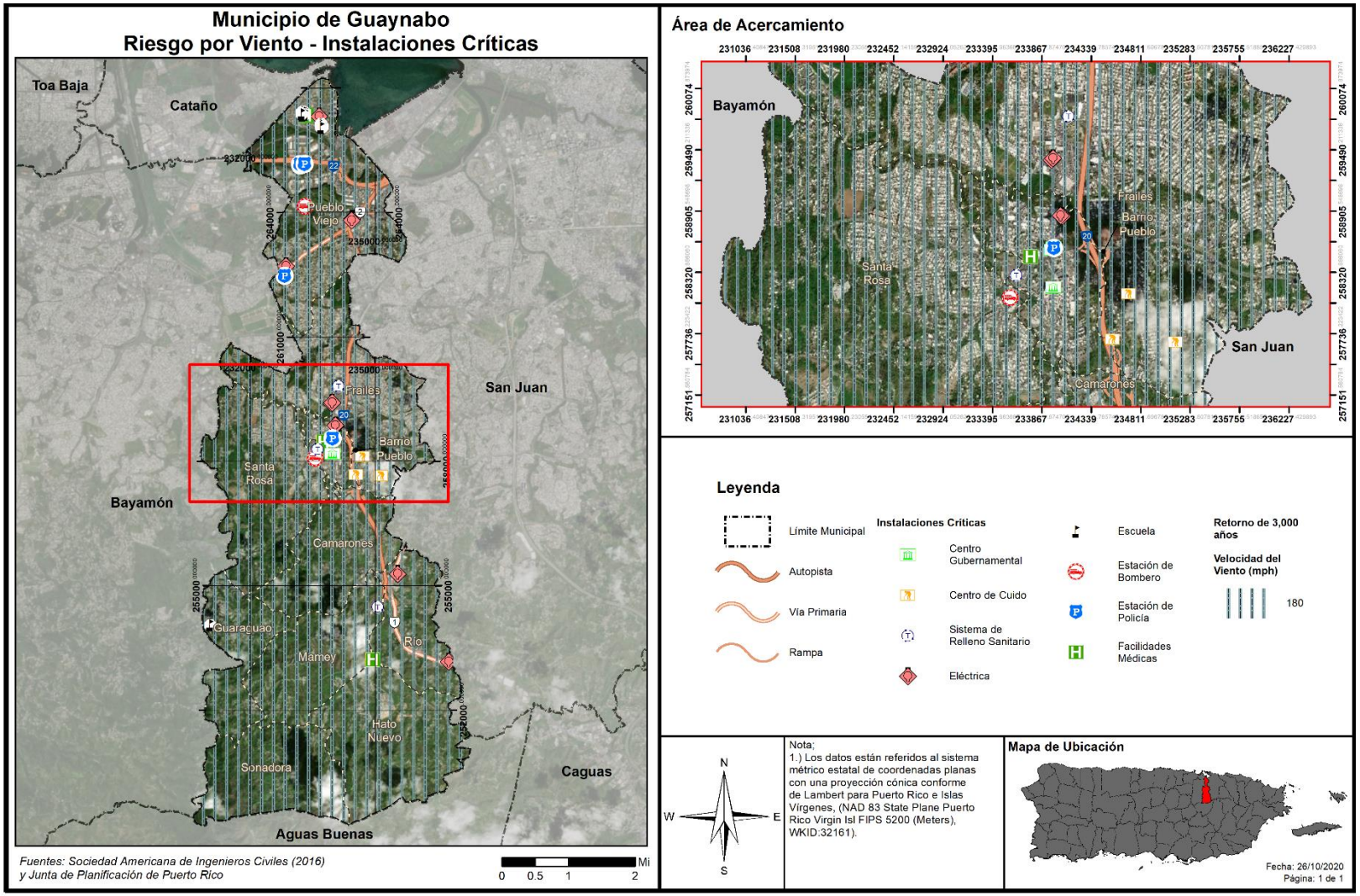
- Depresión Tropical: Sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos son menores de 39 millas por hora. Se considera un ciclón tropical en su fase formativa.
- Tormenta Tropical: Sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos fluctúan entre 39 y 73 millas por hora.
- Huracán: Ciclón tropical de intensidad máxima en el cual los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan las 74 millas por hora. Tiene un centro definido en cual se experimenta una presión barométrica muy baja. Los huracanes se clasifican en categorías que van del uno (I) al cinco (V) y pueden llegar a alcanzar vientos mayores a 155 millas por hora. (Castro Rivera & Lopez Marrero, Cartilla de los ciclones, 2018)

Los huracanes son peligrosos por su potencial de destrucción, su capacidad de afectar zonas amplias, su capacidad de formarse de manera espontánea y su movimiento errático. Los huracanes vienen, a menudo, acompañados por mareas altas, marejadas y lluvias fuertes que pueden ocasionar deslizamientos e inundaciones por la crecida de los ríos. Dado a que estos últimos ya se han discutido en sus propias secciones, en esta sección sólo se estará cubriendo los efectos del viento sobre el municipio.

La siguiente figura representan el Municipio de Guaynabo y los barrios o áreas del municipio que son susceptibles al peligro de vientos fuertes. Como podemos observar, la totalidad del municipio se encuentra susceptible a este peligro natural, especialmente producto de eventos atmosféricos como huracanes y tormentas tropicales. Para más información, véase la sección 4.6.3.6 en la página 264.

4.5.6.1 Área geográfica afectada

Figura 27: Área geográfica de Guaynabo susceptible a vientos fuertes en un evento de recurrencia de 3,000 años



Puerto Rico y las islas vecinas del Caribe están sujetas a impactos frecuentes y graves a huracanes y tormentas tropicales, incluyendo daños por el viento, lluvias intensas, deslizamientos, inundaciones y desborde de los cauces de los ríos y la inundación de agua salada a lo largo de las costas. La evidencia histórica sugiere que Puerto Rico experimenta trastornos frecuentes e intensos por los vientos huracanados. La topografía de la isla juega un rol importante sobre el impacto de vientos fuertes sobre la región. Generalmente, un evento de vientos fuertes afecta la totalidad de la región.

4.5.6.2 Severidad o magnitud del peligro

Los huracanes constituyen uno de los peligros naturales más frecuente y destructivos en Puerto Rico. El daño a las edificaciones y a la infraestructura puede ser causado, bien sea por vientos fuertes o por escombros levantados por el viento, que actúan como proyectiles dirigidos por el viento.

La fuerza de los huracanes se mide basándose en la escala Saffir-Simpson, que divide los eventos por la velocidad máxima sostenida de sus vientos. Los huracanes de categoría uno (I) y (II) son eventos de gran peligro, pero los de categoría tres (III) a cinco (V) se les denomina huracanes mayores y pueden tener consecuencias devastadoras y catastróficas. La escala presenta lo siguiente:

Tabla 31: Escala Saffir-Simpson

Categoría	Velocidad máxima sostenida del viento (mph)
I	74–95
II	96–110
III	111–129
IV	130–156
V	157 en adelante

Fuente: Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) 2019

Los siguientes representan los riesgos asociados a los huracanes a base de la intensidad de los vientos:

Categoría 1- Vientos de 74 a 95 mph

- Las carreteras de baja elevación cerca de las costas serán inundadas;
- Se pueden esperar daños a muelles y botes pequeños en áreas de anclaje;
- Daños a árboles, arbustos y plantaciones agrícolas;
- Daños a casas móviles que no estén bien sujetas al terreno; y
- Marejada Ciclónica de 4-5 pies sobre lo normal.[68]

Categoría 2- Vientos de 96 a 110 mph

- Las carreteras cerca de la costa quedarán intransitables debido a las marejadas;
- Las marejadas pueden causar inundaciones de 2 a 4 horas antes de la llegada del ojo del huracán;
- Se requerirá el desalojo de algunos residentes en terrenos bajos del área costera;
- Daños considerables a plantas y árboles;
- Daños mayores a casas móviles y estructuras de pobre construcción;
- Daños a techos, puertas y ventanas de algunas estructuras;

[68] Cabe destacar que a partir del año 2009, la marejada ciclónica se cataloga aparte de la escala Saffir-Simpson.

- Daños considerables a muelles o marinas;
- Embarcaciones pueden ser desprendidas de sus amarras en muelles expuestos; y
- Marejada Ciclónica de 6-8 pies sobre lo normal.

Categoría 3- Vientos de 111 a 129 mph

- Inundaciones serias hasta varias millas en las costas y terrenos llanos con elevación menor de 5 pies sobre el nivel del mar;
- Muchas estructuras pequeñas cerca de la costa serán destruías o seriamente averiadas;
- Las rutas de escape de baja elevación estarán intransitables de 3 á 5 horas antes de la llegada del ojo del huracán;
- Posiblemente se requerirá el desalojo de los residentes cercanos a la costa;
- Se pueden destruir rótulos y edificios de madera pequeños;
- Edificios cerca de la playa pueden ser afectados por el alto e intenso oleaje; y
- Marejada Ciclónica de 9-12 pies sobre lo normal.

Categoría 4- Vientos de 130 a 156 mph

- Terrenos llanos cuya elevación sea igual o menor de 10 pies sobre el nivel del mar podrán ser inundadas tierra adentro;
- Las rutas de escape de baja elevación estarán intransitables de 3 a 5 horas antes de la llegada del ojo del huracán;
- Daños mayores a la planta baja de las estructuras cerca de la costa;
- Erosión significativa en las playas;
- Posiblemente el desalojo masivo de los residentes a 500 yardas de la costa y en terrenos bajos, aproximadamente 2 millas tierra adentro;
- Daños significativos a estructuras;
- Destrucción total de casas móviles; y
- Marejada Ciclónica de 13-18 pies sobre lo normal.

Categoría 5- Vientos de 157 mph en adelante

- Daños mayores a las primeras plantas de estructuras en terrenos cuya elevación sea igual o menor de 15 pies sobre el nivel del mar, hasta 500 yardas de la costa;
- Las rutas de escape en terrenos bajos estarán intransitables de 3 á 5 horas antes de la llegada del ojo del huracán;
- Posiblemente se requerirá el desalojo masivo de los residentes en varias millas de la costa;
- Árboles y arbustos arrancados y destrucción de plantaciones agrícolas;
- Techos y rótulos destruidos;
- Destrucción total de muchas estructuras; y
- Marejada Ciclónica mayor de 18 pies sobre el nivel del mar, con mecanismos destructivos similares a un Tsunami.

4.5.6.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

El impacto del peligro del viento a la vida, propiedad y operaciones depende de varios factores, incluyendo la severidad del evento y si se proporcionó o no un tiempo de advertencia adecuado a los residentes para preparase ante el evento o para desalojar áreas susceptibles al peligro de vientos fuertes. Se asume que toda la población se encuentra propensa a sufrir los estragos de este tipo de evento.

Los residentes pueden ser desplazados o requerir el refugio temporal a largo plazo en caso de un huracán. Las comunidades más vulnerables son las que están más propensas a sufrir los embates de este evento. Igualmente, los residentes de propiedades construidas, sin cumplir con los parámetros de construcción, se encuentran más vulnerables a ser destruidas por los efectos de los huracanes, provocando un sin número de pérdidas de propiedad en el municipio.

A modo de ejemplo, los residentes de edad avanzada se encuentran entre las poblaciones más vulnerable, toda vez que la logística del desalojo de zonas propensas a peligros naturales puede recaer en los recursos municipales. Asimismo, la población de envejecientes se considera más vulnerables porque requieren tiempo adicional o asistencia externa durante los desalojos y son más propensos a buscar o necesitar atención médica que puede no estar disponible durante un evento de tormenta.

La probabilidad anual de recurrencia de este peligro se determina por la cantidad de años que se estima que el evento vuelva a ocurrir. Por ejemplo, cuando los datos proveen un estimado de recurrencia de cien (100) años, se espera que ocurra por lo menos un (1) evento de esa magnitud durante un periodo de cien (100) años. Si lo reducimos a la probabilidad de que ocurra en un año, el periodo de recurrencia de cien (100) años significa que hay un por ciento (1%) de probabilidad anual que ocurra el evento. La Tabla 32 muestra cual es el por ciento de probabilidad anual de ocurrencia para cada periodo de recurrencia, al igual que la velocidad del viento que se esperaría durante el mismo periodo de recurrencia.

Tabla 32: Conversión de periodo de recurrencia a probabilidad anual por vientos fuertes

Periodo de recurrencia	Probabilidad anual de ocurrencia	Velocidad de viento esperada
50 años	2%	120-130 mph
100 años	1%	130-140 mph
700 años	0.14%	160 mph
3,000 años	0.03%	170-180 mph

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y resultados del análisis de riesgos del Municipio de Guaynabo

Adviértase, que no necesariamente la recurrencia de un evento de cien (100) años, durante un año en particular, significa que el evento no pueda suscitarse el próximo año o que ocurra dos (2) veces en un año. La probabilidad anual de ocurrencia por periodo lo que significa es que la velocidad del viento, causado por ese evento, sólo se espera con una frecuencia de un por ciento (1%) anual. En la eventualidad de que ocurran múltiples eventos de viento de esa magnitud, como por ejemplo múltiples huracanes en la misma temporada, cada uno puede ser considerado como un evento de cien (100) años. De haber un incremento consistente, en la cantidad de veces que ocurren eventos que causen vientos denominados de cien (100) años, cambia la probabilidad de ocurrencia a más de un por ciento (1%) anual, pudiendo reclasificarse el evento como peligros de mayor frecuencia.

Como norma general, es difícil obtener datos precisos sobre las velocidades de los vientos cuando pisan tierra, toda vez que los anemómetros, las herramientas utilizadas para medir la velocidad del viento, son arrancadas de su base o afectadas por los vientos. No obstante, es importante tomar en consideración

que este tipo de evento puede ocurrir durante eventos de tormentas eléctricas severas, tormentas tropicales y huracanes, los cuales provocan daños severos al producir vientos sostenidos entre 40 a 50 millas por hora (en adelante, mph) y, en ciertos eventos de índole catastrófica, pueden sentirse vientos sobre 130 mph. Los vientos fuertes pueden ocasionar daños a la propiedad, mediante los golpes de viento, lanzando los objetos a una distancia considerable desde su punto de origen. Por tal motivo, los vientos fuertes representan un peligro para la seguridad de la población y para las estructuras e infraestructura del municipio. Es imprescindible que el municipio propicie la concientización colectiva sobre las formas de adoptar medidas de mitigación efectivas antes de la ocurrencia de un peligro asociado a vientos fuertes con el ánimo de reducir las fatalidades en la región, proteger las instalaciones críticas y la infraestructura local.

El paso del huracán María en septiembre de 2017, ofreció una nueva perspectiva a nivel local y mundial sobre los efectos posibles de un fenómeno atmosférico de carácter catastrófico. Desde el huracán San Felipe, la Isla no había experimentado vientos de tal magnitud y por ende miles de pérdidas de vida y millones de dólares en daños estructurales. Un sin número de viviendas de madera fueron totalmente destruidas. Por su parte, las casas de hormigón sufrieron daños estructurales severos. Igualmente, se experimentó la destrucción de los recursos naturales, incluyendo la destrucción de la biodiversidad y los ecosistemas. De igual forma, se vieron interrumpidas las operaciones normales a nivel Isla, incrementando el impacto adverso de este fenómeno sobre las comunidades.

Como era de esperarse, la mayoría de los instrumentos utilizados para medir la velocidad del viento fallaron, por lo que no es posible conocer con certeza la velocidad de los vientos que azotaron los municipios durante el referido evento del huracán María. De igual forma, el municipio se vio afectado por lo siguiente:

- Falta de agua potable;
- Falta de servicios telefónicos
- Sistema eléctrico interrumpido;
- Personas sin hogar;
- Casas con daños severos o destruidas;
- Puentes y carreteras averiadas o bloqueadas;
- Gran acumulación de escombros.

Por todo lo cual, el Municipio de Guaynabo, luego de los eventos atmosféricos de septiembre de 2017, desarrolló su Plan de Emergencias para responder efectivamente y tomar aquellas precauciones pertinentes para reducir la pérdida de vida y propiedad en el municipio. Así pues, tenemos como objetivo realizar inspecciones y actividades para asegurar que se tenga información pertinente, materiales y equipo de emergencia necesarios para una respuesta apropiada y efectiva. De modo tal que, el municipio realiza periódicamente inspecciones de las instalaciones y/o plantas físicas, identificando así las estructuras que necesita repararse para reducir los riesgos asociados al paso del evento natural.

4.5.6.4 Cronología de eventos de peligro

La cronología de eventos se utiliza como herramienta para obtener un estimado del potencial de ocurrencia de peligros naturales futuros o que se espera puedan ocurrir en determinada región. De modo tal que, el proporcionar información histórica, sobre los sucesos y las pérdidas anteriores asociadas con eventos de vientos ocurridos en Puerto Rico, ofrece una predicción estimada sobre la ocurrencia de

eventos sobre el municipio. La información se basa únicamente en la información disponible identificada durante la investigación para el desarrollo de este Plan.

A continuación, se provee un listado cronológico de eventos atmosféricos que han provocado eventos de vientos fuertes a través de todo Puerto Rico, los cuales bien pudieron haber afectado el municipio.

Tabla 33: Cronología de eventos de peligro – Vientos fuertes

Vientos fuertes por eventos atmosféricos				
Fecha	**Nombre del evento**	**Tipo de evento**	**Categoría**	**Datos**
22 de agosto de 2020	Laura	Tormenta Tropical	No aplica	El sistema tropical Laura impactó a la Isla con fuertes lluvias y vientos fuertes causando inundaciones severas particularmente en el centro y oeste de Puerto Rico.
29-30 de julio de 2020	Isaías	Tormenta Tropical	No aplica	El sistema tropical Isaías produjo copiosas lluvias y vientos fuertes en la mayoría de los municipios de Puerto Rico.
20 de septiembre de 2017	María	Huracán	4	El ojo del huracán entró a Puerto Rico a las 6:15 a.m. por Yabucoa con vientos de 155 MPH, cruzó la Isla diagonalmente saliendo cerca de las 2:00 p.m. entre Barceloneta y Arecibo a 109 MPH. El fenómeno azotó la Isla con vientos y lluvia por más de 30 horas. El sistema eléctrico fue completamente destrozado, las líneas de transmisión fueron derivadas, así como el 80 por ciento de los postes que sostienen los cables eléctricos, dejando la Isla a oscuras. La Isla tampoco tenía el servicio de agua potable debido a que el servicio depende de la electricidad para su funcionamiento. A todo eso se le añade que el 95% de la comunicación por celular se encontraba fuera de servicio. Los daños reportados por NOAA en Puerto Rico y Las Islas Vírgenes fue estimado entre 65 a 115 billones de dólares.

Vientos fuertes por eventos atmosféricos				
Fecha	**Nombre del evento**	**Tipo de evento**	**Categoría**	**Datos**
5 de septiembre de 2017	Irma	Huracán	4	Aunque Irma no tocó directamente a la Isla Grande si impactó la isla municipio de Culebra donde destruyó 30 casas e incomunicó la isla de Culebra al dañar la única torre de comunicación. Para la Isla de Puerto Rico en general, resultó en que entre el 25% y el 30% de las fincas de plátanos, guineos, papaya y café fueron destruidas. Irma representó una pérdida $30.6 millones para los agricultores a nivel de Puerto Rico. Aproximadamente 6,200 personas tuvieron que buscar refugio. La AEE reportó que un total de 1.1 millones de abonados quedaron sin servicio debido al paso del Huracán. La AAA reportó que al menos 362,000 abonados estaban sin servicio de agua potable.
22 de agosto de 2011	Irene	Tormenta Tropical	N/A	Las cantidades totales de lluvia fueron de 22"/3 días, y el área este fue la más afectada, la misma área que había recibido a principios de agosto sobre 6" con el paso cercano de la tormenta tropical Emily. El Río Grande de Manatí en Manatí tuvo el tercer nivel más alto alcanzado en su historia. La crecida en el Río Puerto Nuevo a la altura de Hato Rey fue el cuarto nivel más alto de su récord. Hubo una muerte directa por el paso de Irene debido a ahogamiento y 500 millones en pérdidas.
3 de agosto de 2011	Emily	Tormenta Tropical	N/A	Los vientos de esta tormenta tropical dejaron aproximadamente 18,500 abonados de la AEE sin servicio eléctrico y a casi 6,000 abonados sin servicio de agua potable. La precipitación relacionada a este fenómeno fue de diez pulgadas, lo que ocasionó que varios ríos se salieran de su cauce menor.
3 de octubre de 2004	Jeanne	Tormenta Tropical	N/A	Sus vientos máximos alcanzados fueron de 72 mph, debido a la lluvia se desalojaron 3,629 personas. Las escuelas, residencias y edificios comerciales sufrieron daños y debido a los deslizamientos y escombros arrastrados se cerraron 302 carreteras.
21 de septiembre de 2001	Dean	Tormenta Tropical	N/A	Aunque sus vientos más altos se estimaron en 165 mph, en PR sólo causo daños estimados de 2 millones debido a la inundación.

Vientos fuertes por eventos atmosféricos				
Fecha	**Nombre del evento**	**Tipo de evento**	**Categoría**	**Datos**
21-22 de septiembre de 1998	Georges	Huracán	3	Intenso huracán que paso sobre Puerto Rico, entrando por el este cerca de Humacao y saliendo por Cabo Rojo. Georges produjo vientos de 115 MPH e inundaciones en todo Puerto Rico. Más de 72,000 hogares en Puerto Rico sufrieron daños y 28,000 fueron completamente destruidos.
9-10 de septiembre de 1996	Hortensia (Hortense)	Huracán	1	Hortensia entró por Guayanilla en el sur de Puerto Rico hasta Mayagüez. El mayor daño fue causado por inundaciones y deslizamientos de terreno los cuales les causaron la muerte a 18 personas. Las pérdidas en la agricultura fueron cerca de 127 millones de dólares.
8 de julio de 1996	Bertha	Tormenta Tropical	N/A	Su paso dejó fuertes lluvias e inundaciones sobre toda la Isla.
16 de septiembre de 1995	Marilyn	Huracán	2	Los deslizamientos e inundaciones fue el mayor impacto que dejó tras su paso, con vientos aproximados de 110 mph. Las islas municipios de Vieques y Culebras fueron las más afectadas.
16 de agosto de 1993	Cindy	Tormenta Tropical	N/A	La lluvia dejó aproximadamente 5.54 pulgadas de lluvia, causando inundaciones severas.
18 de septiembre de 1989	Hugo	Huracán	4	El ojo del huracán paso sobre la isla de Vieques, luego sobre la punta Noreste de Puerto Rico. Los vientos máximos estimados de Hugo fueron de 140 MPH. se acumularon 9.20 pulgadas de lluvia.
7 de noviembre de 1984	Klaus	Tormenta Tropical	N/A	Los vientos más fuertes de Klaus se mantuvieron en el mar. El máximo de vientos sentidos en la base naval de Roosevelt Roads fue de 37 millas por hora. La mitad sur de Puerto Rico registro aproximadamente 7 pulgadas de lluvia, mientras que en Culebra se registró 10 pulgadas.
4 de septiembre de 1979	Federico (Frederic)	Tormenta Tropical	N/A	Apenas unos 5 días después del paso del huracán David al sur de Puerto Rico, ya la Isla sentía la amenaza y azote directo de la tormenta tropical Frederic (mejor conocida en Puerto Rico como Federico). Casi siguiendo la trayectoria que su predecesor David había tenido por nuestras islas, pero como un sistema más débil, las lluvias de Frederic remataron y ocasionaron inundaciones adicionales. Daños causados por las lluvias e inundaciones dejaron unas pérdidas de 125 millones.

Vientos fuertes por eventos atmosféricos				
Fecha	**Nombre del evento**	**Tipo de evento**	**Categoría**	**Datos**
30 de agosto de 1979	David	Huracán	4	Pasó a 90 millas de Ponce y 70 millas del sur de Cabo Rojo, experimentando vientos de aproximadamente 175 mph, más de 800 casas destruidas y 55 millones en pérdidas en la agricultura.
17 de julio de 1979	Claudette	Tormenta Tropical	N/A	Conocida como Claudia, pasó al norte de Puerto Rico con vientos que llegaron a registrar 90 mph.
15-16 de septiembre de 1975	Eloísa (Eloise)	Tormenta Tropical	N/A	Entre Guayanilla y Mayagüez se registraron las lluvias más intensas, y, por ende, el mayor número de muertes. Los datos de precipitación indican que los máximos de lluvia ocurrieron en Dos Bocas, Utuado con 33.29" en tres días. Las inundaciones repentinas resultantes ocasionaron la muerte de 34 personas y sobre $60 millones en daños. Las muertes fueron a consecuencia de ahogamiento, por un edificio colapsado, personas electrocutadas, y hubo una persona quemada por un fuego eléctrico en una refinería. Cientos de personas resultaron heridas y más de 6 mil personas hicieron desalojo.

Vientos fuertes por eventos atmosféricos				
Fecha	**Nombre del evento**	**Tipo de evento**	**Categoría**	**Datos**
5-6 de septiembre de 1960	San Lorenzo (Donna)	Huracán	3-4	Su impacto en vientos sobre la Isla fue mínimo, pero la lluvia fue de gran magnitud en la mitad este de la Isla. Este es uno de los eventos de mayor impacto en la vida en la historia de inundaciones de Puerto Rico. Prácticamente todos los ríos al este del Río Grande de Manatí produjeron inundaciones con destrucción de algún tipo. El evento ocasionó la muerte a unas 107 personas por ahogamiento, 30 personas desaparecidas, 519 casas destruidas y 3,762 casas afectadas, según reporte de la Cruz Roja. La tragedia más grande ocurrió en Humacao, cuando la inundación del río ocasionó que éste se metiera en las calles del pueblo y dentro de las casas, llevándose todo lo que pudo a su paso. Hubo daños a puentes, servicios básicos de luz y agua, agricultura, sistema de ferrocarril, y se estima que fueron sobre $7 millones. Más de 10" cayeron en gran parte de la mitad este del País por un periodo de 6-8 horas, con máximos de 15-20", comenzando la noche del 5 de sept. Las inundaciones del Río Humacao, Río Turabo y Río Valenciano son de las más altas en la historia. El mes de septiembre de 1960 fue extremadamente lluvioso, y los reportes indican que el proceso de evaluación científica de las inundaciones de Donna se tuvo que acelerar, porque la acción de la lluvia desaparecía las marcas de inundación.
12 de septiembre de 1956	Santa Clara (Betsy)	Huracán	1	El huracán Santa Clara también conocido como Betsy, entró por Maunabo y patillas, cruzo a Puerto Rico de este a oeste, y salió entre Camuy y Hatillo. En Puerto Rico coaccionó 16 muertes, 24 heridos y pérdidas estimadas en 25.5 millones de dólares. Se reportaron ráfagas de hasta 115 millas por hora en la base Ramey de Aguadilla. En San Juan los vientos máximos sostenidos fueron de 73 millas por horas con ráfagas de 92.
26-27 de septiembre de 1932	San Ciprián	Huracán	3	Destructivo huracán que entró por Ceiba atravesó a Puerto Rico y salió por Aguadilla con vientos estimados en 120 millas por horas. San Ciprián ocasionó 225 muertes y pérdidas de 30 millones de dólares. Se registró un promedio de 16.70" de lluvia en Maricao.

Vientos fuertes por eventos atmosféricos				
Fecha	**Nombre del evento**	**Tipo de evento**	**Categoría**	**Datos**
10-11 de septiembre de 1931	San Nicolás	Huracán	1	Violento huracán que pasó por las Islas Vírgenes y rozo la costa norte de Puerto Rico causando destrucción a través de un tramo de 10 a 12 millas de ancho desde San Juan hasta Aguadilla. Los vientos fueron estimados en 90 millas por hora. Se reportaron 2 muertes.
13 de septiembre de 1928	San Felipe II (Okeechobee Hurricane)	Huracán	5	Devastador huracán que entró por Guayama cruzó la Isla de sureste a noroeste saliendo entre Aguadilla y Isabela con vientos sobre 160 MPH. San Felipe II ocasionó pérdidas de 50 millones de dólares y 300 muertes.
23-24 de julio de 1926	San Liborio	Huracán	1	Entró al área del Caribe cerca de Martinica, luego pasó sobre el suroeste de Puerto Rico en ruta noroeste. Se sintió en toda la Isla con vientos y lluvias fuertes. Causó 25 muertes y pérdidas estimadas en 5 millones de dólares. En San Juan se registraron vientos de 66 m.p.h. con presión barométrica de 29.62 pulgadas de mercurio.
22 de agosto de 1916	San Hipólito	Huracán	1	Fue un huracán de diámetro pequeño que cruzó la Isla de Naguabo a Aguada. El área de Humacao hasta Aguadilla sufrió vientos huracanados, con daños mayores en el este y norte de la Isla. Ocurrió una muerte y los daños fueron estimados en un millón de dólares. En San Juan se midieron vientos de 92 m.p.h. y la presión fue de 29.82 pulgadas. Los daños más severos ocurrieron en Santurce.
6 de septiembre de 1910	San Zacarias	Huracán	1	En ruta al oeste pasó 20 millas al sur de Ponce. No se reportaron muchos daños en el sur de la Isla, pero fuertes ráfagas locales azotaron la parte noreste de Puerto Rico. En San Juan los vientos alcanzaron las 72 mph. En el resto de la Isla no se reportó gran actividad ciclónica. Sucedió una situación algo insólita, pues, aunque pasó al sur de la Isla, los vientos fuertes se sintieron en el noreste.
11 de septiembre de 1901	San Vicente	Tormenta Tropical	No disponible o N/A.	Vientos aproximados de 60 mph.
7 septiembre de 1901	San Cirilo	Tormenta Tropical	No disponible o N/A.	Con vientos aproximados de 70 mph, entrando por el área de Patillas, cruzando la Isla hasta salir por el área de Aguadilla.

Vientos fuertes por eventos atmosféricos				
Fecha	**Nombre del evento**	**Tipo de evento**	**Categoría**	**Datos**
2 de agosto de 1899	San Ciriaco (The Puerto Rico Hurricane of 1899)[69]	Huracán	4	San Ciriaco en su paso por Puerto Rico dejó daños catastróficos y fue el primer huracán bajo la dominación estadounidense. Cerca de 250,000 personas se quedaron sin un refugio y comida. Los daños se estimaron en $35,889,013 y la mayoría fueron pérdidas en la agricultura, en especial en los cultos del café. Utuado fue el municipio más impactado y las pérdidas ascendieron a $5 millones. Se estima que alrededor de 3,100 a 3,369 personas perecieron.
16 de agosto de 1508	San Roque	Tormenta Tropical	No disponible o N/A.	Primer ciclón en récord en Puerto Rico. Fue reportado por Juan Ponce de León al que su carabela le fue varada en la orilla por los vientos y el mar bravo. Afectó el área suroeste entre Guayanilla y Guánica.

Fuente: 1) López Marrero y Castro Rivera. Actividad Ciclónica en Puerto Rico y sus alrededores 1867 al 2017; 2) Proyecto de Salón Hogar 3) Servicio Nacional de Meteorología en San Juan (2019); 4) Cindy Alvarado Wrap up in Damages from Hurricane Irma Caribbean Business[70]

López Marrero y Castro Rivera (2018) identifican que entre el 1867 y el 2017 pasaron sobre Puerto Rico o cerca de la Isla un total de 94 ciclones. Como se representa en la Tabla 34, estos fueron clasificados de la siguiente manera:

Tabla 34: Ciclones que han pasado sobre Puerto Rico y sus alrededores

Categoría	Total de ciclones
Tormenta Tropical	45
Huracán Categoría 1	11
Huracán Categoría 2	12
Huracán Categoría 3	11
Huracán Categoría 4	7
Huracán Categoría 5	3

Fuentes: López Marrero y Castro Rivera (2018)

Añaden López Marrero y Castro Rivera que, de estos noventa y cuatro ciclones, veintinueve impactaron directamente a la Isla.

4.5.6.5 Probabilidad de eventos futuros

Generalmente, los fenómenos atmosféricos como los huracanes y las tormentas tropicales ocasionan vientos fuertes que traen consigo graves daños a la propiedad y numerosas pérdidas de vida. Los daños pueden ser ocasionados por la fuerza de los vientos o los escombros que son elevado y trasladados por la

[69] También conocido como "The Great Bahamas Hurricane of 1899".

[70] 1) López Marrero y Castro Rivera. *Actividad Ciclónica en Puerto Rico y sus alrededores 1867 al 2017*. 2) Proyecto de Salón Hogar (http://www.proyectosalonhogar.com/link%20p.r/www.linktopr.com/huracan_list.html) 3) Servicio Nacional de Meteorología en San Juan (2019) 4) Cindy Alvarado Wrap up in Damages from Hurricane Irma Caribbean Business (https://caribbeanbusiness.com/wrap-up-of-damages-in-p-r-caused-by-hurricane-irma/?cn-reloaded=1)

intensidad de los vientos. La temporada oficial de huracanes en el Atlántico inicia desde el mes de junio hasta finales de noviembre, siendo los meses de agosto y septiembre los periodos de mayor actividad ciclónica en Puerto Rico. Por otra parte, a pesar de que la frecuencia de formación varía de año a año, hay un promedio de seis (6) huracanes por año en el Océano Atlántico.

Durante la temporada de huracanes, Puerto Rico está en mayor riesgo de verse afectado por algún evento entre los meses de agosto a octubre, toda vez que las temperaturas del agua son lo suficientemente calientes en el Atlántico Norte para desarrollar y sostener un huracán. La frecuencia de los huracanes en Puerto Rico se encuentra entre las más altas de la cuenca del Atlántico Norte. La mayoría de las tormentas se acercan desde el este y el sureste. Las tormentas más intensas que afectan a Puerto Rico se originan en la costa occidental de África y llegan a la Isla en o cerca de la intensidad máxima.

Por otro lado, el municipio espera que el problema que presentan los huracanes será potencialmente mayor debido al efecto del cambio climático y el calentamiento global. Uno de los escenarios que se perfila durante las próximas décadas es un incremento en la magnitud y frecuencia de huracanes en la región del Atlántico sureste de las Antillas (Cabo Verde), que es donde se forman los que nos afectan en Puerto Rico. Esto implica que podríamos ser afectados con mayor frecuencia por huracanes de categoría 4 y hasta 5, por lo que de ocurrir otro huracán de intensidad similar al huracán María en el año 2017, se esperan daños mucho mayores ya que gran parte de las residencias, estructuras o infraestructura aún no se encuentran aptas para resistir vientos de estas categorías.

A base la metodología para determinar la probabilidad de eventos futuros incorporada en la sección 4.4, y las experiencias previas del municipio, se le asigna una probabilidad de ocurrencia futura alta.

4.5.7 Tsunami - Descripción del peligro

Un tsunami o maremoto consiste en una serie de ondas provocadas, usualmente, por un desplazamiento vertical del fondo (lecho) marino ocasionado por un terremoto bajo el fondo del mar. Igualmente, los tsunamis pueden ser provocados por deslizamientos o erupciones volcánicas submarinas en una región determinada.

Las características de un tsunami son diversas dependiendo si la onda está viajando por aguas profundas o aguas más cerca de la orilla. En aguas profundas, estas ondas pueden viajar hasta una velocidad de quinientas (500) millas por hora y sólo se evidencian como una ola de poca altura, generalmente menos de un pie, sobre el nivel del mar. Estas ondas suelen pasar inadvertidas por embarcaciones en alta mar. Al mismo tiempo, la distancia entre las crestas de la onda usualmente es muy amplia. En la medida en que las ondas se van acercando a las áreas costeras, éstas disminuyen considerablemente su velocidad y aumentan drásticamente en su altura debido a que la frecuencia da la onda incrementa mientras que su amplitud disminuye. Este fenómeno puede generar olas gigantescas. Sin embargo, es usual que los tsunamis tomen la forma de un incremento súbito de gran volumen en el nivel del mar en la costa, como si una gran marejada estuviera entrando a tierra.

Los tsunamis pueden exhibir otras características adicionales. Su llegada puede ser anunciada por una retirada del mar, es decir, el mar se aleja de la orilla o por un aumento gradual y desmesurado del nivel del mar en la costa. Por lo general, se escuchará un rugido fuerte del mar y un sonido parecido al de un

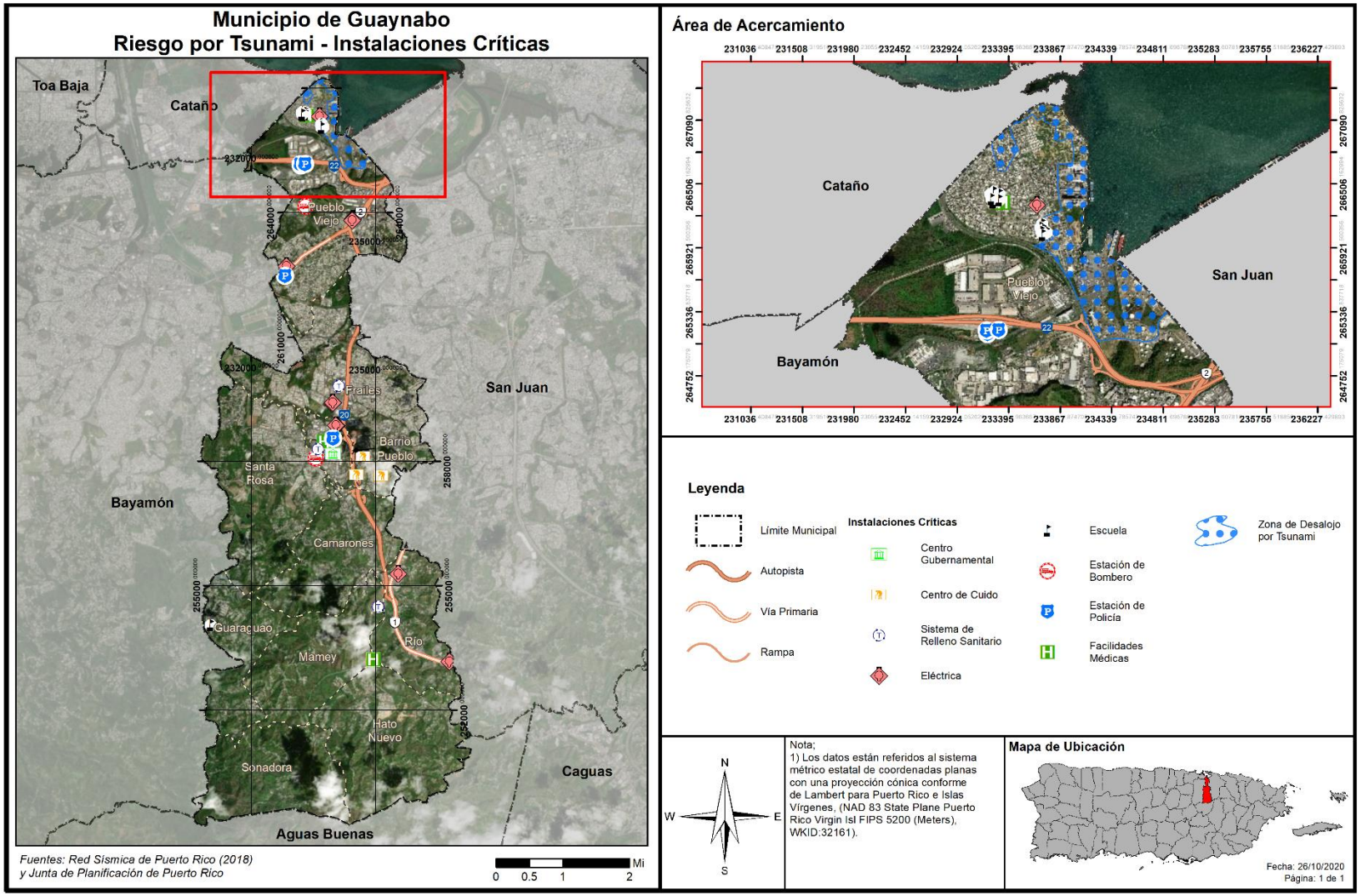
avión que vuela a baja altura. Se pueden producir ruidos adicionales causados por el efecto de las potentes y rápidas olas sobre los arrecifes, rocas u otros objetos que son arrastrados.

Ciertamente, los peligros de tsunamis no pueden ser prevenidos, no obstante, el municipio puede adoptar medidas de mitigación mediante la preparación individual y colectiva ante un evento, mantener un sistema de alertas para avisar a las comunidades vulnerables y una respuesta efectiva luego de un evento de esta naturaleza.

La figura incluida en la próxima subsección del presente Plan ilustra el área geográfica que se estima podría verse afectada en el Municipio de Guaynabo por un evento de tsunami. Igualmente, ofrece una perspectiva de la ubicación de instalaciones críticas respecto al impacto de un peligro natural como el tsunami.

4.5.7.1 Área geográfica afectada

Figura 28: Área geográfica del municipio susceptible a tsunami



Las siguientes figuras representan las áreas de desalojo, generados por el Puerto Rico Tsunami Maps Project (en adelante, PRTMP), en forma de aplicación web con base en los sistemas de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés). Cada una de las ilustraciones incluye capas de información tales como las zonas de desalojo por tsunami, modelos de inundación por tsunami, rotulación tsunami Ready, carreteras, puentes y zonas de asamblea.

Leyenda:

Sirenas de Emergencia / Emergency Sirens

No funcionales / Nonfunctional

Funcionales / Functional

Ruta Desalojo/ Evacuation Route

Letreros / Signage

Lugares de Asamblea / Assembly Point

Lugar de Asamblea / Assembly Point

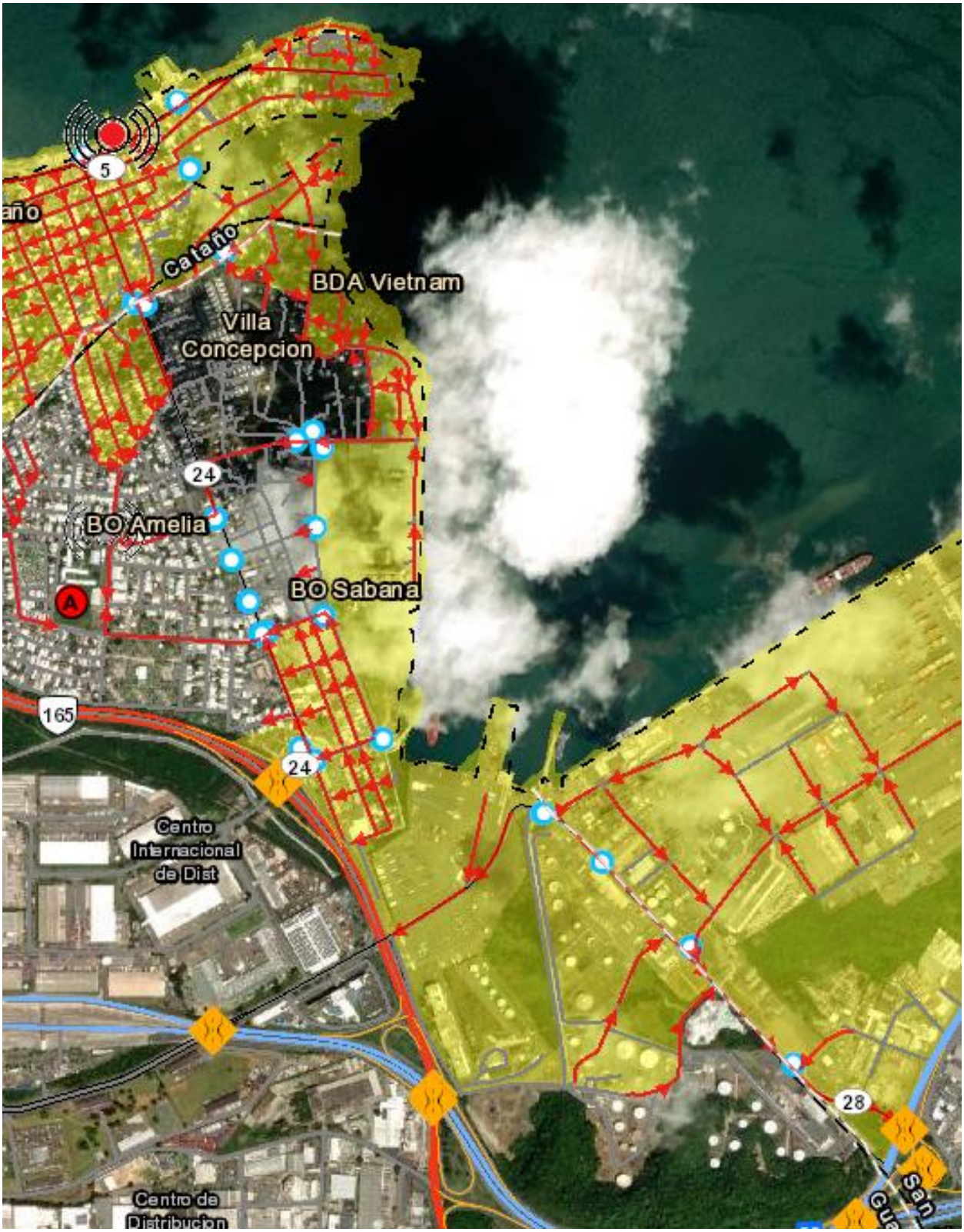
Municipios / Municipalities

Carreteras / Roads

- RED PRIMARIA
- RED PRIMARIA URBANA
- RED SECUNDARIA
- RED TERCIARIA
- RAMPAS DE ACCESO
- CONECTOR INTERMODAL
- CAMINO MUNICIPAL ROTULADO
- CARRIL REVERSIBLE

Zonas de Desalojo / Evacuation Zone

Figura 29: Áreas de desalojo por tsunami en la costa de Guaynabo



Fuentes: Red Sísmica de Puerto Rico, http://prddst.uprm.edu/apps/prtmp/

Como podemos observar, los sectores de Vietnam y Sabana se encuentran susceptibles al impacto del tsunami. La población de ambas áreas asciende a 2,759 habitantes. En total, la cantidad de población que estaría afectada por un evento de Tsunami en el área es de 1,871 habitantes que representa el 1.9% de la población total del municipio. Estos datos de población fueron obtenidos del Censo de Población de Puerto Rico 2010.

4.5.7.2 Severidad o magnitud del peligro

Aunque un tsunami avanza mucho más lento según se acerca a tierra, su impulso es lo suficientemente poderoso como para causar graves daños a casas, edificios y árboles, y cargar barcos tierra adentro, además de eliminar el área de playas o arena que pueden haber tardado años en acumular, arrancar árboles y otra vegetación costera, y causar inundaciones a gran escala. Los tsunamis pueden devastar el desarrollo a lo largo de las costas, causando amplios daños materiales y pérdidas de vida. Además, pueden devastar líneas vitales de infraestructura, como el agua, la energía, las telecomunicaciones y las redes de transporte.

Cuando ocurre un terremoto submarino importante cerca de la costa y a poca profundidad, se puede generar un tsunami destructivo y tendrá un impacto en las costas cercanas en cuestión de minutos y puede viajar a través de las cuencas oceánicas y causar daño a 1,000 millas de distancia. Para notificar a las áreas costeras distantes, se han establecido sistemas coordinados internacionalmente de alerta contra tsunamis para proporcionar una advertencia a los países sobre tsunamis regionales a distantes. Esta información se proporciona a los funcionarios de emergencias, y según apropiado, directamente al público (International Tsunami Information Centre, 2008).

Entre los peligros derivados de un evento de tsunami se incluyen los siguientes:

- Inundación de áreas costeras de baja elevación: Esto ocurre cuando las olas del maremoto penetran tierra adentro ocasionando destrucción de propiedad y muertes a causa de ahogamiento;
- Propiedades, hogares y edificios que se encuentran en la zona costera o cercana a ella, pueden sufrir daños que los hagan inhabitables. Además, estas olas causan gran erosión en las costas y en los cimientos de dichas estructuras adentrándose en la arena y tierra, y ganando mayor espacio y fuerza;
- Un maremoto trae consigo objetos flotantes, bien sean escombros o hasta embarcaciones grandes que pueden, a su vez, ocasionar accidentes mayores y otras tragedias.
- Por otro lado, un maremoto puede causar daños adicionales, tales como derrames de substancias tóxicas, explosiones, contaminación de agua potable, entre otros.

4.5.7.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

A pesar de que este evento natural tiene un movimiento de traslación lento, la fuerza que ejerce el oleaje de un tsunami puede causar miles de pérdidas de vida y propiedad, incluyendo viviendas, instalaciones críticas e infraestructura del municipio. En la eventualidad de que el disturbio se origine cerca de un área costera, el tsunami puede derribar la comunidad costera en cuestión de sólo minutos. (NOAA, n.d.)

Los eventos de tsunamis están posicionados en un alto rango de desastres naturales, toda vez que desde el año 1950, los tsunamis han sido responsables de la perdida de sobre 420,000 vidas y billones de dólares

en pérdidas de propiedad y hábitat en áreas costeras alrededor del mundo (NOAA, n.d.). Consecuentemente, el desarrollo o implementación de un sistema de alertas tempranas de tsunami es esencial para mitigar o reducir los efectos de este tipo de eventos. Igualmente, es esencial que las comunidades propensas a sufrir los estragos de un tsunami estén preparadas para responder de manera adecuada y oportuna una vez se ponga en vigor la alerta (NOAA, n.d.).

Por tal motivo, en el año 1995, el Congreso de los Estados Unidos estableció que la NOAA dirigiría el Programa Nacional de Mitigación de los Riesgos de Tsunamis (en adelante, NTHMP). El referido programa, representa una alianza federal/ estatal que incluye las siguientes agencias: NOAA, FEMA, el Servicio Geológico de los Estados Unidos y 28 estados y territorios estadounidenses. Así pues, el NTHMP tiene como fin disminuir el impacto de los tsunamis en las costas de los estados y territorios. Entre las actividades que propone el programa se encuentran el educar y concientizar a la ciudadanía sobre los tsunamis, fomentar la planificación a nivel comunitario, evaluación de riesgos para determinada área y guías sobe alertas de tsunamis (NOAA, n.d.).

En el caso particular del Municipio de Guaynabo se encuentra ubicado en un área susceptible al peligro de tsunami, toda vez que el municipio se encuentra en el área de la Bahía de San Juan. Así pues, el municipio participa del Programa de Alerta y Mitigación de Tsunamis, mejor conocido como *Tsunami Ready* por lo que ha identificado áreas vulnerables al impacto de un tsunami. El Programa de Alerta y Mitigación de Tsunamis consiste en seis (6) tareas:

1. Preparación de mapas de inundación y desalojo para el archipiélago de Puerto Rico;
2. La educación acerca este "peligro olvidado" en el Caribe (incluyendo videos, simulacros de tsunami, talleres y la instalación de letreros de alerta de tsunami en las playas);
3. Monitoreo de datos sísmicos y mareográficos en tiempo real (24 horas al dia-7 días de la semana) para la determinación rápida de los parámetros de terremotos y cambios significativos en el nivel del mar;
4. Desarrollo de protocolos para la emisión y diseminación de alertas de tsunami para Puerto Rico y las Islas Vírgenes Estadounidenses y Británicas;
5. Preparación de un sistema de bases de datos basado en el historial de tsunamis ocurridos en el Atlántico y el Caribe;
6. Participación en las reuniones del *USA National Tsunami Hazard Mitigation Program*.

La recomendación inmediata en caso de un tsunami es dirigirse a un punto de Asamblea (A). Los puntos oficiales de asamblea son áreas indicadas con una "A" en el mapa de desalojo. Han sido designadas por las autoridades de Manejo de Emergencia por estar localizadas fuera del área de inundación, ser accesibles y tener la capacidad de recibir el número esperado de personas. También puede dirigirse a otros lugares, siempre y cuando estén fuera del área de inundación. Si hay una estructura sólida, puede moverse a un tercer piso o más alto.

La primera tarea del Programa de Tsunami de la Red Sísmica de Puerto Rico es la preparación de mapas de inundación para el archipiélago de Puerto Rico. Para la preparación de los mapas de inundación se realizó un estudio detallado de todas las fallas potenciales que existen en las cercanías de Puerto Rico y las Islas Vírgenes Americanas que pueden causar deformación del fondo marino.

Se utilizaron bases de datos de batimetría, magnetismo, gravedad, sismicidad y despliegues de líneas sísmicas. Estas fallas pueden tener potencial de generar tsunami. Se analizaron un total de 504 fallas. Para cada una de ellas se determinó su máximo potencial de acumulación de energía y por ende el tamaño máximo del evento que puede ser generado, en base de las dimensiones de la fractura y el tipo de deformación existente en la región.

Los mapas de inundación y desalojo están diseñados para ayudar a las comunidades que se encuentran en áreas costeras a identificar y reducir su vulnerabilidad ante el efecto de inundaciones causadas por tsunamis. Esto se logra ayudando a los oficiales de Manejo de Emergencias y líderes de la comunidad a fortalecer sus planes de emergencia mediante la preparación de un programa integrado de respuesta ante un evento tsunami y educando a la comunidad expuesta. El Servicio Nacional de Meteorología, la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) y las agencias de Manejo de Emergencia están trabajando con los municipios para que cumplan con los requisitos del programa y de esta forma todos los pueblos costeros tengan su mapa de desalojo convirtiéndose en Tsunami Ready.

El objetivo del programa de tsunami de la Red Sísmica de Puerto Rico es salvar vidas y minimizar daños a propiedad. Las dos agencias que proveen información de alertas para Puerto Rico e Islas Vírgenes son: el Centro de tsunami de Alaska a nivel Federal y la Red Sísmica de Puerto Rico a nivel local. Las alertas de tsunami serán entregadas a los puntos focales: que son la Oficinal Estatal de Manejo de Emergencia (PRSEMA) y la Oficina de Servicio Nacional de Meteorología, Oficina de Pronósticos de San Juan. Estos últimos son los encargados en diseminar y activar los planes de tsunami en caso de ser necesario. Existen cuatro niveles de alerta de tsunamis. Los siguientes niveles de alerta fueron adoptados dentro del Plan Operacional de Emergencias del municipio:

- **Boletín Informativo**: Este es un mensaje informativo relacionado a la ocurrencia de un evento sísmico sin potencial tsunami. Debe permanecer tranquilo, ya que no hay peligro de tsunami para Puerto Rico.

- **Advertencia**: Este es el segundo nivel más alto de alerta de emergencia, se emite cuando hay un peligro potencial por un tsunami que puede producir corrientes fuertes u oleaje peligroso. Se recomienda salir del agua y de la playa. La advertencia puede convertirse en un aviso o puede ser cancelada, si la información disponible así lo amerita. Debe permanecer pendiente para más información y seguir las instrucciones de manejo de emergencia.

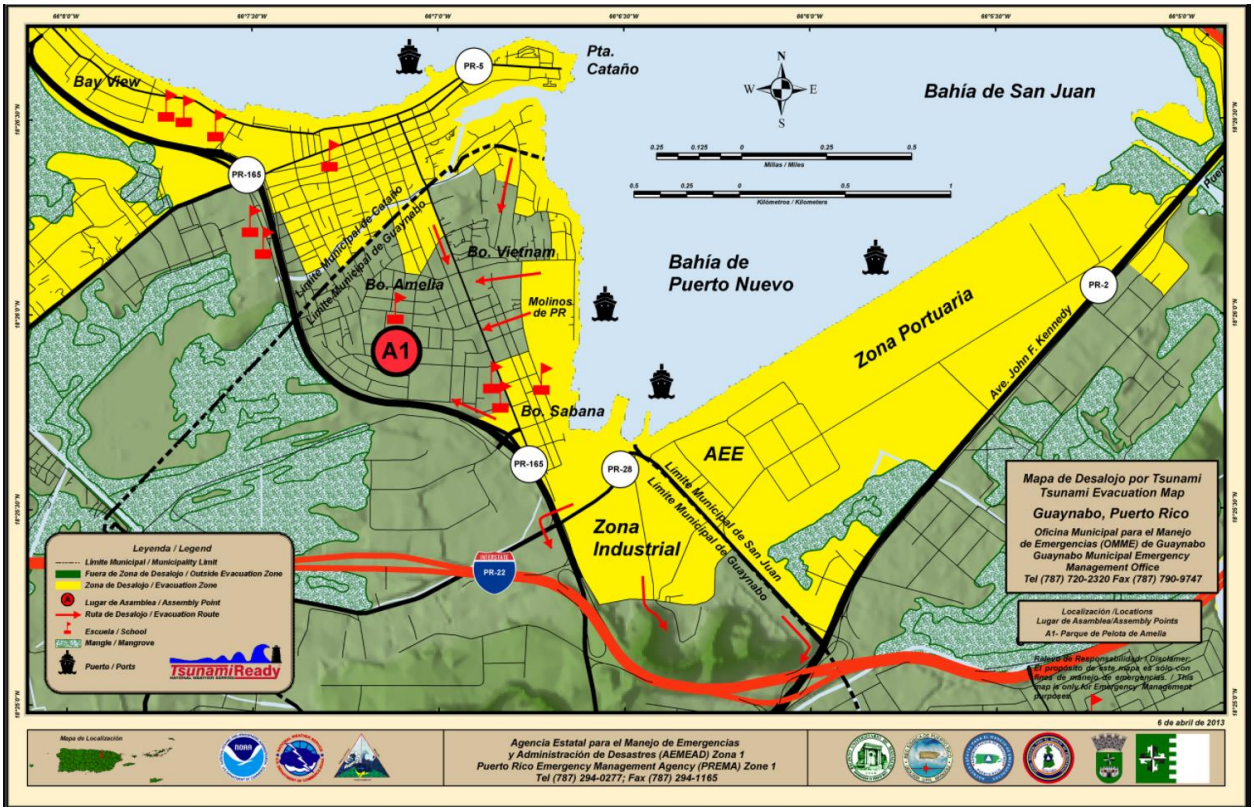
- **Vigilancia**: Este es el tercer nivel más alto de alerta de emergencia, se emite cuando ha ocurrido un evento que más tarde pueda afectar la zona costera. La vigilancia puede convertirse en una advertencia, aviso o ser cancelada, si la información disponible así lo amerita. Debe permanecer pendiente para más información y seguir las instrucciones de manejo de emergencia.

- **Aviso**: Este es el nivel más alto de alerta de emergencia, se emite cuando hay un peligro inminente de inundación de la costa por tsunami. El aviso se puede extender por varias horas después de la llegada de la primera ola. Se recomienda desalojar la zona inundable, moverse a tierras altas y seguir las instrucciones de emergencia.

La Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias, Administración de Desastres y Bomberos Municipales del Municipio Autónomo de Guaynabo proveen apoyo en el desalojo de ciudadanos que se encuentran en áreas identificadas como de alto riesgo por fenómenos naturales o creados, protegiendo así la vida y propiedades de nuestros conciudadanos. Se ha integrado, además, el Programa "Emergency Code" que permite a las personas con necesidades especiales, identificar sus residencias para que sean atendidos con mayor agilidad, de necesitar servicios de desalojo durante una emergencia. Esta dependencia también da apoyo en la búsqueda y rescate de víctimas de accidentes y personas desaparecidas, así como rescate de animales en situaciones de riesgo. Dichas oficinas se ubican en el Complejo Industrial Los Frailes, Centro de Servicios Múltiples de Hato Nuevo y el Complejo William López.

La próxima imagen ilustra el mapa de desalojo del Municipio de Guaynabo.

Figura 30: Mapa de desalojo en caso de un evento de tsunami en el Municipio de Guaynabo



Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico.
http://redsismica.uprm.edu/Spanish/tsunami/mapa/info/guaynabo/guaynabo.jpg

4.5.7.4 Cronología de eventos de peligro

La región del Caribe ha sido afectada por al menos cuatro (4) tsunamis desde el siglo 18 (USC Tsunami Research Center). Uno de ellos ocurrió luego del evento de terremoto del 11 de octubre 1918, y causó daños alrededor de la costa de los municipios del noroeste y oeste de la Isla. El otro evento de tsunami fue luego del terremoto del 18 de octubre de 1867, y causó daños en el área del sureste de Puerto Rico.

Con la colaboración de varias instituciones, destacándose entre ellas la Universidad de Puerto Rico, Recinto Universitario de Mayagüez (RUM) y FEMA, un grupo de profesionales preparó para el área de Puerto Rico e islas adyacentes los mapas de inundación costera a causa de un evento de tsunami. Específicamente, se realizó un estudio detallado de todas las fallas potenciales que existen en las cercanías de Puerto Rico e Islas Vírgenes y que pueden causar deformación del fondo marino. Se utilizaron bases de datos de batimetría, magnetismo, gravedad, sismicidad y despliegues de líneas sísmicas. Estas fallas pueden tener potencial de generar un tsunami. Bajo el estudio se analizaron un total de 504 fallas. Para cada una de las fallas se determinó su máximo potencial de acumulación de energía y por ende el tamaño máximo del evento que puede ser generado, a base de las dimensiones de la fractura y el tipo de existente en la región. El estudio estuvo a cargo del profesor Aurelio Mercado Irizarry, del Departamento de Ciencias Marinas de la Universidad de Puerto Rico. Por tal motivo, en la actualidad contamos con un Atlas de tsunamis en Puerto Rico, el cual muestra los límites de inundación para la isla en caso de ocurrir un tsunami.

4.5.7.5 Probabilidad de eventos futuros

Los eventos de tsunamis no pueden ser prevenido o determinado con precisión su ocurrencia. No obstante, debido a que los tsunamis se encuentran ligados a los eventos sísmicos como terremotos, la probabilidad futura de eventos depende de la probabilidad futura de un evento sísmico. Los estudios de vulnerabilidad han estimado una probabilidad de 33% a 50% de una sacudida fuerte (Intensidad VII o más en la Escala Mercalli modificada) para diferentes partes de la Isla dentro de un periodo de 50 años.[71] Así pues, debido a que las áreas de mayor actividad sísmica alrededor de Puerto Rico están al noroeste y sureste de Puerto Rico y bajo el agua, es probable que el próximo evento sísmico de carácter considerable traiga consigo un evento de tsunami.

Los terremotos de los años 1867 y 1918, (Zahibo & et.al, 2003) ocasionaron grandes daños en Puerto Rico, y a su vez, produjeron eventos de tsunami. Ambos terremotos ocurrieron en el fondo del mar y produjeron desplazamientos verticales en el lecho marino. Los tsunamis registraron una magnitud aproximada de 7.3 en la escala Richter. No todos los terremotos ocasionan tsunamis, no obstante, en el caso de producirse un terremoto mayor bajo el fondo del mar, es muy probable que se cree un evento de tsunami. Lo anterior significa que la probabilidad de ocurrencia de un tsunami aumenta según incrementa la probabilidad de ocurrencia de un terremoto fuerte, especialmente en las zonas costeras. No obstante, la probabilidad de ocurrencia de este tipo de evento es un parámetro utilizado para clasificar el riesgo a base de los registros históricos y las aportaciones que puedan surgir, tanto del Comité de Planificación como la aportación de los estudios existentes. Este peligro se considera como uno de probabilidad continua de ocurrencia baja (un evento de este riesgo es probable que ocurra con menos frecuencia que un evento de 100 años).

4.5.8 Marejada ciclónica - Descripción de peligro

Las marejadas ciclónicas ocurren por el incremento atípico de los niveles de los cuerpos de agua. Primordialmente, las marejadas ciclónicas se producen por un aumento desmedido de agua a lo largo de las costas, como consecuencia de un sistema masivo de baja presión, lluvias y vientos fuertes, característicos de un huracán o tormenta tropical (Castro Rivera & López Marrero, Cartilla de los ciclones,

[71] Red Sísmica. Educación: Predicción de Terremotos. Obtenido de http://redsismica.uprm.edu/Spanish/educacion/terremotos/prediccion.php

2018). Estos factores, propios de una marejada ciclónica, ocasionan condiciones peligrosas en el mar y gran devastación tras su paso por las áreas costeras. Consecuentemente, este tipo de peligro natural produce pérdidas de vida y graves daños a las infraestructuras y estructuras ubicadas en las áreas impactadas. Siendo particularmente peligrosas cuando ocurren durante la marea alta, combinado con los efectos de las marejadas y el oleaje. Estos factores dificultan la predicción de este tipo de evento porque dependen de la diversidad de sistemas tropicales, las formaciones de la corteza terrestre del área impactada y los pronósticos meteorológicos (FEMA, 1997).

La máxima marejada ciclónica potencial de tormentas para una ubicación en particular depende de una serie de factores diferentes. La oleada de tormentas es un fenómeno muy complejo porque es sensible a los cambios más ligeros en la intensidad de la tormenta, la velocidad de avance, el tamaño (radio de los vientos máximos-RMW), el ángulo de aproximación a la costa, la presión central (mínima contribución en comparación con el viento) y la forma de las características costeras como bahías y estuarios.

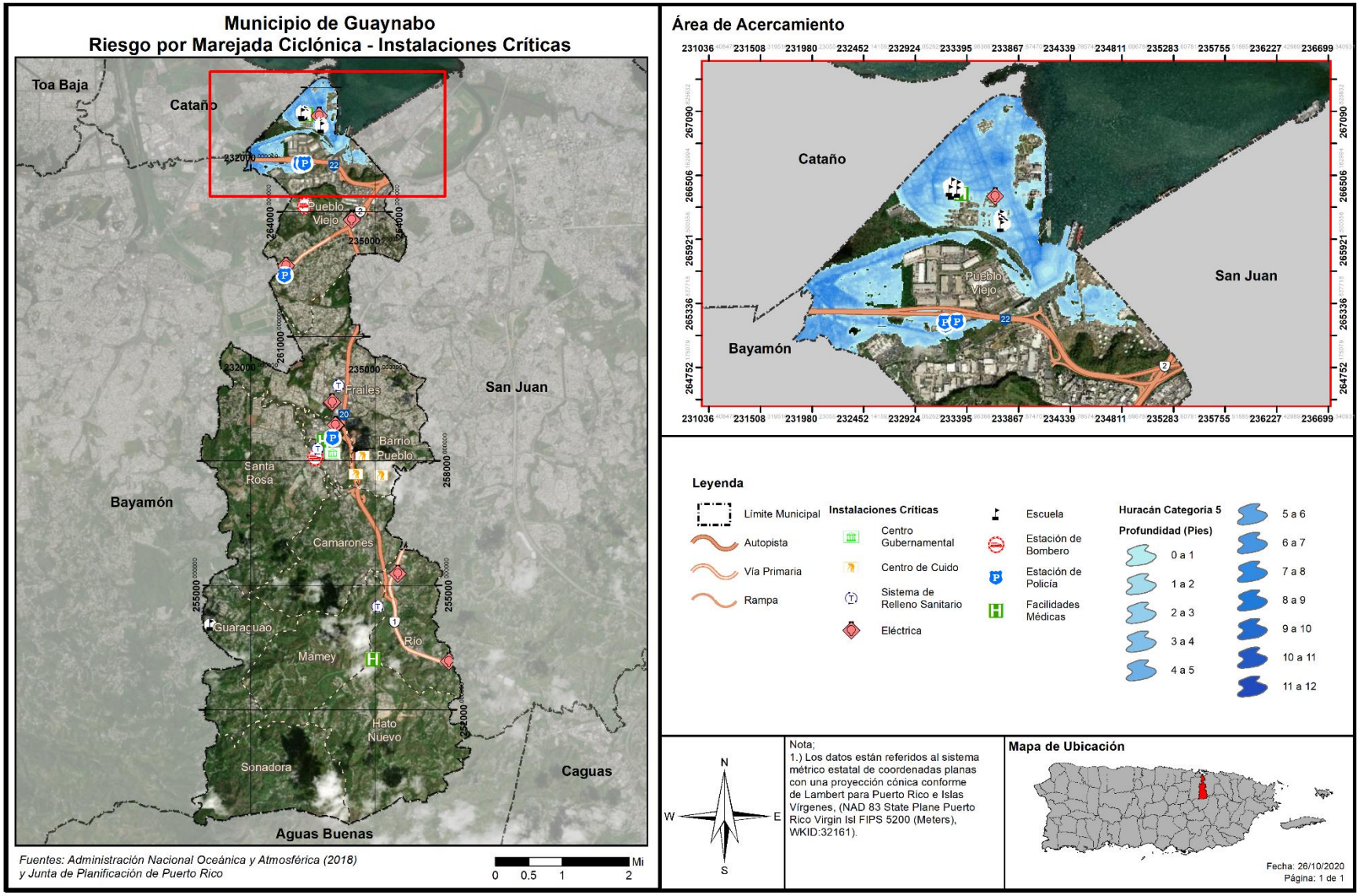
Usualmente, las áreas costeras son propensas al impacto de las marejadas ciclónicas cuando se presenta la amenaza inminente de un huracán. El comportamiento, magnitud e impacto de la marejada ciclónica sobre tierra varía según la trayectoria del huracán. De igual forma, la topografía y la batimetría costera del municipio juegan un rol importante en relación con el impacto de la marejada sobre las áreas afectadas (FEMA, 1997).

La siguiente subsección ilustra el área geográfica que se vería afectada por la ocurrencia de un peligro de marejada ciclónica en el Municipio de Guaynabo a causa de un huracán categoría 5, con intensidad de viento sobre las 157 millas por hora, según la nueva escala Saffir-Simpson. Del mismo modo, la ilustración provee una perspectiva de la ubicación de las instalaciones críticas en el municipio respecto al impacto de una marejada ciclónica y la profundidad estimada de la inundación. En las próximas secciones se explicará con mayor detenimiento la vulnerabilidad de la población y las estructuras ante eventos de marejada ciclónica en Guaynabo. Sin embargo, según ilustra siguiente mapa, los barrios con litoral costero pudieran experimentar marejadas ciclónicas, con inundaciones de entre 1 pies a 14 pies de profundidad, dependiendo de la categoría del evento de huracán o tormenta tropical.

4.5.8.1 Área geográfica afectada

La siguiente figura presenta el área geográfica del Municipio de Guaynabo que se puede ver impactada por un evento de marejada ciclónica producto de un huracán categoría 5, a base de una inundación por profundidad en pies. Igualmente, la figura ilustra la ubicación de las instalaciones críticas y los barrios respecto al peligro de marejada ciclónica en el municipio. Como podemos observar, todo el litoral costero del municipio y área noroeste del barrio Pueblo Viejo se ve impactado por los embates de las marejadas ciclónicas, produciendo potenciales daños económicos y de vida, especialmente en las áreas más pobladas y de alto interés.

Figura 31: Área geográfica del municipio afectada por el peligro de marejada ciclónica- huracán categoría 5



4.5.8.2 Severidad o magnitud del peligro

Los mapas que se incluirán en la sección de marejada ciclónica de la evaluación de riesgos, referente a las áreas geográficas afectadas por una marejada ciclónica, muestran el impacto de este evento a base de la profundidad de la inundación y conforme a la ocurrencia de eventos de huracán categoría 1 y categoría 5. En síntesis, la profundidad de la inundación representa la severidad o magnitud del riego de marejada ciclónica, e igualmente, existe una correlación entre la magnitud del evento de tormenta con la profundidad de la inundación y la extensión de terreno que se verá afectada. Es decir, en la mayoría de las instancias, a medida que la tormenta escala a categorías de mayor magnitud, mayor cantidad de barrios y sectores se podrán ver impactados por eventos de inundación de mayor profundidad.

A base de experiencias previas, el Municipio de Guaynabo se ha visto afectado adversamente por el impacto de este peligro, toda vez que se encuentra localizado en la costa norte de Puerto Rico lo que exacerba el impacto y vulnerabilidad de Guaynabo durante un evento de oleaje extremo durante el paso de una tormenta tropical o huracán. Igualmente, este evento ocasiona que barrios y/o comunidades queden incomunicadas, residencias dañadas o destruidas, puentes y carreteras averiadas o bloqueadas y gran acumulación de escombros.

4.5.8.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

Los impactos de la marejada ciclónica son similares a los de otros tipos de inundación, y pueden ocurrir a la par con los éstos (para más información, por favor dirigirse a la sección 4.5.4.3 de este documento). Usualmente, las inundaciones ocasionadas por las marejadas ciclónicas representan una de las mayores amenazas a la vida y la propiedad a causa del paso de un huracán, especialmente en las áreas del litoral costero. Las marejadas ciclónicas pueden suscitarse antes, durante o después del paso de una tormenta o huracán, y pueden ocasionar que las vías de desalojo se tornen intransitables, obstaculizando el flujo normal de las operaciones e incrementando la amenaza para los habitantes de las áreas afectadas (NWS, 2019).

Se recomienda que el municipio, mediante la coordinación y colaboración de agencias federales, estatales, filantrópicas y agencias sin fines de lucro, prepare un estudio de campo para determinar el impacto no estimado a este riesgo.

4.5.8.4 Cronología de eventos de peligro

Según mencionado, los eventos de marejada ciclónica ocurren muchas veces a la par con otros eventos atmosféricos, por los que se hace difícil diferenciar entre los eventos de inundación que se deben a la marejada ciclónica y los que son a causa de otro tipo de inundación. Por ejemplo, la información recopilada por los Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI, por sus siglas en inglés) confirma que los eventos de marejada ciclónica ocurren a la par con los huracanes u otros eventos de tormenta mayores.

4.5.8.5 Probabilidad de eventos futuros

La probabilidad de ocurrencia de una marejada ciclónica, como su nombre establece, está directamente asociada a la probabilidad de ocurrir un ciclón en Puerto Rico. Así pues, incrementa la probabilidad de ocurrencia de marejada ciclónica debido al incremento de huracanes y el calentamiento del agua. Así pues, y conforme a la designación de las costas bajo clasificación VE y la susceptibilidad del municipio ante

un evento de vientos fuertes, pudiéramos inferir que el municipio se encuentra expuesto a una alta probabilidad futura de este tipo de evento. De igual forma, como resultado del cambio observado del nivel del mar y prácticas de manejo de las costas poco agresivas, la erosión costera está ocasionando un retroceso de la línea de costa en algunos sectores de Puerto Rico. El nivel del mar aumentará en función de los sistemas climáticos, la expansión térmica del agua de los océanos, la ruptura del hielo polar, el derretimiento de los glaciares y capas permanentes de hielo, así como cambios en las elevaciones geológicas asociadas a movimientos tectónicos. Los efectos del incremento en el nivel del mar se ven amplificados por los impactos a corto plazo de las marejadas ciclónicas. Este efecto aumentará la exposición del municipio a las inundaciones, ocasionando que la inundación por marejada ciclónica se mueva tierra adentro, afectando mayor cantidad de personas y propiedad en el municipio.

Según informa FEMA, las áreas de riesgo de inundación costeras se definen como áreas que se muestran inundadas por una inundación de una magnitud determinada en un mapa. Estas áreas se determinan mediante un análisis estadístico de los registros de flujo fluvial, mareas de tormenta y lluvias, información obtenida a través de consultas con la comunidad y análisis hidrológicos e hidráulicos. Las áreas de riesgo de inundación costeras están delineadas o definidas como VE en los mapas FIRM de FEMA.

4.5.9 Incendio forestal - Descripción del peligro

Los incendios forestales son los fuegos no controlados que se dispersan a través de combustible vegetativo, amenazando y posiblemente consumiendo estructuras, al igual que afectando la salud de las personas y el ecosistema. Estos fuegos usualmente comienzan de forma desapercibida y se extienden rápidamente. Por lo general, se caracterizan por la densidad del humo que cubre los alrededores. Los incendios pueden ocurrir en una variedad de condiciones climáticas durante cualquier mes del año, pero la mayor actividad de incendios forestales se produce cuando los combustibles finos están latentes y en su estado más seco debido a la baja cantidad de precipitación.

El manejo de incendios forestales es un tema de importancia local y global dado la interacción entre las personas, los incendios, y las áreas de terreno abiertas. Citando a Gould (2008) El *Puerto Rico Forest Action Plan* establece que los estudios han indicado que los incendios afectan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, existen incertidumbres con respecto a los efectos particulares sobre los servicios ecosistémicos, dado a los efectos de ciclos de retroalimentación involucrando factores como ocupación del suelo, especies invasivas y el cambio climático (DRNA, 2015).

Entender las consecuencias ecológicas y sociales de los incendios forestales en los ecosistemas naturales de Puerto Rico es clave y fundamental para la planificación de acciones de conservación y mantenimiento de áreas naturales. Esfuerzos de prevención de incendios tienen que hacérsele llegar a los dueños privados de áreas propensas a incendios o de mucha vegetación, ya que la mayoría de los incendios de Puerto Rico son a causa de acciones humanas (Gould 2008).[72] La investigación y vigilancia de incendios forestales en Puerto Rico no se ha considerado como una prioridad en el pasado.

La mayoría de los incendios, al igual que el potencial más alto de estos, ocurren en las áreas de bosques secos. El cambio climático, momentos de sequía extensos, y la fragmentación del paisaje a causa de las acciones humanas tienen el potencial para expandir substancialmente las áreas propensas a incendios, incluyendo áreas de bosques tropicales húmedos y áreas no-forestadas que tradicionalmente no han

[72] Supra, p. 49

tenido riesgo a incendios (Gould 2008). El "Caribbean Fire Ecology and Management Symposium", que tomó lugar en San Juan, Puerto Rico en el 2007, postuló claramente que en las áreas tropicales del nuevo mundo la actividad humana y los eventos de incendio están intrínsicamente ligados; la fragmentación de las áreas de bosque, a su vez, llevará a un incremento en la probabilidad de incendios.[73]

Los tipos de incendios se definen dentro de las siguientes características:

Superficiales - Afectan a vegetación de bajo porte (pastizales, matorrales, y la base de los árboles). Según distintos factores ambientales (composición y densidad de la vegetación, orientación e inclinación de la pendiente, velocidad del viento, entre otros), pueden ser más o menos intensos, pero por lo general suelen liberar menor energía térmica que los incendios que se propagan por el arbolado.

De Copas, dependiente de la superficie - El fuego asciende por las ramas bajas de los árboles, hasta alcanzar la copa. Sin embargo, su transmisión sigue siendo básicamente superficial debido, por ejemplo, a que el arbolado es disperso y las copas están demasiado distanciadas entre sí.

De Copas, independiente de la superficie - La transmisión tiene lugar a través de las copas de los árboles, los cuales forman una masa bastante densa. La cantidad de calor generado es muy grande, de modo que este tipo de fuegos origina su propio sistema de corrientes de aire que tienden a alimentar las llamas y facilitar su propagación. Por este motivo, constituyen los incendios más peligrosos y destructivos.

Según FEMA, hay cuatro (4) categorías de incendios que se experimentan a lo largo de los Estados Unidos y sus territorios. Estas categorías se definen de la siguiente manera:

- **Incendios forestales**: alimentado casi exclusivamente por la vegetación natural. Por lo general ocurren en los bosques y parques nacionales, donde las agencias federales son responsables del manejo y extinción de incendios.
- **Incendios de interfaz o entremezclados**: incendios urbanos y/o forestal en que la vegetación y el entorno integrado proporcionan el combustible.
- **Tormentas de fuego o "firestorms"**: Acontecimientos de tal intensidad extrema que la supresión efectiva es prácticamente imposible. Los "firestorms" ocurren durante condiciones climáticas extremas y generalmente queman hasta que cambien las condiciones o se agote el combustible disponible.
- **Los incendios intencionales y quema natural**: los incendios provocados por intervención humana y los incendios naturales que son permitidos de forma intencional para quemar vegetación con fines de manejo (FEMA, 1997).

El potencial de eventos de incendios y la severidad de los efectos se determina por varios factores que incluyen la topografía de la zona, la presencia de combustible, así como factores climáticos antes y durante del evento de incendio.

Los incendios se pueden clasificar como incendios forestales o incendios de interfaz urbana-silvestre (en adelante, IUS). El primero ocurre en áreas de escaso desarrollo, salvo por infraestructura como carretera o tendido eléctrico. Un incendio IUS, por su lado, incluye situaciones tales como cuando el incendio se propaga a áreas con estructuras u otros desarrollos humanos. En los incendios IUS, el incendio se nutre tanto de la cubierta vegetal como de elementos estructurales de las áreas urbanas. Según el National Fire

[73] Supra

Plan, emitido por los Departamento de Agricultura e Interior de los Estados Unidos, un incendio IUS se define como "…la línea, área o zona donde las estructuras u otros desarrollos humanos se encuentran o entremezclan con áreas silvestres o combustibles vegetales".[74]

Un incendio IUS se puede subdividir en tres categorías (NWUIFPP, 1998). El primero, y clásico, ocurre donde la interfaz existe claramente entre áreas de desarrollo urbano y suburbano y las áreas silvestres. El incendio IUS mixto, sin embargo, se caracteriza por hogares aislados, subdivisiones, y comunidades pequeñas situadas principalmente en áreas silvestres. Por último, el incendio IUS ocluido ocurre cuando la interfaz ocurre como islas o enclaves de áreas silvestres dentro de áreas en gran parte urbanizadas. En general, muchas de las áreas con riesgo al peligro de incendio del Municipio de Guaynabo se encuentran en la categoría de mixto.

Por tanto, se deben encontrar presente ciertas condiciones para que ocurra el peligro de incendio forestal tales como haber una cantidad suficiente de material combustible, el tiempo debe ser conducente al peligro (es decir, caliente, seco y con viento), y los elementos de supresión de fuego no pueden estar en condiciones de suprimir y controlar fácilmente al incendio. Las causas de la mayoría de los incendios forestales son la acción humana o la descarga eléctrica de un relámpago. Una vez comienza a quemar, sin embargo, el comportamiento de un incendio forestal se basa principalmente en tres factores: material combustible disponible, topografía del área, y el tiempo. El material combustible afecta el tamaño y el comportamiento del incendio dependiendo de la cantidad presente, sus características de combustión (por ejemplo, el nivel de humedad), y su continuidad horizontal y vertical. La topografía, por su lado, afecta el movimiento del aire, y por ende el incendio, sobre la superficie del suelo. El terreno también puede alterar la velocidad a la que se propaga el incendio, y por ende la habilidad de los bomberos u otro personal de emergencias de poder llegar y extinguirlo. El tiempo, dependiendo de la temperatura, nivel de humedad del ambiente y la fuerza y dirección del viento, tanto a corto como a largo plazo, afectan la probabilidad, severidad, y duración de los incendios forestales.

4.5.9.1 Área geográfica afectada

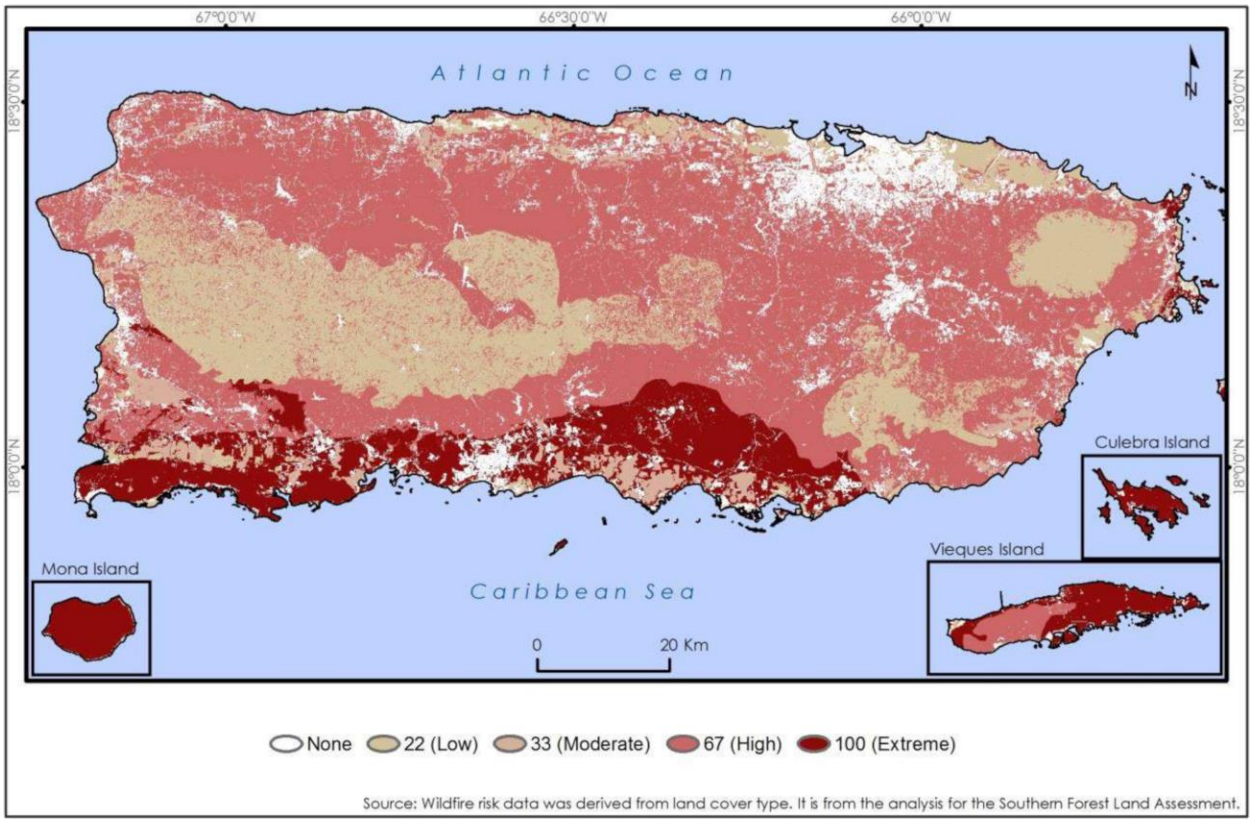
Los incendios forestales en Puerto Rico pueden originarse y propagarse debido a factores tales como las altas temperaturas, bajo por ciento de humedad relativa, combustibles como hojas, árboles y pastos, viento y el fenómeno de calentamiento global.[75]

En la Figura 32, las áreas de color rojo oscuro y claro constituyen los terrenos más susceptibles al peligro de incendio en Puerto Rico. La combinación de los factores de población, materiales secos combustibles y condiciones climáticas hacen que la zona de mayor peligro a incendios de la isla sea la llanura costera del sur. Los objetivos principales de esta área deberían ser la reducción del riesgo, el responder rápidamente a eventos y el educar a la población sobre las causas y prevención de incendios. El Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico es la agencia encargada de contener y extinguir los incendios, al igual que reducir el riesgo de estos. El DRNA, sin embargo, participa activamente en este proceso, en especial en las áreas administrativas de Mayagüez y Ponce.

[74] USDA Forest Service, *Wildland Fire Terminology*, https://www.fs.usda.gov/detail/r5/fire-aviation/management/?cid=stelprdb5396693, traducción nuestra

[75] *Supra.* DRNA, *Incendios Forestales en Puerto Rico*, 2006, http://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2015/04/Incendios-Forestales.pdf

Figura 32: Áreas de Puerto Rico, Vieques y Culebra bajo diferentes niveles de incidencia de incendios forestales



Fuente: DRNA, Forest Action Plan, 2016 (Basado en datos del Southern Forest Land Assessment)

En el año 2006, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales en sus boletines informativos nos presentan sobre los Fuegos Forestales en Puerto Rico. En dicho boletín mencionan que en los últimos años en Puerto Rico han aumentado los incendios forestales. Estos incendios se inician o se propaga debido a diversas situaciones, tales como: altas temperatura, bajo por ciento de humedad relativa, viento, disponibilidad de combustibles (hojas, ramas, árboles, pastos) y el calentamiento global. En los primeros tres (3) meses del año 2005 se registraron trece (13) incendios forestales. Se ha evidenciado que el noventa y tres por ciento (93%) de los incendios forestales combatidos en 2005 fueron provocados por la mano humana. Los fuegos forestales pueden ser causados mediante condiciones naturales, intencionales, negligencia o accidentales.

Por otra parte, en el año 2014 se registraron 3,743 incendios a través de Puerto Rico, los cuales quemaron aproximadamente 16,327.7 acres de terreno. Para septiembre de 2015, sin embargo, ya se habían desatado 4,074 incendios, los que afectaron 11,920 acres de terreno, 127 más de los ocurridos para el mismo mes en 2014. Cuando ocurre un gran volumen de incendios en un periodo reducido de tiempo, el tiempo que toma responder a cada incendio individual se puede ver afectado, lo que incrementa el riesgo a que este queme fuera de control. La mayoría de los incendios de Puerto Rico son a causa de personas, sin importar el viento, el tiempo o las condiciones de calidad del aire al momento de ocurrir este. De la misma manera que más incendios lleva a tiempos de respuesta inadecuados, mientras más incendios ocurren, más alta la probabilidad que algunos de estos quemen grandes extensiones de terreno a falta de una respuesta oportuna. Las quemas controladas son una manera costo-efectiva de eliminar materiales combustibles que de otra forma servirían para incrementar la severidad de un incendio no-controlado. A la vez, permite que profesionales de la materia minimicen el peligro al suelo, la calidad del aire y la

seguridad humana. El corte y remoción de maleza u otra materia vegetal es una forma más costosa de eliminar materiales combustibles. Se necesita un plan de educación pública sobre los riesgos y efectos del peligro de incendios forestales en Puerto Rico.

En Puerto Rico se registró el incendio forestal de mayor magnitud en la historia. Esto ocurrió el pasado año 2015 en el pueblo de Gurabo. El incendio se inició el 29 de julio de 2015 hasta el 2 de agosto de 2015. Este incendio comenzó en las inmediaciones del Programa de Extensión Agrícola. El incendio consumió sobre mil cuerdas (1,000 cdas) de terreno que comprende parte de la Estación de Experimentación Agrícola y del polígono de tiro de la Academia de la Policía en Gurabo y ha afectado con el humo principalmente a los residentes de las comunidades de Santa Bárbara y Navarro, aunque por el viento, la humareda ha llegado a lugares como Toa Alta y Aguas Buenas, y la zona metropolitana. El posible origen del fuego, según investigación, fue originado por una o varias personas.

Tabla 35: Incidencia de incendios y acres afectados: enero de 2014 – septiembre de 2015

2014			2015		
Mes	**Número de incendios**	**Acres afectados**	**Mes**	**Número de incendios**	**Acres afectados**
Enero	403	1,531.25	Enero	157	283.00
Febrero	588	3,675.75	Febrero	156	471.50
Marzo	996	3,380.20	Marzo	464	1,834.25
Abril	504	2,383.50	Abril	819	2,495.75
Mayo	197	523.75	Mayo	1,313	3,906.25
Junio	381	2,475.00	Junio	397	1,179.50
Julio	441	2,147.75	Julio	434	715.00
Agosto	87	146.50	Agosto	312	1,009.00
Septiembre	19	10.00	Septiembre	21	25.75
Octubre	46	17.00	No disponible	No disponible	No disponible
Noviembre	15	8.000	No disponible	No disponible	No disponible
Diciembre	66	29.00	No disponible	No disponible	No disponible
Total	3,743	16,327.70	Total	4,073	11,920.00

Fuente: DRNA, Forest Action Plan, 2016

En el Municipio Autónomo de Guaynabo no se ha registrado ningún tipo de incidente con relación a Fuego Forestal. No obstante, el municipio mantiene una vigilancia, orientación y diversos trabajos preventivos para que no ocurra un desastre de gran magnitud como lo sucedido en el Municipio de Gurabo.

4.5.9.2 Severidad o magnitud del peligro

La severidad, magnitud y las consecuencias de un incendio forestal pueden ser categorizadas bajo los siguientes renglones:

Impacto paisajístico:
El efecto más fácilmente apreciable tras un incendio forestal es la pérdida de calidad paisajística debido a la destrucción de la cubierta vegetal y a una evolución de ésta hacia series regresivas.

Efecto sobre la fauna:
El efecto inmediato de los incendios forestales sobre la fauna es la muerte de la fauna que no puede escapar del fuego, como invertebrados, vertebrados menores, crías con escasa movilidad, así como grandes herbívoros y carnívoros atrapados entre el fuego y las alambradas o mallas cinegéticas. Otra

consecuencia es la migración, por desaparición de pastos, hábitats y pérdida de especies en peligro de extinción.

Efecto sobre el suelo:
Tras un incendio se altera la estructura edáfica del suelo y aumenta considerablemente el riesgo de degradación, ya que se hace más erosionable. De igual forma, se produce una pérdida importante de materia orgánica del suelo a causa de la combustión. Lo anterior, produce una desestabilización de los agregados y una disgregación progresiva de los mismos. La materia sólida puede así ser eliminada del suelo por la acción erosiva del agua de lluvia o del viento.

Igualmente, se desarrollan superficies hidrofóbicas, debido a la formación de sustancias orgánicas repelentes al agua, así como por la modificación de determinados componentes minerales, especialmente minerales amorfos. El suelo no se moja en contacto con el agua, lo que facilita su pérdida por erosión.

Si la pérdida de suelo y de materia orgánica son elevados, ello implica un empobrecimiento en nutrientes. Por lo tanto, el suelo pierde fertilidad.

Muchos organismos mueren por la acción del calor, lo cual supone una disminución de la actividad biológica del suelo. Esto, naturalmente, puede afectar negativamente a los ciclos biogeoquímicos de numerosos elementos, los cuales dependen de la biota del suelo.

Sin embargo, no todo es negativo en lo que al fuego se refiere. Cuando los incendios se deben a causas naturales (algo que cada vez ocurre con menos frecuencia), ayudan a mantener la salud del bosque, gracias a la movilización de nutrientes y a la acción controladora que el fuego ejerce sobre las plagas forestales. Además, los incendios de baja intensidad contribuyen a mantener carbono en el suelo, impidiendo así su volatilización y pérdida en forma de gas carbónico.

Alteración del ciclo hídrico y de los cursos de agua
Como consecuencia de la pérdida de suelo, se altera drásticamente el ciclo hídrico. La infiltración disminuye y, con ello, menguan las reservas hídricas subterráneas, las cuales nutren los acuíferos de los que depende buena parte del consumo agrícola y urbano. Asimismo, se incrementa notablemente las aguas de escorrentía, acentuando su efecto erosivo, la cual es responsable en buena medida de las crecidas que se producen luego de fuertes lluvias.

Aumento en las emisiones de dióxido de carbono
En el proceso de combustión de la materia orgánica, durante un incendio forestal, se desprenden dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y partículas sólidas en suspensión. Estas emisiones contaminantes producen daños ambientales marcados, contribuyendo al efecto invernadero y como consecuencia al cambio climático.

Consecuencias económicas
A las consecuencias ambientales y sociales de un incendio, hay que añadir toda una serie de implicaciones de índole económico más o menos cuantificables. Luego de la ocurrencia de un incendio, se produce la pérdida de importantes recursos naturales directos e indirectos: productos de madera, leñas, corcho, resinas, frutos, pastos, caza y pesca. De igual forma, desaparecen importantes beneficios ambientales tales como las funciones protectoras del monte y la pérdida de valores recreativos.

Los gastos necesarios para restaurar las zonas afectadas, así como las inversiones en prevención y extinción de incendios, también suponen importantes partidas económicas.

4.5.9.3 Impacto a la vida, propiedad y operaciones

Los incendios pueden generar diversas consecuencias ambientales debido a la destrucción de la cubierta vegetal, la muerte o emigración de la fauna, la pérdida de suelo fértil y el incremento de eventos de erosión. De igual forma, los incendios pueden ocasionar pérdidas de vida y de propiedad a gran escala, ocasionando pérdidas económicas relacionadas a los esfuerzos para combatir los efectos de los incendios.

Los fuegos tienen efectos nefastos sobre los ecosistemas y su impacto va a variar según la magnitud y frecuencia de este tipo de evento. Los incendios provocan gran destrucción de la masa vegetal, daños a los ecosistemas y pérdida de la fauna de la zona impactada. Además, ocasiona incrementos en erosión, alteraciones del ciclo hídrico y aumento de las emisiones de dióxido de carbono en la atmósfera. Lo anterior, puede producir la degradación progresiva del medio ambiente y de los suelos.

4.5.9.4 Cronología de eventos de peligro

Un incendio forestal es el fuego que se extiende sin control sobre combustibles forestales situados en el monte. Igualmente, puede definirse como el fuego que se expande sin control sobre especies arbóreas, arbustivas, de matorral o herbáceas, siempre que no sean características del cultivo agrícola o fueren objeto de éste y que no tengan calificación de terrenos urbanos, afectando esta vegetación que no estaba destinada para la quema.

En los últimos años, en Puerto Rico han incrementado los incendios forestales. Generalmente, estos incendios se inician o se propagan debido a diversos factores, tales como: altas temperaturas, bajo por ciento de humedad relativa, viento, disponibilidad de combustibles (hojas, ramas, arboles, pastos) y el calentamiento global.

En los primeros tres (3) meses del año 2005 se registraron 13 incendios forestales. Esta cifra obligó al Departamento de Recursos Naturales y Ambientales a tener personal durante treinta y seis (36) días combatiendo incendios tanto en bosques estatales como en fincas privadas en un período de aproximadamente tres (3) meses. Adviértase, que según se ha evidenciado el 93% de los incendios forestales combatidos en el año 2005 fueron provocados por el ser humano.

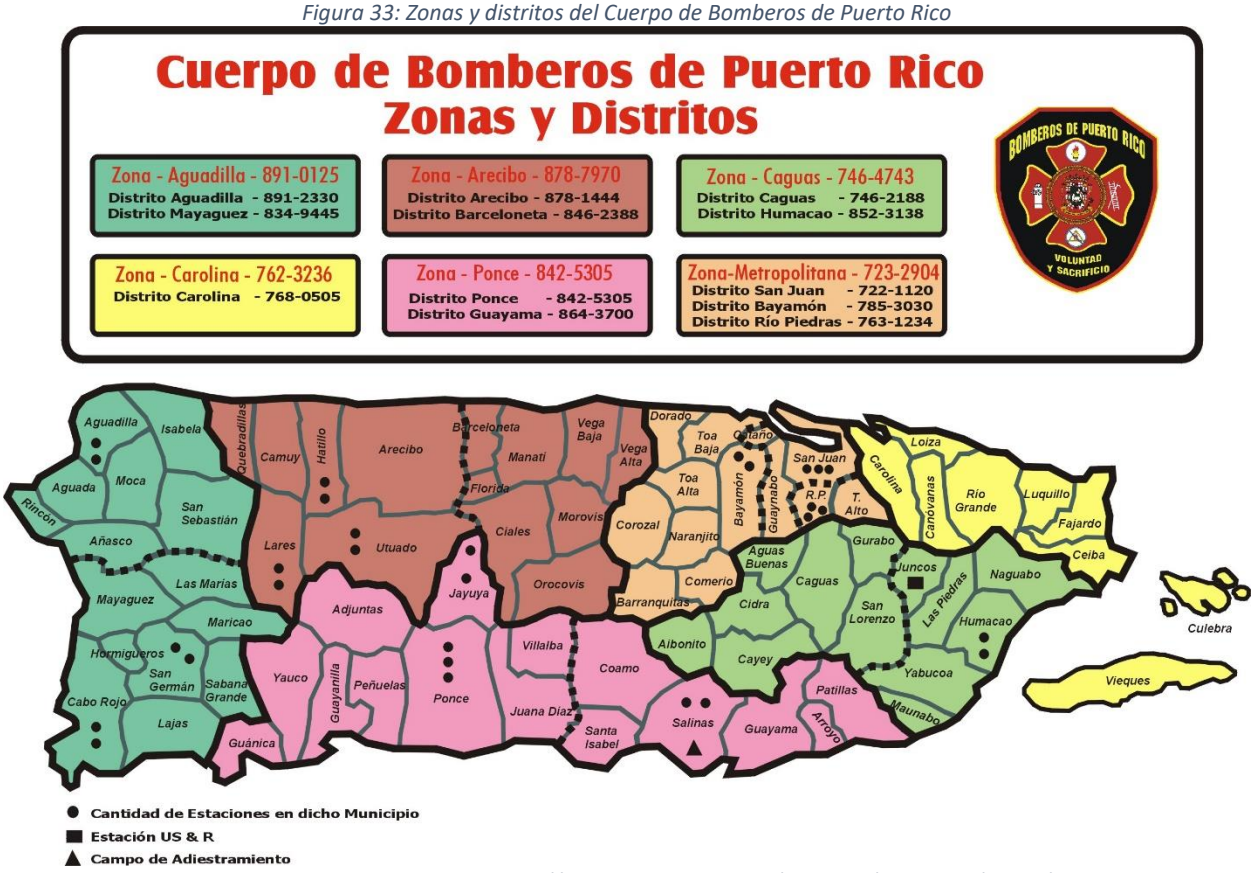
Durante los primeros tres (3) meses de 2013, se registraron más de 5,000 incendios forestales, cuyo origen se asocia a la actividad humana, pero en ese periodo nadie ha sido acusado criminalmente de provocar los incendios que han obligado a cientos de movilizaciones del Cuerpo de Bomberos a través de todo el país. Muchos de estos se han dado en áreas protegidas por el DRNA. La más perjudicada ha sido el área del Bosque Seco de Guánica, donde 20 cuerdas de terreno se han quemado y dañaron el hábitat del Sapo Concho. También se ha perdido sobre el 80% del lirio del Bosque Seco una especie endémica. Se indicó que, aunque parezca extraño los meses de febrero, marzo y abril son lo de mayor incidencia de fuegos por la sequía.

Por otro lado, en el año 2014 se registraron 3,743 incendios a través de Puerto Rico, los cuales quemaron aproximadamente 16,327.7 acres de terreno. Para septiembre de 2015, sin embargo, ya se habían desatado 4,074 incendios, los que afectaron 11,920 acres de terreno, 127 más de los ocurridos para el mismo mes en 2014. Cuando ocurre un gran volumen de incendios en un periodo reducido de tiempo, el

tiempo que toma responder a cada incendio individual se puede ver afectado, lo que incrementa el riesgo a que este queme fuera de control.

Según el Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico, el Municipio de Guaynabo se encuentra en la Zona Metropolitana, distrito de San Juan para propósitos de recopilar información incendios forestales. La Tabla 36 contiene los datos que tiene el Cuerpo de Bomberos para el distrito de San Juan total, por lo que no necesariamente refleja el número de incendios ocurridos en el municipio.

Figura 33: Zonas y distritos del Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico



Fuente: Portal Oficial del Gobierno de Puerto Rico. http://www.agencias.pr.gov/agencias/bomberos/Pages/default.aspx

Tabla 36: Incendios forestales ocurridos en el distrito de San Juan 2015-2019

Año	Número de incendios
2015	37
2016	7
2017	11
2018	31
2019	87
Total	173

Fuente: Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico 2019

Los años de 2015 y 2019, fueron años de sequía en Puerto Rico, por lo que vemos ver que el número de incendios forestales ocurridos en esos años es considerablemente más alto que en años que no se está en estado de sequía.

Debido a la insuficiencia de datos de eventos de peligro sobre este particular, el Puerto Rico Forest Action Plan del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), ha trazado unas metas y objetivos establecidas como parte del Plan donde se recoge el proteger a los bosques de daños y traza una guía para elaborar y desarrollar dicha base de datos.

Este objetivo persigue el reconocimiento de amenazas reales o causas de daño que afectan a las tierras boscosas, e identificar formas de controlar o reducir sustancialmente sus efectos nocivos.

Entre sus propósitos más significativos se encuentra el:

- identificar, gestionar y reducir las amenazas a la salud de los ecosistemas forestales;
- reducir los riesgos de impactos en incendios forestales.

Dentro de las principales amenazas, consideradas como de gran capacidad para afectar los recursos forestales actuales en la isla, la Evaluación Estatal de Recursos de Bosques de Puerto Rico ha implementado los siguientes procesos como parte integral de su estudio:

A- Incendios:
1. Crear una base de datos para recolectar información sobre el historial de ocurrencias de incendio que incluya:
    (1) Localización;
    (2) Tipo de vegetación;
    (3) Número de acres afectados;
    (4) Recursos utilizados, y
    (5) Recursos necesarios
2. Desarrollar e implementar un Sistema de Clasificación de Peligro de Incendio para áreas de alta incidencia u ocurrencia.
3. Orientar u ofrecer cursos a la ciudadanía sobre prevención de fuego, particularmente la que ubica en zonas susceptibles o de alta incidencia. Aumentar esfuerzos en cuanto a la interfaz urbana de tierras silvestres (Wildland Urban Interface - WUI").[76]
4. Desarrollo de Planes de Protección de Comunidades en Zonas de Peligro de Incendio (tierras salvajes) y programas de educación a esos efectos.
5. Extinción del fuego de tierras salvajes.
6. Utilizar "prescribed burning" o quema prescrita como recurso para controlar las ocurrencias de incendios en áreas de alta incidencia.
7. Siembra de árboles y restauración de recursos en zonas o áreas afectadas por incendios.
8. Adquirir, mantener y pre posicionar equipo y material esencial para la extinción del fuego de tierras salvajes.
9. Desarrollar una estrategia de comunicación efectiva entre las partes involucradas en la extinción del fuego de tierras salvajes.

[76] Zona de transición entre la vida (tierra) silvestre y el desarrollo humano. Las comunidades dentro del WUI se encuentran en riesgo de incendio forestal catastrófico y su presencia interrumpe la ecología.

4.5.9.5 Probabilidad de eventos futuros

Este evento, en el cual la intervención del hombre tiende a ser el factor determinante, no es fácil de predecir. No obstante, su probabilidad de ocurrencia natural o espontánea aumenta ante eventos de sequía y con registro de altas temperaturas. A base la metodología para determinar la probabilidad de eventos futuros incorporada en la sección 4.4, y las experiencias previas del municipio, se le asigna una probabilidad de ocurrencia futura es baja.

El futuro de la planificación contra incendios está en tener mapas digitales con las características del área de estudio y en simular el comportamiento del fuego en el mapa.

La evaluación de riesgo realizada para el peligro de incendios forestales, con herramientas computarizadas, es un asunto novel y ha sido acogida sólo parcialmente por la comunidad de control de incendios. No obstante, la ventaja de utilizar herramientas computarizadas es ampliamente reconocida y la tecnología continúa evolucionando. En ese sentido, el desarrollo de estas herramientas persigue ejecutar programas de simulación de incendios aptos para su utilización en computadores personales.

Para los funcionarios que demarcan los procesos a adoptarse y ejecutarse para controlar un incendio en marcha, la simulación de la propagación y la intensidad de un incendio forestal tiene, por supuesto, mucha utilidad. Sin embargo, una herramienta, tal vez igualmente importante, es el desarrollo de colaboración entre agencias para la toma de decisiones sobre cómo mitigar el riesgo que presenta el peligro de los incendios forestales ante de que éstos comiencen.

En el futuro, la unión entre las tecnologías informáticas y satelitales debiera llegar a ser una importante herramienta que ayude a reducir los impactos que ocasionan los incendios forestales. En ese sentido, la ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) y su integración con Sistemas de Información Geográfica, facilita la realización de la planimetría de incendios forestales. Esto permitiría, entre otras cosas, determinar:

- Superficies según tipo de vegetación;
- Superficies según propiedad y tipos de vegetación;
- Superficie afectada de Espacios Naturales Protegidos; y
- Especies y volúmenes de madera afectados.

4.6 Evaluación de riesgos y vulnerabilidad

4.6.1 Descripción de la metodología para la evaluación de riesgos

Esta evaluación de vulnerabilidad se llevó a cabo utilizando tres (3) enfoques o metodologías distintas, a saber:

(1) evaluación del riesgo estocástico,
(2) análisis basado en el sistema de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés), y
(3) un análisis de modelación de riesgos.

En síntesis, cada uno de los enfoques proporciona estimaciones sobre el impacto potencial de los peligros naturales mediante el uso de un marco común y sistemático para la evaluación. Este proceso analítico incluye la organización de ocurrencia histórica proporcionada en la Sección 4.5 de este Plan. En las secciones subsiguientes se ofrece una descripción de los tres (3) métodos utilizados para el análisis, enfoque y desarrollo de este Plan.

Adviértase, que, en el desarrollo de la evaluación de riesgos de este Plan, se utilizó la herramienta del Negociado del Censo Federal, específicamente del bloque censal de 2010. Esto es así, toda vez este bloque provee datos detallados sobre la población y las características demográficas del municipio, específicamente mediante segmentos como raza, origen, edad y unidades de vivienda. Igualmente, se utiliza el Censo de 2010 debido que es el último censo certificado al momento del desarrollo de este Plan. Cualquier otro dato provisto por el Negociado del Censo Federal, como los datos del "American Community Survey" (ACS) se refiere a proyecciones o estimados limitados y son utilizados en este plan a modo de tendencia demográfica.

4.6.1.1 Evaluación del Riesgo Estocástico

La metodología de evaluación del riesgo estocástico fue utilizada para el análisis de los peligros de riesgo que no están contemplados bajo los estudios suministrados por los modelos de riesgo de peligro y la evaluación de riesgos del sistema GIS. Por su parte, este tipo de evaluación de riesgo estocástico considera las estimaciones de pérdidas anuales e información obtenida sobre el impacto. La pérdida anual representa el valor medio ponderado, a largo plazo, de las pérdidas de propiedad en un (1) solo año y en un área geográfica específica como, por ejemplo, un municipio. Esta metodología se aplica principalmente a los peligros que no tienen límites geográficos definidos y que, consecuentemente, son excluidos del análisis del GIS. La metodología de riesgo estocástico se utilizó para los siguientes peligros:

- Sequía
- Incendios forestales

La sequía se considera un peligro atmosférico y tiene el potencial de afectar todas las edificaciones y poblaciones actuales y futuras. Las estimaciones de pérdidas anuales, para el peligro de sequía, se determinaron utilizando los mejores datos disponibles sobre pérdidas históricas conforme a fuentes como los informes del Centro Nacional de Información Ambiental de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) y el conocimiento local. Las estimaciones de pérdidas anuales se generaron sumando el monto de los daños a la propiedad durante el período de tiempo durante el cual los registros estaban disponible y se calcula la pérdida media anual.

4.6.1.2 Análisis basado en el Sistema de Información Geográfica (GIS)

Los peligros que cuentan con límites geográficos específicos permiten un análisis basado en el sistema de información geográfica (GIS). El análisis basado en el GIS se utilizó para los siguientes peligros:

- Aumento en el nivel del mar
- Terremoto
- Deslizamiento
- Inundación
- Vientos fuertes
- Tsunami
- Marejada ciclónica

El objetivo del análisis basado en GIS es determinar la vulnerabilidad estimada de las instalaciones críticas y la población. Los peligros para este municipio fueron identificados utilizando la mejor data geoespacial disponible.

El objetivo del análisis basado en GIS es determinar la vulnerabilidad estimada de las instalaciones críticas y la población. Los peligros para este municipio fueron identificados utilizando los mejores datos geoespaciales disponibles.

ESRI® ArcGIS™ 10.5.1 fue utilizado para evaluar la vulnerabilidad de peligro utilizando los datos de riesgo digital y la base de datos de información de los peligros antes mencionados. Utilizando estas capas de datos, se cuantificó la vulnerabilidad del peligro estimando el número de instalaciones críticas, edificaciones y la población localizadas en áreas propensas al peligro. Nótese, que este método está sujeto a sobreestimar la exposición al riesgo, particularmente en cuanto a los datos de población. Lo anterior es así, toda vez que la fuente de datos poblacionales proviene del Censo del año 2010, por ser la única fuente que usa el nivel de bloque censal, la cual ha disminuido en los años sucesivos.

4.6.1.3 Análisis de modelación de riesgos

El programa de modelación de vulnerabilidad se utilizó para los siguientes peligros:

- Terremoto
- Inundación

Existen varios programas para modelar la vulnerabilidad de riesgos. En este plan se utilizó el programa Hazus-MH para la evaluación de vulnerabilidad concerniente a los peligros antes esbozados.

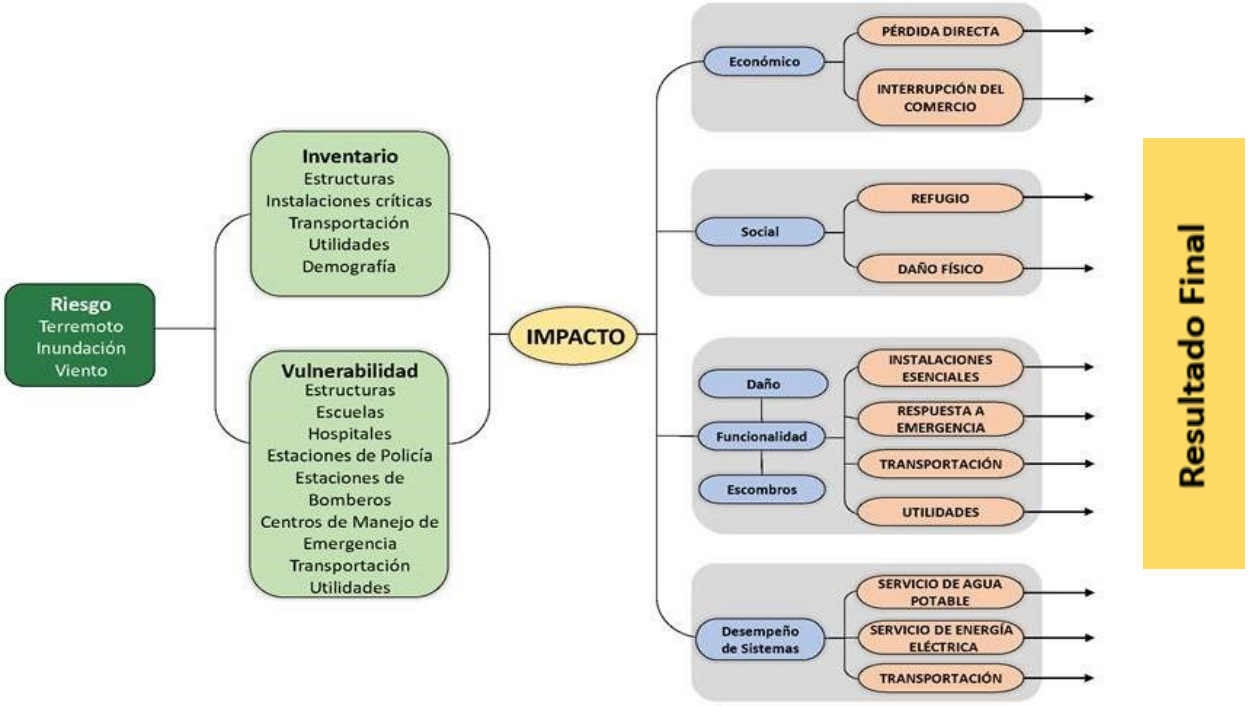
Hazus-MH

Hazus-MH (en adelante, Hazus) es un programa de estimación de pérdidas estandarizado desarrollado por FEMA. Se construye sobre una plataforma GIS integrada para realizar análisis a nivel regional (es decir, no estructura-por-estructura). La metodología de evaluación de riesgos de Hazus es paramétrica, en el sentido de que diversos peligros y parámetros de inventario (profundidad de la inundación y tipo de edificio) pueden ser modelados utilizando el programa para determinar su impacto. Por ejemplo, algunos impactos pueden ser daños y pérdidas en zonas edificadas.

Esta evaluación de riesgos utiliza Hazus para producir el estimado de pérdida causado por el riesgo en el área del Municipio de Guaynabo. La versión Hazus-MH 4.2 SP1, fue utilizada para estimar posibles daños de inundación; y la metodología de la versión Hazus-MH para estimar los daños por terremoto. Aunque el programa puede ser utilizado para modelar las pérdidas causadas por los vientos huracanados y tsunamis, éstos no funcionaron correctamente en Puerto Rico cuando se desarrolló esta evaluación.

La Figura 34 ilustra el modelo conceptual de la metodología para estimar el impacto de determinado riesgo bajo el modelo de Hazus-MH.

Figura 34: Modelo Conceptual de Metodología Hazus-MH



Hazus-MH tiene la capacidad de proporcionar una variedad de resultados de estimación de pérdidas. A modo de mantener consistencia con otras evaluaciones de peligros, las pérdidas anuales se presentarán cuando sea posible.

Los estimados de pérdidas, presentados en esta evaluación de vulnerabilidad, se determinaron utilizando los mejores datos y metodologías disponibles al momento de la elaboración de este documento. Así pues, estas herramientas proporcionan aproximaciones sobre el impacto producido por los riesgos que traen consigo los peligros naturales. Estos estimados deben utilizarse para comprender el riesgo relativo entre los peligros y las posibles pérdidas que pudiera estar experimentando el Municipio de Guaynabo.

Es importante tomar en consideración que las incertidumbres son inherentes a cualquier metodología de estimación de pérdidas, derivada en parte del conocimiento científico incompleto sobre los peligros naturales y sus efectos en zonas edificadas. Las incertidumbres resultan de aproximaciones y simplificaciones que son necesarias para un análisis exhaustivo, por ejemplo, inventarios incompletos, localizaciones no-específicas, demografía o parámetros económicos.

4.6.1.4 Fuentes de información de datos

Instalaciones críticas, Edificios, Población
Se recopilaron datos digitales de la Junta de Planificación de Puerto Rico sobre las instalaciones críticas y edificios. La información de las instalaciones críticas se complementó y optimizó utilizando los datos recolectados del Análisis de la Base de Elevación de Inundación (ABFE), que se efectuó luego del paso del huracán María, para localizar con precisión las instalaciones dentro de los valles inundables.

Es importante recalcar que la información de edificaciones utilizada en este análisis es información incompleta. Los datos que se utilizaron para crear las capas de información de los mapas se componen de dos bases de datos provistas por la Junta de Planificación de Puerto Rico: una que se compone de los polígonos de edificaciones y otra que solo incluye los puntos de estructuras. Estas se combinaron para intentar crear una capa más detallada para el análisis. Esta capa combinada, sin embargo, no contiene todas las estructuras que existen en la Isla, en parte por falta de datos, pero también porque esto está fuera del ámbito del Plan que nos ocupa. Mejoras a estos datos debería ser una prioridad y las mismas deberían ser integradas a revisiones futuras del Plan.

Aun tomando en consideración las limitaciones mencionadas, el equipo de planificación incluyó estimados de pérdidas potenciales por edificaciones para dar un sentido del nivel de riesgo que tiene la comunidad a los distintos eventos de peligro contemplados. A esto también se le añadieron datos por bloque proveniente del Censo de 2010 y extraída del sistema Hazus-MH, la cual incluye conteos de población para cada cuadra de la comunidad.

Aumento en el nivel del mar

La Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica tiene disponible data sobre los aumentos potenciales en el nivel del mar para usar para propósitos de planificación y para determinar qué tan inundable serian áreas costeras basándose en diferentes niveles de alza. Estos modelos distintos se pueden utilizar para visualizar el impacto de inundaciones costeras o alzas en el nivel del mar desde el contexto de la comunidad afectada. Los modelos disponibles comienzan con un alza de un (1) pie sobre el nivel del mar actual y continúan en incrementos de un (1) pie hasta llegar a diez (10) pies de alza. Así pues, para propósitos de este análisis se utilizaron alzas de uno (1), cuatro (4), siete (7) y diez (10) pies.

Sequía

Los datos de sequía se obtuvieron a través de los archivos del Monitor de Sequía de los Estado Unidos (USDM, por sus siglas en inglés). Estos archivos proveen información, a través de mapas territoriales, series temporales, archivos tabulares, datos GIS y metadatos sobre las regiones, de Puerto Rico y sus municipios, que se encuentran en estado de sequía. Los mapas contienen cinco (5) categorías de sequía que amenazan las diversas regiones, a saber: (1) sequedad anormal, la cual describe las regiones que recién experimentan sequía o estén saliendo del estado de sequía; (2) sequía moderada; (3) sequía severa; (4) sequía extrema; (5) sequía excepcional. Esto significa que los mapas meteorológicos no proveen un pronóstico, si no que ofrecen una evaluación de las condiciones de sequía sobre la precipitación a base de una evaluación semanal sobre el comportamiento de este tipo de evento sobre determinado municipio.

El USDM produce datos en colaboración con otras agencias como el National Drought Mitigation Center (NDMC) de la Universidad de Nebraska-Lincoln, la NOAA y el USDA.

No se produjo un estimado de pérdidas monetarias, ya que este peligro no afecta directamente a las estructuras.

Terremoto

La licuefacción o licuación representa el fenómeno en el cual el suelo pierde su rigidez durante un fenómeno, usualmente un terremoto, y toma las características de un fluido; este cambio puede llevar al fallo estructural, traslación o colapso de una estructura que se encuentre encima del suelo afectado. Datos para determinar el nivel de licuefacción del terreno en caso de un terremoto proviene del USGS, el cual

utiliza el índice de licuefacción de cada área para asignarle un nivel de riesgo entre muy alto, alto, moderado, bajo o muy bajo.

Se utilizó también el sistema Hazus-MH 4.2 SP1, descrito arriba, para determinar el nivel de vulnerabilidad a terremotos. Un modelo probabilístico de nivel uno (1) se utilizó para estimar el nivel de pérdida anualizado, utilizando varios intervalos de recurrencia o retorno, es decir, eventos con intensidades variadas. Para determinar estimados de daños se utilizaron las funciones estándares de Hazus con respecto a daños y metodología con datos sobre licuefacción y deslizamiento provistas por el USGS. Estos resultados a su vez se calcularon utilizando el modelo de terremotos de Hazus al nivel de los tractos establecidos en el Censo de 2010.

Deslizamiento
Se utilizó el índice de susceptibilidad a deslizamientos del USGS para determinar el nivel de vulnerabilidad a este fenómeno. Las categorías de bajo, moderado, alto, y máximo corresponden a este índice. Esta base de datos se basa a su vez en los estudios publicados por Watson Monroe, USGS 1979. Los datos se publicaron originalmente excluyendo áreas donde la pendiente era mayor a cincuenta por ciento (50%), pero se han incluido esos datos en revisiones subsiguientes.

Actualmente no existen datos suficientes para estimar la pérdida monetaria de estructuras para este peligro. El Equipo intentó estimar este cálculo por métodos alternos, como por ejemplo utilizar la base de datos del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales (CRIM), pero los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios.

Inundación
Se utilizaron los datos de profundidad de inundación digital elaborada por FEMA luego del huracán María para determinar el nivel de vulnerabilidad a inundaciones. Estos datos se pueden utilizar en ArcGIS para crear mapas e identifica las profundidades de inundaciones en células incluidas dentro de la base de datos ráster. Se elaboraron modelos para varios intervalos de recurrencia o retorno, incluyendo las inundaciones de cien (100) y quinientos (500) años.

Igualmente, se utilizó el sistema Hazus-MH 4.2 SP1, descrito arriba, para determinar el nivel de vulnerabilidad a inundaciones. Un modelo probabilístico de nivel 1 se utilizó para estimar el nivel de pérdida anualizado, utilizando varios intervalos de recurrencia, es decir, eventos con intensidades variadas. Para determinar estimados de daños se complementó las funciones estándar de Hazus con respecto a daños y metodología con los datos de profundidad de inundaciones provistos por FEMA. Estos resultados a su vez se calcularon utilizando el modelo de inundaciones de Hazus al nivel de los tractos establecidos en el Censo de 2010.

Vientos fuertes
Con el propósito de evaluar los vientos extremos se utilizaron datos provenientes de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en ingles). Estas bases de datos contienen mapas de vientos que proveen la velocidad estimada de vientos que ocurran dentro de zonas demarcadas durante el intervalo de recurrencia. Aunque existen múltiples intervalos de recurrencia o retorno, para propósitos de este análisis se utilizaron solo los de cincuenta (50), cien (100), setecientos (700) y tres mil (3,000) años.

Adviértase, que para la jurisdicción estadounidense la herramienta Hazus-MH provee estimados de

El estimado de pérdidas monetarias para el peligro de vientos fuertes no se pudo computar ya que el modelo de HAZUS no estaba programado para estimar pérdidas para Puerto Rico, ni las Islas Vírgenes Estadounidenses. (FEMA, 2018)

Tsunami

Para el análisis de tsunami se utilizó data de 2014, desarrollada por la Red Sísmica de Puerto Rico como parte del programa "Tsunami Ready" del Programa Nacional de Mitigación de Daños por Tsunami de NOAA. Esta data identifica las áreas que se tendrían que evacuar o desalojar en caso de un evento de tsunami.

Actualmente no existen datos suficientes para estimar la pérdida monetaria de estructuras para este peligro. El Equipo intentó estimar este cálculo por métodos alternos, como por ejemplo utilizar las bases de datos del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales (CRIM), pero los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios.

Marejada ciclónica

La NOAA revisó en el año 2018 la data de marejada ciclónica para crear modelos que ilustren la casi peor situación de inundación que pueden causar huracanes de categoría I a V. Este data se consiguió a través del "Modelo de marejadas en mar, lagos y tierra a causa de huracanes" (SLOSH) y determino un "Máximo de máximos" (MOM) a base del "Máximo de cubierta de agua" (MEOW). Estos datos intentan identificar el máximo de área y profundidad que se puede experimentar en una localización.

Incendio forestal

Los datos de incendio forestal se obtuvieron en un esfuerzo conjunto entre las ocurrencias históricas habidas en el municipio, datos obtenidos del Departamento de Recursos Naturales, la Base de Datos de Eventos de Tormenta NOAA NCEI, información municipal y del U.S. Forest Service del Departamento de Agricultura Federal (USDA). [77]

Los incendios forestales pueden ocasionar severos daños ambientales, tales como la destrucción de la cubierta vegetal, el deceso de animales, pérdida de suelo fértil y el incremento de la erosión. Igualmente, los fuegos forestales pueden provocar pérdidas de vida y daños a los cultivos y a la propiedad de los habitantes del municipio. Los efectos adversos sobre los ecosistemas forestales pueden variar y su severidad incrementa a base de la frecuencia de los incendios ocurridos en una misma zona. Incluyendo, pero sin limitarse, a daños en la masa vegetal, desaparición de ecosistemas, pérdida o emigración de la fauna, erosión, alteraciones del ciclo hídrico, desertificación y aumento en las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera.

Los efectos sociales causados por los incendios cobran gran importancia por sus consecuencias negativas. Lo anterior es así, toda vez que el esfuerzo de extinguir los eventos de fuego es de alto riesgo, causando accidentes mortales. Las víctimas de este tipo de riesgo no son sólo aquellas personas que se encuentran combatiendo el fuego, sino también las personas que quedan atrapadas por el fuego. Asimismo, las pérdidas sufridas por este tipo de evento causan serios traumas psicológicos y/ o emocionales.

[77] "Forest Service Schedule of Proposed Actions" – Puerto Rico (SOPA)

Actualmente no existen datos suficientes para estimar la pérdida monetaria de estructuras para este peligro. El equipo intentó estimar este cálculo por métodos alternos, como por ejemplo utilizar las bases de datos del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales (CRIM), pero los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios.

La Tabla 37 describe las fuentes de datos que se utilizaron en la elaboración de este análisis de riesgo.

Tabla 37: Fuente de recursos

Uso	Datos	Fuente
Base de datos	Censo Poblacional	Hazus, Censo 2010 del Negociado del Censo Federal (NCF)
Base de datos	Instalaciones críticas	Junta de Planificación de Puerto Rico, Análisis de ABFE de FEMA
Base de datos	Edificios	Junta de Planificación de Puerto Rico
Calor extremo	Información de clima	Cuarta Evaluación Climática Nacional (2018, Fourth National Climate Assessment)
Sequía	Ocurrencias históricas	Monitor de Sequía de los Estados Unidos (United States Drought Monitor)
Terremoto	El índice de licuefacción	Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés)
Inundación	Categorías de Profundidad (Depth Grids)	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés)
Deslizamiento	Índice de susceptibilidad de deslizamiento	Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés)
Vientos fuertes	Mapas de zonas eólicas	Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE, por sus siglas en inglés)
Tsunami	Mapas de zona de tsunami	Red Sísmica de Puerto Rico, Programa NOAA PR-NTHMP *Tsunami Ready*
Marejada ciclónica	Mapa de Inundación por marejada	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA)
Incendio forestal	Ocurrencias históricas	Departamento de Recursos Naturales, Base de Datos de Eventos de Tormenta NOAA NCEI, Información Municipal y el *U.S. Forest Service*.

4.6.2 Proceso de Priorización y Clasificación de Riesgos

Según expresado en las secciones que preceden, la información que se utiliza para la evaluación de peligros naturales proviene de los mejores datos disponibles a base de los sistemas de información geográfica, inventario de ocurrencias históricas, investigaciones educativas, información de dependencias municipales como la OMME, agencias multisectoriales, entre otros. Asimismo, cada una de las fuentes

específicas utilizadas para la actualización de este Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de Guaynabo están identificadas en la sección 4.6.1, de este documento.

Esta información ofrece, además, la oportunidad de identificar la ubicación, frecuencia y magnitud de determinado peligro natural sobre las estructuras y la población del municipio. Así pues, la evaluación de riesgos nos provee información de la vulnerabilidad o el grado de riesgo que un individuo, región o comunidad se encuentra a causa de la ocurrencia de un evento natural. De igual forma, estas herramientas proveen información del riesgo o la data estimada sobre las pérdidas de vida y propiedad por el paso de un evento natural.

Esta tabla se elaboró luego de una conversación con el equipo de planificación del Municipio de Guaynabo e incluye el insumo de éste con respecto a los siguientes peligros: (1) aumento en el nivel del mar; (2) sequía; (3) terremoto; (4) inundación; (5) deslizamiento; (6) vientos fuertes; (7) tsunami; (8) marejada ciclónica; e (9) incendios forestales. Se utilizó la siguiente fórmula para asignar una clasificación:

- Menos de 5% de la población o instalaciones: Bajo
- Entre 5% y 40% de la población o instalaciones: Moderado
- Mas de 40% de la población o instalaciones: Alto
- Para el impacto a las funciones, se tomó en consideración el tamaño del área afectado por el peligro y se clasificó de la siguiente manera
    - Menos de 10% del área del municipio: Bajo
    - Entre 10% y 40% del área del municipio: Moderado
    - Mas de 40% del área del municipio: Alto

Para determinar la clasificación final, se sumó la puntuación de cada sección (Alto=3, Moderado=2, Bajo=1), y se asignó una clasificación basándose en el total relativo a la puntuación máxima de nueve (9):

- Entre 1 y 4: Bajo
- 5 o 6: Moderado
- 7, 8 o 9: Alto

Con el propósito de analizar y asignar un rango de prioridad a cada peligro natural, se tomaron en consideración los resultados obtenidos en la evaluación de riesgos, es decir, se le asignó una prioridad preliminar al peligro conforme a los hallazgos y/o resultados técnicos. Nótese, que esta evaluación técnica está representada en los mapas y tablas incluidas en la sección 4.6 del presente documento. Conforme al proceso de planificación, estos hallazgos obtenidos en la evaluación de riesgos le fueron presentados al Municipio de Guaynabo, por conducto de su Comité de Planificación, quienes, a base de su pericia y experiencia previa en el manejo de emergencias en el municipio, ofrecieron información para complementar la evaluación de riesgos de este Plan. De igual forma, la ciudadanía tuvo oportunidad de revisar los resultados de la evaluación de riesgos, validar la informacion incluida en el Plan y asignar una prioridad para cada uno de los peligros identificados en este Plan conforme a las experiencias previas y a la vulnerabilidad de su comunidad.

No obstante lo anterior, luego del componente técnico utilizado para la clasificación de riesgos para cada peligro natural, se incorpora el componente subjetivo. El componente subjetivo se utiliza para determinar, de forma más completa el grado de clasificación de riesgo. Este componente se obtiene a base del conocimiento especializado y experiencias previas tanto del Comité como de la ciudadanía de Guaynabo. Es decir, una vez se completó la siguiente tabla de forma preliminar, a base de la evaluación de riesgos técnica, se le produjo el documento al Comité, para que a base de su experiencia asignara una clasificación

para cada uno de los peligros contemplados. Igualmente, se tomó en consideración el insumo de las comunidades provisto en las reuniones de participación ciudadana celebradas para el Municipio de Guaynabo. Consecuentemente, el municipio se encuentra en mejor posición de identificar los peligros más significativos para determinada región, diseñar estrategias de mitigación efectivas y eficaces y mantener un proceso de seguimiento e implementación más práctico.

De modo tal que, teniendo el componente técnico y subjetivo provisto por el ejercicio de la evaluación de riesgos y la actualización de las capacidades municipales, el municipio y la ciudadanía contó con la base de hechos necesaria para diseñar o desarrollar estrategias de mitigación que respondan a las necesidades reales del municipio. Así pues, durante el periodo de elaboración del presente documento, el municipio identificó cuatro (4) peligros naturales considerados como de un alto impacto, a saber: vientos fuertes, marejadas ciclónicas, terremoto e inundación. Por otro lado, el municipio identificó dos (2) peligros con relación de ocurrencia moderada, a saber: sequía y tsunami. No obstante, para los eventos de clasificación baja, de igual forma se establecen criterios a tener en consideración para el desarrollo de medidas de mitigación que desarrollen estas vulnerabilidades. El municipio identificó dos (2) peligros naturales bajo clasificación según prioridad baja, a saber: aumento en el nivel del mar e incendios forestales.

Tabla 38: Priorización y Clasificación de cada peligro – Municipio de Guaynabo

Peligro	Impacto a las personas	Impacto a las instalaciones	Impacto a las funciones	Clasificación según su prioridad
Aumento en el nivel del mar	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
Sequía	Moderado	Bajo	Moderado	Moderado
Terremoto	Alto	Moderado	Moderado	Alto
Inundación	Alto	Alto	Alto	Alto
Deslizamiento	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo
Vientos fuertes	Alto	Alto	Alto	Alto
Tsunami	Moderado	Moderado	Bajo	Moderado
Marejadas ciclónicas	Alto	Alto	Moderado	Alto
Incendio forestal	Moderado	Bajo	Bajo	Bajo

Fuente: Comité de Planificación 2020-2021

El implementar las estrategias de mitigación conforme a los peligros naturales identificados bajo una clasificación alta a moderada, tiene como ápice reducir los costos a largo plazo asociados a los procesos de respuesta y recuperación tras la ocurrencia de un evento natural. Asimismo, el establecer estrategias de mitigación apropiadas reduce el impacto de estos peligros naturales sobre la vida y la propiedad del municipio. Al realizar un análisis de los beneficios de estas, podemos concluir que los beneficios que produce el implementar medidas de mitigación rebasan los gastos o costos asociado al momento de implementación de dichas acciones. Para ello, se incluyen medidas de mitigación apropiadas conforme a las necesidades del municipio para reducir, de la forma más eficiente y eficaz, los riesgos y daños asociados a determinado peligro natural. Existe una implicación económica entre los peligros asociados con clasificación Alta o Moderada, según identificadas en la Sección 6.5.

Como bien se mencionó, la tabla que precede se elaboró como resultado del análisis y evaluación de riesgos realizado, el cual considera el impacto a las personas, impacto a las instalaciones e impacto a las funciones del municipio por peligro, según descrito en las secciones anteriores y según se detalla en las

secciones subsiguientes. Esta clasificación de peligros, por tanto, considera además la vulnerabilidad de las poblaciones, la frecuencia y severidad de los eventos y los riesgos asociados a determinado peligro natural. Esta clasificación no pretende ser una valoración estadística exhaustiva y considera el insumo del Comité de Planificación del Municipio de Guaynabo respecto a la clasificación que se le asigna a los peligros que afectan al municipio. Por otra parte, y en la medida en que se tenían los datos disponibles, el Comité tomó en consideración factores de costo-beneficio para efectos de definir prioridades en las acciones de mitigación donde se pondera, de forma cualitativa, cómo la estrategia considerada maximiza el beneficio de mejorar las condiciones de vida y propiedad de las comunidades al reducir el riesgo que pudiera implicar las pérdidas económicas si no se realizara la acción o estrategia de mitigación.

Por tanto, esta clasificación no corresponde al nivel de riesgo absoluto del peligro para el municipio, pero incluye un elemento de riesgo comparativo entre los distintos peligros. El consenso entre estos valores asignados se utilizó para llegar a la clasificación final.

4.6.3 Evaluación de riesgos por peligro

La sección 4.5 describe el perfil de cada peligro natural identificado en este Plan. Se incluyó la descripción del peligro, su localización y extensión, ocurrencias previas, así como las pérdidas estimadas y la probabilidad de futuros eventos en el municipio.

En esta sección se evalúa la vulnerabilidad del Municipio de Guaynabo respecto a cada peligro natural. La evaluación de vulnerabilidad incluye una descripción general de la vulnerabilidad de las estructuras y la población, los datos y la metodología utilizada para completar la evaluación de riesgos del municipio, la descripción del impacto en la vida, la salud y la seguridad de sus residentes. Asimismo, el análisis incluye el impacto estimado sobre los edificios, las instalaciones críticas, la economía y los recursos naturales del municipio. Además, para ilustrar el desarrollo futuro del municipio se incluyen mapas que muestran la ubicación de proyectos con permisos de construcción otorgados por la Oficina de Gerencia de Permisos.

Este análisis considera, además, la vulnerabilidad social en términos de cantidad de personas afectadas y de recursos naturales. Un componente importante en esta sección lo es el análisis de vulnerabilidad considerando las tendencias de desarrollo en el municipio a través de la sección de condiciones futuras y la capacidad del municipio de mitigar estos impactos.

4.6.3.1 Aumento del nivel del mar

4.6.3.1.1 Estimado de pérdidas potenciales

Esta subsección presenta las pérdidas potenciales estimadas ante el peligro de aumento en el nivel del mar en el Municipio de Guaynabo. Por ejemplo, en el caso de un aumento en el nivel del mar de cuatro (4) pies, se estima que 10 estructuras estarían susceptibles a ser impactadas por una inundación de 1 a 2 pies de profundidad. Por su parte, un aumento en el nivel del mar de 7 pies, se estima que 881 estructuras estarían vulnerables al impacto de este peligro natural, sufriendo una inundación de entre 1 a 2 pies de profundidad.

Tabla 39: Cantidad de estructuras dentro de las categorías de profundidad (por cantidad de aumento en el nivel del mar)

Profundidad (en pies)	Aumento en el nivel del mar			
	1 pie	4 pies	7 pies	10 pies
0 a 1	3	1,091	1,666	730

Profundidad (en pies)	Aumento en el nivel del mar			
	1 pie	4 pies	7 pies	10 pies
1 a 2	1	10	881	1,624
2 a 3	0	0	6	702
3 a 4	0	0	0	1
4 a 5	0	0	0	0

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Actualmente, no existen suficientes datos para estimar las pérdidas en dólares por daños a edificios debido a este peligro. El Equipo intentó estimar este cálculo por métodos alternos, como por ejemplo utilizar las bases de datos del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales (CRIM), pero los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios. El municipio tampoco pudo proveer un estimado a estos efectos y será proactivo en incluir cualquier cifra habida en la próxima revisión al Plan.

4.6.3.1.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Figura 35: Localización de las instalaciones críticas en el municipio-4 pies de aumento en el nivel del mar

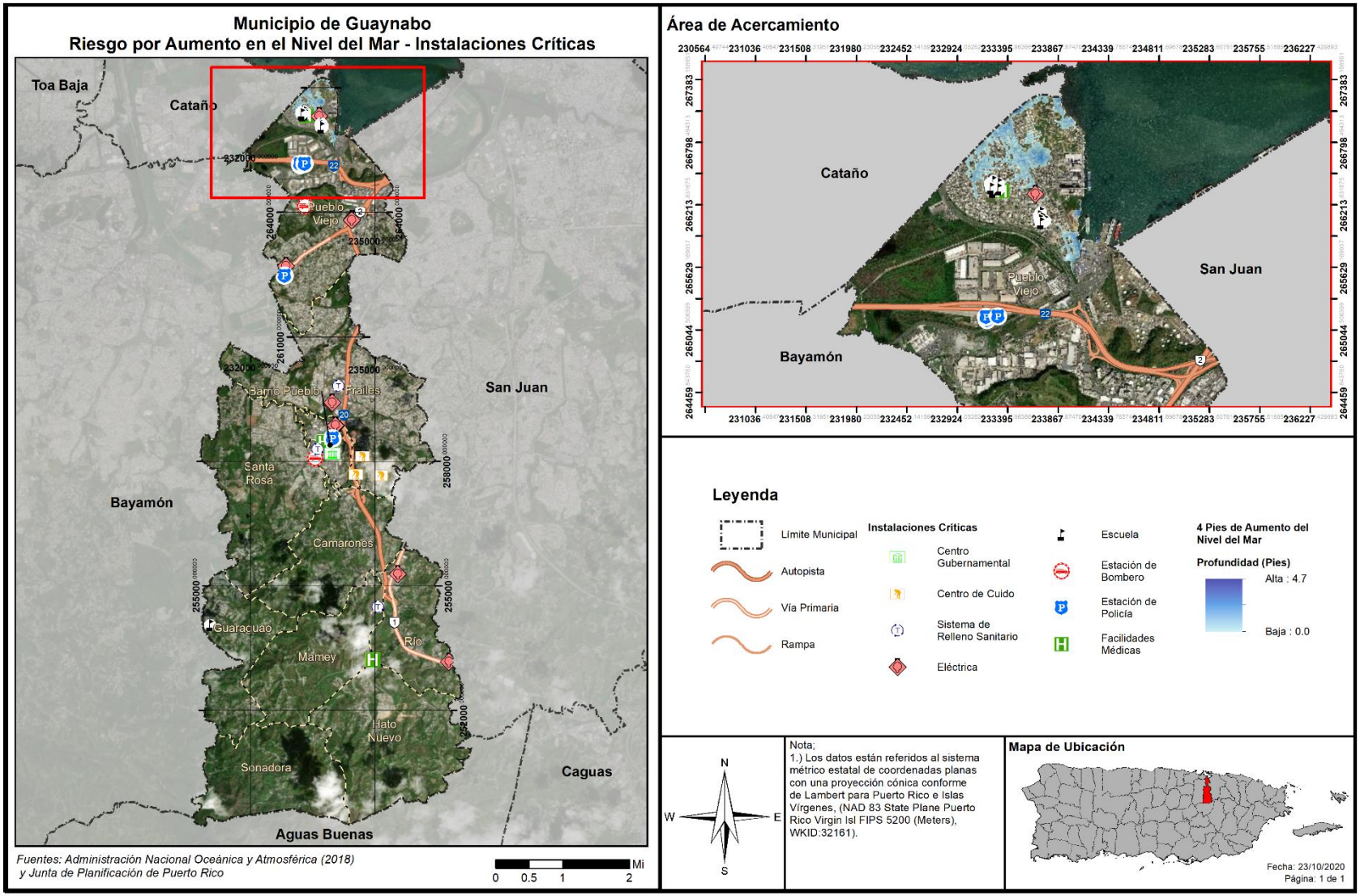
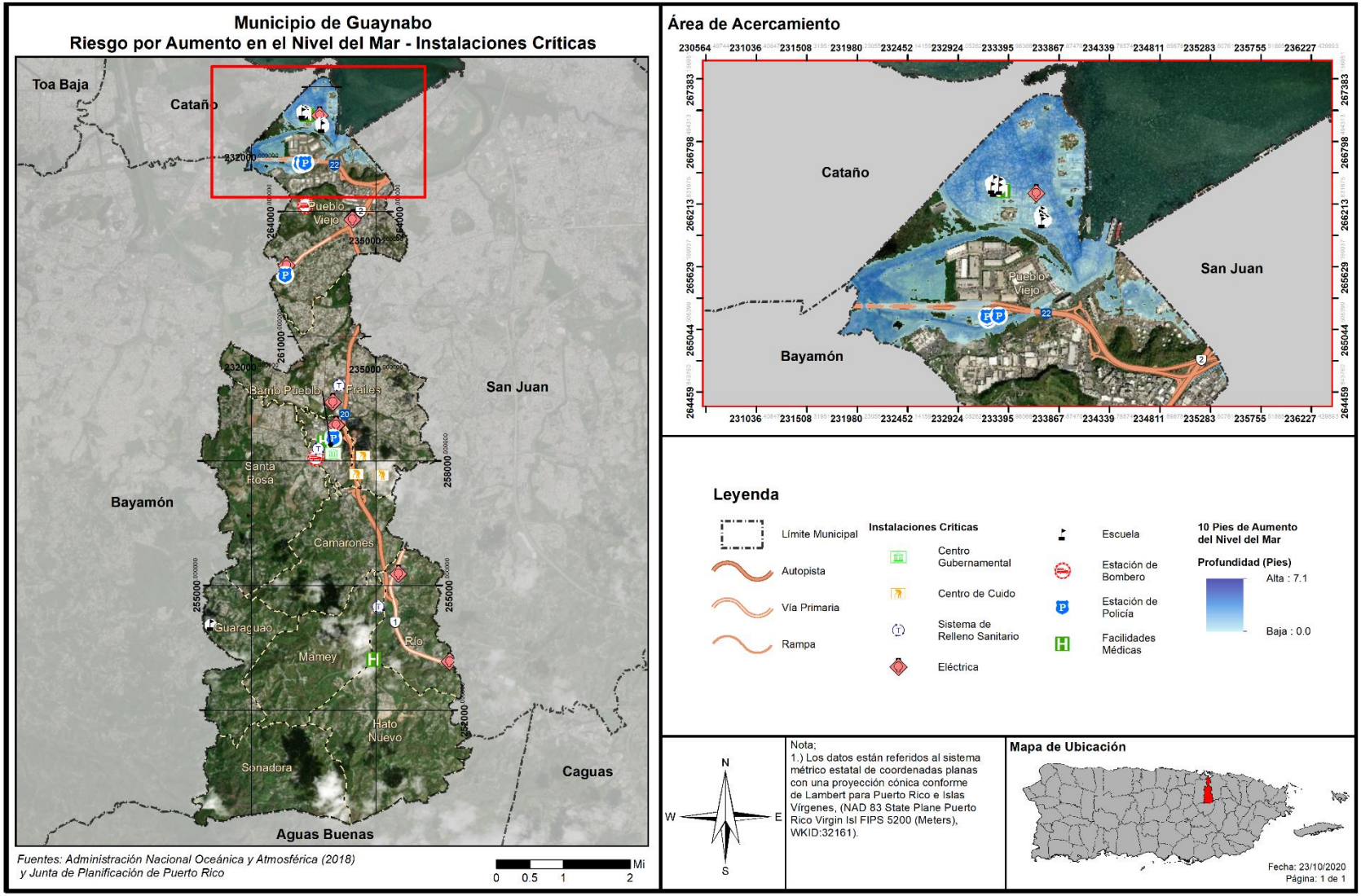


Figura 36: Localización de las instalaciones críticas en el municipio-10 pies de aumento en el nivel del mar



En cuanto a las instalaciones o activos críticos del Municipio de Guaynabo, no se encuentra una gran concentración de instalaciones susceptibles al aumento en el nivel del mar de entre 1 a 10 pies. No obstante, el municipio reconoce la importancia de mantener fuera del área de peligro aquellas instalaciones identificadas como críticas en la jurisdicción, toda vez que estos activos son de gran importancia porque tienen como propósito el suplir las necesidades de la ciudadanía y el mantener el funcionamiento normal de las operaciones esenciales del municipio antes, durante y después de la emergencia. La mayoría de los activos, generalmente, son destinados a servicios esenciales y refugios para proporcionar asistencia a los ciudadanos que se puedan verse afectados por un peligro, por ende, de estimarse que se verán impactados, el municipio debe adoptar medidas de mitigación para proteger estas instalaciones.

En la siguiente tabla, se detallan las instalaciones críticas que se verán afectadas bajo el riesgo de aumento en el nivel del mar para el municipio.

Tabla 40: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa del Aumento en el nivel del mar (profundidad en pies)

Nombre de instalación o activo	Tipo de instalación o activo	Aumento en el nivel del mar			
		1 pie	4 pies	7 pies	10 pies
Centro de Diagnóstico y tratamiento de Amelia	Instalaciones Médicas	0.0000	0.0000	0.0000	0.7914
Amelia	Sub Estación Eléctrica	0.0000	0.0000	0.4902	1.4046
Rosalina C Martinez	Escuela	0.0000	0.0000	0.2859	1.2003
Luis Muñoz Rivera	Escuela	0.0000	0.0000	0.3050	1.2194

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

El cambio climático ha incidido directamente en el clima, afectando la sociedad, economía y los recursos naturales del Puerto Rico y se proyecta que estos efectos seguirán incrementando de forma prolongada y acelerada. Un ejemplo de estos efectos lo es el alza en nivel del mar a causa del cambio climático. Así las cosas, se ha visto afectada la planificación del desarrollo de infraestructura pública y privada, los sectores de turismo, industria, recursos esenciales y otros sistemas socioeconómicos en el Municipio de Guaynabo. Consecuentemente, el municipio reconoce y tiene el compromiso de mantener las instalaciones críticas del municipio fuera del área de peligro, toda vez que estos activos son de gran importancia porque tienen como propósito el suplir las necesidades de la ciudadanía y el mantener el funcionamiento normal de las operaciones esenciales del municipio antes, durante y después de la ocurrencia de un peligro natural o una emergencia. La mayoría de los activos, generalmente, son destinados a servicios esenciales y refugios para proporcionar asistencia a los ciudadanos que se puedan verse afectados por un peligro, por ende, de estimarse que se verán impactados, el municipio debe adoptar medidas de mitigación para proteger estas instalaciones.

Las siguientes figuras ilustran el peligro de aumento en el nivel del mar en proyecciones de incrementos de cuatro (4) y diez (10) pies respecto a la densidad poblacional, por barrio, en el Municipio de Guaynabo. Como podemos observar, áreas que serían impactadas por una inundación permanente por aumento en el nivel del mar se encuentran altamente obladas, incrementando así la vulnerabilidad futura de Guaynabo.

4.6.3.1.3 Vulnerabilidad social

Figura 37: Áreas de peligro por densidad poblacional-4 pies de aumento en el nivel del mar

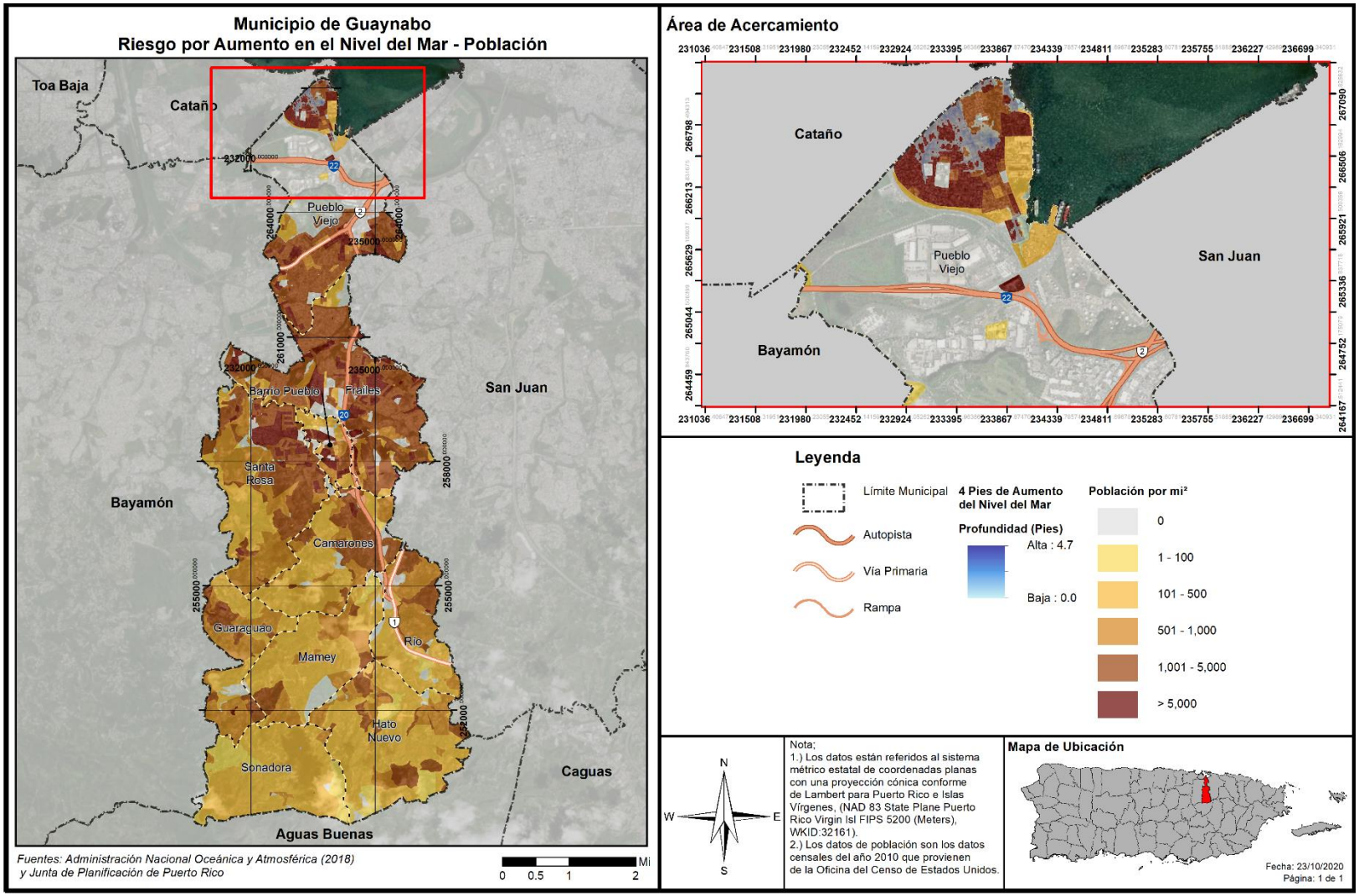
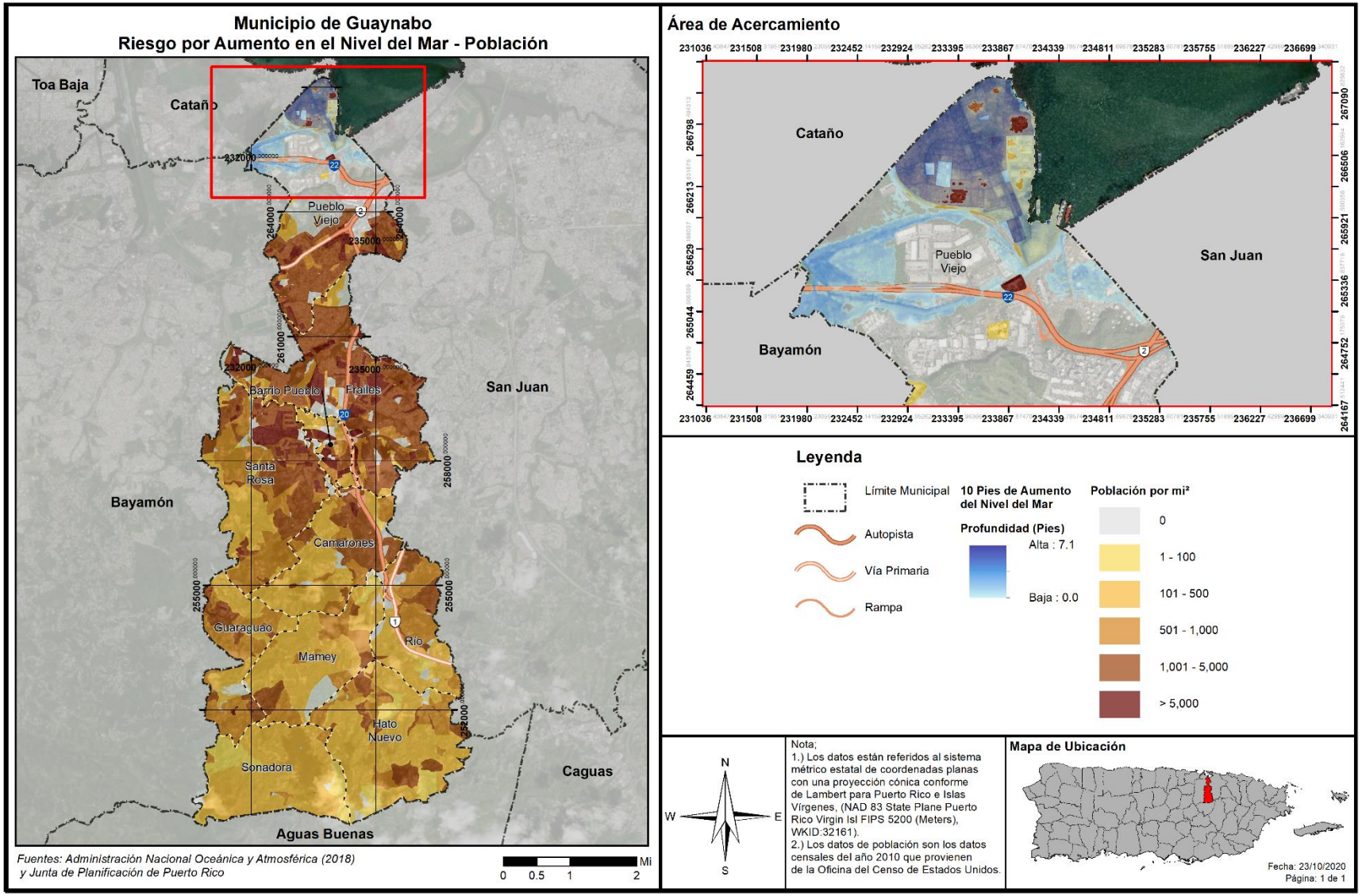


Figura 38: Área de peligro por densidad poblacional-10 pies de aumento en el nivel del mar



La siguiente tabla proporciona los parámetros de aumento en nivel del mar, a base de los pies en profundidad de la inundación, para estimar la cantidad de personas que se verán impactadas por este peligro natural. Como podemos observar, se espera que de haber un aumento de 4 pies en el nivel del mar, 169 personas experimenten una inundación de entre 1 a 2 pies de profundidad. Esta situación, además de traer consigo la pérdida de terreno y propiedad, también ocasiona eventos de inundación y marejadas ciclónicas de mayor magnitud y recurrencia, así como que los riesgos asociados a la inundación lleguen tierra adentro.

Tabla 41: Cantidad de población dentro de las categorías de profundidad (por cantidad de Aumento en el nivel del mar)

Profundidad (en pies)	Aumento en el nivel del mar			
	1 pie	4 pies	7 pies	10 pies
0 a 1	152	4,825	3,451	1,294
1 a 2	0	169	3,251	2,190
2 a 3	0	0	150	4,840
3 a 4	0	0	0	130
4 a 5	0	0	0	106

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Nótese, que, a diferencia de la inundación comúnmente conocida, esta inundación producida por aumento del nivel del mar será considerada como una inundación de naturaleza permanente. Consecuentemente, está inundación ocasionará el desplazamiento, de forma irrevocable, del entorno originalmente situado. De igual forma, reconociendo que para este análisis se cuantifican las estructuras, sin incluir la cantidad de viviendas en cada huella de estructura y al ser irrevocable este evento, si se tratare de múltiples unidades de viviendas, por cada huella de estructura analizada, el número de familias desplazadas podría incrementar.

La recomendación ante esta consideración es que se deberá realizar, a posteriori, un estudio más exhaustivo para detallar a nivel de huella de estructuras las características de los tipos de estructuras. Es decir, será de suma importancia que se determine si la estructura es unifamiliar o multifamiliar para establecer, con mayor exactitud, el impacto de este peligro natural sobre el municipio.

4.6.3.1.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

Los efectos del aumento a nivel del mar se desarrollan de manera paulatina. No obstante, el aumento del nivel del mar trae consigo ciertos efectos como la degradación o erosión de las costas las cuales modifican el ambiente, provocando cambios en los ecosistemas terrestres y acuáticos, afectando adversamente la biodiversidad y los recursos naturales. Igualmente, el aumento a nivel del mar incrementa los cambios demográficos, presentando nuevos retos para la región. En lo que respecta al Municipio de Guaynabo, el aumento en la frecuencia de eventos de lluvias, vientos fuertes amenazan los recursos naturales, agravándose este problema por la disminución de cubierta vegetal a lo largo de las cuencas adyacentes.

Por otra parte, en la medida en que los efectos del cambio climático continúen incrementando en ocurrencia y magnitud, se percibirá una disminución en la pesca, aumento de especies invasoras en los ecosistemas de la Isla y la acidificación de los océanos perjudicando la cobertura de los arrecifes, por mencionar algunos.

A pesar de que no es posible al momento determinar cuál va a ser la cantidad del aumento en el nivel del mar, se pueden predecir sus efectos y tomar acciones correspondientes. El buen uso de tierras para disminuir la vulnerabilidad de las zonas costeras, el dar incentivos para el cuidado de las aguas y el fomentar la construcción planificada y preservación ambiental todos sirven para preservar las áreas naturales que quedarían luego de un aumento en el nivel del mar. Estas metas pueden alcanzarse a través de la implementación de regulaciones ambientales, urbanísticas y las herramientas que proveen los planes de ordenamiento territorial.

4.6.3.1.5 Condiciones futuras

Debido a que el Municipio de Guaynabo se encuentra ubicado en la zona costera del norte de Puerto Rico, la región se encuentra propensa a los impactos paulatinos del aumento en el nivel del mar. Consecuentemente, el municipio puede verse afectado por los impactos de cambios en los ecosistemas terrestres y acuáticos. Esto se debe al incremento en los efectos adversos del aumento al nivel del mar, como lo es las pérdidas de las costas mediante la erosión del terreno, inundación de humedales, contaminación de los acuíferos y pérdidas de hábitat para peces, plantas, entre otras especies propias del área impactada. Por tal motivo, las características demográficas del municipio pudieran recibir un impacto directo, lo que significaría un cambio en la configuración de recursos a través del municipio.

No obstante, es importante puntualizar que, el riesgo del aumento en el nivel del mar es progresivo y permanente; las condiciones necesarias para que ocurra una disminución en el nivel del mar requerirían cambios en el clima global y procesos que requieren de esfuerzo y tiempo prolongado para ocurrir. El aumento en el nivel del mar no se puede detener, solo se puede mitigar con la implementación de estrategias como la construcción de barreras y la conservación de los recursos naturales costeros para detener el incremento. Igualmente, se pudiera obtener una reducción en el aumento en el nivel del mar mediante la limitación de desarrollos en áreas que podrían verse afectadas por este peligro natural.

Las siguientes figuras ilustran los permisos de construcción que se han otorgado en el Municipio de Guaynabo desde el año 2017 al 2020, respecto al peligro natural del aumento en el nivel del mar de cuatro (4) pies y diez (10) pies sobre el nivel actual del mar en la región. A base de lo antes expuesto, podemos observar que en la proyección de aumento cuatro (4) pies en el nivel del mar, se otorgaron permisos de construcción en el año 2020, los cuales se prevén estarán adversamente impactados por este peligro natural. Por su parte, estas condiciones, incrementadas por los continuos desarrollos, se agravan en la eventualidad de un aumento en el nivel del mar de 10 pies, en al área norte del municipio, en la colindancia entre los municipios de Cataño, San Juan y Bayamón, toda vez que hay solicitudes de construcción y mejoras de en estructuras aprobadas en áreas vulnerables a este peligro natural. Esto tendrá un impacto adverso en el ámbito social, económico y turístico del Municipio de Guaynabo. Esto, a su vez, incide sobre el aumento de la vulnerabilidad poblacional ante este peligro en el municipio.

Figura 39: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- 1 pie sobre el nivel del mar

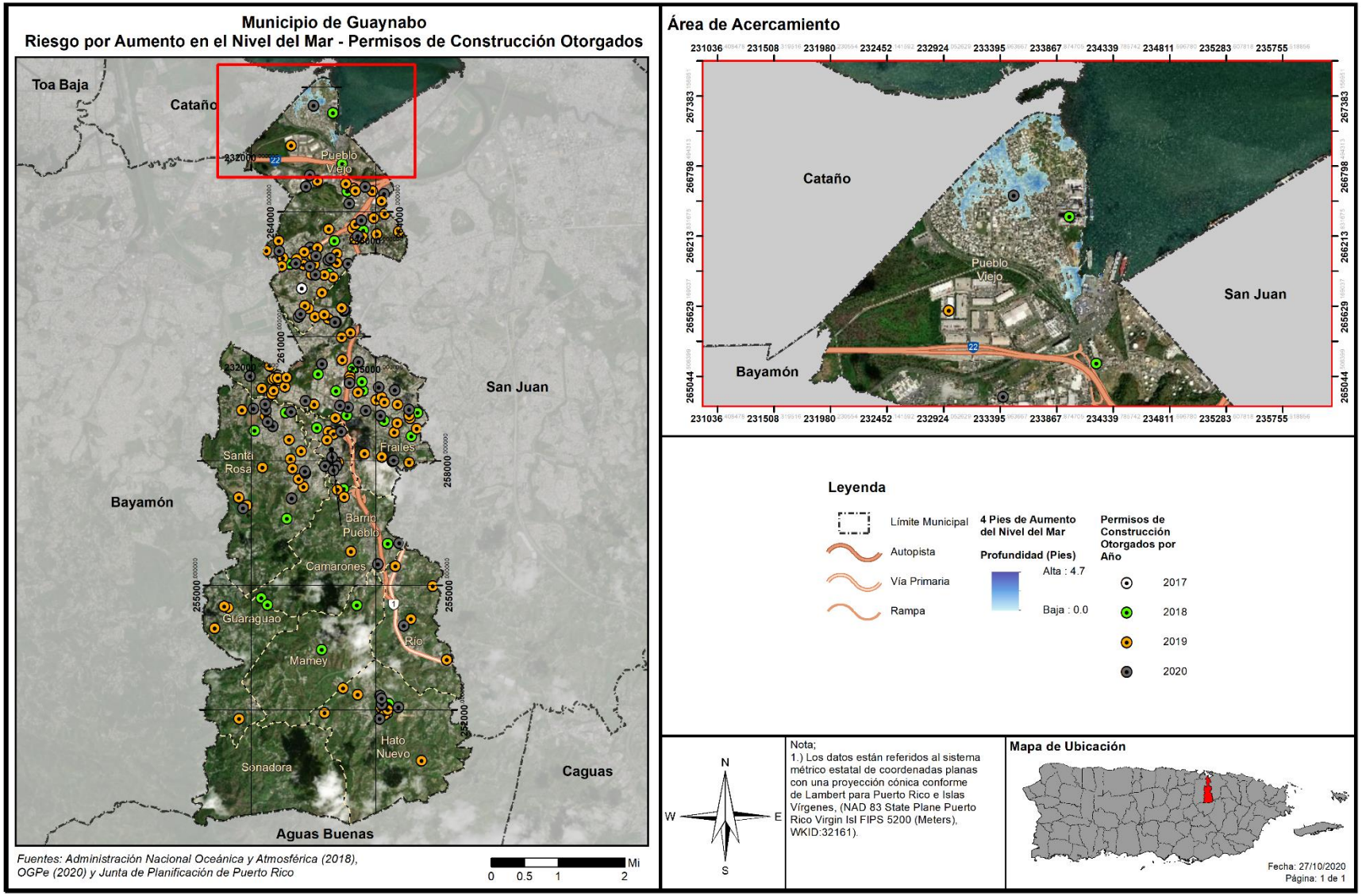
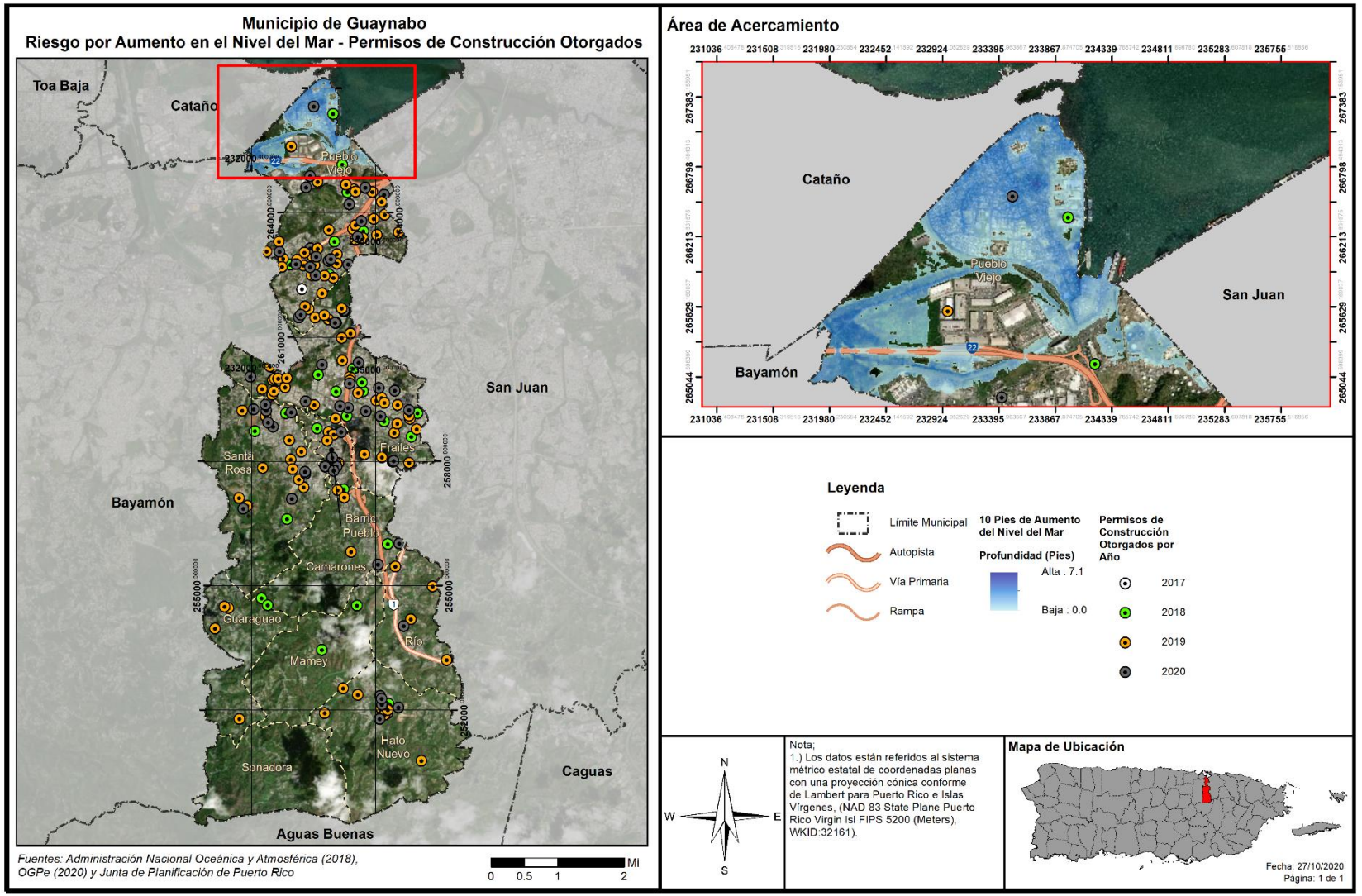


Figura 40: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- 10 pies sobre el nivel del mar



Por su parte, el municipio reconoce que el desarrollo de las áreas que se ven impactadas por este peligro natural resultará en problemas a largo plazo en términos de la vulnerabilidad del municipio ante determinado peligro natural. Ello es así, toda vez que el aumento en el nivel del mar incide sobre la magnitud e impacto de otros peligros naturales a los que se encuentra expuesto el municipio, por ejemplo, eventos atmosféricos como huracanes y tormentas tropicales. Además, el aumento en el nivel del mar ocasiona que el impacto de peligros naturales como inundaciones y marejadas ciclónicas se presenten a mayor extensión tierra adentro. Por otra parte, el desarrollo de las áreas propensas ser afectadas por aumento en el nivel del mar tendrá un impacto adverso en el ámbito social y económico del Municipio de Guaynabo debido al posible impacto demográfico y la reasignación de recursos municipales para atender las necesidades de las comunidades que pudieran verse desplazadas. Asimismo, el aumento en el nivel del mar en las áreas costeras ocasiona aumentos de intrusión salina en las aguas subterráneas. Es por esta razón, que el municipio planifica incorporar el presente documento en los futuros planes de ordenamiento territorial, para hacer mejor uso del suelo en Guaynabo y prevenir las pérdidas que trae consigo construir y desarrollar áreas impactadas por peligros naturales. Es pues, a través de un enfoque proactivo que el municipio incorporará esta evaluación de riesgo en la planificación futura de Guaynabo.

En armonía con los estudios contemplados en el Plan Territorial de Guaynabo y los hallazgos de esta evaluación de riesgos, podemos concluir que es indispensable la planificación futura del municipio, incluyendo sus estructuras e infraestructura, conforme a las proyecciones de aumento en el nivel del mar y los riesgos asociados a este peligro y al fenómeno de cambio climático. Por cuanto, el municipio tiene como norte mantener la coordinación con agencias estatales y federales para incluir los posibles niveles del mar en su herramienta de planificación. Ello así, toda vez que el desarrollo de las áreas vulnerables a los riesgos asociados al cambio climático incrementa cuando los suelos, susceptibles a ser impactadas por este fenómeno son desarrolladas, son desarrollados. Esto ocasiona una presión sobre los sistemas naturales y la sustentabilidad de las costas, ya que los desarrollos incrementan los niveles de erosión, contaminación y servicios.

4.6.3.2 Sequía

4.6.3.2.1 Estimado de pérdidas potenciales

Las sequías representan el peligro natural con mayor impacto económico e impacta una gran cantidad de personas, toda vez que este tipo de evento actúa sobre vastas extensiones geográficas con duraciones prolongadas que pueden extenderse por años. Esta extensión prolongada de sequía ocasiona un impacto directo en la producción alimentaria y en la economía de la región impactada.

En cuanto al territorio que se encuentra susceptible al evento de sequía, podemos inferir que todo el ámbito territorial de Guaynabo está expuesto a los efectos de una sequía prolongada. El municipio cuenta con amplias extensiones de terrenos agrícolas y población que podría verse afectada por los impactos directos del racionamiento del servicio de agua potable. Así pues, todo el municipio y su infraestructura agrícola, industrial, comercial, recreativa y de servicios se verá afectada por las sequias debido al razonamiento y /o falta de agua. Por ejemplo, en el caso de que la sequía tenga como resultado el racionamiento de agua potable, el municipio pudiera sufrir pérdidas económicas en la medida en que los servicios se vean afectados de forma inmediata al tener que cerrar parcial o totalmente escuelas, negocios, áreas industriales, y oficinas públicas y privadas.

El impacto económico potencial de una sequía prolongada se daría al requerir de la movilización del municipio para atender las necesidades básicas de su población durante el periodo de la emergencia. Este costo está asociado a la movilización de recursos como; personal y equipo para la distribución de agua a las comunidades e instalaciones municipales. No obstante, el municipio no ha podido valorizar el impacto económico de este gasto, como tampoco el impacto en la agricultura debido a la falta de información.

Toda vez que la sequía es un peligro que no afecta directamente las estructuras, no se genera un estimado de pérdidas en dólares de estructuras en el Municipio de Guaynabo.

4.6.3.2.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Bien es sabido, que en el caso de que ocurra una sequía que resulte en el racionamiento de agua potable el municipio pudiera sufrir pérdidas económicas en la medida en que el funcionamiento normal de las operaciones gubernamentales se vea afectado de forma inmediata al tener que cerrar parcial o totalmente escuelas, negocios, áreas industriales, y oficinas públicas y privadas. Por tal motivo, la vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos, durante un evento de sequía estriba, principalmente, en las operaciones normales del activo, toda vez que los servicios que ofrecen se ven impactados negativamente por el racionamiento o la falta de servicios de agua.

4.6.3.2.3 Vulnerabilidad social

A medida que el peligro natural de sequía sea más frecuente y prolongado, la población continuará enfrentando retos de gran envergadura respecto a uno de los principales recursos; el agua. Ello es así, toda vez que las comunidades enfrentaran la disminución de la disponibilidad de agua, indispensable para la producción industrial, agrícola y para el uso particular de los habitantes.

La probabilidad de ocurrencia de un evento de sequía en el Municipio Autónomo de Guaynabo es alta. Todo dependerá de si exista poca precipitación y/o lluvias en las cuencas hidrográficas que puedan alimentar los niveles de precipitación en los embalses. Todas las viviendas que se suplen del agua se afectarían el 100% por ser un recurso de mayor prioridad.

A largo plazo, el problema que presentan las sequías será potencialmente mayor debido al efecto del cambio climático y el calentamiento global en los patrones de lluvia. Uno de los escenarios que se perfila durante las próximas décadas es un incremento en la variabilidad del clima. Esto significa que cuando ocurran sequías, éstas podrían ser más intensas y prolongadas, así como mayores en términos de extensión geográfica en comparación con las experimentadas anteriormente. Por esta razón, el municipio establecerá programas de concientización para la comunidad, en el uso y manejo prudente de nuestros recursos hídricos. En caso de que se decreten racionamientos por parte de la AAA, el municipio establecerá la logística para atender las necesidades de la población en coordinación con la agencia, según se establece en el Protocolo para el Manejo de Sequía en Puerto Rico.

El municipio apoyará y coordinará con la AAA, en caso de que se requiera establecer oasis, dar apoyo al cuerpo de bomberos municipal para asegurarse de tener abastos en caso de una emergencia, así como atender las necesidades generales de la comunidad.

4.6.3.2.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

Cuando una región enfrenta periodos acumulativos y extensos de poca o ninguna precipitación, comienza un periodo de sequía. Este peligro natural provoca efectos adversos en la biodiversidad y en los abastos de agua. Por ejemplo, un déficit de precipitación ocasiona una baja en los niveles de agua en los cuerpos

de agua, incluyendo manglares, afectando la flora y la fauna de la región afectada. El impacto a la vegetación tiene un efecto directo en el hábitat de los animales ocasionando un desnivel en los abastos de alimento para la fauna. Igualmente, se ven severamente afectados la agricultura de la región a causa de la falta de agua.

4.6.3.2.5 Condiciones futuras

Según se mencionó anteriormente, a largo plazo, el problema que presentan las sequías será potencialmente mayor debido al efecto del cambio climático y el calentamiento global en los patrones de lluvia. Uno de los escenarios que se perfila durante las próximas décadas es un incremento en la variabilidad del clima. Esto significa que cuando ocurran sequías éstas podrían ser más intensas y prolongadas, así como mayores en términos de extensión geográfica que las experimentadas anteriormente.

Asimismo, es importante tomar en consideración que las áreas circundantes están experimentando tasas de cambio demográfico, por lo que el consumo de agua continúa en ascenso. Esto significa, que los efectos de una sequía, en lo que respecta al racionamiento de agua, se sentirán mucho antes de lo que ocurría anteriormente, toda vez que la demanda está incrementando a nivel Isla, incluyendo la zona que suplen agua al municipio. De igual forma, en la medida que continúe la aprobación de proyectos de disposición de aguas usadas en sumideros, así como la utilización de pozos sépticos, aumenta la contaminación de las aguas subterráneas, las cuales sirven como reservas durante eventos de sequía, aumentando a tu vez, la vulnerabilidad de sus comunidades. Igualmente, otro problema que impacta adversamente la conservación de las aguas de los acuíferos son aquellas construcciones que promueven la impermeabilización de los suelos y el relleno de las bocas de los sumideros. Estas acciones, en muchas instancias, promueven las escorrentías superficiales y limitan las recargas naturales de los acuíferos. En cuanto a este particular, el municipio ha tomado conocimiento sobre este particular, incluyendo varias estrategias que propenden a la conservación de las cuencas hídricas, incluyendo las aguas superficiales y subterráneas.

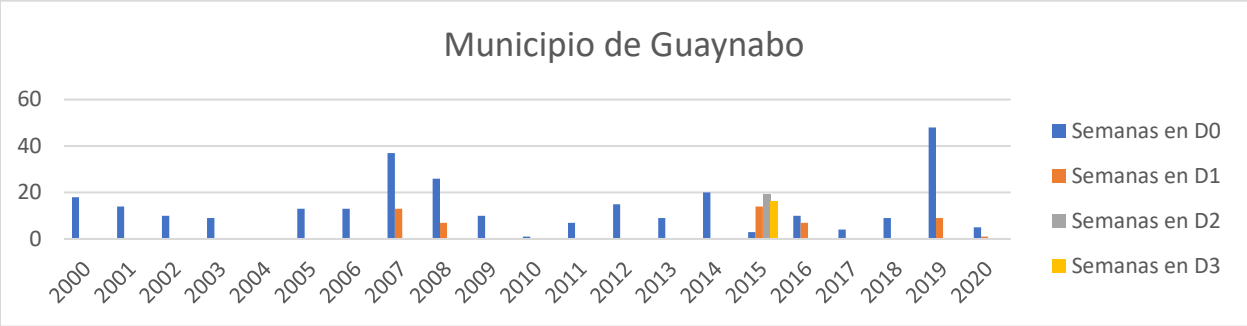
Por otra parte, impacto del peligro de sequía en Guaynabo sigue en incremento en la medida en que la conducta que propicia eventos sequía en la Isla continúe y no se adopten medidas de mitigación eficientes y efectivas, como lo es la educación y concientización ciudadana, la cual promueve medidas de conservación de agua y medioambientales. Otro de los problemas que aumenta el impacto de las sequías sobre las comunidades es el racionamiento de agua en diversos sectores y la falta de equipo para suplir agua a las comunidades objeto del proceso de racionamiento. A esos efectos, el Municipio de Guaynabo tiene como estrategia de mitigación el continuar informando a la ciudadanía sobre la importancia de conservar los recursos de agua y de implementar medidas de conservación de agua tanto a nivel colectivo como individual. Además, se implementa como política de mitigación municipal la preservación de las áreas boscosas del municipio que, por su alta capacidad de asimilación hidráulica, reducen la intensidad de las escorrentías, favoreciendo el flujo de los ríos y conservando el agua en las cuencas hidrográficas. Este esfuerzo garantiza evitar la pérdida de suelos al mar, purifica el agua por medio del proceso de infiltración y minimiza la erosión de las cuencas y la sedimentación de los cuerpos de agua, tales como ríos, cuencas y estuarios.[78]

[78] Véase, Inventario de Uso de Terrenos en Puerto Rico, 2004, a la pág. 5-6, http://hstrial-fredquinones.homestead.com/Cap__tulo_5_Uso_de_Terrenos_en_Puerto_Rico.pdf

El municipio continuará integrando dentro de su Plan de Ordenamiento Territorial reglamentos de calificación del uso de suelos en armonía con las disposiciones de protección de las áreas de recargas de acuíferos y control del potencial de contaminación de aguas subterráneas.

La Figura 41 muestra la prevalencia de condiciones de sequedad en el Municipio de Guaynabo desde el año 2000, por medio del número de semanas en cual parte del área del municipio se ha encontrado en una de las condiciones de sequedad entre D0 a D3 Aunque el peligro de sequía no es muy prevalente, ha habido un incremento leve en los últimos años, que coincide con periodos de sequía extensos entre los años 2015,2016 y 2019. No se conoce al momento si este incremento es atribuible a un fenómeno cíclico o a los efectos del cambio climático, sin embargo, el municipio debe tener esto en cuenta al desarrollar estrategias para lidiar con los efectos futuros del peligro de sequía.

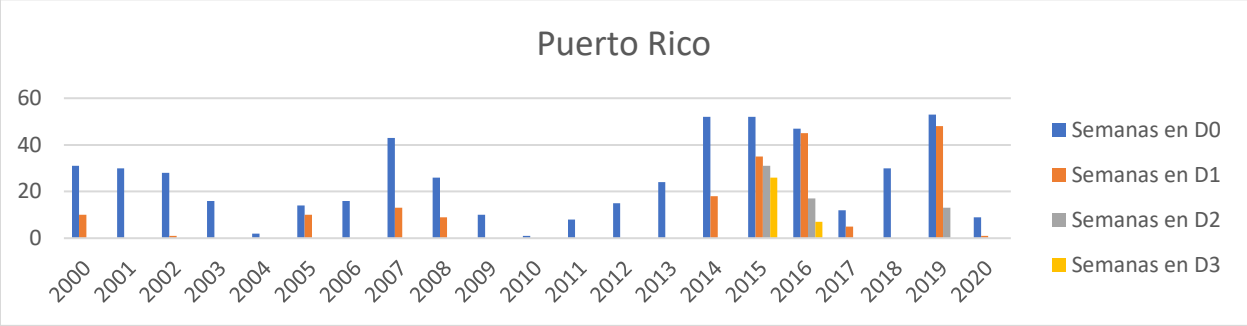
Figura 41: Semanas en condiciones de sequedad D0-D3 entre 2000-2020



Fuente: Monitor de Sequía de los Estados Unidos, https://droughtmonitor.unl.edu/Data/DataTables.aspx

A modo de comparación se incluye la siguiente tabla sobre las condiciones de sequedad en Puerto Rico.

Figura 42: Semanas en condiciones de sequedad D0-D3 entre 2000-2020



Fuente: Monitor de Sequía de los Estados Unidos, https://droughtmonitor.unl.edu/Data/DataTables.aspx

4.6.3.3 Terremotos

4.6.3.3.1 Estimado de pérdidas potenciales

A modo de recordatorio, la licuación se refiere cuando el terreno o el sedimento no compactado o blando pierde fuerza como consecuencia de un movimiento de tierra o terremoto. Así pues, el riesgo de licuación suele ocurrir en áreas de sedimentos aluviales profundos y no consolidados, arenosos y generalmente con alto contenido de agua. La licuación puede suceder debajo de una estructura y causar grandes estragos durante un evento de terremoto. Consecuentemente, la licuación es ápice de los daños que se ocurren como consecuencia de un terremoto. Por tal motivo, cualquier objeto que tenga como soporte en terrenos sujetos a licuación puede fácilmente desplazarse, inclinarse, romperse o colapsar por movimiento de tierra.

Las Tabla 42 y la Tabla 43 proveen información de la cantidad de estructuras dentro de las áreas de riesgo por licuación, por nivel de riesgo de muy bajo a muy alto, en el Municipio de Guaynabo. Igualmente, se provee un estimado de las pérdidas económicas no residenciales y residenciales, en dólares, a causa de un evento de terremoto.

Tabla 42: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por licuación a causa de terremotos (por nivel de riesgo)

	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Cantidad de Estructuras	22,740	4,874	2,317	3,604	168

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

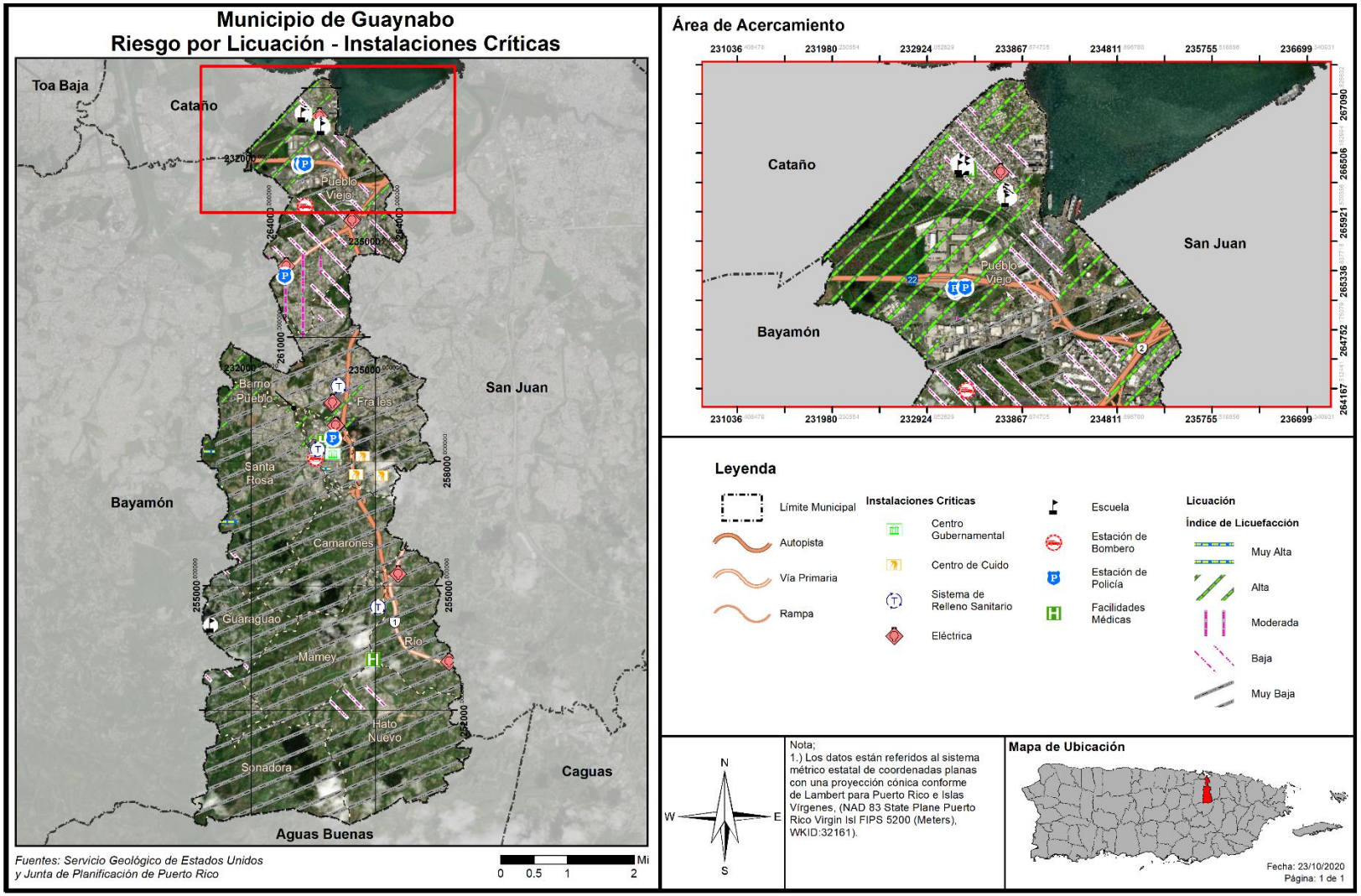
Tabla 43: Estimado de pérdidas por licuefacción - Total

Pérdida total estimada	Valor
No-Residencial	$85,000.00
Residencial	$4,020,000.00
Total	$4,105,000.00

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.3.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Figura 43: Localización de instalaciones críticas en el municipio – licuación por terremoto



La figura incluida en esta sección, representa la localización de las instalaciones críticas del Municipio de Guaynabo respecto a los índices de licuación a causa de un evento de terremoto. Igualmente, incluye un área de acercamiento en el cual se concentran las instalaciones críticas del municipio.

Por su parte, la siguiente tabla esboza las instalaciones críticas localizadas en el municipio a base del nivel de licuación del terreno en la eventualidad de un evento de licuación. Es importante resaltar, que a pesar de que el nivel de riesgo por licuación de los terrenos, en los cuales se encuentran las instalaciones críticas de Guaynabo, reflejan niveles muy bajos a moderado riesgo de licuación, las áreas adyacentes a estas estructuras reflejan niveles de licuación entre alto y muy alto. Por todo lo cual, es importante tomar este riesgo con alta prioridad, toda vez que éste pudiera producir daños sustanciales a la infraestructura del municipio, limitando el libre acceso a estas instalaciones, la movilidad de los rescatistas y la interrupción de servicios de agua y electricidad, por mencionar algunos.

Tabla 44: Riesgo a instalaciones y activos críticos por licuación a causa de terremoto

Nombre de la instalación o activo	Tipo de instalación o activo	Nivel de riesgo por licuación
CDT De Amelia	Instalaciones Médicas	Bajo
Amelia	Sub Estación Eléctrica	Bajo
Rosalina C. Martínez	Escuela	Bajo
Luis Muñoz Rivera	Escuela	Alto
División de Autopistas	Cuartel de la Policía	Alto
Fort Buchanan Fire and Emergency Rescue Services-Dod	Estación de Bomberos	Bajo
Caparra Provisional	Sub Estación Eléctrica	Bajo
Caparra	Sub Estación Eléctrica	Bajo
Juan Domingo	Sub Estación Eléctrica	Moderado
Precinto Juan Domingo 232	Cuartel de la Policía	Moderado
Cdcp-Guaynabo-Mall Centros De Depósito Comunitarios Permanentes	Sistema de Relleno Sanitario	Alto
Grana	Sub Estación Eléctrica	Alto
Grana 2	Sub Estación Eléctrica	Alto
Guaynabo Prov	Sub Estación Eléctrica	Alto
Guaynabo Pueblo	Sub Estación Eléctrica	Moderado
CDT Guaynabo Medical Mall	Instalaciones Médicas	Muy Bajo
Centro Gubernamental de Guaynabo	Gobierno	Muy Bajo
Tribunal De Distrito	Gobierno	Muy Bajo
Precinto 132 Guaynabo	Cuartel de la Policía	Muy Bajo
Parque de Bombas - Guaynabo	Estación de Bomberos	Muy Alto
Ayuntamiento	Gobierno	Muy Bajo
Cdcp-Guaynabo-Mets Centros De Depósito Comunitarios Permanentes	Sistema de Relleno Sanitario	Alto

Nombre de la instalación o activo	Tipo de instalación o activo	Nivel de riesgo por licuación
Hogar Jardín De Oro	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	Muy Bajo
Hogar I Love You Lord Home Center	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	Muy Bajo
Hogar Loma Linda	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	Muy Bajo
La Muda	Sub Estación Eléctrica	Muy Bajo
V-Guaynabo Vertederos	Sistema de Relleno Sanitario	Muy Bajo
Herminia Rivera Fernández	Escuela	Muy Bajo
CDT en Hato Nuevo	Instalaciones Médicas	Muy Bajo
Buen Pastor	Sub Estación Eléctrica	Muy Bajo

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Es importante mencionar que la Junta de Planificación de Puerto Rico, junto a la OGPe, se encargan de reglamentar los procesos de construcción y rehabilitación de estructuras en Puerto Rico conforme a los Códigos de Construcción vigentes, los cuales compilan las más recientes enmiendas de los Códigos del consejo Internacional de Códigos (ICC, por sus siglas en inglés). La adopción de estos códigos de construcción es de suma importancia, toda vez que busca garantizar que se utilicen las prácticas de diseño más actualizadas. De forma tal que, se garantice una construcción segura contra peligros naturales como inundaciones, vientos fuertes, terremotos e incendios. En síntesis, los requisitos tienen como ápice asegurar la vida y propiedad de los ocupantes de las estructuras mediante:

- El desarrollo de edificios diseñados conforme a los códigos de construcción modernos;
- El desarrollo de edificios que sean inspeccionados para asegurarse de que éstos cumplan con los códigos de construcción vigentes;
- Que los edificios, al rehabilitarse sean sismo-resistentes.

Así las cosas, el municipio reconoce la importancia del cabal cumplimiento de los parámetros de construcción, incluidos en el código de construcción vigente, por lo que se compromete a continuar su participación según su competencia y jurisdicción. Es decir, el municipio velará por el cumplimiento de los reglamentos de construcción vigentes en armonía con su Plan de Ordenación Territorial para disponer del suelo, dentro de sus límites territoriales, con el fin de promover el bienestar social y económico y mitigar las pérdidas de vida y propiedad a causa de la ocurrencia de un peligro natural.

La siguiente tabla provee el estimado de pérdidas a causa de la ocurrencia de un terremoto y bajo el nivel de riesgo por licuación. A modo de recordatorio, la licuación es el proceso por el cual un terreno sólido pero expuesto a la saturación de agua o por sus características geológicas, se comporta como un líquido al ser expuesto a vibraciones por terremoto. Este proceso ocasiona que las estructuras localizadas en terrenos susceptibles a niveles altos de licuefacción colapsen o reciban daños estructurales de mayor magnitud.

Tabla 45: Estimado de pérdidas por licuación - No-residencial

Perdida No-Residencial Estimada	Valor
Estructura	$41,000.00
Bienes	$16,000.00
Inventario	$1,000.00

Perdida No-Residencial Estimada	Valor
Ingreso por Alquiler y Relocalización	$27,000.00
Total	$85,000.00

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.3.3 Vulnerabilidad social

Figura 44: Áreas de peligro por densidad poblacional – Licuación a causa de terremotos

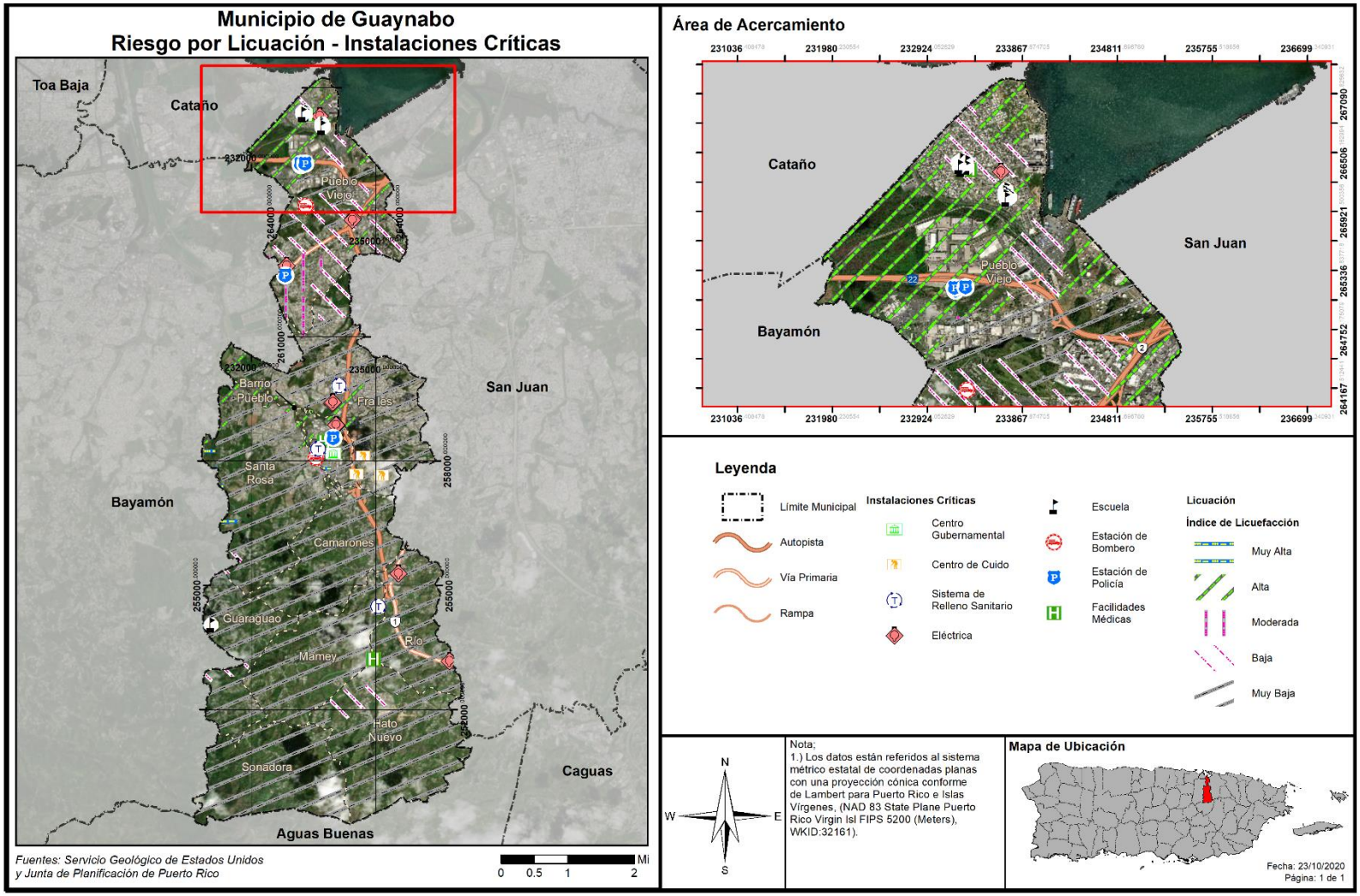


Tabla 46: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por licuación a causa de terremotos (por nivel de riesgo)

	Muy bajo	Bajo	Moderado	Alto	Muy alto
Cantidad de Personas	52,422	13,992	7,780	19,544	4,035

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

La Tabla 46 tabla muestra como la población del Municipio de Guaynabo se divide en términos del nivel de riesgo al peligro de licuación. La mayoría del municipio población del municipio o el 78.93% de los habitantes, se encuentran en áreas de riesgo muy bajo y 21.07% en la categoría de bajo índice de licuación. Por su parte, se estima que 19,544, se encuentra ubicada en áreas de riesgo alto y 4,035 en riesgo muy alto de licuación. Debido a ello, el peligro de licuación representa un riesgo significativo para Guaynabo.

Tabla 47: Estimado de pérdidas por licuación - Residencial

Pérdida residencial estimada	Valor
Estructura	$2,785,000.00
Contenidos	$505,000.00
Inventario, Ingreso por Alquiler y Relocalización	$1,740,000.00
Total	$4,020,000.00

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

La Tabla 47, por otro lado, muestra el estimado de pérdidas residenciales a causa de licuación. La mayoría de las pérdidas se concentran en el renglón de pérdidas a causa de daños a estructura, con $2,785,000.00 del total de $4,020,000.00, mientras que el segundo renglón más alto es el de pérdidas a causa de Inventario, Ingreso por Alquiler y Relocalización, que suman a $1,740,000.00.

4.6.3.3.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

Como norma general, los terremotos ocasionan efectos directos en los ecosistemas, ocasionando cambios rápidos en el hábitat. Por ejemplo, los efectos de un terremoto pueden causar el colapso y destrucción de árboles, privando a las especies que viven en ellos de su hábitat. Este cambio en el ecosistema da margen al crecimiento de nuevos tipos de vegetación y, por tanto, nuevas especies de animales. Igualmente, si ocurre un desprendimiento de tierra, ese pedazo de tierra desarrollaría su propia flora y fauna a base de su ubicación y proceso de adaptación. Otro factor que pudiera afectar los recursos naturales son los efectos de un terremoto, como lo es los tsunamis, fuegos y deslizamientos de terreno.

Estos factores provocan que la fauna desplazada a causa de este evento migre a otras áreas creando un cambio abrupto en los ecosistema marítimos, terrestres y ambientales. A su vez, pueden causar severos problemas en los recursos de primera necesidad de la población, tales como el agua.

4.6.3.3.5 Condiciones futuras

Información obtenida de la Red Sísmica de Puerto Rico, nos indica lo siguiente:

- Dada la capacidad destructiva de un sismo de gran magnitud, uno de los retos más grandes de la ciencia moderna es la predicción de terremotos.
- En el esfuerzo de lograr una predicción de eventos sísmicos hay esfuerzos que van desde la predicción a corto plazo hasta largo plazo.
- Muchos esfuerzos de predicción se han basado en la identificación de señales premonitores a un terremoto.

Para la predicción a mediano plazo, hay lugares que han instalado red de estaciones sismográficas y equipos de medidas geodésicas en conjunto con una serie de aparatos para medir niveles del manto freático, resistividad eléctrica, campos magnéticos y cambios geoquímicos.

Para la predicción a largo plazo, existen diferentes metodologías. Mediante estudios de la distribución de la actividad sísmica a nivel mundial ha sido posible identificar aquellos lugares en donde la probabilidad de un evento de gran magnitud es mayor; por ejemplo, en las zonas de contacto de las placas tectónicas, como Puerto Rico. Esta debe considerarse como un estimado.

Algunos estudios están basados en la recurrencia de eventos. En Puerto Rico han ocurrido entre los años 1670 al presente cuatro (4) terremotos de gran intensidad, específicamente para los años 1670, 1787, 1867 y 1918. Esta distribución de terremotos refleja un ciclo de 51 a 117 años o un promedio de 83 años para terremotos destructivos. Sin embargo, hay que señalar que cada uno de estos eventos se generó a lo largo de una falla diferente, por lo tanto, a base de estos eventos exclusivamente no se puede hacer una predicción sobre su recurrencia.

Según se menciona, recientemente han ocurrido eventos sísmicos que han afectado, principalmente, los municipios de la región sur de Puerto Rico. Estos eventos se deben a que la tectónica en Puerto Rico está dominada por la convergencia entre las placas de América del Norte y el Caribe, con la isla comprimida entre las dos. Al norte de Puerto Rico, América del Norte subduce debajo de la placa del Caribe a lo largo de la trinchera de Puerto Rico. En la región sur, sin embargo, la corteza superior de la placa del Caribe se subduce debajo de Puerto Rico en el Canal de Muertos, lo que provocó el sismo sentido el 7 de enero de 2020. No obstante, el terremoto del 6 de enero de 2020, y otros eventos recientes, están ocurriendo en la zona de deformación, costa afuera, unida por la falla de Punta Montalva en tierra y el cañón de Guayanilla en alta mar.

Un factor agravante cuando ocurra el próximo terremoto es la susceptibilidad al efecto de la licuación de los depósitos de arena y materiales aluviales y pantanos. Cuando esto ocurre las estructuras aquí ubicadas pueden hundirse parcialmente experimentando asentamientos diferenciales. No hay factores geológicos mayores que exacerben o agraven la vulnerabilidad a los peligros naturales inducidos por terremoto como la ruptura del terreno por desplazamientos corticales a lo largo de fallas geológicas.

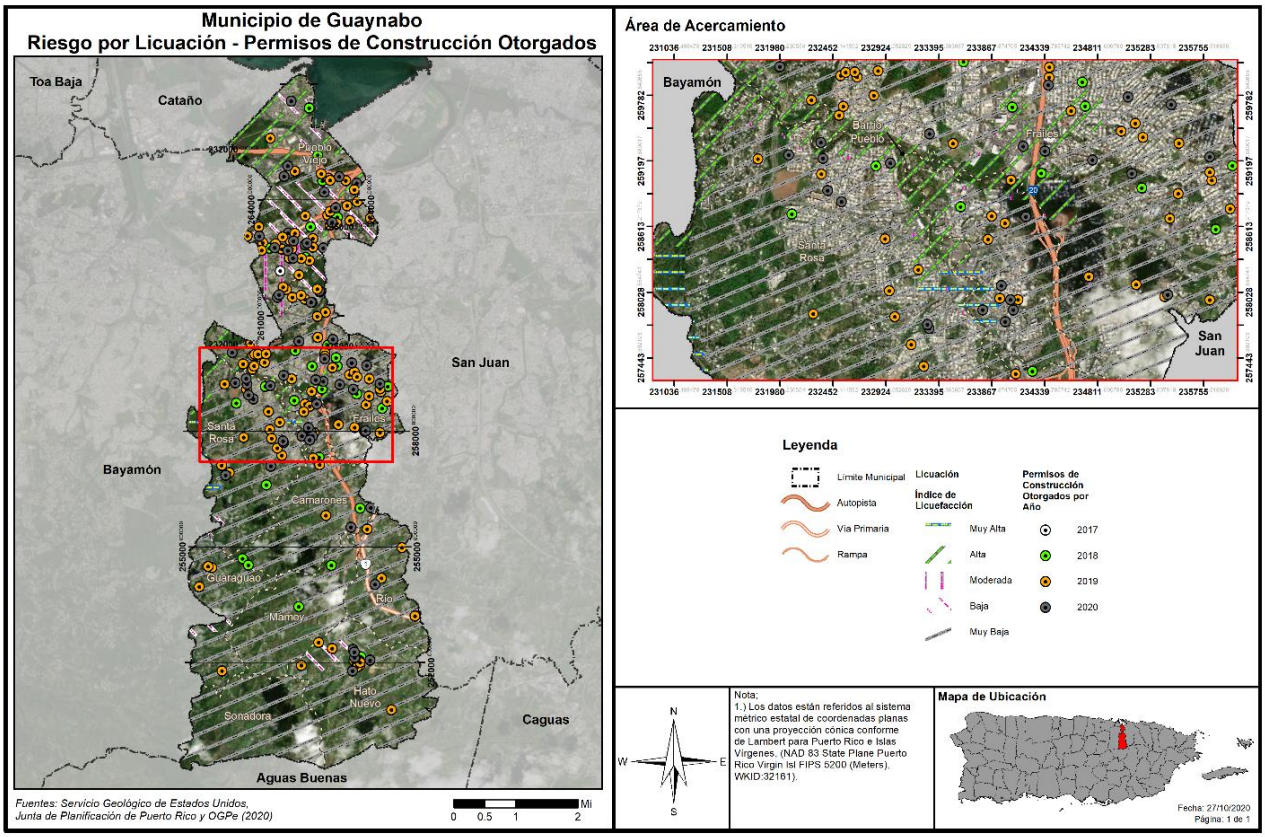
Así las cosas, se espera en el municipio que los riesgos asociados al peligro de terremoto y licuación incrementarán a medida que se continúe el proceso de urbanización en áreas con riesgo alto o muy alto del municipio, en especial las áreas susceptibles al efecto de licuación. Estas prácticas ocasionan un incremento en la vulnerabilidad social y en las pérdidas económicas por daños severos a la propiedad privada, pública e infraestructura en el municipio. Otro factor que ha incrementado los datos sobre la vulnerabilidad del municipio, según recopilado en el Plan de 2015, es que ha resurgido la problemática de las construcciones ilegales o el desarrollo de viviendas, así como instalaciones críticas, como las escuelas, que no cumplen con los estándares de construcción vigente. Esto significa que, en eventos sísmicos, estas propiedades están propensas a sufrir daños estructurales considerables y las personas sufrir lesiones corporales, o peor aún, perder la vida. De no corregirse estas deficiencias estructurales, se espera se mantenga alta la vulnerabilidad de las personas y propiedad en el municipio ante un terremoto, toda vez que se prevé que, de ocurrir un terremoto catastrófico, las estructuras colapsen, se hundan o presenten daños graves. Por su parte, se estima que las personas pudieran recibir graves lesiones corporales o

pérdida de vida. Esto a su vez incrementa la vulnerabilidad del municipio sobre la capacidad de proveer asistencia a todos los afectados durante las fases de respuesta y recuperación.

Es por ello, que el municipio continuará vigilante a que los permisos de construcción y/o los desarrollos que se lleven a cabo en el municipio, durante la vigencia de este Plan, cumplan con los códigos de construcción vigentes para que las estructuras sean sismo-resistentes y promoverá que las áreas de índices altos de licuación no se desarrollen. Es decir, en atención a los hallazgos de esta evaluación de riesgos, el municipio se dará a la tarea de limitar el desarrollo en las zonas de riesgo alto y muy alto de licuación que exacerben los peligros naturales y redunden en pérdidas económicas repetitivas para el municipio. Se estima que la implementación de estas prácticas de uso de suelo adecuado, campañas educativas, así como el promover el desarrollo o construcciones conforme a los códigos de construcción vigentes, reducirá la vulnerabilidad del municipio ante eventos de terremoto durante la vigencia de este Plan.

La Figura 45 la localización de los desarrollos autorizados por OGPe ocurriendo en el municipio en relación con las áreas de riesgo al peligro de licuación por terremoto.

Figura 45: Permisos de construcción otorgados por la OGPe entre los años 2017-2020



4.6.3.4 Inundaciones

4.6.3.4.1 Estimado de pérdidas potenciales

Luego del paso de los huracanes Irma y María en septiembre de 2017, así como otros eventos de precipitación, el municipio y la población han evidenciado el impacto y la vulnerabilidad a inundación en el municipio. La vulnerabilidad al riesgo de inundaciones se concentra en el municipio, principalmente, en las áreas más bajas y adyacentes a cuerpos de agua como lo son las quebradas. Por lo general, las estructuras que reciben inundaciones más profundas son las cercanas a los cuerpos de agua y en zonas catalogadas como inundables.

En muchas de las situaciones de peligros provocadas por un desastre natural pueden mitigarse, evitando así las pérdidas que representan un retraso para el desarrollo económico y social del Municipio de Guaynabo. Una de las soluciones primordiales, de las cuales el municipio es participante activo, es el custodiar el fiel cumplimiento con los códigos de construcción vigentes y que los desarrollos se realicen en áreas apropiadas, alejadas de ríos o quebradas. Es importante puntualizar que este proceso no es solo responsabilidad del municipio, pero también de sus habitantes, quienes deben estar conscientes de los peligros naturales y los riesgos que conlleva construir en áreas susceptibles a determinado peligro.

En resumen, el Estado, junto con el municipio, deben ser firmes en no otorgar permisos de construcción en áreas de alto riesgo a peligros naturales. Así pues, se debe evitar el desarrollo futuro en áreas susceptibles a inundaciones en el municipio con el ánimo de salvaguardar la vida y propiedad en Guaynabo.

La siguiente tabla muestra la cantidad de estructuras estimadas que sufrirían daños a base de determinada profundidad de inundación, en un evento de determinada probabilidad anual de recurrencia o retorno. Por ejemplo, FEMA clasifica los eventos de 1% como “100-year floods”, lo que significa que una inundación de esta magnitud ocurrirá una (1) vez cada cien (100) años o de 1% de probabilidad de ocurrencia anual. Esto en muchas instancias suele repercutir en impactos por inundación recurrentes, ocasionando un detrimento económico y social en el municipio.

Tabla 48: Cantidad de estructuras dentro de las categorías de profundidad (por probabilidad anual de recurrencia)

Profundidad de inundación (en pies)	Probabilidad anual de recurrencia				
	10%	4%	2%	1%	0.20%
0 a 1	269	367	466	2,033	1,290
1 a 2	79	169	199	1,538	1,358
2 a 3	13	34	100	363	1,610
3 a 4	1	16	28	83	494
4 a 5	1	4	15	31	97
5 a 8	1	1	4	13	87
8 a 11	0	0	1	1	15
11 a 14	0	0	0	0	0
Más de 14	0	0	0	0	0
Total	364	591	813	4062	4951

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Tabla 49: Estimado de pérdidas por inundación - Total

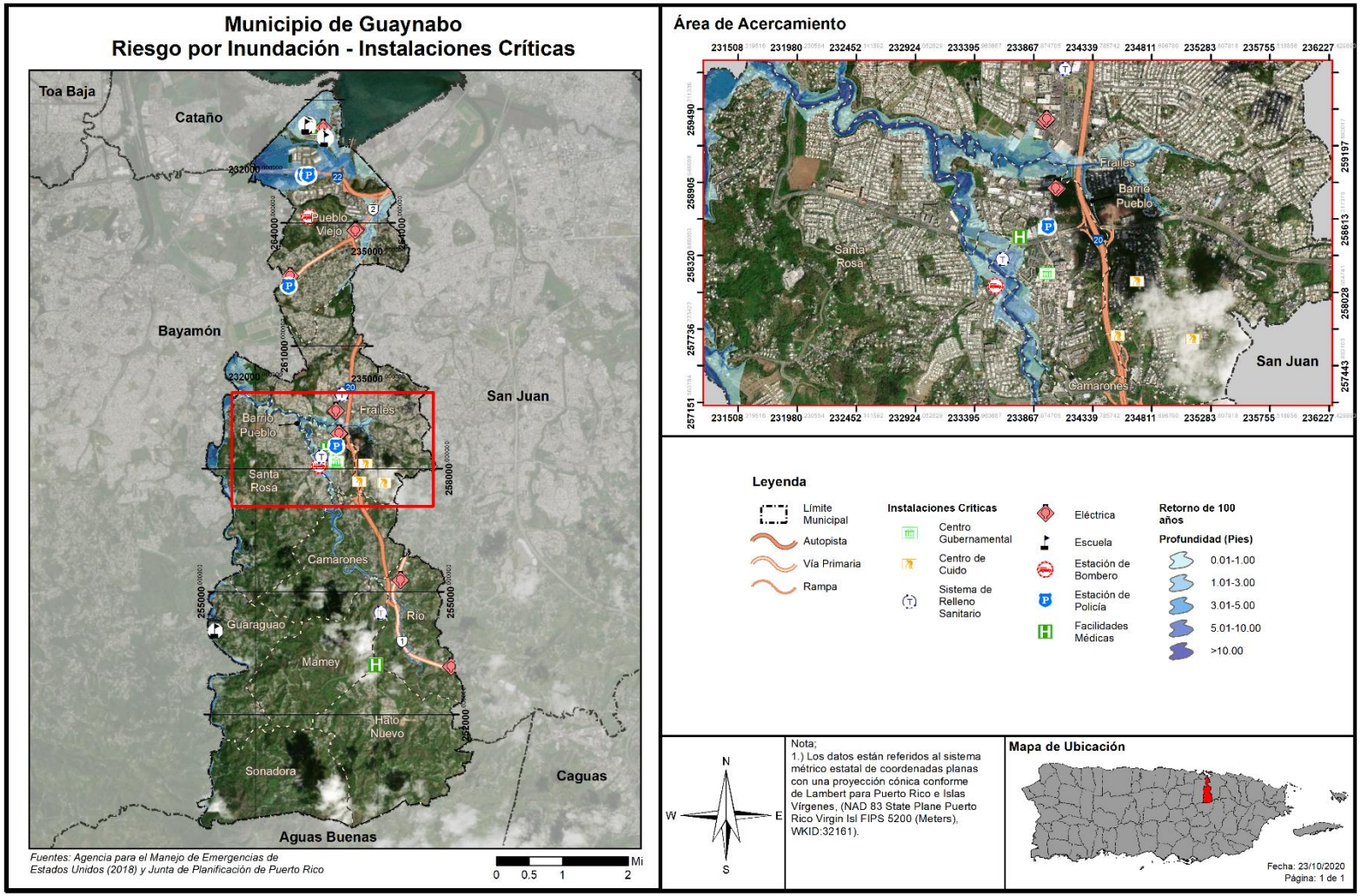
Pérdida total estimada	Valor
No-Residencial	$124,000.00
Residencial	$5,838,000.00
Total	$5,962,000.00

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

La Tabla 49 muestra el estimado total de pérdidas a causa de un evento de inundación. Todas las pérdidas estimadas se encuentran bajo el renglón de pérdidas residenciales, las cuales se discutirán más a adelante.

4.6.3.4.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Figura 46: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 100 años



La Tabla 50 contiene las instalaciones o activos críticos municipales y provee detalles sobre la probabilidad de ser impactados por un evento de inundación a base de determinado periodo de retorno o probabilidad de inundación anual. Como podemos observar, el análisis de riesgo encontró instalaciones vulnerables a inundaciones. En atención a ello, el municipio desarrolla medidas de mitigación para prevenir los daños del evento sobre dichas estructuras.

Tabla 50: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de inundaciones (por probabilidad anual de recurrencia)

Nombre de instalación o activo	Tipo de instalación o activo	Probabilidad anual de recurrencia				
		10%	4%	2%	1%	0.2%
Cdt De Amelia	Instalaciones Médicas	0.0000	0.0000	0.0000	0.5950	1.4378
Amelia	Sub Estación Eléctrica	0.0000	0.0000	0.0000	0.6333	1.6644
Rosalina C. Martínez	Escuela	0.0000	0.0000	0.0000	0.7620	1.7479
Luis Muñoz Rivera	Escuela	0.0000	0.0000	0.0000	0.7034	2.0270
Divisi ├| N Autopistas	Cuartel de la Policía	0.1526	0.7062	1.1447	2.1822	2.5043
Cdt Guaynabo Medical Mall	Instalaciones Médicas	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3067
Parque De Bombas - Guaynabo	Estación de Bomberos	0.0000	0.0000	0.4101	1.2808	2.5945
Cdcp-Guaynabo-Mets Centros de Depósito Comunitarios Permanentes	Sistema de Relleno Sanitario	0.0623	1.4849	2.0940	3.0340	4.6934

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

La Tabla 51 provee el estimado de pérdidas no residenciales a causa de un evento de inundación. Como mencionado anteriormente y en acorde con la tabla anterior, el Municipio no cuenta con pérdidas estimadas bajo el renglón de pérdidas no residenciales.

Tabla 51: Estimado de pérdidas por Inundación – No-residencial

Pérdida no-residencial estimada	Valor
Estructura	$2,000.00
Bienes	$8,000.00
Inventario	$0.00
Ingreso por Alquiler	$73,000.00
Ingreso Salarial	$41,000.00
Total	$124,000.00

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.4.3 Vulnerabilidad social

Figura 47: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 100 años

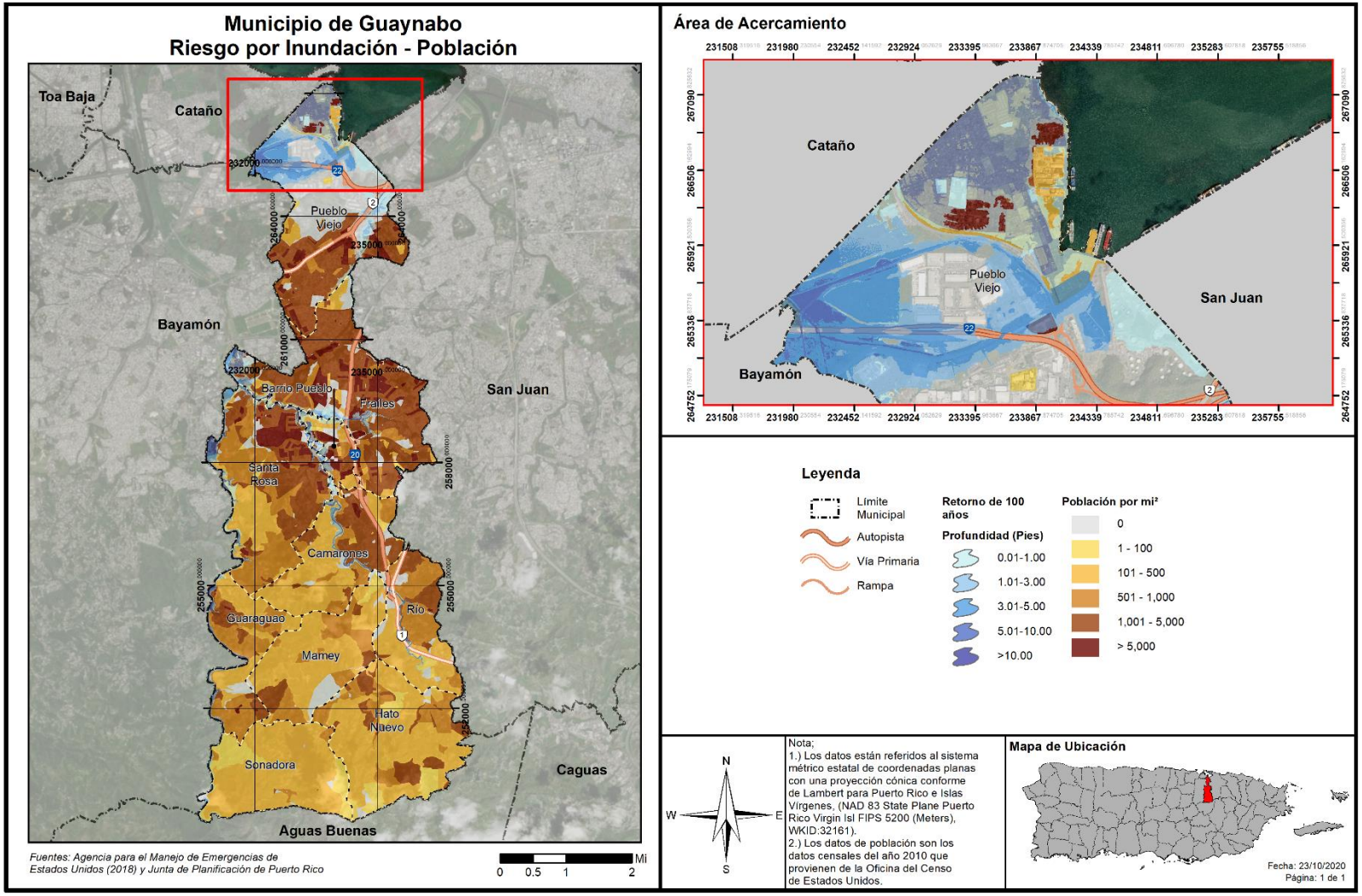
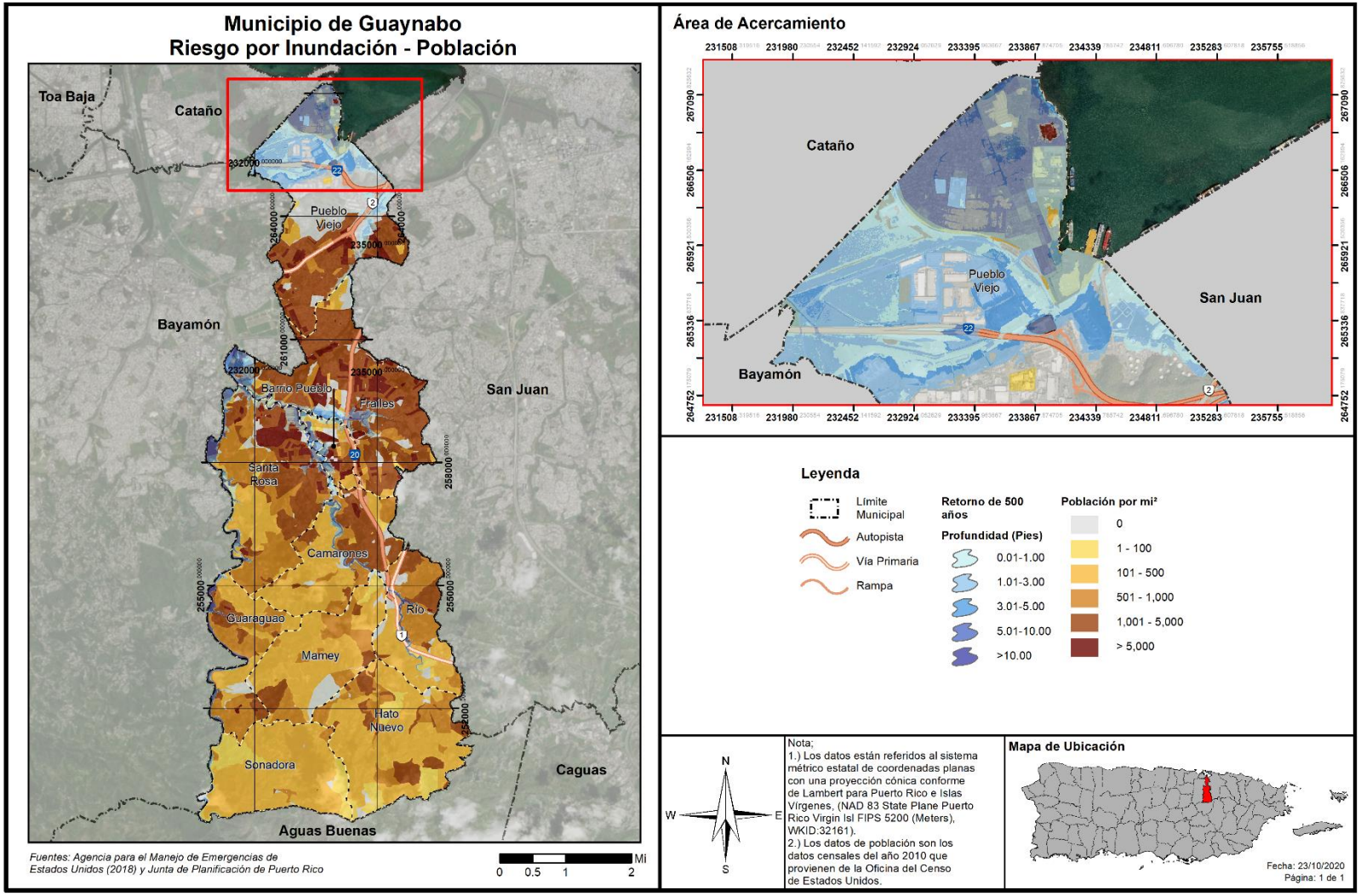


Figura 48: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 500 años



Las figuras que preceden ilustran las áreas en riesgo por inundación respecto a las diversas áreas de densidad poblacional en el Municipio de Guaynabo. Las inundaciones que surgen representadas son los eventos de retorno de 100 y 500 años. Según se expone previamente, entre menos es el por ciento de recurrencia de un evento de inundación, mayor es la magnitud del referido evento. Por tal motivo, en una inundación de retorno de 500 años o de 0.2% de probabilidad de ocurrencia anual, mayor es la extensión de terreno impactada por inundación y, por tanto, mayor es el número de personas que se encuentran vulnerables a ser impactadas por este evento. En el Municipio de Guaynabo, las áreas próximas a los cuerpos de agua recibirán mayores niveles de profundidad en un evento de inundación, estando en riesgo de mayores pérdidas y pérdidas repetitivas.

El Municipio de Guaynabo, a base de revisiones oculares y experiencias previas, inventarió los lugares más propensos a inundación, así como las áreas residenciales que representan mayor vulnerabilidad a este evento. Se provee la siguiente tabla para referencia. en el territorio municipal donde mayormente se reflejan problemas de inundación, asociados al Río Guaynabo, es desde el centro del municipio hasta el norte donde desemboca hacia el Río Bayamón. Esto es a causa de la existencia de quebradas al centro y norte de Guaynabo que alimenta el cuerpo de agua proveniente de las afueras de los límites territoriales de Guaynabo. Además, la cantidad de obstrucciones encontradas en la trayectoria del cauce como: árboles, basura u otras causas propiciadas por el ser humano que interrumpen el flujo de la corriente de los ríos.

Tabla 52: Zonas inundables en el Municipio de Guaynabo

Áreas susceptibles a inundación en el Municipio de Guaynabo	
Barrio Pueblo Viejo	Sectores Amelia, Sabana, Jerusalén y Vietnam
	Sector Juan Domingo
	Barriada San Miguel
	Carr. Estatal PR-165 Int. Carr. Estatal PR-28
	Sector Buchanan (Intersección Marginal PR-2 frente al Fuerte Buchanan)
	Carr. Estatal PR-19 (Frente Institución Juvenil y Límite de San Juan)
	Expreso Rafael Martínez Nadal (Salida hacia la Calle Ortegón)
	Centro Comercial San Patricio
	Urb. Garden Hills
	Avenida Ramírez de Arellano (Frente al Terminal del Tren Urbano)
	Sector Los Filtros (Villa Los Filtros)
	Carretera PR-833 (Bordeada por el Río Bayamón).
Barrio Frailes	Urb. Torrimar calle Córdova
	Urb. Estancias de Torrimar
	Urb. Extensión de Torrimar
	Urb. Colinas de Guaynabo calle Laurel
	Urb. Frailes Sur
	Urb. Bello Monte Estate calles 8, 11, 14
	Ave. B (Albergue de Animales-Urb. Bello Monte Estate)
	Carr. Estatal PR-177 Int. calle Crisálida Urb. Muñoz Rivera
	Urb. El Jardín calle 22
	Urb. Oasis Garden calle Bolívar
	Urb. Muñoz Rivera calles Pentagrama, Escarlata
	Urb. Ponce de León calles 19, 20, 22

Áreas susceptibles a inundación en el Municipio de Guaynabo	
	Urb. El Álamo calle Alamo Drive
	Urb. Mallorca calle California
	Cond. Monte Verde
	Sector Mariquita (Carr. PR-199 – Puente Int.)
	Sector Meliá León (La Peseta)
	Urb. Villa Clementina
	Sector Pucho Huertas (Puente)
	Ave. Esmeralda
	Ave. Francisco Carvajal Int. Carr. PR-169 (La Frontera)
	Sector Maine
	Sector Piedras Blancas Carr. PR-199 Int. Calle Unión
	Carr. PR-833 (Willie Pinchos)
Barrio Pueblo	Carr. PR-169
Barrio Santa Rosa	Urb. Terrazas de Guaynabo
	Sector El Llano
	Sector Los Cosme
	Carr. Estatal PR-833
	Cond. Boulevard del Río
	Urb. Mansiones Reales Calle Alfonso
	Comunidad Santa Rosa III calles Asunción Reymundi, Marta Ortiz
	Urb. Quintas Reales
	Sector Canta Gallo
	Sector Las Torres
	Sector Parcelas Huertas II
Barrio Guaraguao	Carretera PR-833 (Bordeando el Río Bayamón)
	Sector Cintrón
	Sector La Vega I
	Sector La Vega II
	Sector Villa Isleña (Puente al lado de la cancha)
	Sector Korea
	Sector Monte Comunal
	Sector Romero (Final)
	Sector Las Parcelas
	Sector López Cases
	Sector Puerto Nuevo
Barrio Mamey	Sector Pedro Reyes
	Sector Los Castros
Barrio Hato Nuevo	Carr. Estatal PR-834 (Supermercado Los Díaz)
	Sector Feliciano
	Urb. Villa Mercedes
	Sector Los Meléndez
	Sector La Paloma
	Sector El Laberinto
Barrio Río	Urb. Beverly Hills
	Sector Susano Rodríguez

Áreas susceptibles a inundación en el Municipio de Guaynabo	
Barrio Sonadora	Carr. Estatal PR-174 (La Brecha)
	Sector La Marquesa
	Sector Sonadora Llana

Durante el proceso de planificación con la comunidad, el municipio recibió comentarios de residentes de la Urbanización Colinas Metropolitanas, quienes expresaron preocupación por un movimiento de terreno próximo al cuerpo de agua que colinda con su residencia. Los residentes temen que la modificación del área produzca un cambio en la configuración del río y que al éste desbordarse o aumentar su cauce se inunden sus residencias.

De esta manera, y aclarando aquello que es el resaltado por interventores, y en reconocimiento de la Declaración de Impacto Ambiental Estratégica de la Revisión Integral del Plan de Ordenación Territorial, la existencia de áreas que ocasionan o presentan inundaciones se refiere a informes de los eventos responsablemente atendidos por el Departamento de Manejo de Emergencias Municipal de Guaynabo.

Estas áreas y eventos no guardan características para ser catalogadas de inundables, de acuerdo con bases científicas de las agencias facultadas, o documentos oficiales. La gran parte de dichos casos reportados, o el informe de dicha dependencia municipal es una muestra de la prevención y acción diligente de nuestro municipio, por consecuencias, sin embargo, no de aspectos del Río, sino debido a varios factores:

1. Empozamiento de agua por interrupción del paso, tal como ocurre cuando en un evento de lluvia fuerte, mediante los cuales se tapan los drenajes por los árboles, ramas, basura, entre otros;
2. Obstrucción de materiales naturales y basura en los drenajes o alcantarillas (parrillas);
3. Falta de mantenimiento de las alcantarillas por parte de la Agencia Estatal; y el
4. Desnivel en los suelos y/o topografía en que no se haya realizado medidas de algún desagüe al mismo, entre otros.

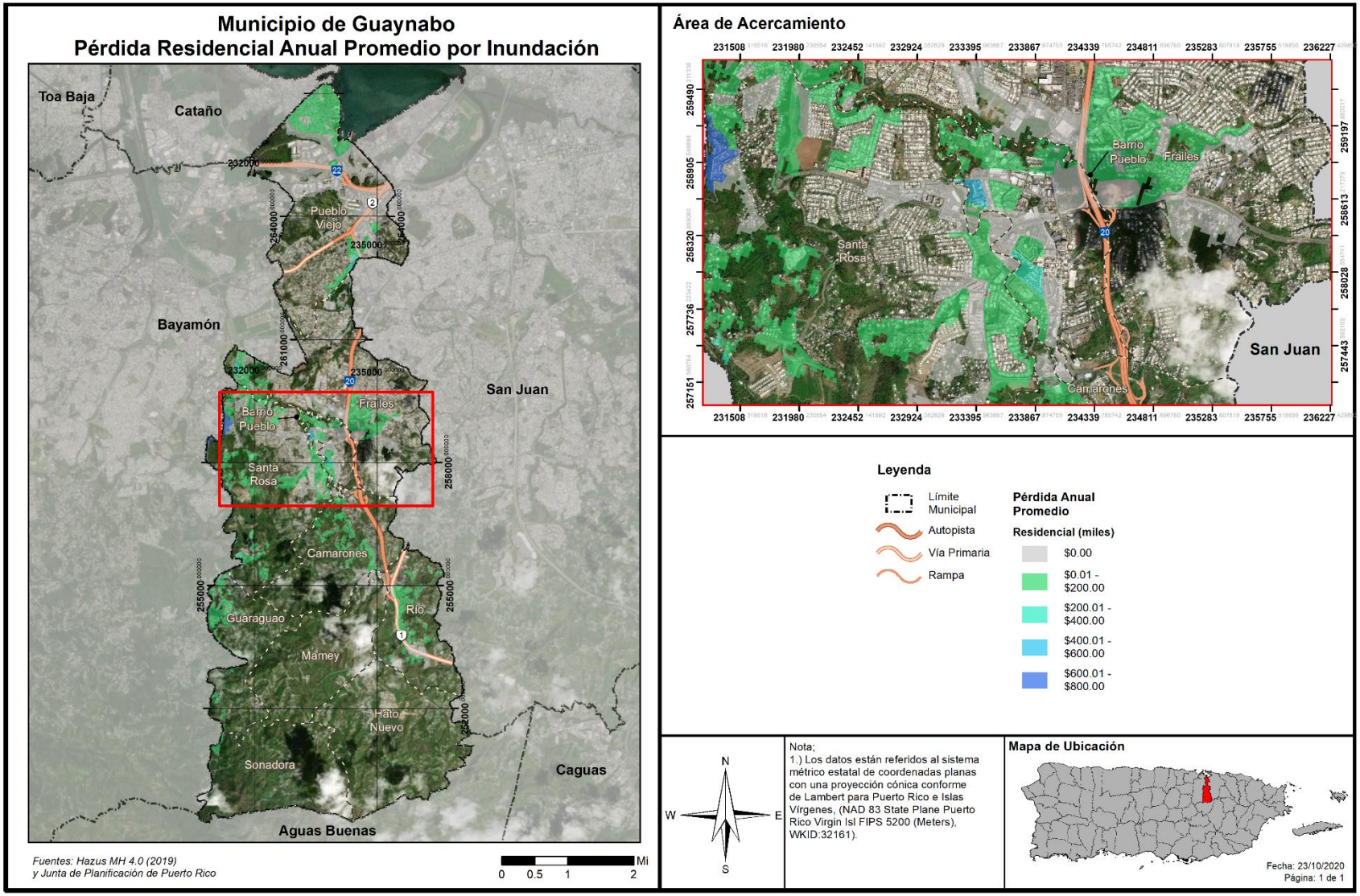
Es necesario recalcar que, para las situaciones antes mencionadas, tanto el Departamento de anejo de Emergencias Municipal, como el Departamento de Obras Públicas Municipal, toman acción inmediata para intervenir en aquellas áreas que presentan factores externos como los antes mencionados, a los fines de garantizar la seguridad de los ciudadanos. Estos eventos quedan informados o reportados para registrar, establecer, canalizar recursos o fondos, incorporar medidas de prevención y atención a éstas.

En armonía con la diligencia del Municipio Autónomo de Guaynabo, se han establecido medidas mediante una política pública municipal, que al igual que el Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Reglamento de Planificación Núm. 13), se orientan a lidiar con las situaciones de inundaciones en áreas que han presentado ciertos problemas, y de las cuales se mencionan las siguientes:

- Mantener la distancia mínima de siete (7) metros a través de los cuerpos de agua del territorio municipal, a los fines de aislar las construcciones de viviendas, comercios u otros.
- Limpieza de los ríos y quebradas de: árboles, ramas, basura, entre otros, que ocasionen impedimentos al flujo de las aguas.
- Mantener de forma fehaciente las políticas públicas y reglamentación del Municipio referente al compromiso de llevar a cabo el tratamiento ambiental adecuado en todas sus áreas, para garantizar el bienestar de todos los ciudadanos guaynabeños.

Por su parte, la siguiente figura ilustra la pérdida anual promedio dentro de la categoría residencial respecto al territorio del municipio.

Figura 49: Promedio de pérdidas anuales residenciales a causa de un evento de inundación en Guaynabo



La siguiente tabla presenta el estimado de personas vulnerables al peligro de inundación a base de categorías de profundidad en pies y probabilidad anual de recurrencia. Por ejemplo, en el Municipio de Guaynabo, tras la ocurrencia de un evento de inundación de 1% de recurrencia anual o recurrencia de 100 años, se prevé que 5,484 personas experimentarán inundaciones de entre 2 a 3 pies de profundidad. Por otra parte, se estima que 6,011 personas serian impactadas por una inundación de entre 5 a 8 pies de profundidad.

Tabla 53: Cantidad de personas dentro de las categorías de profundidad (por probabilidad anual de recurrencia)

Profundidad de inundación (en pies)	Probabilidad anual de recurrencia				
	10%	4%	2%	1%	0.2%
0 a 1	6,646	2,601	2,696	3,853	5,340
1 a 2	1,604	2,288	3,168	5,468	2,115
2 a 3	1,390	1,283	1,680	5,484	3,975
3 a 4	1,284	548	1,612	2,633	7,183
4 a 5	863	1,280	440	1,295	2,854
5 a 8	0	6,385	5,900	6,011	7,411
8 a 11	0	1,009	2,783	3,103	4,768
11 a 14	0	0	0	344	1,160
Más de 14	0	0	0	0	357
Total	11,787	15,394	18,279	28,191	35,163

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

La Tabla 54 muestra el estimado de pérdidas residenciales a causa de inundación. El renglón de pérdidas más alto es el de pérdidas a causa de daños a estructura con el segundo más alto siendo el de pérdidas a causa de daños a bienes.

Tabla 54: Estimado de pérdidas por inundación - residencial

Pérdida residencial estimada	Valor
Estructura	$2,528,000.00
Bienes	$1,425,000.00
Relocalización	$1,213,000.00
Ingreso por Alquiler	$672,000.00
Total	$5,838,000.00

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Tabla 55: Población con necesidad - Inundación

Probabilidad anual de inundación	Población con necesidad de desplazamiento	Población con necesidad de servicios a corto plazo
Periodo de recurrencia de 100 años	12,754	1,796
Periodo de recurrencia de 500 años	16,208	2,282

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

La Tabla 55 muestra el número de personas que se verían con necesidad de desplazamiento en caso de un evento de inundación de 100 años de recurrencia y 500 años de recurrencia. La tabla también provee

el número de personas que, aunque no necesiten desplazarse, requerirían servicios o asistencia a corto plazo. La población con necesidades a corto plazo se estima asciende a 1,796 personas en caso de un evento de inundación de 100 años de recurrencia (1% de probabilidad anual) y 2,282 en caso de un evento de 500 años de recurrencia (0.2% de probabilidad anual).

4.6.3.4.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

En la mayoría de los eventos de inundaciones los recursos de agua reciben niveles elevados de contaminantes asociados con las crecidas y acumulación de aguas negras y otros peligros o sustancias tóxicas provenientes de los remanentes de la inundación. Esta situación propicia el desarrollo de enfermedades en los cuerpos de agua del municipio y pueden ocasionar efectos adversos sobre la flora y la fauna de la región, incluyendo hombres, mujeres y niños.[79] Por ejemplo, el estancamiento prolongado de aguas después de un evento de inundaciones puede propagar enfermedades como el dengue y la leptospirosis. Después del huracán María, el estancamiento de aguas, propició la propagación de leptospirosis y la proliferación de mosquitos. La leptospirosis es una enfermedad causada por una bacteria que afecta tanto a los seres humanos como a los animales y puede propagarse a través de residuos de orina de animales infectados.[80] Estos residuos de orina infectada pueden encontrarse en las aguas estancadas después de un evento de inundación.

Por otra parte, los eventos de inundaciones provocan la acumulación de escombros, incluyendo escombros de estructuras, tierra, sedimentos, desperdicios orgánicos, bienes personales, entre otros. Esta acumulación de escombros, si no es manejada adecuadamente, puede provocar la contaminación de la tierra y el agua si son quemadas, abandonadas o enterradas debajo de la tierra o arrojadas a los cuerpos de agua.

Uno de los recursos de importancia en el municipio son los terrenos húmedos que se concentran en el extremo norte del municipio, cerca del límite con el Municipio de Cataño. Los mismos forman parte de un sistema natural más amplio conocido como la Ciénaga Las Cucharillas. Este lugar ha sido estudiado por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico, así como por otras instituciones, con el propósito de lograr su preservación. Este recurso forma parte del "Puerto Rico Waterfowl Focus Areas", lo que significa, que funciona como hábitat para algunas aves migratorias, así como para algunas especies de aves nativas. En lo que respecta a la mitigación de peligros, la existencia de este recurso dentro de la Zona Metropolitana y cerca de la actividad industrial y portuaria, lo expone a una serie de daños continuos. Es por eso que su preservación resulta necesaria, al ser uno de los recursos más importantes para el ecosistema del estuario de la Bahía de San Juan. Además, por su capacidad para absorber el agua de las escorrentías cercanas, es un elemento natural de mitigación para las inundaciones en la zona.

[79] United States Environmental Protection Agency (EPA), Flooding, https://www.epa.gov/natural-disasters/flooding
[80] Center for Disease control and Prevention, Hurricanes, Floods and Leptospirosis, https://www.cdc.gov/leptospirosis/exposure/hurricanes-leptospirosis.html

El Municipio de Guaynabo está comprometido en adoptar medidas de mitigación para proteger los recursos naturales de la región y garantizar que los efectos adversos de las inundaciones en los recursos naturales se prevengan o reduzcan. Estas acciones propician la sanidad en los procesos de recuperación tras un evento de este tipo y minimiza los costos asociados con el manejo de aguas negras y de servicios de salud asociados a las enfermedades generadas a causa de la contaminación de las aguas.

4.6.3.4.5 Condiciones futuras

El incremento de eventos atmosféricos extremos a causa del cambio climático, al igual que los cambios en las costas dado al alza del nivel del mar y la erosión de las costas, conllevará el incremento de eventos de inundación, sea a causa de lluvias o ciclones tropicales. Este peligro solo incrementará mientras pase el tiempo, por lo que las acciones de mitigación ahora producirán múltiples beneficios en el futuro. Así las cosas, el municipio se ha dado a la tarea de desarrollar medidas de mitigación, tanto estructurales como de protección a las propiedades, toda vez que es previsible que este peligro natural continuará impactando a Guaynabo.

Como podemos observar, las siguientes figuras ilustran los permisos de construcción otorgados en el Municipio de Guaynabo desde el año 2017 al 2020, con relación a las áreas de riesgo al peligro de inundación. Asimismo, las figuras ofrecen una perspectiva de la localización de estos desarrollos respecto al peligro natural de inundación, para eventos de 1% y 0.2% de ocurrencia anual. Podemos inferir que, entre menor el por ciento de recurrencia de este evento o menor probabilidad de que este evento ocurra anualmente, mayor será el impacto de la inundación en Guaynabo. El incremento en la magnitud de un evento de inundación trae consigo aumentos en los niveles de profundidad de la inundación, por ende, mayor riesgo para la población y la propiedad. Como podemos observar, la vulnerabilidad del municipio ante este peligro continua en acenso en la medida en que se ha continuado desarrollando el municipio, así como la infraestructura.

Por todo lo cual, reconocemos que el peligro de inundación se mantiene como significativo para el municipio a base de la evaluación de riesgos y las ocurrencias previas de este evento sobre las comunidades. Igualmente, se espera que los mapas de áreas de inundación, así como la profundidad de la inundación, incrementen luego de la experiencia del huracán María. A esos efectos, el municipio hace hincapié en la importancia de limitar los desarrollos en áreas susceptibles a inundación recurrente. Así pues, entre las estrategias de mitigación que tiene a su haber incorporar el Municipio de Guaynabo, es cumplir con los requisitos del Reglamento de Planificación 13, sobre áreas de riesgo a inundación, el promover la adquisición del seguro provisto por el NFIP, la limpieza de quebradas, zanjas, ríos, carreteras, entre otros. Asimismo, el municipio incorpora las políticas de desarrollo planificado según su Plan de Ordenación Territorial vigente.

Figura 50: Localización de desarrollos con relación al riesgo de inundación – Periodo de recurrencia de 100 años

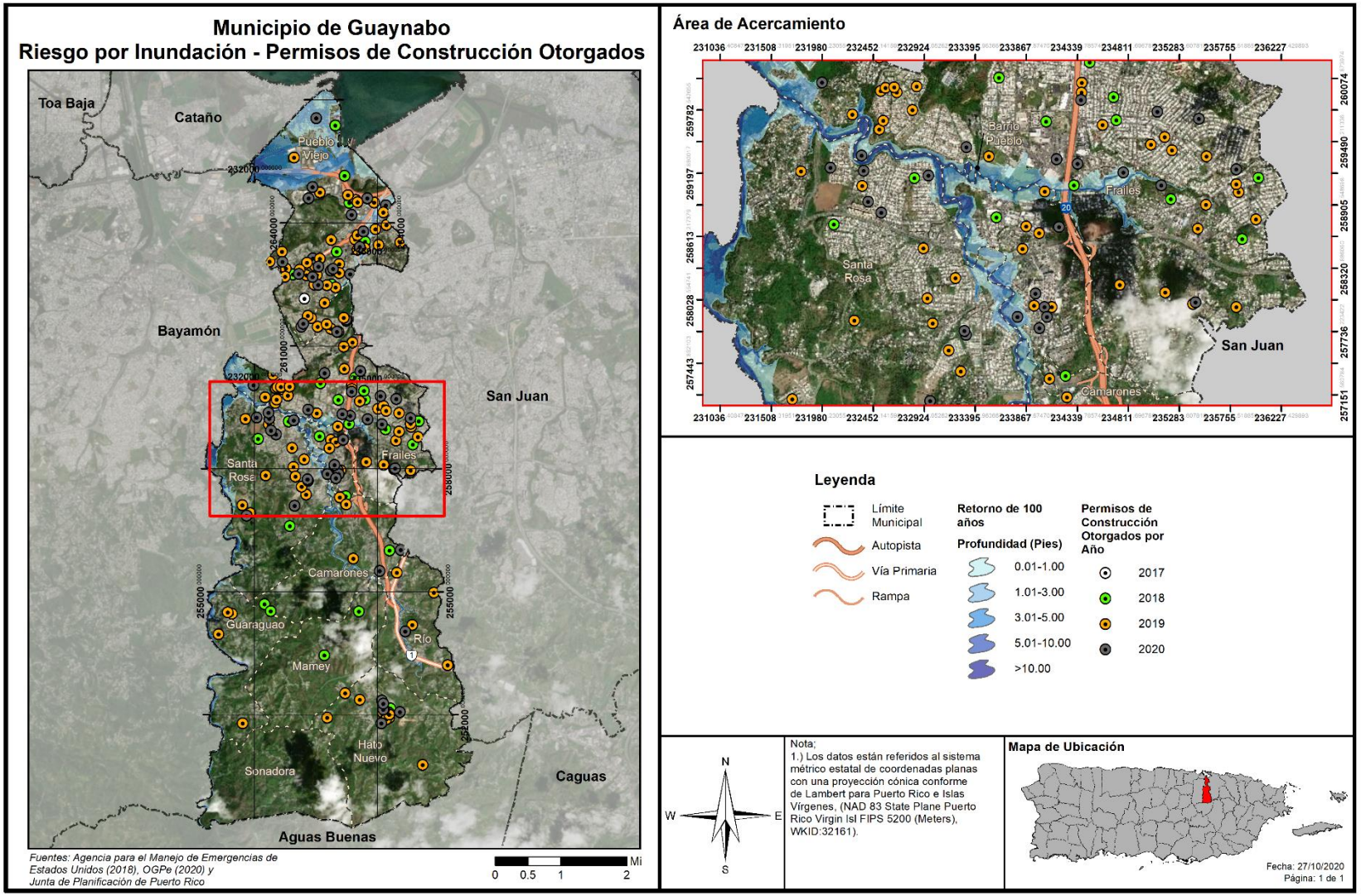
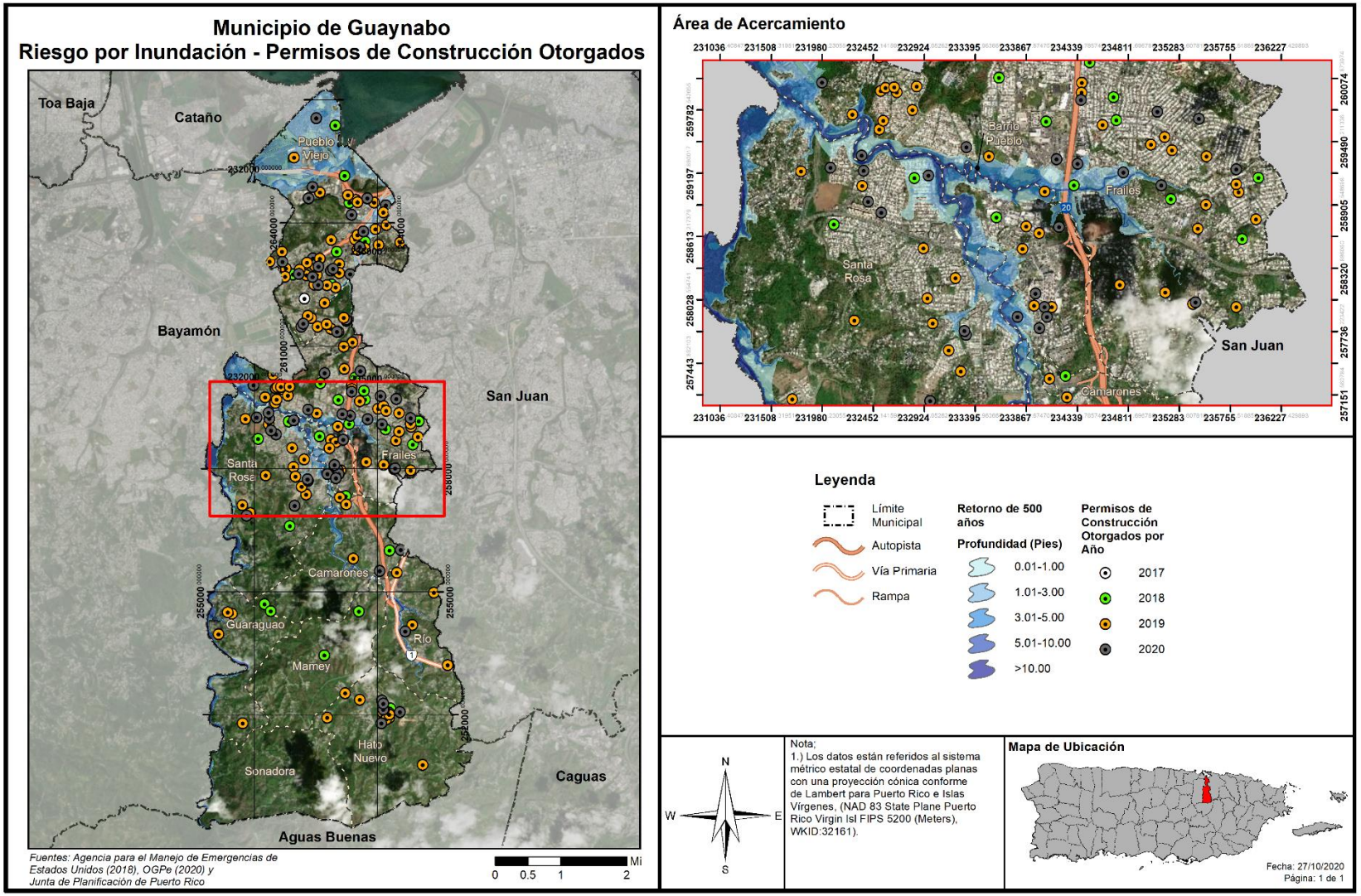


Figura 51: Localización de desarrollos con relación al riesgo de inundación – Periodo de recurrencia de 500 años



El municipio tiene como meta el manejo de peligros naturales e infraestructura crítica en terrenos identificados como susceptibles a inundación o inestabilidad. Este ejercicio incorpora los siguientes objetivos:

- Reducir la vulnerabilidad de los desarrollos futuros en Guaynabo;
- Mejorar la capacidad del municipio para ayudar en la respuesta de emergencia y recuperación de desastres;
- Reducción de la vulnerabilidad de las edificaciones e infraestructura municipal crítica y esencial;
- Preservar, mejorar y restaurar aspectos del medio ambiente natural que sirven para asistir en el esfuerzo de la mitigación de los riesgos asociados a los eventos naturales;
- Desarrollar programas de educación para mitigar los peligros y sus riesgos asociados;
- Proteger la vida y propiedad mediante el manejo adecuado de los terrenos vulnerables.

Con estos objetivos trazados el municipio incorpora las siguientes estrategias para cumplir con cada uno de los objetivos antes esbozados:

- Incorporar en el proceso de planificación para desarrollos futuros los hallazgos contemplados en el presente Plan, identificando así las zonas susceptibles a peligros naturales como lo son los deslizamientos, inundaciones, vientos fuertes, terremotos, entre otros;
- Preparar planes de área para aquellas zonas identificadas como de alto riesgo con potencial a desastre natural e implementar los proyectos de mitigación contemplados en este documento;
- Continuar identificando nuevas modalidades de mitigación y control de las inundaciones tales como los desarrollos a base de infraestructura verde; y
- Revisión y monitoreo de las medidas de mitigación y control de inundaciones propuestas.

Así las cosas, el municipio incorpora como parte de las metas y objetivos de este Plan, el limitar los desarrollos en zonas de riesgo, toda vez que como presenta el mapa se han continuado desarrollando o modificando áreas inundables en el municipio. Esta práctica pudiera exacerbar la magnitud del evento, la impermeabilización de los suelos y la obstaculización del libre flujo de las aguas. Por tanto, se mantiene como política que todo nuevo desarrollo cumpla con los códigos de construcción vigentes y el Reglamento de Planificación #13. Además, se promoverá que los dueños de estructuras existentes implementen medidas de mitigación para que colaboren con el esfuerzo municipal de reducir las pérdidas de vida o propiedad por el evento de inundación.

Por otra parte, es importante mencionar que el fenómeno del cambio climático se espera continúe produciendo eventos de lluvias fuertes, por lo que las características de un evento de recurrencia de 100 años pudieran producirse con mayor magnitud y recurrencia o probabilidad de ocurrencia dentro de determinado año. Es decir, las características propiedad de lo que conocemos como una inundación de 100 años, incluyendo la extensión de territorio impactado, así como personas afectadas, pudiera convertirse en un evento de 50 años. Así las cosas, pudiéramos decir que, a base de las proyecciones del cambio climático, la vulnerabilidad del municipio ante estos peligros pudiera incrementar por la recurrencia de eventos de lluvia que producen inundaciones en Guaynabo, pero la implantación de las acciones para atender este peligro, tienen como norte el reducir su impacto en el municipio.

4.6.3.5 Deslizamientos

4.6.3.5.1 Estimado de pérdidas potenciales

En el Municipio de Guaynabo, al igual que en gran parte del resto de Puerto Rico, los deslizamientos de tierra ocurren usualmente durante y después de grandes tormentas. Así pues, la ocurrencia de un evento de deslizamiento, inducido por lluvia, coincide en gran medida con la ocurrencia de tormentas severas o eventos de lluvias secuenciales que saturan los suelos empinados vulnerables.

Al presente, no existen modelos estándares para estimar las pérdidas en las estructuras y sus contenidos que pudieran ocasionar los deslizamientos y otros movimientos de masa. Por tal motivo, se estimaron empíricamente los índices de susceptibilidad a deslizamiento de USGS, a base de la mejor información disponible, para conocer las pérdidas que pueden producir los movimientos de masa en el Municipio de Guaynabo. Los índices se presentan mediante los niveles de riesgo bajo, moderado, alto y muy alto. Es por ello que, actualmente no existen suficientes datos disponibles para estimar las pérdidas en dólares por daños a edificios debido a este peligro.

La siguiente tabla muestra el total de estructuras dentro del municipio que se encuentran susceptibles a un evento de deslizamiento a base del nivel de riesgo muy alto, alto, moderado y bajo. Nótese que, del total de estructuras obtenidas a través del Sistemas de Información Geográfica, se estima que 2,058 estructuras se encuentran en la categoría de nivel de riesgo bajo, mientras que 6,645 estructuras se encuentran localizadas dentro de áreas de peligro por deslizamiento moderado. No obstante, hay aproximadamente 1,643 estructuras dentro de áreas de alta y muy alta susceptibilidad a deslizamientos. Estas particularidades responden a la topografía del área en donde se encuentran las estructuras localizadas.

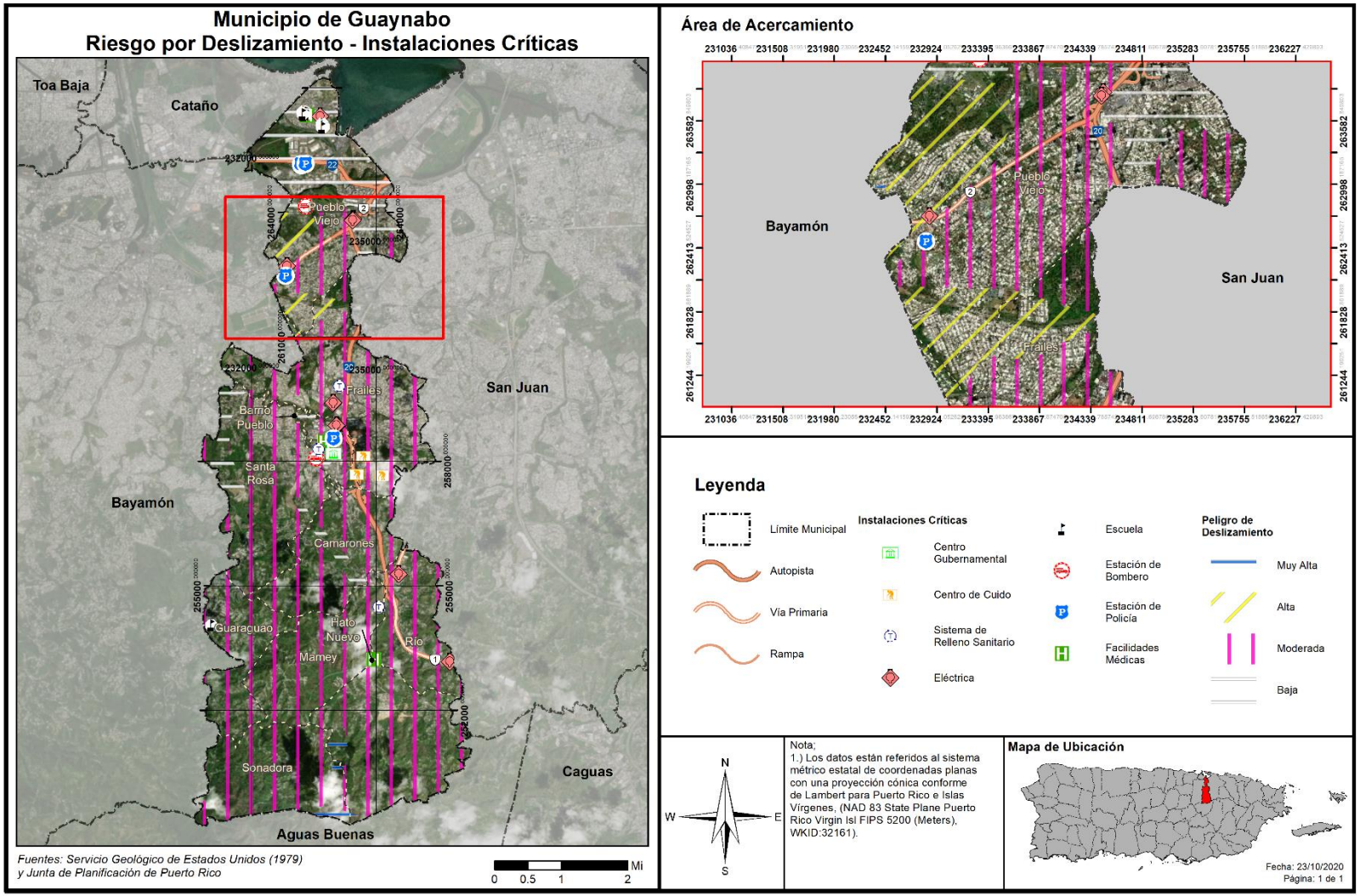
Tabla 56: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por deslizamientos (por nivel de riesgo)

	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Cantidad de estructuras	5,464	25,918	2,412	103

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.5.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Figura 52: Localización de instalaciones críticas en el municipio por riesgo de deslizamiento



La figura anterior, por su parte, ilustra la ubicación de las instalaciones críticas del Municipio de Guaynabo, ofreciendo una perspectiva de su vulnerabilidad respecto a los niveles de riesgo por deslizamiento entre muy alto, alto, moderado o bajo. Como podemos observar, la mayor extensión de terreno de Guaynabo está bajo la clasificación de riesgo moderado de deslizamiento. No obstante, podemos observar áreas en los barrios Pueblo viejo y Sonadora con susceptibilidad entre alta y muy alta. Si nos concentramos en el área de acercamiento, la cual concentra la mayor cantidad de instalaciones críticas en el municipio, algunas de estas áreas rodeadas de áreas con susceptibilidad alta de deslizamiento. Por cuanto, a pesar de que la siguiente tabla, enseña que la mayoría de las instalaciones críticas se encuentran en áreas de riesgo moderado a deslizamiento lo cierto es que eventos de deslizamientos en áreas adyacentes afectarían el libre movilidad de la población para acceder estos servicios y de los rescatistas para atender situaciones de emergencias en comunidades afectadas por el deslizamiento.

Tabla 57: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de deslizamientos

Nombre de la instalación o activo	Tipo de instalación o activo	Riesgo a deslizamientos
CDT de Amelia	Instalaciones Médicas	Bajo
Amelia	Sub Estación Eléctrica	Bajo
Rosalina C. Martínez	Escuela	Bajo
Luis Muñoz Rivera	Escuela	Bajo
División Autopistas	Cuartel de la Policía	Bajo
Fort Buchanan Fire and Emergency Rescue Services-Dod	Estación de Bomberos	Bajo
Caparra Provisional	Sub Estación Eléctrica	Moderado
Caparra	Sub Estación Eléctrica	Moderado
Juan Domingo	Sub Estación Eléctrica	Alto
Precinto Juan Domingo 232	Cuartel de la Policía	Moderado
Cdcp-Guaynabo-Mall Centros de Depósito Comunitarios Permanentes	Sistema de Relleno Sanitario	Moderado
Grana	Sub Estación Eléctrica	Moderado
Grana 2	Sub Estación Eléctrica	Moderado
Guaynabo Prov	Sub Estación Eléctrica	Moderado
Guaynabo Pueblo	Sub Estación Eléctrica	Moderado
CDT Guaynabo Medical Mall	Instalaciones Médicas	Bajo
Centro Gubernamental de Guaynabo	Gobierno	Moderado
Tribunal de Distrito	Gobierno	Moderado
Precinto 132 Guaynabo	Cuartel de la Policía	Moderado
Parque de Bombas - Guaynabo	Estación de Bomberos	Bajo
Ayuntamiento	Gobierno	Moderado
Cdcp-Guaynabo-Mets Centros De Depósito Comunitarios Permanentes	Sistema de Relleno Sanitario	Bajo
Hogar Jardín de Oro	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	Moderado
Hogar I Love You Lord Home Center	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	Moderado
Hogar Loma Linda	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	Moderado

Nombre de la instalación o activo	Tipo de instalación o activo	Riesgo a deslizamientos
La Muda	Sub Estación Eléctrica	Moderado
V-Guaynabo Vertederos	Sistema de Relleno Sanitario	Moderado
Herminia Rivera Fernández	Escuela	Moderado
CDT en Hato Nuevo	Instalaciones Médicas	Moderado
Buen Pastor	Sub Estación Eléctrica	Moderado

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

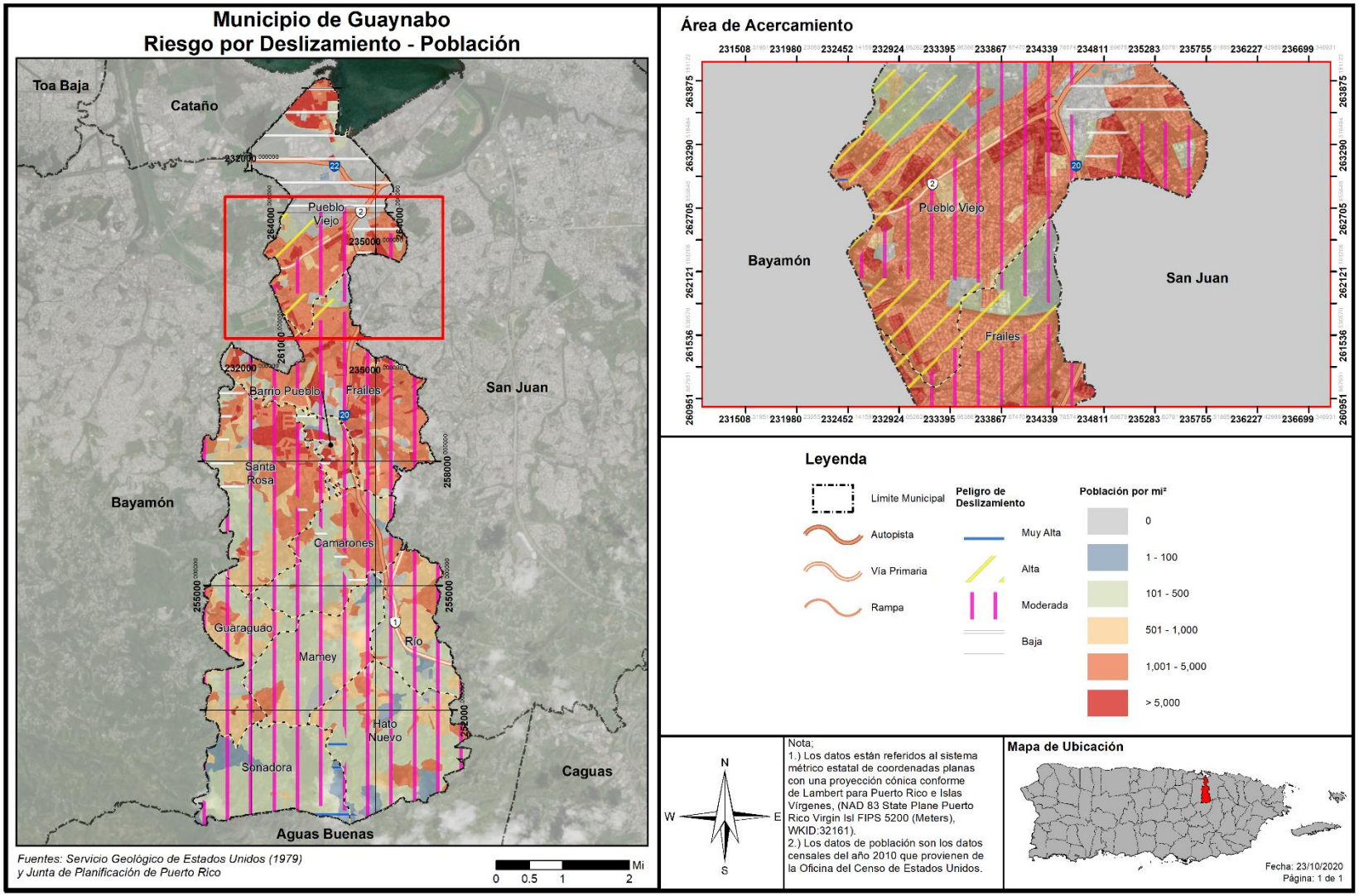
Como bien se mencionó en el párrafo que precede, la Tabla 57 identifica el nivel de riesgo a un evento de deslizamiento al cual están expuestas las instalaciones críticas municipales según obtenidas de la base de información de la Junta de Planificación. Salvo la subestación Juan Domingo, la mayoría de las instalaciones críticas del municipio se encuentran en áreas de riesgo bajo a moderado.

Es importante mencionar que, a base de experiencias previas, se ha identificado que en el municipio los problemas con derrumbes ocurren mayormente próximos a las carreteras, tanto en la parte del corte de la ladera como el relleno. Los cortes empinados hechos en los márgenes de las carreteras, así como los cortes hechos en el terreno de las laderas de los cerros. Se hacen con el propósito de ubicar viviendas u otras estructuras. En ocasiones, al ocurrir eventos prolongados de lluvia, estas estructuras se afectan por el efecto de los derrumbes. Esto se debe a que estas actividades antropogénicas modifican la topografía natural del municipio y aceleran los procesos geológicos superficiales cuando la estructura se edifica en una pendiente abrupta y se realizan cortes verticales para tener una mayor área habitable.

Esto, pudiera ocasionar la obstaculización de las vías de tránsito en las áreas rurales y, por ende, el libre flujo de las personas para acceder servicios esenciales, así como el paso de rescatistas u otro personal para ofrecer asistencia a las comunidades afectadas ante una emergencia.

4.6.3.5.3 Vulnerabilidad social

Figura 53: Áreas de peligro por densidad poblacional – Deslizamiento



La figura anterior muestra las áreas del municipio susceptibles a deslizamiento a base de las categorías, a saber: muy alto, alto, moderado o bajo. De igual forma, el mapa provee la densidad poblacional del municipio, es decir, la cantidad de personas por milla cuadrada dentro de cada zona de estudio. Este ejercicio de identificar la densidad poblacional, respecto a la susceptibilidad de deslizamiento en el municipio, es importante porque sirve para identificar las zonas con mayor cantidad de personas vulnerables los riesgos de deslizamiento. De esta forma, el Municipio de Guaynabo se encuentra en mejor posición de identificar los proyectos de mitigación más apropiados para estas poblaciones más vulnerables.

La siguiente tabla, por su parte, refleja la cantidad de personas que se encuentran vulnerables a un deslizamiento a base de nivel de riesgo bajo a muy alto. Como podemos observar, se estima que 76,581 personas se encuentran dentro de áreas de nivel de riesgo moderado. No obstante, 9,522 personas se encuentran en áreas de riesgo a deslizamiento alto y muy alto.

Tabla 58: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por deslizamientos (por nivel de riesgo)

	Bajo	Moderado	Alto	Muy Alto
Cantidad de personas	11,821	76,581	8,022	1,500

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.5.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

Los deslizamientos de terreno traen consigo consecuencias adversas para el medio ambiente. Los eventos de deslizamiento traen consigo el desplazamiento de terreno, lodo y escombros provocando disturbios abruptos en la flora y fauna de determinada región. Además, los deslizamientos ocasionan daños a la infraestructura eléctrica, servicios de agua y alcantarillado, los cuales incrementan la proliferación de enfermedades a través de los recursos naturales del municipio. Igualmente, los remanentes que trae el riesgo de desplazamiento provocan disturbios en el flujo normal de transporte, obstaculizando el acceso a los servicios médicos.

Igualmente, los deslizamientos incrementan dramáticamente la erosión del suelo, la sedimentación de los cuerpos de agua, obstruyen los servicios de alcantarillado y destruyen las tierras fértiles y la vegetación. Por otra parte, este tipo de evento puede incrementarse en la eventualidad de que ocurra un evento atmosférico severo, como lo son los huracanes, tormentas tropicales o terremotos.

Por tal motivo, el municipio debe adoptar medidas de mitigación para monitorear los eventos de deslizamiento en la región para así determinar la ocurrencia de este evento, incentivar la concientización pública sobre los riesgos de este tipo de evento y las alternativas para reducir el riesgo. Además, el municipio debe ser un participante activo en la adopción y revisión de las medidas de prevención y educación ciudadana.[81]

4.6.3.5.5 Condiciones futuras

En años recientes, la posibilidad de derrumbes en Puerto Rico y en el municipio ha incrementado debido a la construcción de viviendas en zonas susceptibles a deslizamientos, tales como regiones propensas a licuación, terreno inestable y áreas de pendientes. Además, debido al aumento en el uso de servicios básicos tales como agua potable y manejo de desechos (tuberías sanitarias, pozos sépticos y desagües de

[81] Spiker, Elliott C. et al., National Landslide Hazards Mitigation Strategy – A Framework for Loss Reduction, U.S. Geological Survey (USGS), Circular 1244 (2003).

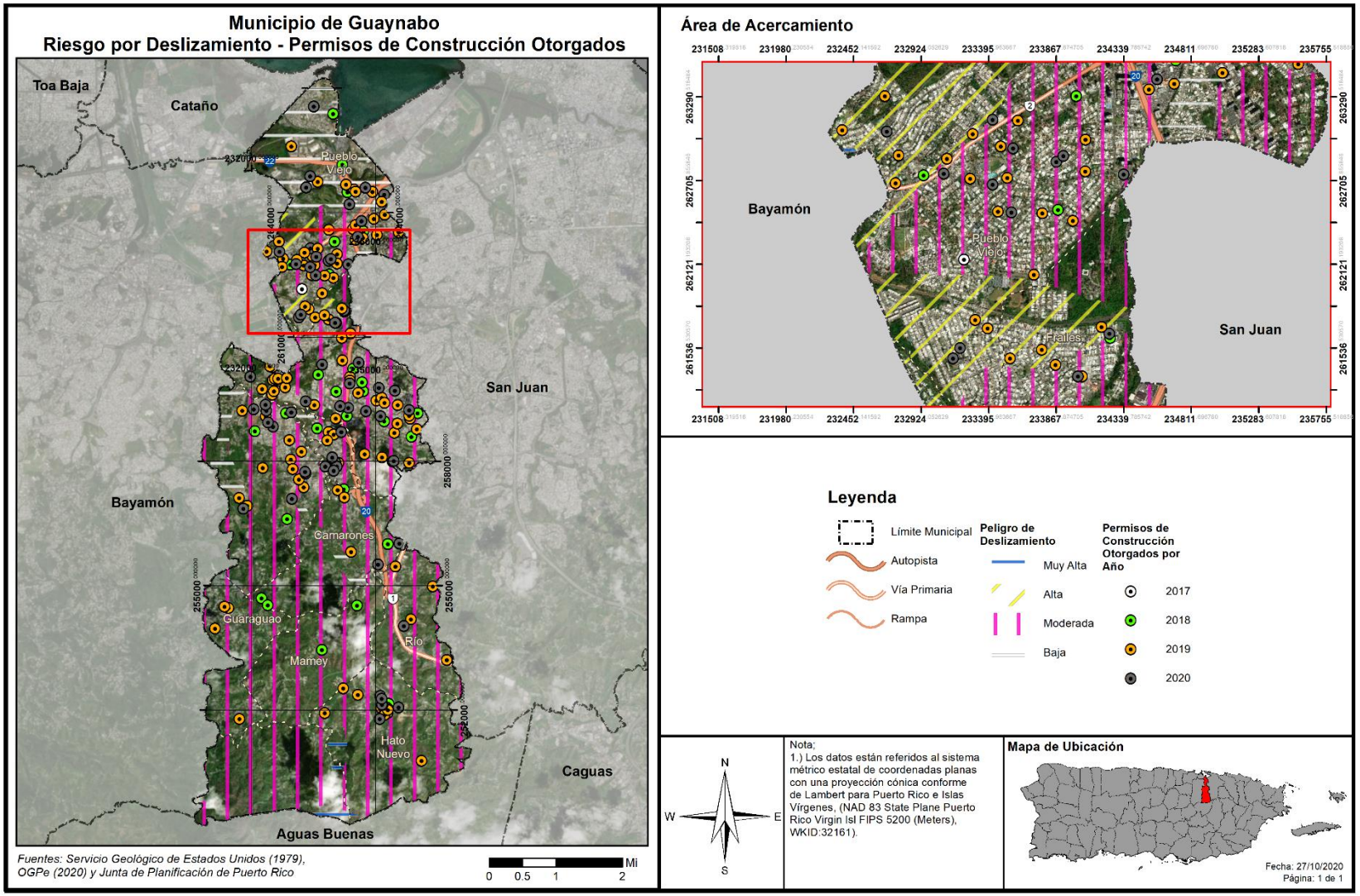
lluvia). Si éstos están mal ubicados o construidos, se propician las condiciones que facilitan la ocurrencia de derrumbes. Por otra parte, los deslizamientos por lluvia ocurren más comúnmente en áreas de montañas escarpadas, durante periodos de lluvia intensa y/o prolongada. Los deslizamientos por terremotos se ven presentes en las áreas montañosas. Así pues, se experimenta un incremento en la ocurrencia de deslizamientos en las épocas de fuertes lluvias, durante un evento de terremoto, así como con el desarrollo de vivienda en terrenos inadecuados para este uso.

Según demuestra la siguiente figura, la mayoría de la extensión territorial de Guaynabo se encuentra bajo riesgo moderado de deslizamiento. Por cuanto, la mayoría de los permisos de construcción que se otorgaron dentro del periodo de 2017 a 2020, se encuentran dentro dichas áreas de susceptibilidad a deslizamiento.

Por su parte, las áreas que presentan riesgo alto (zona norte y centro del municipio) a deslizamiento se prevé que las estructuras pudieran estar experimentando el impacto o los riesgos asociados a deslizamientos, especialmente en las áreas más húmedas del municipio en eventos de lluvia fuerte y/o prolongada. Sin embargo, en las áreas de riesgo muy alto (zona sur del municipio), no se identifican permisos otorgados.

Por cuanto, el continuar desarrollando áreas susceptibles a deslizamiento producirá una carga en el manejo de emergencias municipal, toda vez que estos eventos ocasionan la obstaculización del acceso a comunidades del municipio. El municipio continuará vigilante para limitar el desarrollo de los suelos susceptibles a deslizamiento y velará porque los nuevos desarrollos cumplan con los códigos de construcción vigentes. De igual forma, promoverá que los titulares de estructuras existentes conozcan los riesgos a los que se encuentran expuestos y reconozcan la importancia de implementar medidas de mitigación estructurales, de protección a la propiedad o de prevención para reducir el impacto de este peligro sobre su vida y propiedad. La mayoría de los permisos de construcción que se otorgaron en áreas de alto riesgo fueron en el año 2019.

Figura 54: Localización de desarrollos con relación al riesgo de deslizamiento



4.6.3.6 Vientos fuertes

4.6.3.6.1 Estimado de pérdidas potenciales

En lo que respecta a este peligro natural, es imperativo que el municipio tome conocimiento de los activos o instalaciones críticas que se encuentran expuestas o vulnerables. Esto se debe a que todo el territorio del Municipio de Guaynabo se encuentra propenso a los embates de los vientos fuertes, característicos de eventos atmosféricos como los huracanes y las tormentas.

La Tabla 59 provee la cantidad de estructuras que se verían afectadas en la eventualidad de que ocurriese un evento atmosférico que traiga consigo vientos fuertes. Los datos proveen las estructuras afectadas dentro de los rangos de velocidad desde 80 millas por hora (en adelante, mph) a 190 mph, dentro de los periodos recurrentes 10, 25, 50, 100, 300, 700, 1,700 y 3,000 años. Por ejemplo, en un evento de vientos fuertes, de recurrencia de 700 años, se prevé que 27,450 estructuras serán impactadas por vientos de 160 mph, mientras que se espera que en el mismo evento unas 6,465 estructuras reciban vientos fuertes de 170 millas por hora.

Tabla 59: Cantidad de estructuras dentro de las categorías de velocidad de viento (por periodo de recurrencia)

Velocidad del viento (en millas por hora)	Periodo de recurrencia (en años)							
	10 años	25 años	50 años	100 años	300 años	700 años	1,700 años	3,000 años
70 mph	5,196	0	0	0	0	0	0	0
80 mph	28,719	0	0	0	0	0	0	0
90 mph	0	0	0	0	0	0	0	0
100 mph	0	33,915	0	0	0	0	0	0
110 mph	0	0	0	0	0	0	0	0
120 mph	0	0	0	0	0	0	0	0
130 mph	0	0	33,915	0	0	0	0	0
140 mph	0	0	0	33,915	0	0	0	0
150 mph	0	0	0	0	26,908	0	0	0
160 mph	0	0	0	0	7,007	27,450	0	0
170 mph	0	0	0	0	0	6,465	33,915	0
180 mph	0	0	0	0	0	0	0	33,915
190 mph	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

El inventario de estructuras se encuentra en riesgo, lo que significa que las estructuras se encuentran propensas a ser dañadas o pérdidas en cualquiera de las categorías de impacto por viento en los respectivos periodos recurrentes. Se utilizaron las curvas de daño HAZUS-MH para estimar las pérdidas de las estructuras existentes en términos de daños y costos de reemplazo. Adviértase, que la topografía local o rugosidad de la superficie, representa un componente crítico al modelar los efectos del viento en términos de los daños y las pérdidas de estructuras.

Según se mencionó anteriormente, para la jurisdicción estadounidense, la herramienta Hazus-MH provee estimados de pérdidas a causa de eventos de vientos fuertes. No obstante, es importante tener presente

que la plataforma no provee esa información para Puerto Rico al momento de desarrollar este Plan. El reporte titulado "Hazus Wind After Action Report" de marzo de 2018, el cual fue emitido por FEMA para la época de huracanes del año 2017, puntualiza en su sección 3.1.1.2, relacionada a áreas por mejorar, que el modelo de Hazus para vientos fuertes no se encuentra disponible para Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Asimismo, el documento provee un análisis de la importancia de desarrollar los modelos Hazus para marejadas ciclónicas y huracanes en Puerto Rico. Esta necesidad surge a raíz de los impactos adversos que sufrió la Isla tras los huracanes Irma y María, en septiembre de 2017. Así pues, la herramienta Hazus que se desarrolle para este peligro deberá incluir los datos que sean recopilados para Puerto Rico posterior a los referidos eventos atmosféricos, toda vez que el tipo de estructuras y el comportamiento del evento es diferente a los ocurridos en los Estados Unidos. Una vez FEMA desarrolle esta herramienta, el municipio realizará los procesos correspondientes para incorporar los datos actualizados dentro del Plan de Mitigación. Por lo que, actualmente no existen suficientes datos disponibles para estimar las pérdidas en dólares por daños a edificios debido a este peligro. Igualmente, al momento de la actualización de este Plan, el municipio no contaba con un estimado de daños a estos efectos. El municipio será proactivo y se incorporará en la próxima actualización del plan, de existir.

Sin embargo, la Tabla 60 presenta los hallazgos del "Housing Damage Assesment and Recovery Strategies Report Puerto Rico" del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD, por sus siglas en inglés). Según este reporte, el Municipio de Guaynabo experimentó daños cuantificables en 6,046 viviendas a causa del huracán María, con un total de daños verificados por FEMA (FVL, por sus siglas en inglés) de $25,985,124.00. Del total, 5,822 sufrieron daños moderados, 161 daños mayores y 63 fueron destruidas. **Invalid source specified.**

Tabla 60: Daños verificados por FEMA a causa del huracán María

Nivel de Daños			Total con Daños	Total de Daños Verificados (FVL)
Moderado	Mayor	Destruido		
5,822	161	63	6,046	$25,985,124.00

Fuente: HUD, 2018

4.6.3.6.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Figura 55: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 50 años

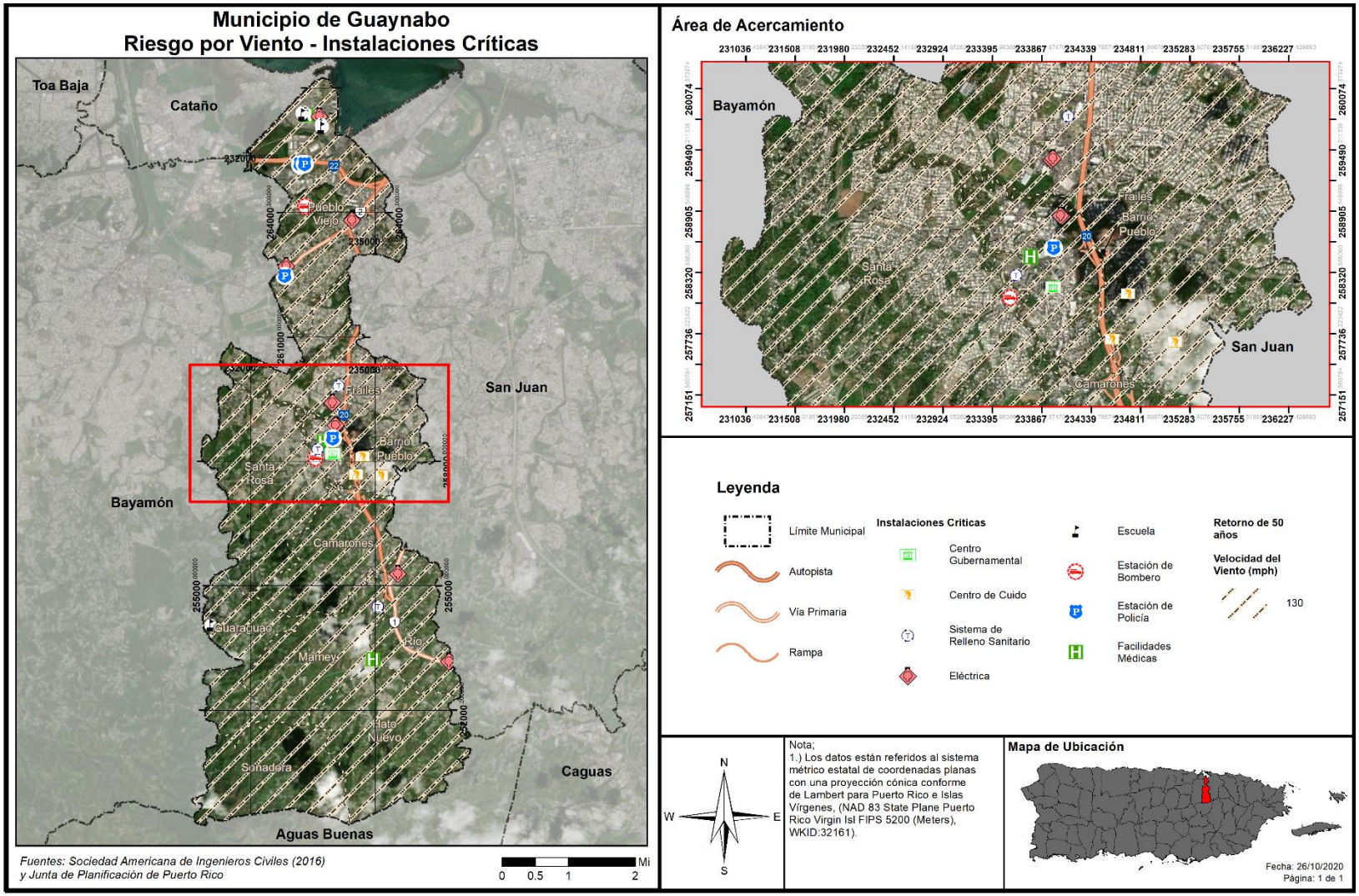


Figura 56: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 100 años

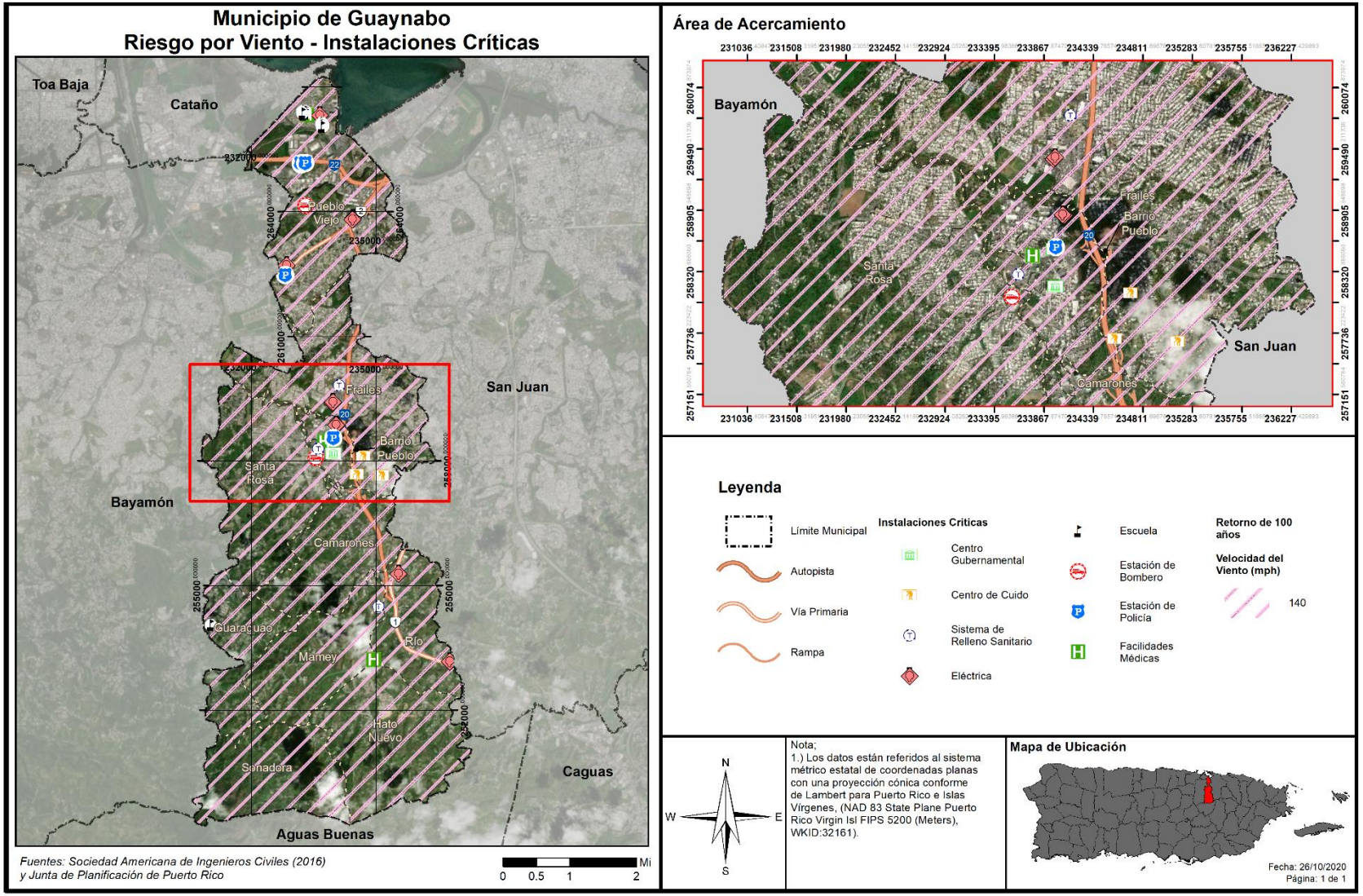


Figura 57: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 700 años

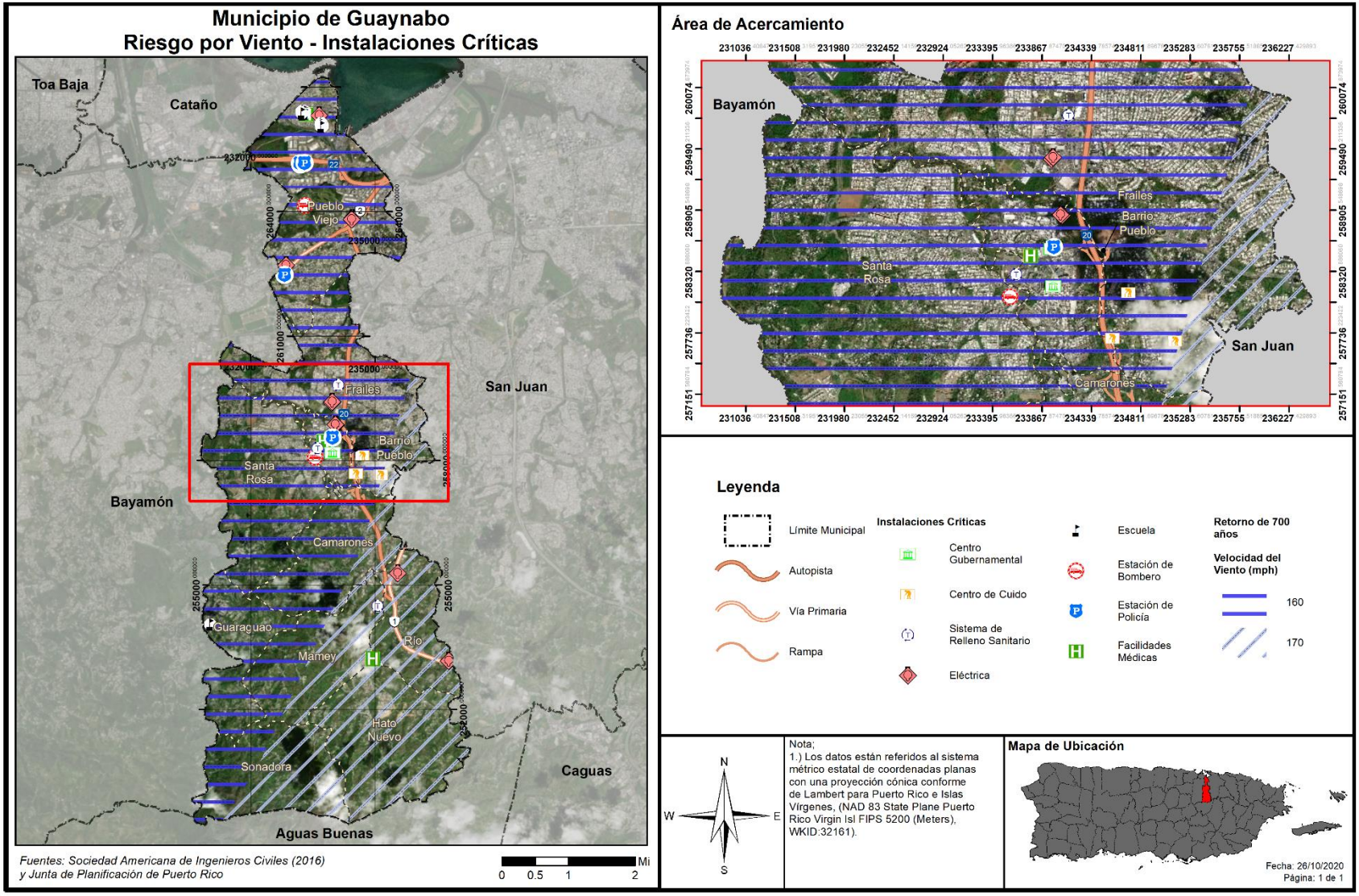
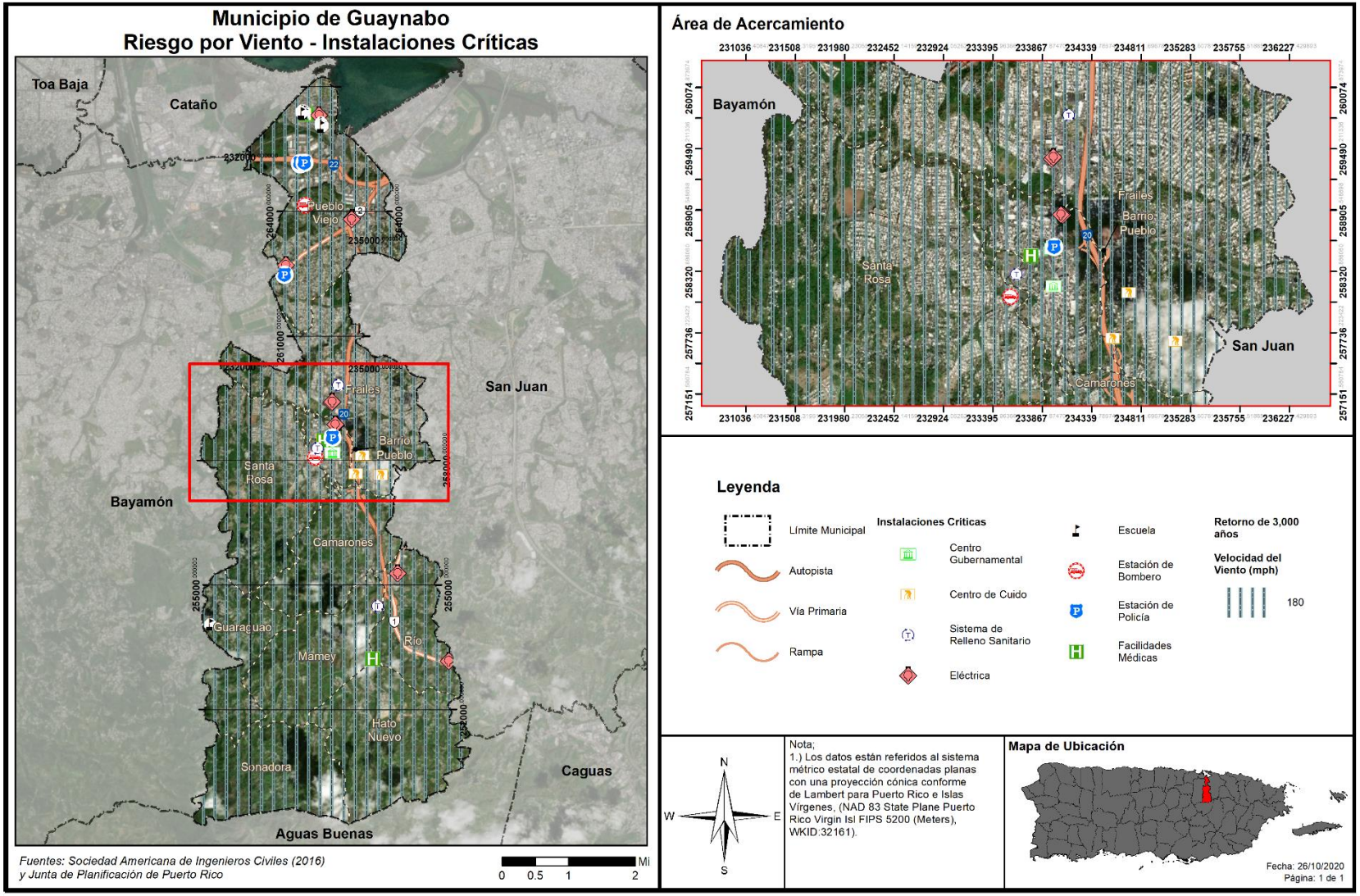


Figura 58: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Periodo de recurrencia de 3,000 años



Las figuras anteriores ilustran la localización de las instalaciones críticas del Municipio de Guaynabo y la velocidad de viento que experimentaría el municipio en caso de un evento de peligro de 50, 100, 700 y 3,000 años de recurrencia. Como se puede observar, el nivel de riesgo para el municipio entero es comparable, con una variación máxima en cada periodo de recurrencia de 10 millas por hora en distintas áreas del municipio. No obstante, es preciso indicar que los eventos asociados a los vientos fuertes impactarán la totalidad del municipio, es decir, la totalidad de la población, las estructuras y las instalaciones críticas del municipio. Es por ello que la identificación de proyectos de mitigación apropiados es un ejercicio esencial para poder garantizar la reducción o eliminar las pérdidas de vida y de propiedad causados por los eventos asociados a los vientos fuertes como los huracanes y tormentas tropicales. De igual forma, el municipio reconoce que el cambio climático producirá eventos de esta naturaleza de forma más recurrente y de mayor magnitud. Por tanto, la implementación de medidas de mitigación contra los vientos fuertes está considerada bajo una prioridad relativa alta.

Todas las estructuras del municipio se encuentran en riesgo al peligro de vientos fuertes, no obstante, la diferencia entre los periodos de recurrencia es la severidad del riesgo la cual se exponen. Es decir, mientras más largo el periodo de retorno, se espera que los vientos tengan una velocidad mayor, culminando con vientos de entre 170 y 180 millas por hora en caso de un evento de recurrencia de 3,000 años (0.03% de probabilidad anual). En los periodos de recurrencia de 50, 100, y 3,000 años ocurre una diferencia en los vientos que se experimentarían en el norte y sur del municipio, por lo que se exponen diferentes números de estructuras a diferentes velocidades de viento.

La siguiente tabla esboza las instalaciones o activos críticos municipales y provee detalles sobre la velocidad de viento que experimentarían en caso de un evento de peligro de vientos fuertes a base del periodo de recurrencia. A modo de recordatorio, el periodo de recurrencia representa la probabilidad ocurrencia de ese evento al año. Por ejemplo, cuando hablamos de un evento con un periodo de recurrencia de 100 años nos referimos a un evento con 1% de probabilidad de ocurrencia anual. Lo más importante de este análisis, a base del periodo de recurrencia, es que cada evento por periodo de recurrencia va a producir una variación en su magnitud, área y población afectada, así como posibilidad de ocurrencia. Por ejemplo, un evento de recurrencia de 100 años tiene mayor probabilidad de ocurrir que un evento de recurrencia de 3,000. Por cuanto, un evento de mayor probabilidad de ocurrencia, por lo general, va a significar un evento de menor magnitud, mientras que un evento de menor probabilidad de ocurrencia, como lo es el de 3,000, es de mayor magnitud.

Como podemos observar, en caso de un evento de vientos fuertes de 100 años, se espera que la mayoría de las instalaciones críticas sufran el embate de vientos de aproximadamente 140 mph. Por otro lado, de surgir un evento de 3,000 años se espera que las instalaciones críticas del municipio reciban embates de 170 mph. Este ejercicio es importante porque ayuda al municipio ha identificar el peligro al que pudiera verse expuesto e implementar medidas de mitigación apropiadas para recudir la vulnerabilidad de las instalaciones ante los riesgos asociados a los vientos fuertes.

Tabla 61: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de vientos fuertes (por periodo de recurrencia)

Nombre de la instalación	Tipo de instalación	Periodo de recurrencia							
		10 años	25 años	50 años	100 años	300 años	700 años	1,700 años	3,000 años
Hato Viejo Cumbre	Escuela	80	100	120	140	150	160	170	170
Cdt De Amelia	Instalaciones Médicas	70	100	130	140	150	160	170	180
Amelia	Sub Estación Eléctrica	70	100	130	140	150	160	170	180
Rosalina C. Martínez	Escuela	70	100	130	140	150	160	170	180
Luis Mu├Æoz Rivera Ii	Escuela	70	100	130	140	150	160	170	180
Divisi├│N Autopistas	Cuartel de la Policía	70	100	130	140	150	160	170	180
Fort Buchanan Fire and Emergency Rescue Services-Dod	Estación de Bomberos	70	100	130	140	150	160	170	180
Caparra Provisional	Sub Estación Eléctrica	70	100	130	140	150	160	170	180
Caparra	Sub Estación Eléctrica	70	100	130	140	150	160	170	180
Juan Domingo	Sub Estación Eléctrica	80	100	130	140	150	160	170	180
Precinto Juan Domingo 232	Cuartel de la Policía	80	100	130	140	150	160	170	180

Nombre de la instalación	Tipo de instalación	Periodo de recurrencia							
		10 años	25 años	50 años	100 años	300 años	700 años	1,700 años	3,000 años
Cdcp-Guaynabo-Mall Centros de Deóosito Comunitarios Permanentes	Sistema de Relleno Sanitario	80	100	130	140	150	160	170	180
Grana	Sub Estación Eléctrica	80	100	130	140	150	160	170	180
Grana 2	Sub Estación Eléctrica	80	100	130	140	150	160	170	180
Guaynabo Prov	Sub Estación Eléctrica	80	100	130	140	150	160	170	180
Guaynabo Pueblo	Sub Estación Eléctrica	80	100	130	140	150	160	170	180
Cdt Guaynabo Medical Mall	Instalaciones Médicas	80	100	130	140	150	160	170	180
Centro Gubernamental de Guaynabo	Gobierno	80	100	130	140	150	160	170	180
Tribunal De Distrito	Gobierno	80	100	130	140	150	160	170	180
Precinto 132 Guaynabo	Cuartel de la Policía	80	100	130	140	150	160	170	180
Parque De Bombas - Guaynabo	Estación de Bomberos	80	100	130	140	150	160	170	180
Ayuntamiento	Gobierno	80	100	130	140	150	160	170	180
Cdcp-Guaynabo-Mets Centros De Deposito Comunitarios Permanentes	Sistema de Relleno Sanitario	80	100	130	140	150	160	170	180
Hogar Jardin De Oro	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	80	100	130	140	150	160	170	180
Hogar I Love You Lord Home Center	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	80	100	130	140	150	160	170	180
Hogar Loma Linda	Hogar de Cuidado para Personas de Edad Avanzada	80	100	130	140	160	160	170	180
La Muda	Sub Estación Eléctrica	80	100	130	140	160	170	170	180

Nombre de la instalación	Tipo de instalación	Periodo de recurrencia							
		10 años	25 años	50 años	100 años	300 años	700 años	1,700 años	3,000 años
V-Guaynabo Vertederos	Sistema de Relleno Sanitario	80	100	130	140	160	170	170	180
Herminia Rivera Fernández	Escuela	80	100	130	140	150	160	170	180
CDT En Hato Nuevo	Instalaciones Médicas	80	100	130	140	160	170	170	180
Buen Pastor	Sub Estación Eléctrica	80	100	130	140	160	170	170	180

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.6.3 Vulnerabilidad social

Figura 59: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 50 años

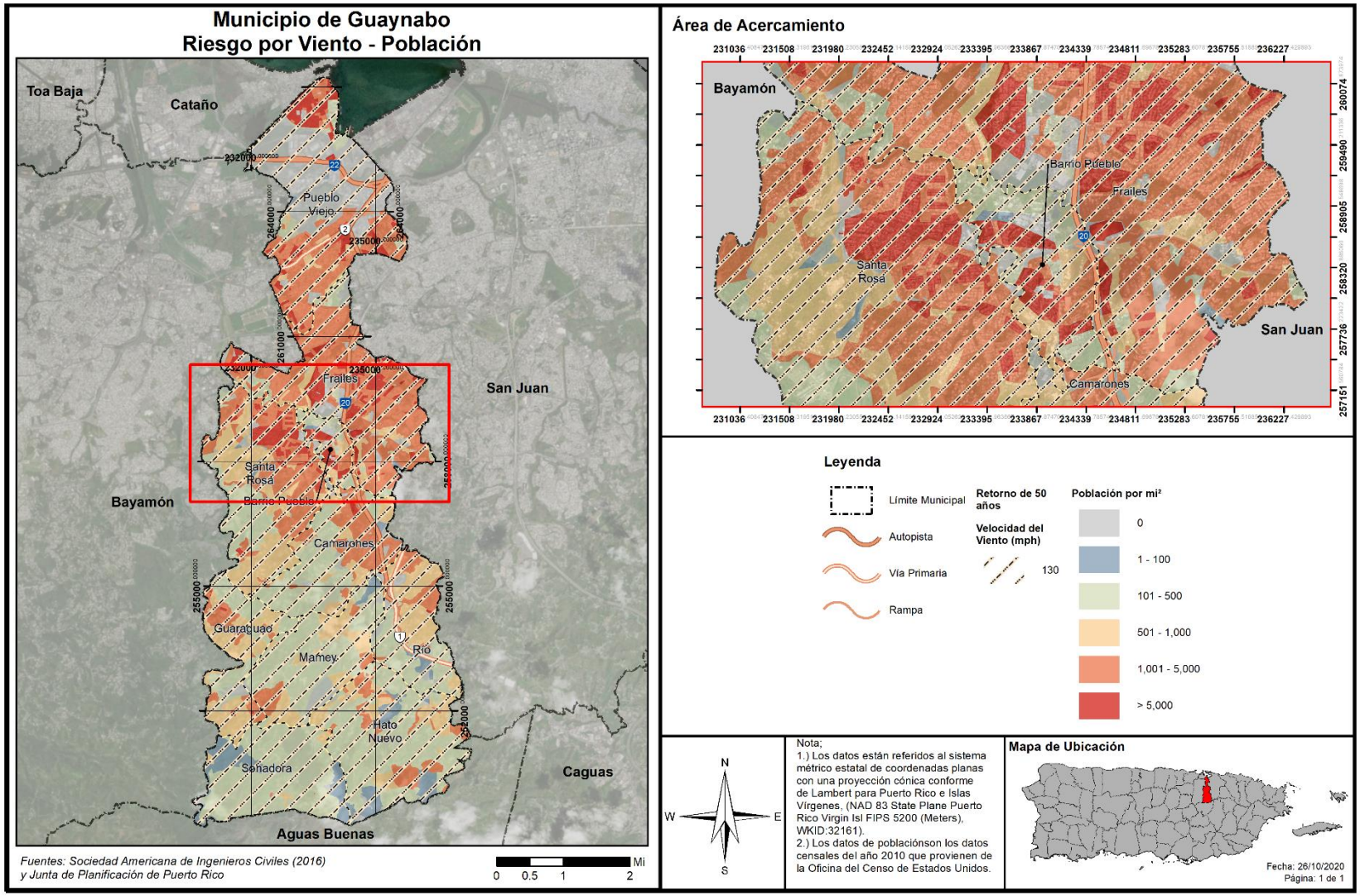


Figura 60: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 100 años

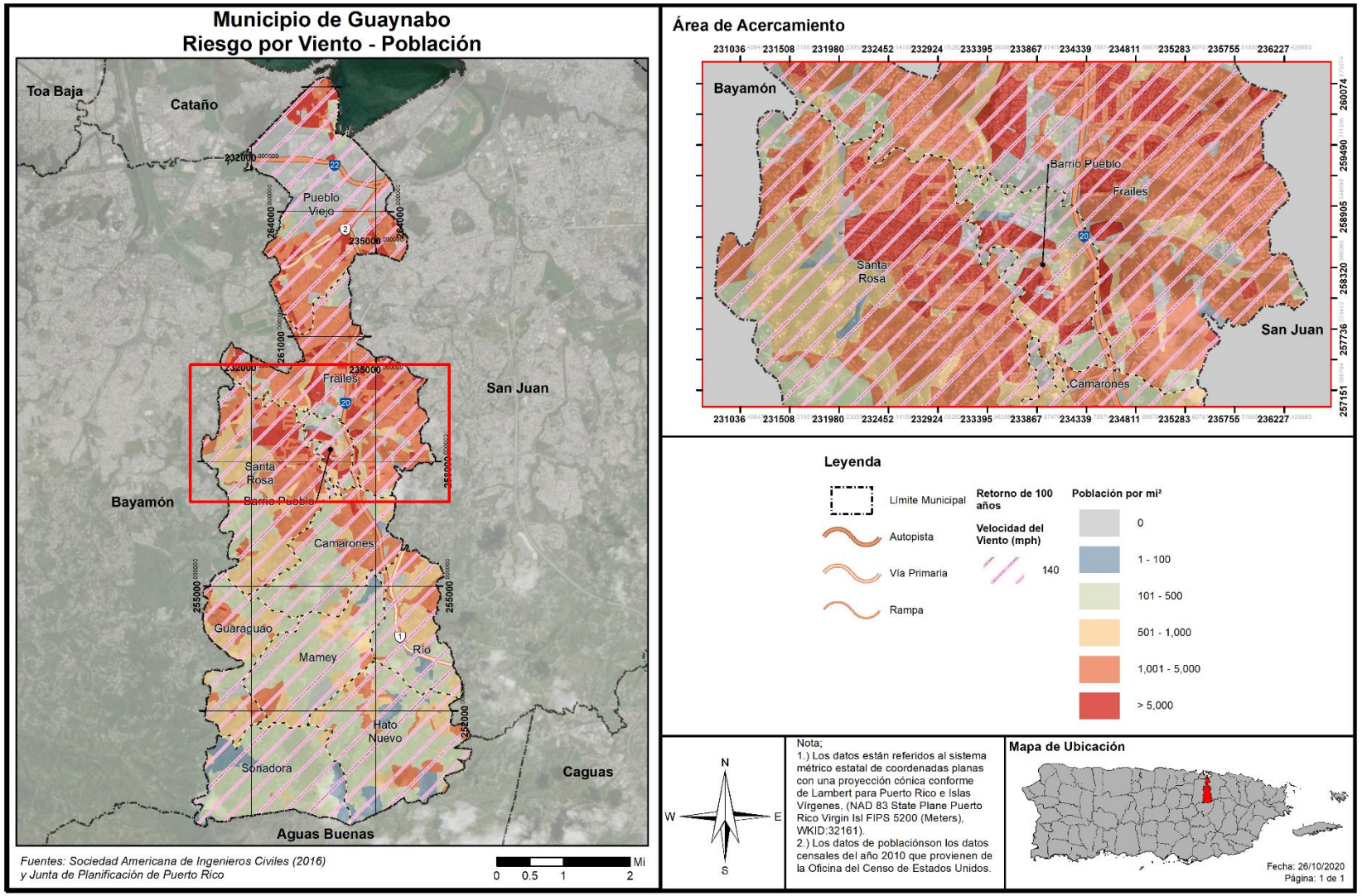


Figura 61: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 700 años

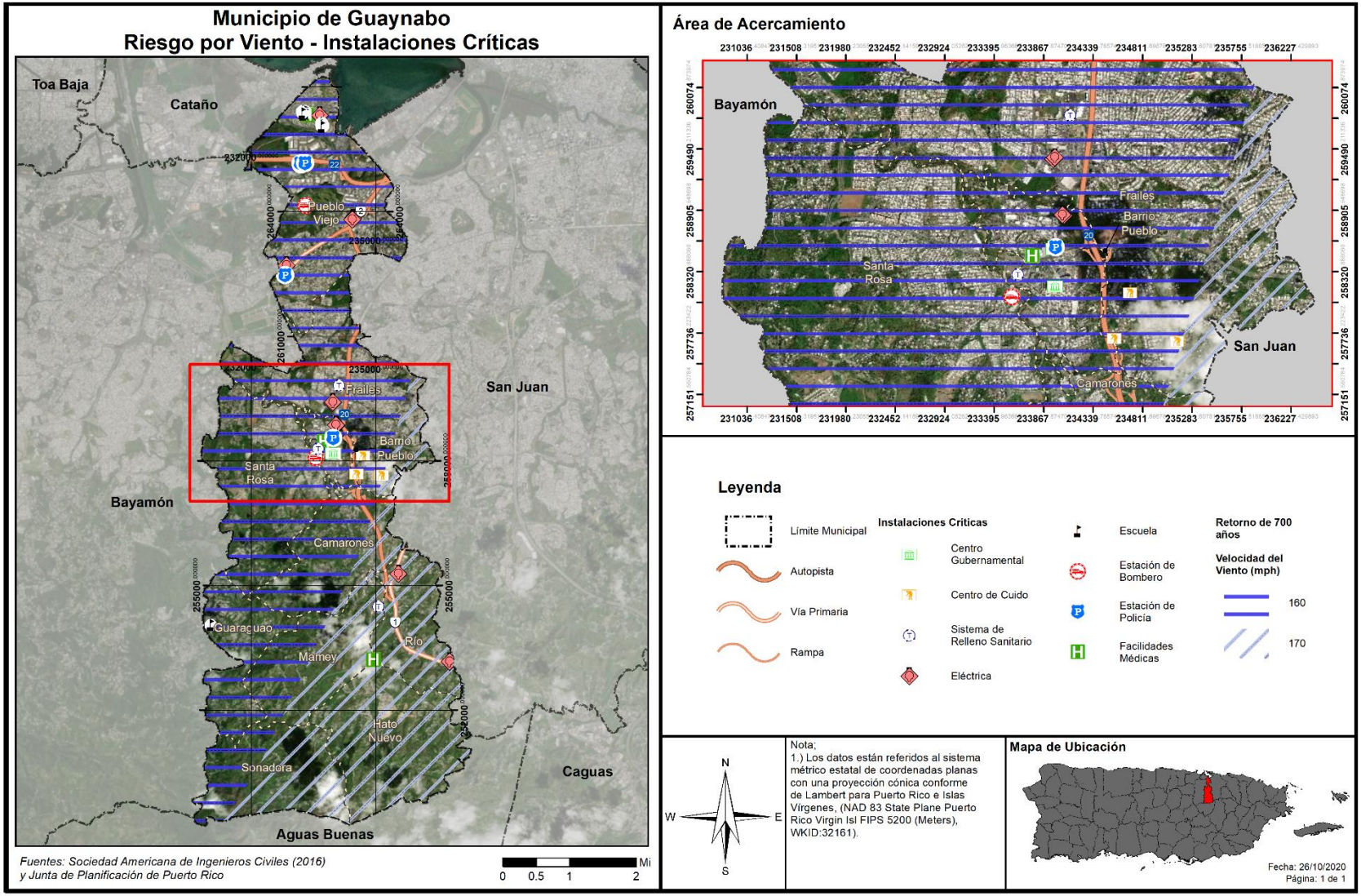
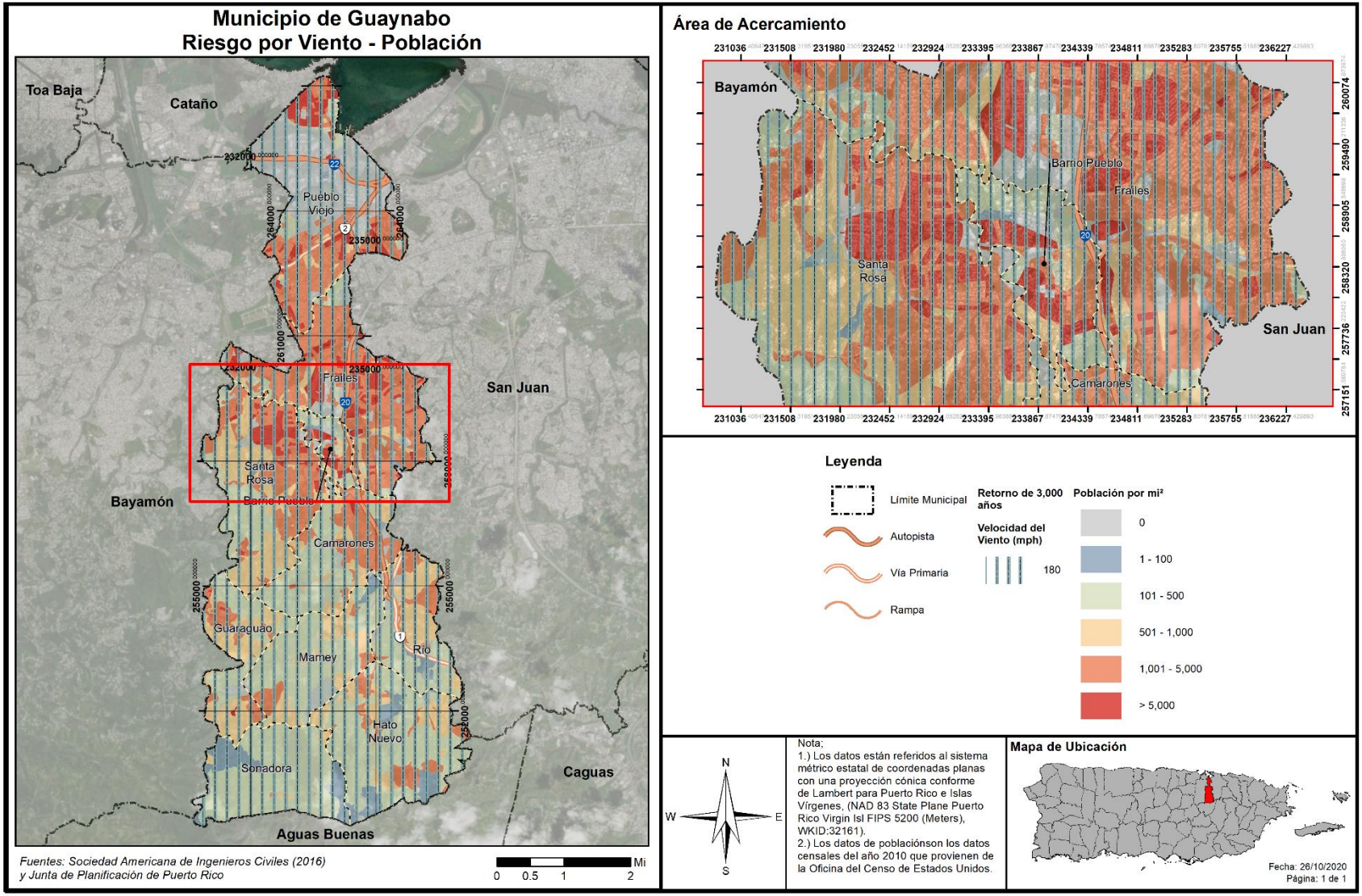


Figura 62: Áreas de peligro por densidad poblacional – Periodo de recurrencia de 3,000 años



Puerto Rico está sujeto al embate de los sistemas tropicales debido a nuestra posición geográfica. En lo que respecta al Municipio de Guaynabo, toda la región se encuentra vulnerable a los sistemas tropicales que traen consigo vientos fuertes, especialmente en las áreas de mayor altitud. Este efecto puede ser multiplicador cuando toda la población del municipio está expuesta a los eventos de vientos fuertes como ocurrió en el huracán Irma y María en septiembre de 2017.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de población vulnerable dentro de los rangos de velocidad de viento por periodo de recurrencia. Por ejemplo, en un evento de vientos fuertes de recurrencia de 300 años, se estima que 75,351 personas se encuentran vulnerables a vientos de 150 mph, mientras que para el mismo evento aproximadamente 22,573 personas se encuentran vulnerables a vientos de 160 mph.

Tabla 62: Cantidad de personas dentro de las categorías de velocidad de viento en millas por hora (por periodo de recurrencia)

Velocidad del viento (en millas por hora)	Periodo de recurrencia (en años)							
	10 años	25 años	50 años	100 años	300 años	700 años	1,700 años	3,000 años
70 mph	11,825	0	0	0	0	0	0	0
80 mph	86,099	0	0	0	0	0	0	0
90 mph	0	0	0	0	0	0	0	0
100 mph	0	97,924	0	0	0	0	0	0
110 mph	0	0	0	0	0	0	0	0
120 mph	0	0	0	0	0	0	0	0
130 mph	0	0	97,924	0	0	0	0	0
140 mph	0	0	0	97,924	0	0	0	0
150 mph	0	0	0	0	75,351	0	0	0
160 mph	0	0	0	0	22,573	77,939	0	0
170 mph	0	0	0	0	0	19,985	97,924	0
180 mph	0	0	0	0	0	0	0	97,924
190 mph	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.6.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

Los vientos fuertes suceden en Puerto Rico, usualmente, como resultado de las turbulencias que provocan las tormentas tropicales y los huracanes. No obstante, estos eventos de vientos fuertes pueden ser causado por tornados y tormentas eléctricas aisladas. Los vientos fuertes pueden causar efectos adversos y abruptos sobre la vegetación de la región impactada y la erosión de los suelos y las costas.

En cuanto a los huracanes y tormentas tropicales, que traen consigo vientos fuertes, pueden provocar la acumulación y desplazamiento de escombros, basura y vegetación que entorpecen el flujo normal de las aguas y propician el estancamiento de aguas contaminadas, incrementando la propagación de toxinas y la contaminación de los ecosistemas, tierras y cuerpos de agua alrededor de la Isla.

4.6.3.6.5 Condiciones futuras

Ciertamente, los peligros asociados a los vientos fuertes, como lo son los eventos de huracanes y tormentas tropicales están relacionados a eventos que surgen, principalmente, entre los meses de julio a

septiembre. Por su parte, estos eventos han experimentado un incremento en su ocurrencia, generalmente, en el mes de septiembre y se les atribuye a los cambios climatológicos y a la conducta usual de los eventos atmosféricos que traen consigo vientos fuertes. Por otro lado, la pérdida asociada con el riesgo de viento se relaciona principalmente con la ocurrencia de tormentas tropicales y la fuerte precipitación que traen consigo los huracanes. Por tal motivo y basado en la localización geográfica de Guaynabo, tanto las estructuras como la población del municipio están en riesgo de ser impactado adversamente debido a la ocurrencia de vientos fuertes. Por ejemplo, durante el año 2017, en donde los huracanes Irma y María impactaron históricamente con sus embates y un sin número de comunidades sufrieron pérdidas de vida, propiedad e infraestructuras debido, principalmente, al desarrollo desmedido en áreas de alto riesgo. Asimismo, varias estructuras e infraestructuras están en mayor riesgo que otros debido a su ubicación en áreas altas del municipio o debido a las deficiencias estructurales o estado actual.

Las siguientes figuras ilustran la localización de los desarrollos en el municipio respecto al peligro de sufrir el impacto de los vientos fuertes a base de su velocidad por millas por hora. Como puede observarse, en la eventualidad de que ocurriese un evento climatológico como huracán o tormentas tropicales, los cuales ocasionan vientos fuertes, la totalidad del municipio se encuentra susceptible al impacto de vientos fuertes. Por ejemplo, en un evento de recurrencia de 50 años, la totalidad del municipio se encuentra vulnerable a vientos de entre 130 mph. Así pues, las construcción o desarrollos en el Municipio de Guaynabo estarían susceptibles a vientos fuertes. Por tal motivo, el municipio reconoce que es imperativo que todos los nuevos desarrollos cumplan con los códigos de construcción vigente y se adopten otras medidas para proteger la vida y propiedad en el municipio, como la instalación de tormenteras en las instalaciones críticas y otras provisiones para generar energía luego de la ocurrencia de este peligro natural.

Por su parte, la figura que ilustra el comportamiento del viento en un evento de retorno de 3,000 años representa un evento de mayor número de retorno, los que significa que se trata de un evento de menor recurrencia, pero de mayor magnitud. Por tanto, un evento de retorno de 3,000 años o de .03% de ocurrencia anual, es considerado un evento de menor recurrencia que el de retorno de 50 años, no obstante, es un evento de mayor magnitud con vientos oscilando entre los 180 a 190 mph. Adviértase, que a pesar de que se estima un evento de esta magnitud como uno de probabilidad de ocurrencia de .03% anual, no significa que no ocurra un evento de esta magnitud en más de una ocasión en un mismo año.

Dado a que la totalidad del área geográfica del municipio se considera como susceptible y/o propensa a sufrir el potencial efecto de un evento de vientos fuertes, todos los desarrollos recientes y futuros se encuentran en riesgo a ante este tipo de evento, siendo la diferencia la intensidad de la velocidad de los vientos, por lo que toda la población se torna vulnerable a este peligro, sin importar su ubicación. No obstante, se aclara que, las zonas elevadas del municipio deben estar más susceptibles al impacto de vientos fuertes, según se denota de la Evaluación Integral de Riesgos para la Isla de Puerto Rico (URS 2002). Esto quiere decir, que, cualquier desarrollo autorizado en las zonas más altas del municipio, con toda probabilidad, se va a ver más propenso a sentir el embate de los vientos fuertes, sin restarle susceptibilidad a los demás permisos autorizados en zonas menos elevadas. Por lo que, se deberá velar porque cualquier permiso autorizado deberá contemplar las medidas establecidas en los Códigos de Construcción y otros, para evitar daños severos a estructuras nuevas y/o autorizar permisos para reforzar estructuras existentes. Véase sección 4.6.4.5.

Figura 63: Localización de desarrollos con relación al peligro de vientos viertes- Periodo de recurrencia de 50 años

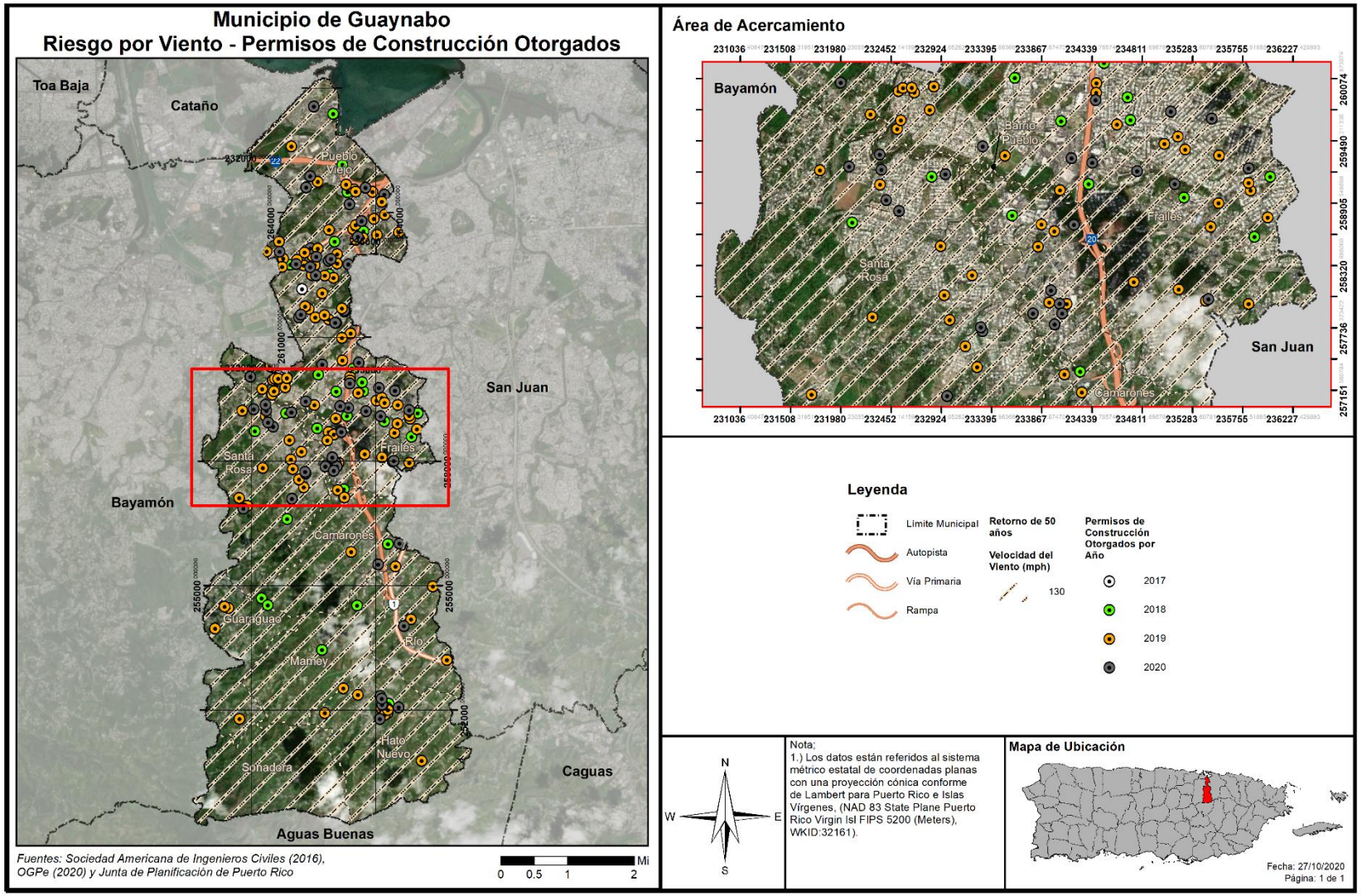
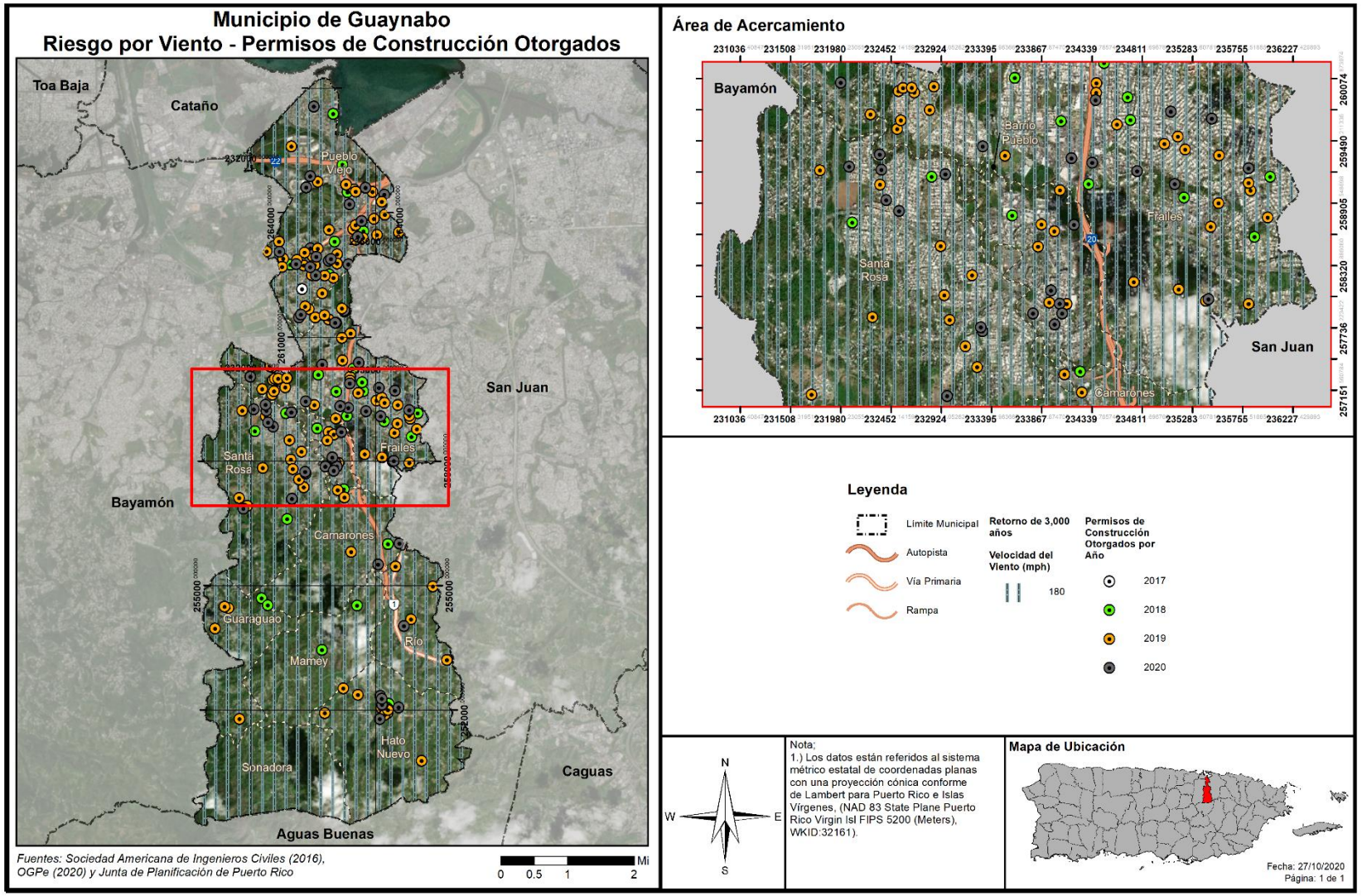


Figura 64: Localización de desarrollos con relación al riesgo de vientos fuertes – Periodo de recurrencia de 3,000 años



Otro aspecto por considerar, con relación a la vulnerabilidad del municipio ante eventos de vientos fuertes, es que el cambio climático está incidiendo en la magnitud y recurrencia de este tipo de evento. Por tanto, pudiéramos argüir que al contrastar la vulnerabilidad del municipio en el año 2016 vis a vis la actividad ciclónica del año 2020, la vulnerabilidad de la Isla y el municipio ante la recurrencia de estos eventos ha aumentado y se estima continuará incrementando durante el periodo de vigencia de este Plan. Consecuentemente, hemos incorporado en este documento nuevas actividades, medidas o proyectos de mitigación contra e peligro de vientos fuertes con el propósito de garantizar la reducción de pérdidas de vida y propiedad en caso de un evento de huracán o tormenta tropical.

4.6.3.7 Tsunamis

4.6.3.7.1 Estimado de pérdidas potenciales

El perfil de peligro requiere una estimación de las pérdidas potenciales en cada instalación conforme al tipo de activo y valor de éste. Para propósitos de este Plan, las áreas definidas como zonas de desalojo fueron sobrepuestas a los datos demográficos y el inventario de edificios generales del Censo 2010, según disponibles en HAZUS-MH 4.2 SP1. Igualmente, se consideró el inventario de instalaciones críticas provisto por JP para estimar la exposición de 711 estructuras ante el peligro de tsunami. Se determinaron los bloques del censo o el centro de las instalaciones críticas (centroide), sitos en la zona de peligro de tsunami, además, se utilizó la información para calcular la exposición del municipio ante este peligro natural.

Actualmente, el municipio no pudo obtener datos suficientes para incorporar el estimado de pérdidas económicas debido a la ocurrencia de este peligro. No obstante, el equipo intentó estimar este cálculo por métodos alternos, como por ejemplo utilizar las bases de datos del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales (CRIM), pero los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios. Una vez se obtengan, el municipio estará enmendando o actualizando el Plan a esos efectos.

Basado en la investigación realizada para este proceso de planificación, se utilizaron mapas de inundación de tsunami preparados por la Red Sísmica de Puerto Rico. La siguiente tabla muestra la cantidad de estructuras que se verían afectadas. Así pues, se estima que 852 estructuras se encuentran en las áreas susceptibles a inundación por tsunami en el Municipio de Guaynabo. No obstante, actualmente no existen suficientes datos disponibles para estimar las pérdidas en dólares por daños a edificios debido a este peligro.

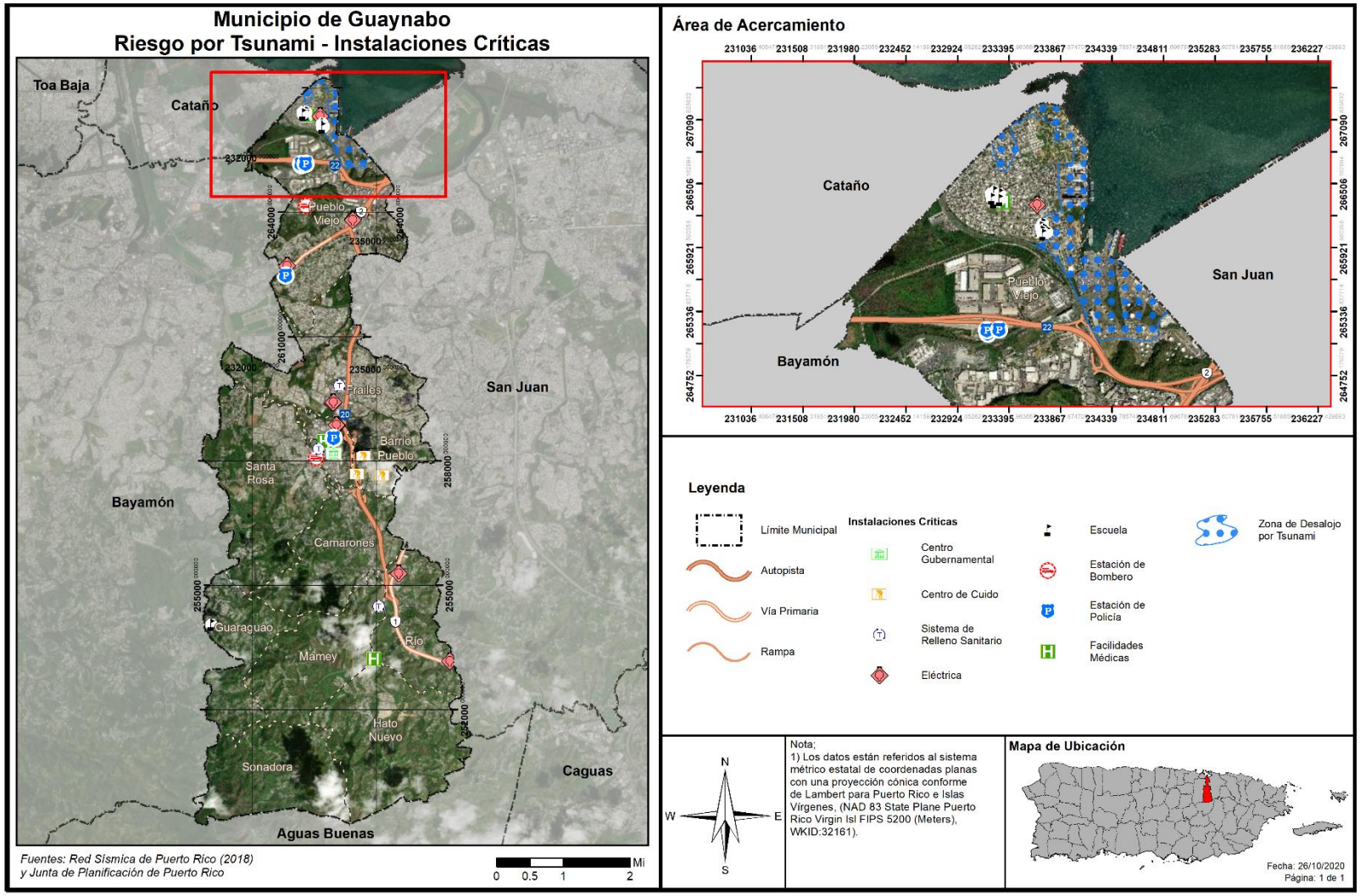
Tabla 63: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por tsunami

	En zonas de desalojo de tsunami
Cantidad de estructuras	852

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

4.6.3.7.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Figura 65: Localización de instalaciones críticas en el municipio – Zona de evacuación de tsunami

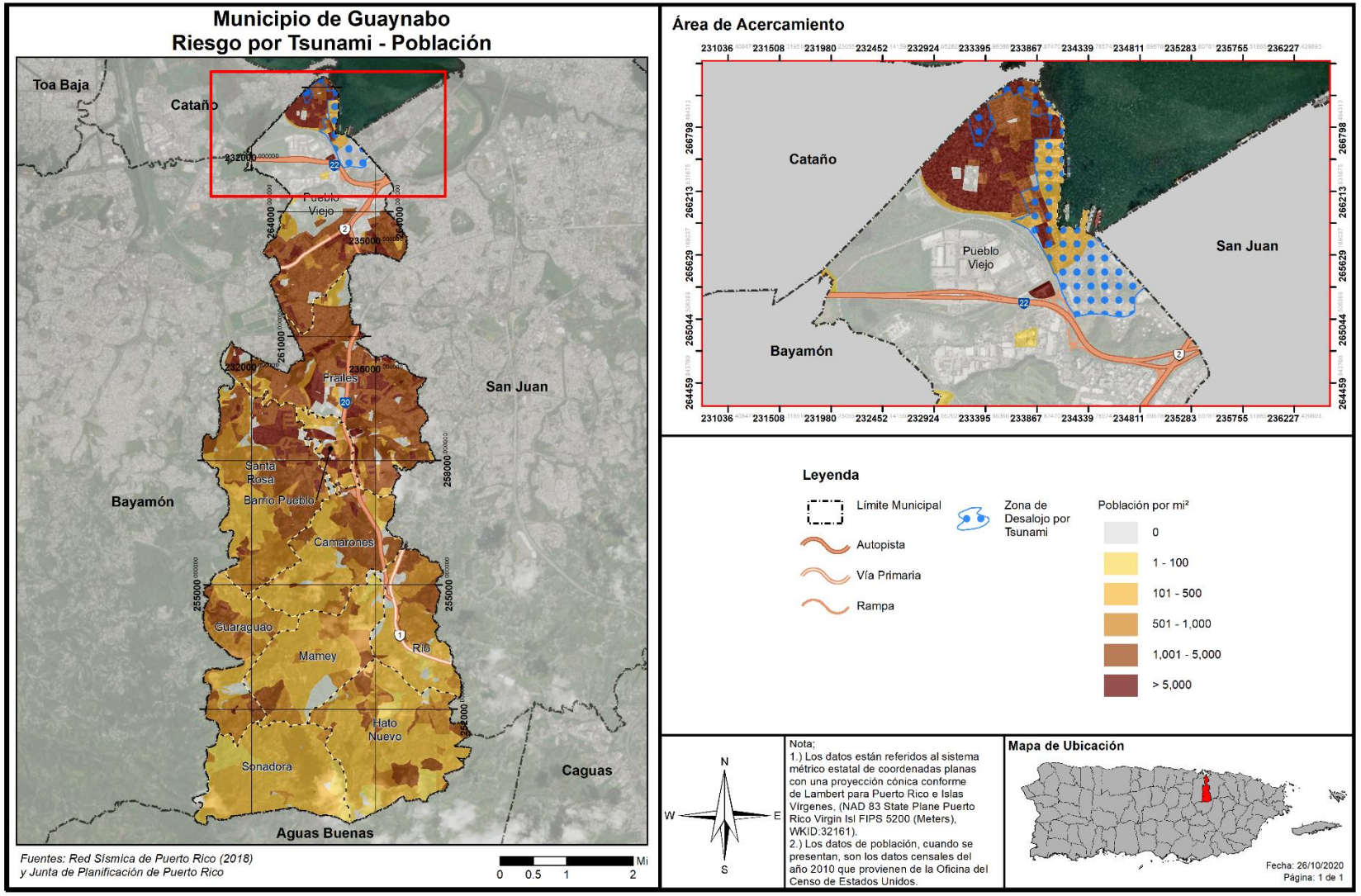


Conforme a las áreas de desalojo por peligro de tsunami, ilustradas en los mapas que preceden, no se han identificado instalaciones críticas en el municipio que estén expuestas al peligro de tsunami.

Por otro lado, es importante puntualizar que se prevé que las inundaciones por tsunami se concentrarán en las áreas de baja elevación, ocasionando graves daños a la propiedad y pérdidas de vida, no sólo por la inundación sino por la cantidad de escombros que arrastra consigo el golpe de agua. Así las cosas, es imprescindible como medida de mitigación, que, se mantengan los sistemas de aviso de tsunami, la implementación del Plan de Ordenamiento Territorial como política pública y el desarrollo de espacios abiertos en las áreas susceptibles a tsunami. Esto, debido a que a pesar de que no hay instalaciones críticas en áreas de desalojo por tsunami, las comunidades afectadas pudieran estar privadas de acceso a servicios esenciales por la obstaculización de las vías de acceso a éstas, así como los graves daños a la infraestructura del municipio.

4.6.3.7.3 Vulnerabilidad social

Figura 66: Áreas de peligro por densidad poblacional – Tsunami



Un tsunami puede ocasionar efectos adversos en la población que sufre los embates de este evento. Una de las devastaciones más significativas de un tsunami, son las numerosas pérdidas de vida, toda vez que este tipo de evento ocurre con poco o ningún aviso. Por tal motivo, es imprescindible que el municipio cuantifique la cantidad de personas que se encuentran vulnerables a un evento de tsunami. De esta manera, las medidas de mitigación pueden atemperarse a las necesidades de la región y la población.

La figura que precede ilustra el área de desalojo en caso de un tsunami respecto a la densidad poblacional del área impactada. Así pues, la ilustración presenta áreas de alta densidad poblacional, específicamente en el barrio Pueblo Viejo, incluyendo las comunidades Amelia, Jerusalén, Sabana y Vietnam, el cual por su proximidad a la costa resulta ser el barrio afectado por este peligro natural. A su vez, la siguiente tabla presenta la cantidad de personas que se estima se encuentran dentro de áreas de peligro por tsunami.

Tabla 64: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por tsunami

	En zona de desalojo de tsunami
Cantidad de personas	3,663

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Se espera que este evento en el municipio produzca los siguientes riesgos asociados al peligro de tsunami:

- Inundaciones de áreas costeras de baja elevación. Esto ocurre cuando las olas asociadas al terreno penetran tierra adentro, lo que puede provocar destrucción de propiedad y muertes por ahogamiento.
- Daños a las estructuras ubicadas en la costa a consecuencia del impacto directo del rompimiento de las olas y su retiro posterior hacia el mar. Además, estas olas causan erosión en las costas y en los cimientos de las estructuras.
- Daños o destrucción como resultado de los objetos flotantes, que pueden variar desde pequeños escombros hasta embarcaciones grandes que estaban ancladas en bahías y puertos y que pueden estrellarse contra otras embarcaciones o estructuras que están ubicadas en la costa.
- Efectos secundarios provocados por el maremoto, tales como: derrames de substancias tóxicas, explosiones, contaminación de agua potable, y otras.

4.6.3.7.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

Tras el paso de un evento de tsunami, una vasta porción de la región queda cubierta por escombros, que eventualmente suelen convertirse en terrenos baldíos. Igualmente, la fuerza del oleaje y la fuerza del desplazamiento de escombros de construcción provocan la deforestación del área. Por otra parte, después de que ocurre un tsunami, los cuerpos de agua se contaminan, igual que los recursos de alimentación poniendo en riesgo de enfermedades a animales y a la población del municipio. Esto ocurre como consecuencia de la destrucción de infraestructura como lo son los sistemas alcantarillados y plantas de tratamiento de aguas. Consecuentemente, incrementa la contaminación terrestre y atmosférica a causa de la devastación de estructuras, la liberación de toxinas y materiales contaminantes.

Por otra parte, la base de las ondas de un tsunami altera la topografía del fondo del mar, afectando adversamente el sedimento y ecosistema del fondo del mar. Ello, provoca la devastación de los arrecifes de coral, afectando principalmente a los animales invertebrados que se encuentran en este ecosistema.

Además, los tsunamis causan la pérdida de vida de animales e insectos, toda vez que su hábitat se puede ver impactado por las ondas del tsunami o por los materiales que son desplazados por éste.

Asimismo, los tsunamis incrementan la salinización de los cuerpos de agua como arroyos, lagos, ríos y acuíferos que se encuentran ubicados en las zonas vulnerables. Este efecto impide que los cultivos puedan nutrirse eficientemente de agua y minerales y afecta los ecosistemas de agua dulce.

4.6.3.7.5 Condiciones futuras

Basados en información histórica, ha habido, aproximadamente, cien (100) tsunamis en el Caribe en los últimos quinientos (500) años, a un promedio de un (1) tsunami en algún lugar de la cuenca cada cinco (5) años. Esto se traduce a una probabilidad de 20% que un tsunami golpee en algún lugar del Caribe en un año en particular. Combinado con el riesgo de actividad sísmica discutido anterior, cualquier plan de mitigación para el peligro de terremoto y licuación debe incluir a su vez el peligro de tsunami.

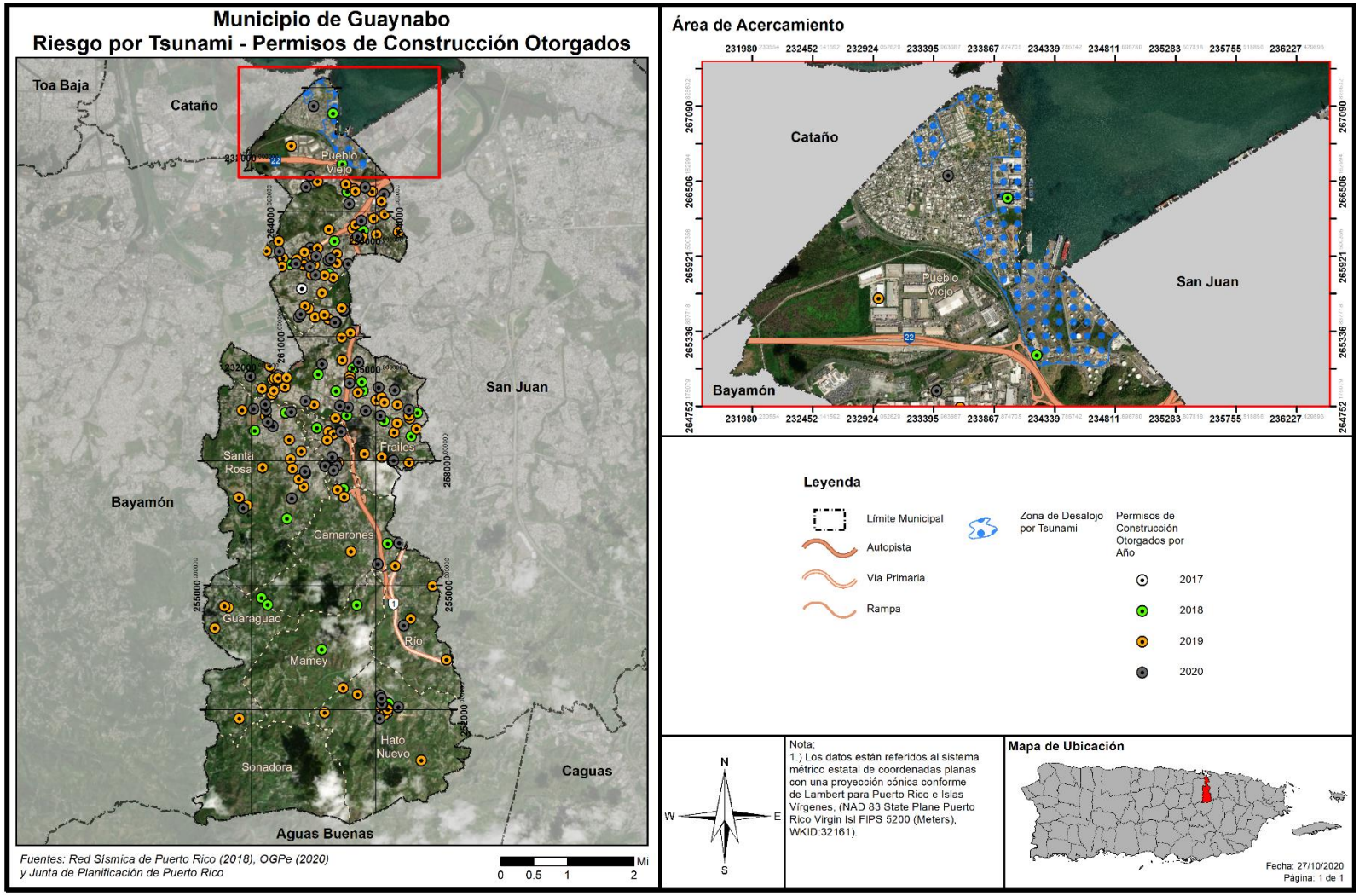
El municipio, a través de su Plan Territorial, trabaja la fiscalización de las construcciones para así prevenir edificaciones en los lugares vulnerables a peligros naturales o, en la alternativa, que se contemple la implementación de medidas de mitigación en las nuevas construcciones para que los daños relacionados a un peligro natural se reduzcan. Así las cosas, el municipio sostiene su compromiso en salvaguardar la vida y propiedad de sus residentes.

La siguiente figura representa los desarrollos futuros en el municipio respecto a las zonas de desalojo por tsunami. Como podemos observar, se otorgaron dos (2) permisos de construcción, en áreas de desalojo por tsunami, en la zona norte del municipio en la colindancia con los municipios vecinos de Cataño y San Juan para el año 2018. Según se ha expresado previamente, la vulnerabilidad social representa la cantidad de personas que pudieran estar susceptibles a ser impactadas por los riesgos inherentes al peligro de tsunami. Es decir, las personas que se encuentran ubicadas en áreas de desalojo por tsunami se exponen a la pérdida de vida y de propiedad a causa de la inundación y/o los embates de las aguas y escombros que arrastra consigo el tsunami.

Si tomamos en consideración el creciente desarrollo del municipio y su infraestructura, así como el asentamiento de comunidades en áreas de peligro por tsunami, pudiéramos decir que el municipio se mantiene igualmente vulnerable ante este peligro. Esto principalmente, por la acumulación de residencias en áreas que recibirán fuertes embates por la ocurrencia de un tsunami.

En ese sentido, el municipio continuará ofreciendo talleres referentes a los peligros naturales a los que se encuentra expuesto el municipio, con especial atención en las comunidades que se encuentran en la costa o en áreas de riesgo alto y recurrente a peligros naturales. De esta manera, futuros desarrolladores o titulares de propiedad inmueble tendrán las herramientas para tomar decisiones informadas e implementar medidas de mitigación ya sea de protección a la propiedad como estructurales.

Figura 67: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo-Peligro de tsunami



4.6.3.8 Marejada ciclónica

4.6.3.8.1 Estimado de pérdidas potenciales

El Municipio de Guaynabo se ve afectado por los eventos de marejada ciclónica, toda vez que está ubicado en la costa norte de Puerto Rico y se encuentra expuesto a eventos de oleaje extremo durante la ocurrencia de un huracán o tormenta.

La tabla a continuación presenta la elevación, en pies, de una inundación por marejada ciclónica respecto a la cantidad de estructuras que se encuentran vulnerables ante este peligro natural. De igual forma, la tabla provee información acerca de la categoría o magnitud del huracán que trae consigo el evento de marejada ciclónica. Por tal motivo, la tabla categoriza el evento de huracán a base de la escala Saffir-Simpson, la cual clasifica la magnitud del huracán dentro de cinco (5) categorías, siendo el evento atmosférico de categoría cinco (5) el de mayor magnitud y el evento de categoría uno (1) el de menor magnitud. Por ejemplo, en una inundación por marejada ciclónica de entre 3 a 4 pies de elevación, ocasionada por la ocurrencia de un huracán categoría cuatro (4), se estima que 729 estructuras podrían ser impactadas por este peligro natural.

Tabla 65: Cantidad de estructuras dentro de áreas de peligro por marejada ciclónica

Inundación por marejada	Categoría de huracán				
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
0 a 1 pie	150	637	491	198	181
1 a 2 pies	36	385	709	345	223
2 a 3 pies	1	123	611	575	307
3 a 4 pies	1	20	233	729	576
4 a 5 pies	0	3	40	558	722
5 a 8 pies	0	0	9	220	901
8 a 11 pies	0	0	0	0	7
11 a 14 pies	0	0	0	0	0
Más de 14 pies	0	0	0	0	0

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Se hace constar que no existen datos suficientes para estimar la pérdida monetaria de estructuras para este peligro. El equipo intentó estimar este cálculo por métodos alternos, como por ejemplo utilizar las bases de datos del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales (CRIM), pero los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios.

4.6.3.8.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

La siguiente tabla representa la instalación critica del municipio que se encuentra en riesgo a causa de una marejada ciclónica a base de la profundidad de la inundación en pies por categoría de huracán. Por ejemplo, en la eventualidad de que ocurriese un huracán categoría 5 se prevé que la escuela Alejandro Luis Muñoz Rivera sería impactada por una inundación por marejada ciclónica de 3 pies de profundidad.

Tabla 66: Riesgo a instalaciones y activos críticos a causa de marejada ciclónica (por categoría de huracán)

Nombre de la instalación	Tipo de instalación	Categoría de huracán (profundidad en pies)				
		Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
CDT de Amelia	Instalaciones Médicas	0	0	0	1	2
Amelia	Sub Estación Eléctrica	0	0	1	3	4
Rosalina C. Martínez	Escuela	0	0	0	2	3
Luis Muñoz Rivera	Escuela	0	0	0	2	3

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Los siguientes mapas ilustran el alcance geográfico de 2 de los 5 diferentes escenarios de marejada ciclónica estudiados, respecto a la ubicación de las instalaciones críticas del Municipio de Guaynabo. Los escenarios se presentan bajo marejadas ciclónicas producidas por huracanes de categoría 1 y 5. Como podemos observar, grandes extensiones de tierra son afectadas, especialmente en eventos de mayor magnitud, redundando en mayores activos críticos vulnerables, incluyendo infraestructura.

Figura 68: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Huracán de categoría 1

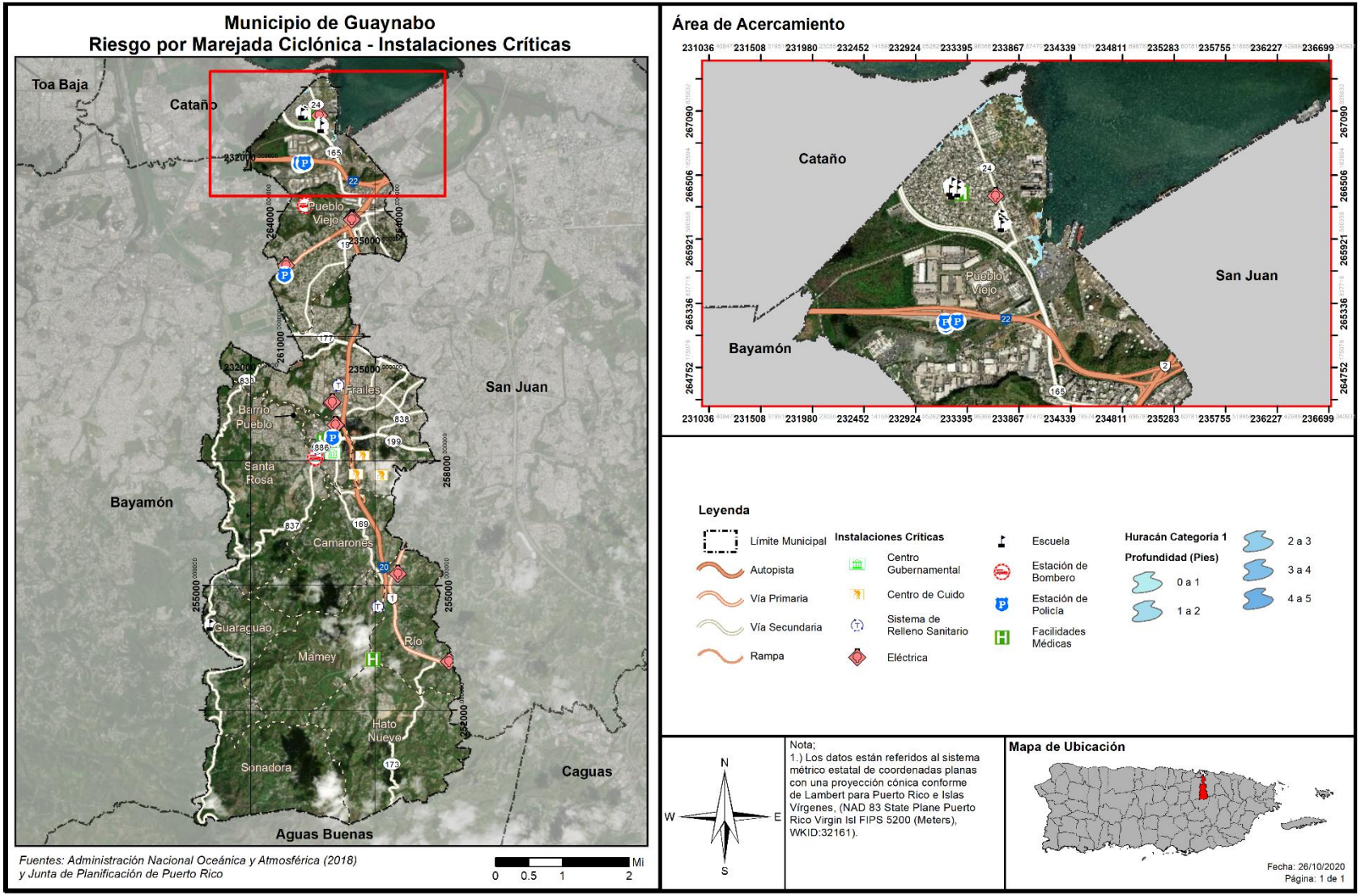
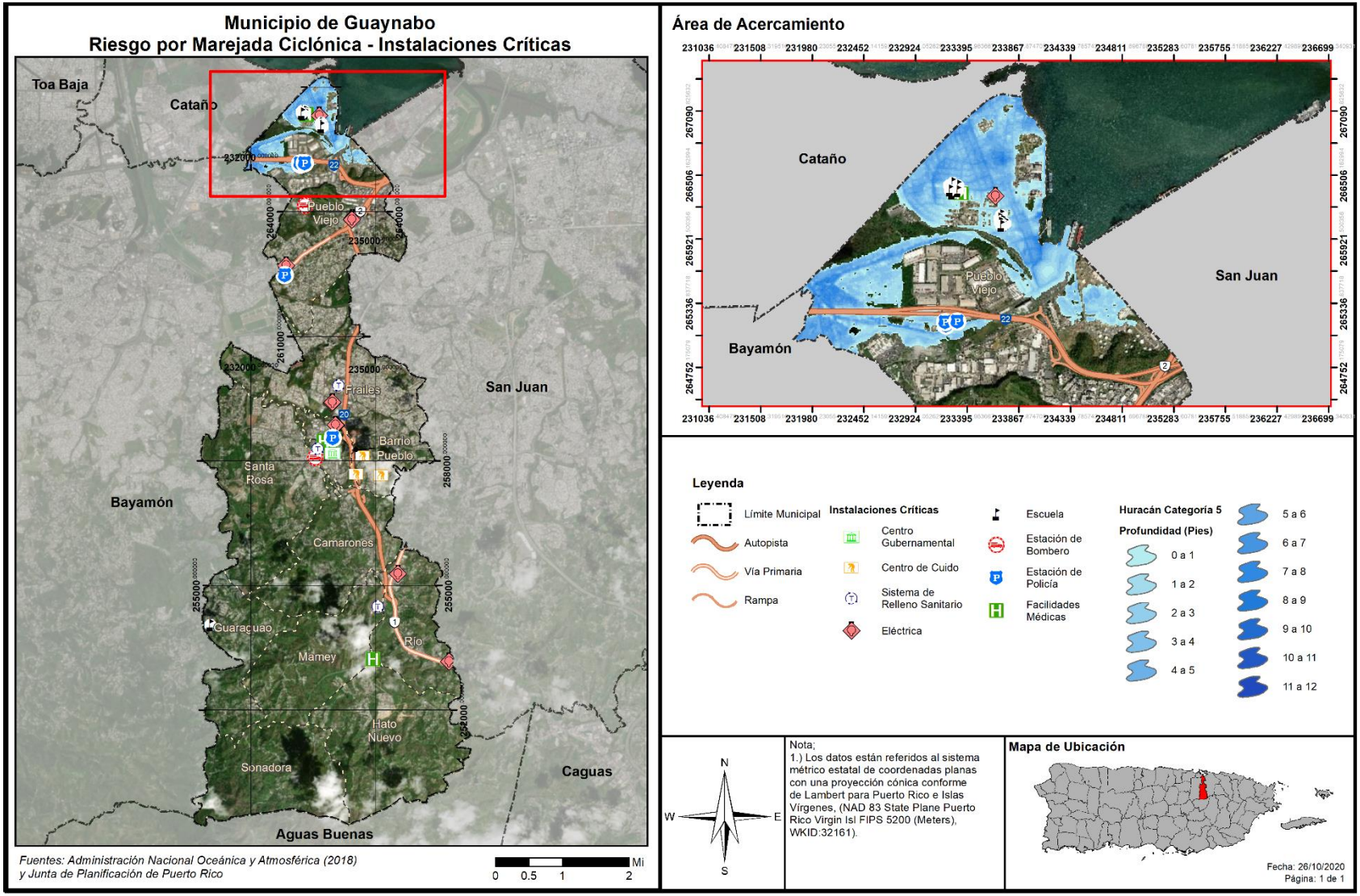


Figura 69: Localización de instalaciones críticas en el municipio - Huracán de categoría 5



4.6.3.8.3 Vulnerabilidad social

Figura 70: Áreas de peligro por densidad poblacional – Huracán de Categoría 1

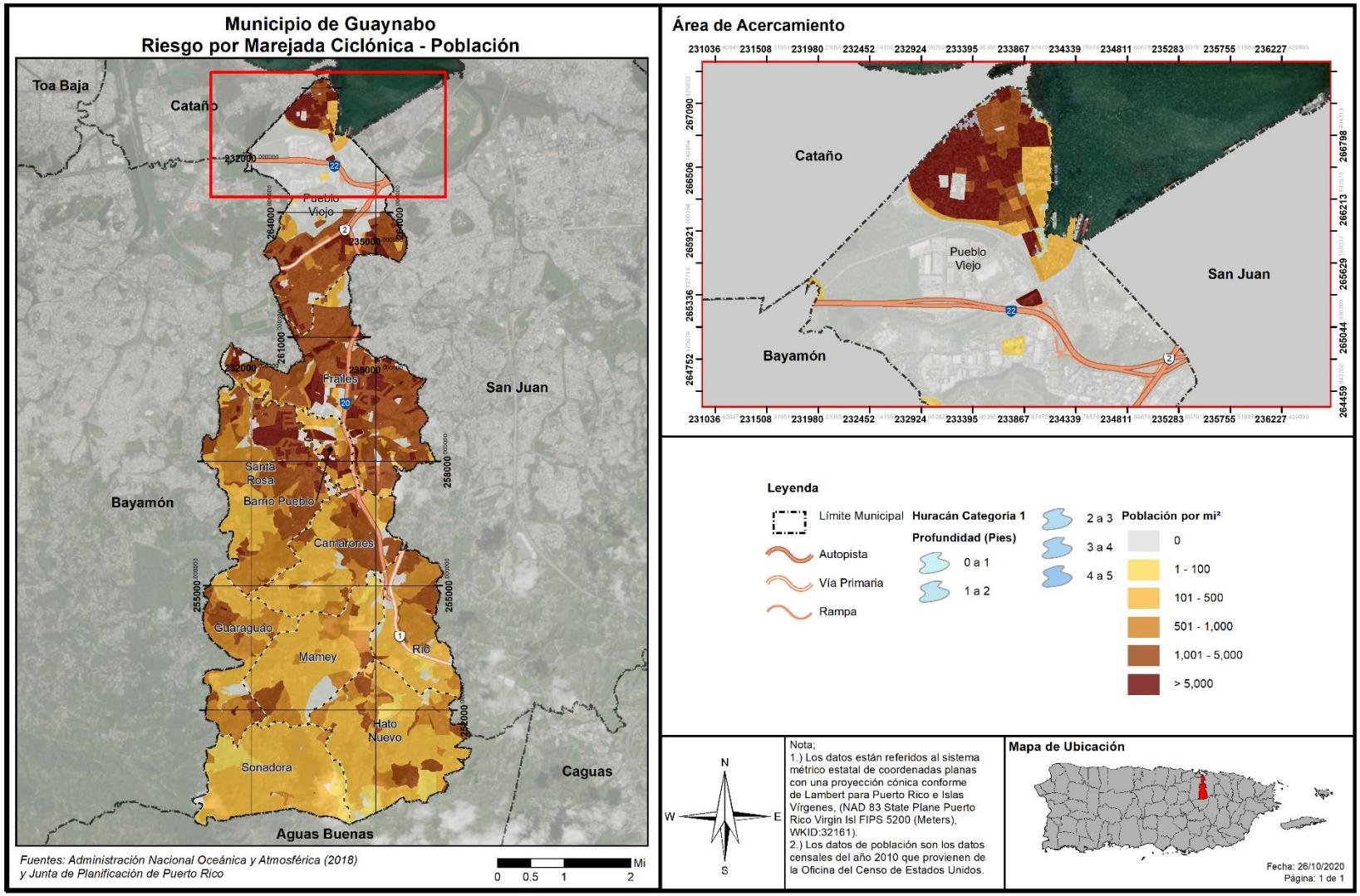
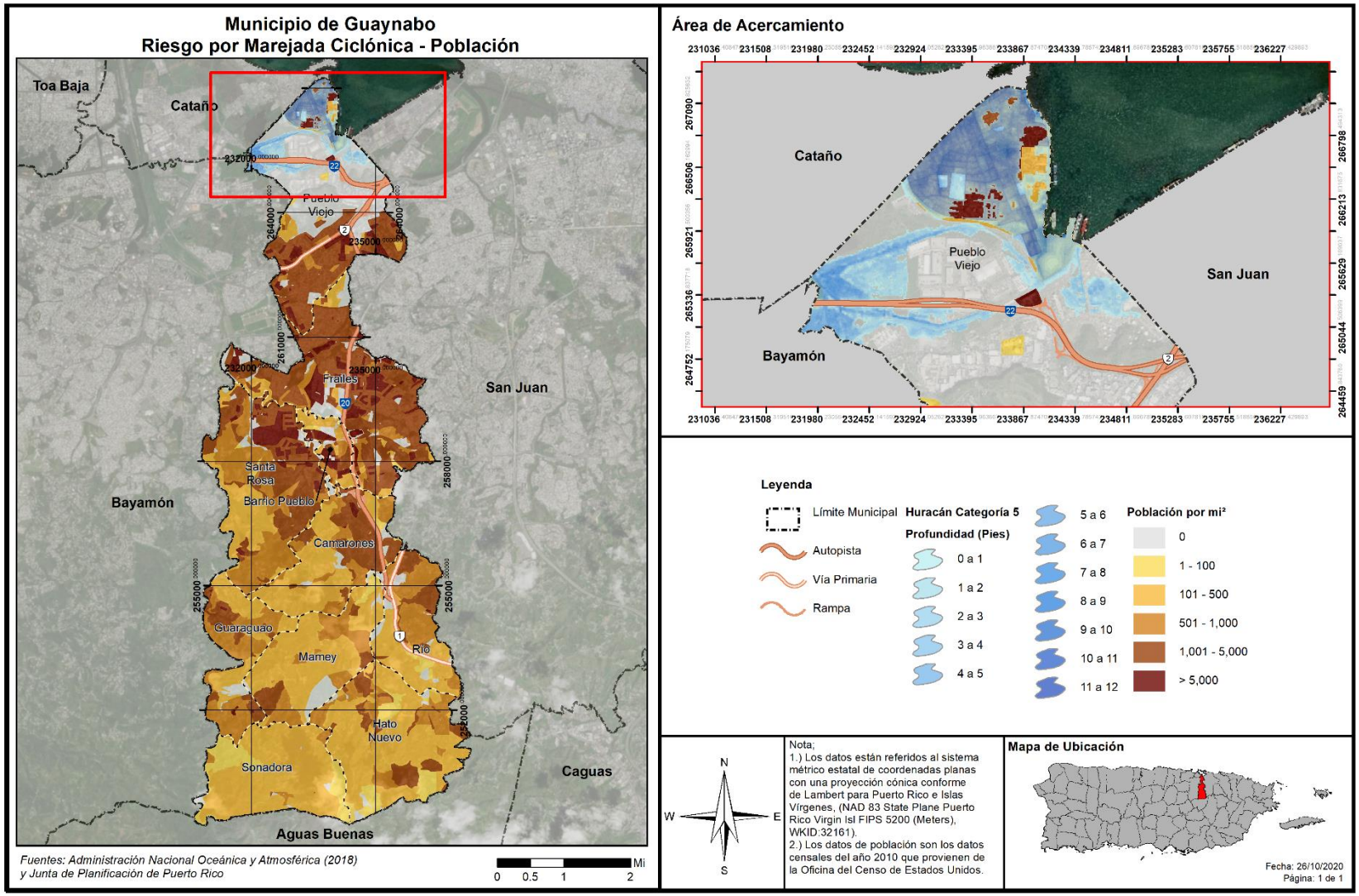


Figura 71: Áreas de peligro por densidad poblacional – Huracán de Categoría 5



La siguiente tabla presenta la cantidad de población que se estima se podría ver afectada por la marejada ciclónica en el municipio a base de determinada categoría de huracán. Por ejemplo, en un evento de huracán categoría 3, se estima que 1,835 personas serían impactadas por una inundación por marejada ciclónica de 4 a 5 pies de profundidad. Por otra parte, un evento atmosférico con la intensidad de categoría 1, afectaría un total estimado de 1,320 personas, mientas un evento atmosférico con la intensidad de categoría 5, afectaría un total estimado de 70,759 personas.

Tabla 67: Cantidad de personas dentro de áreas de peligro por marejada ciclónica (por categoría de huracán)

Inundación por marejada	Categoría de huracán				
	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3	Categoría 4	Categoría 5
0 a 1 pie	798	859	174	151	1,294
1 a 2 pies	1,320	1,295	782	459	55
2 a 3 pies	46	2,055	1,281	291	874
3 a 4 pies	106	762	1,797	828	265
4 a 5 pies	0	130	1,835	1,548	737
5 a 8 pies	0	106	256	3,469	5,081
8 a 11 pies	0	0	0	106	254
11 a 14 pies	0	0	0	0	0
Más de 14 pies	0	0	0	0	0

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico 2019

Debido a que los efectos de las marejadas ciclónicas varían según las características geográficas de la región, como lo son las barreras naturales que afectan el flujo de agua, el municipio debe adoptar medidas de mitigación atemperadas a las necesidades reales del municipio para reducir o eliminar el impacto de las marejadas ciclónicas sobre las comunidades que se encuentran en riesgo. Por ejemplo, implementar la restauración de dunas en las playas y la siembra de árboles nativos para mitigar el impacto de las marejadas ciclónicas. Igualmente, el municipio debe tomar en consideración los riesgos de aumento del nivel del mar, toda vez que este peligro tienen un efecto directo sobre la intensidad de las marejadas ciclónicas sobre tierra.

4.6.3.8.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

La entrada del mar a causa de una marejada ciclónica crea problemas por el incremento de agua salada en áreas de agua fresca y el incremento de la erosión costera en la región impactada. La infiltración de agua puede llegar hasta los acuíferos y contaminar los cuerpos de agua que suplen agua potable y agua de irrigación. De la misma forma, el depósito de sales en áreas de cultivo afecta la productividad y utilidad de la industria agrícola. Por último, el cambio de salinidad en sistemas de agua fresca cerca de la costa puede afectar las plantas y animales que viven en estos, que puede afectar el valor del paisaje, los ecosistemas y la biodiversidad.

4.6.3.8.5 Condiciones futuras

Generalmente, se puede predecir que un incremento en eventos atmosféricos a causa del cambio climático, combinado con los cambios de las costas y flujo de aguas a causa de la erosión y el aumento en el nivel del mar, puede llevar a que el peligro y el impacto de las marejadas ciclónicas incremente y se suscite con mayor frecuencia y magnitud. El cambio en el perfil de la costa también puede ocasionar que

áreas que no están identificadas en este análisis como vulnerables comiencen a sentir los efectos del peligro tierra adentro.

Uno de los factores que puede afectar el perfil de la costa, lo es el desarrollo desmedido en áreas de riesgo costero, la falta de planificación efectiva y un plan de adaptabilidad ante los riesgos asociados al cambio climático. Ello así, toda vez que el municipio se encuentra propenso a peligros costeros severos como lo son el aumento en el nivel del mar y las marejadas ciclónicas, los cuales, debido al cambio climático, producen un incremento en la vulnerabilidad de los recursos naturales, propiedad y población en el municipio. De una comparación con el Plan de Mitigación de 2016 y los daños producidos por el huracán María en el año 2017, podemos aducir que la vulnerabilidad del área costera del municipio ha incrementado.

Figura 72: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- Marejadas ciclónicas-huracán categoría 1

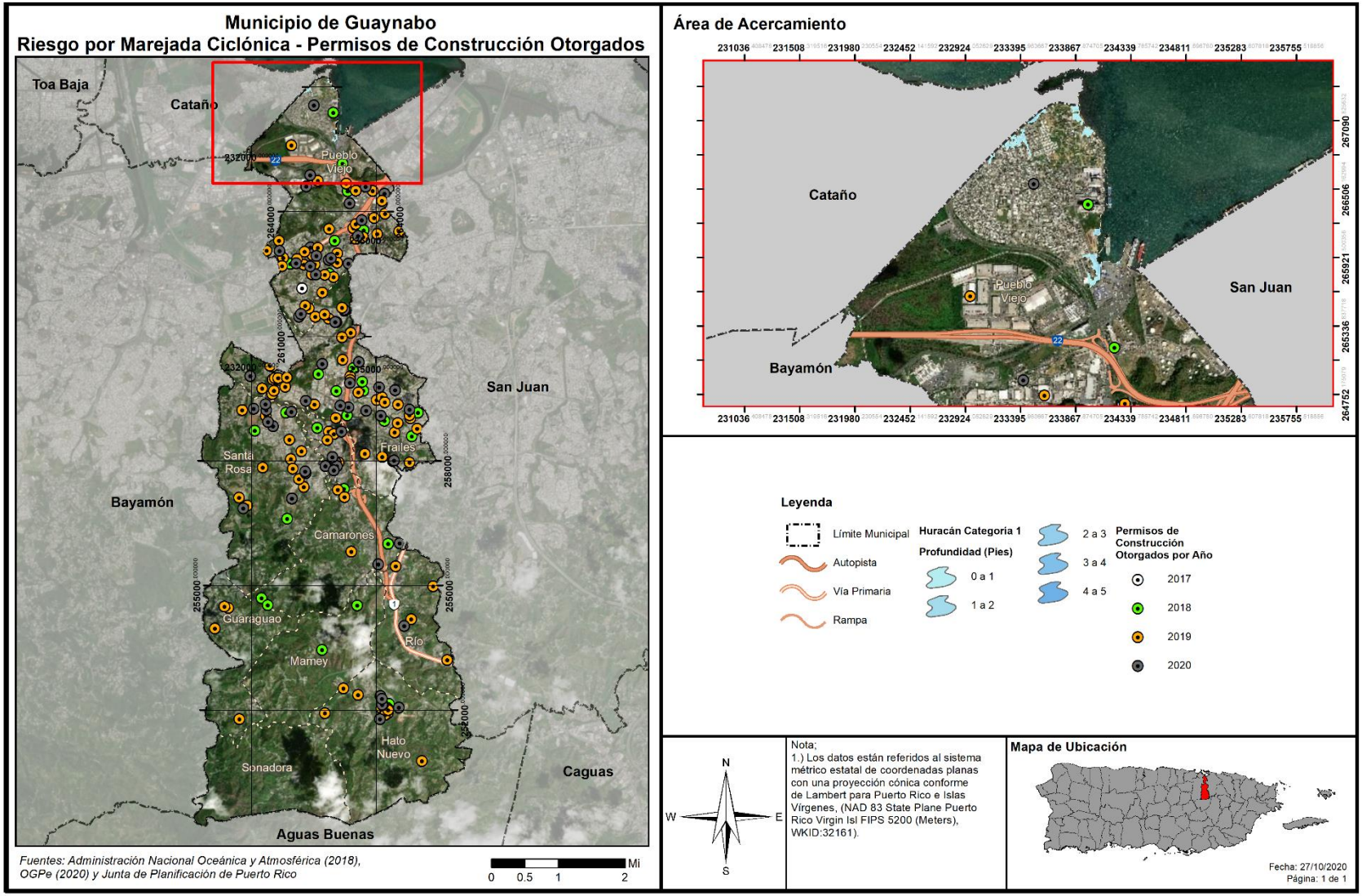
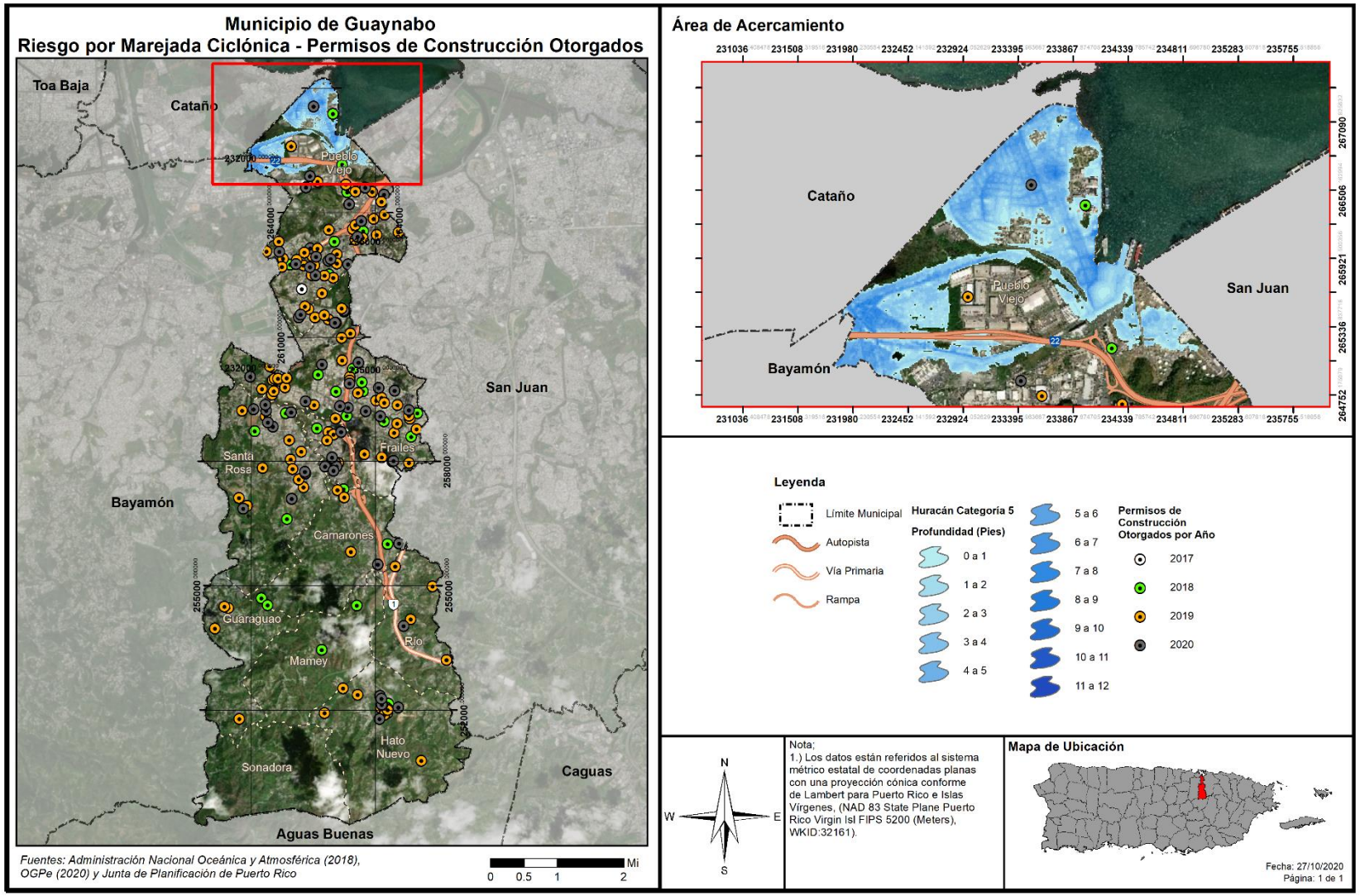


Figura 73: Desarrollos futuros en el Municipio de Guaynabo- Marejadas ciclónicas-huracán categoría 5



En cuanto a los desarrollos en el municipio, las figuras incluidas en esta subsección muestran los permisos de construcción otorgados en Guaynabo desde el año 2017 al 2020, respecto al peligro de marejada ciclónica en un evento de huracán categoría 1 y 5. Según se desprende de las figuras, se han otorgado permisos de desarrollo en áreas propensas a marejada ciclónica, incluyendo áreas de gran profundidad de inundación y próximas a las costas del municipio. No obstante, del total de los múltiples permisos otorgados dentro de ese periodo, podemos observar que solo se otorgaron dos permisos que estarían susceptibles al impacto de una inundación por marejada ciclónica en un evento de huracán categoría 5.

El municipio tiene a su haber identificar aquellas zonas de riesgo que no deban desarrollarse o, en la alternativa, salvaguardar el cumplimiento con la reglamentación de construcción vigente, incluyendo el Reglamento de Planificación Núm. 13. Estas acciones garantizaran que los desarrollos que sean autorizados en estas áreas de vulnerabilidad sean resistentes a los peligros naturales a los que se encuentran expuestos. Ello es así, toda vez que el Reglamento de Planificación Núm. 13 incorpora requisitos para la edificación en zonas susceptibles a marejadas ciclónicas o Zona VE.[82]

Por cuanto, a partir de la vigencia del correspondiente Mapa sobre Tasas de Seguro de Inundación, las estructuras en esta zona tienen que ser localizadas tierra adentro a una distancia mínima desde la zona marítimo terrestre. Igualmente, toda construcción o mejora sustancial deberá ser elevada a base de los requisitos del mencionado Reglamento. De igual forma, las nuevas estructuras o mejoras sustanciales en las zonas identificadas como susceptible a marejada ciclónica deberán estar ancladas en pilotes o columnas que soporten todas las cargas aplicadas de la inundación base. Por cuanto, todas las solicitudes de desarrollo en las zonas susceptibles a la marejada deberán estar acompañadas de una certificación de un ingeniero o arquitecto colegiado. A esos efectos, se parte de la premisa de que aquellos permisos otorgados por la y relacionados a la alteración, cambio, reconstrucción o mejora sustancial, se construyeron conforme a los requisitos y especificaciones consignadas en el Reglamento de Planificación Núm. 13.

No obstante, el Municipio de Guaynabo hace hincapié en que cualquier estructura o desarrollo que se ubique en zona de peligro por marejada ciclónica tiene el potencial de sufrir grandes pérdidas de propiedad a causa de la inundación y los embates de la marejada y, dependiendo de la intensidad del evento natural, pudiera ocasionar pérdidas de vida. Se espera que con la implementación de proyectos de mitigación para reducir estos peligros naturales, tales como muros, líneas costeras de vegetación, compuertas tipo esclusa, diques, rompeolas, el desarrollo económico de la zona progrese durante la vigencia de este Plan. Lo anterior es así, toda vez que se espera una reducción en los daños a la propiedad producidos por estos peligros costeros. De igual forma, se espera que el desarrollo futuro del hábitat de las costas, mediante las líneas de vegetación, incremente la calidad de los recursos naturales del municipio.

4.6.3.7 Incendio forestal

El potencial de los incendios forestales y su posterior desarrollo (crecimiento) y magnitud, está determinada por tres (3) factores principales, a saber: (1) la topografía de la zona; (2) la presencia de

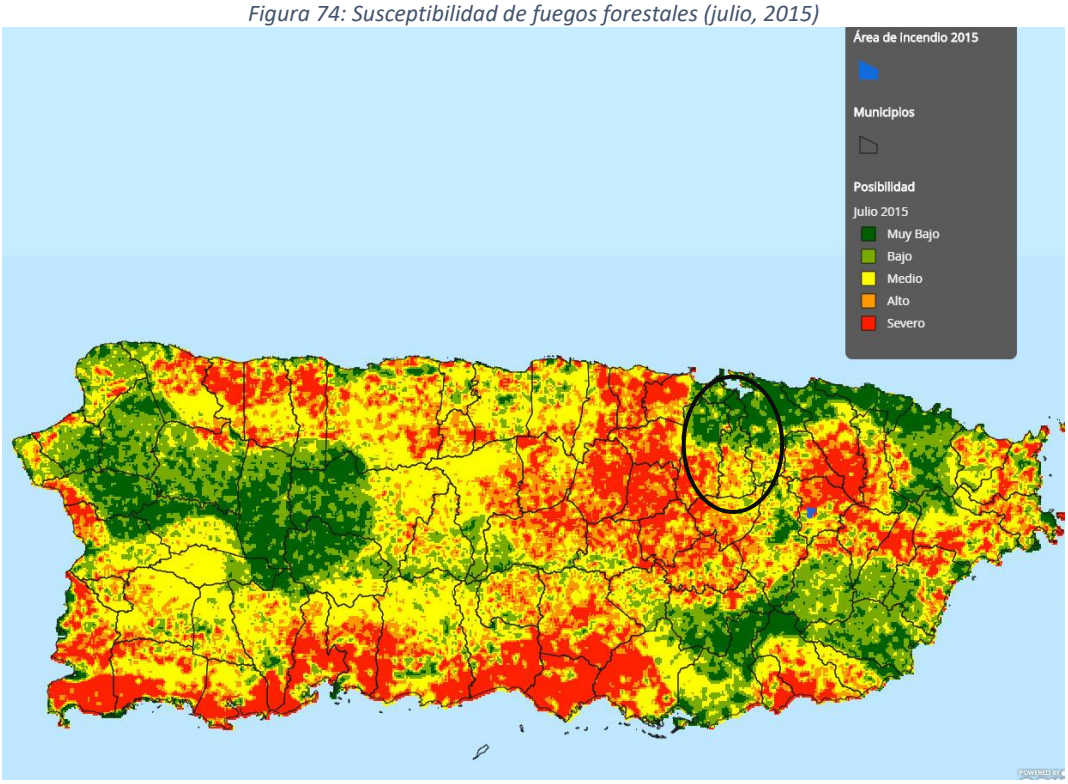
[82] El referido Reglamento de Planificación Núm. 13 define la Zona VE como el área costanera de alto peligro a inundación con periodo de recurrencia de 100 años con velocidad y energía (marejada ciclónica) para la cual se ha determinado la elevación de la inundación base.

combustible; y (3) el clima. Ello es así, toda vez que la topografía de un área afecta la circulación de aire sobre la superficie del suelo. Es decir, el movimiento de aire sobre el terreno tiende a dirigir el curso de un incendio. Asimismo, la pendiente y la forma del terreno pueden cambiar la velocidad a la que viajan los incendios forestales. Los entornos naturales, como ríos, lagos, zonas rocosas y áreas previamente quemadas pueden obstaculizar el movimiento de los incendios forestales. El tipo y la cantidad de combustible, así como sus cualidades de quema y nivel de humedad, afectan el potencial del fuego y su comportamiento. Estas variables juegan un rol crucial sobre la magnitud de determinado evento de incendio forestal. Igualmente, las pérdidas potenciales incrementan conforme a los factores de la densidad poblacional, cantidad de estructuras y ecosistemas localizados en el área afectada por un incendio.

Las siguientes figuras muestran la probabilidad de incendios forestales para la Isla e ilustran, a modo de comparación, los datos obtenidos dentro del periodo de julio y agosto de 2015. En éstas se puede observar cómo dentro del término de un (1) mes, la susceptibilidad de incendio forestal para el Municipio de Guaynabo sufre cambios. Por ejemplo, durante el mes de julio de 2015, notamos una gran extensión del municipio dentro de la categoría de muy baja probabilidad (verde oscuro) de experimentar un incendio forestal, principalmente en el área centro a norte del municipio. Sin embargo, durante el mes de agosto de 2015, gran extensión territorial presentó niveles de susceptibilidad a incendio forestal bajo la categoría de probabilidad medio (amarillo), alto (naranja) y severo (rojo).

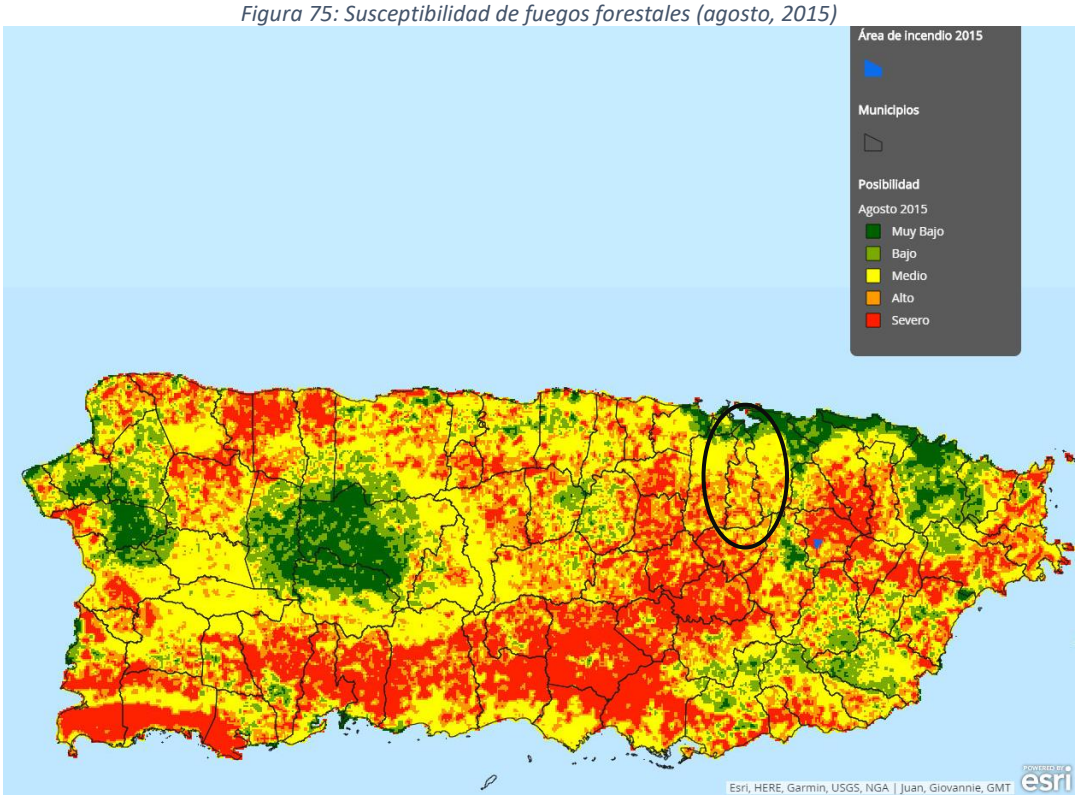
Aunque, en general, el Municipio de Guaynabo no ha experimentado incendios forestales de gran magnitud, no se puede rezagar la atención a este peligro y se deben identificar estrategias de mitigación conforme a las características geográficas del municipio, así como actividades educativas para promover la prevención de eventos de incendio. Esto se debe a que los patrones climáticos, incidido principalmente por el cambio climático, se encuentran en contante y acelerado cambio, propiciando las condiciones ideales para la ocurrencia de incendios forestales como el calor extremo y periodos de sequía extensos.

Figura 74: Susceptibilidad de fuegos forestales (julio, 2015)



Fuente*: Giovannie Ortíz, Juan R. Córdova, GMT Corp., 2015*

Figura 75: Susceptibilidad de fuegos forestales (agosto, 2015)



Fuente: *Giovannie Ortíz, Juan R. Córdova, GMT Corp., 2015*

4.6.3.7.1 Estimado de pérdidas potenciales

Los incendios forestales son provocados tanto por factores naturales, como de especies como lo son la flora e intencionales, los cuales tienen su origen por la utilización deliberada del fuego por parte del hombre. Estas variables juegan un rol crucial sobre la magnitud de determinado evento de incendio forestal. Igualmente, las pérdidas potenciales incrementan conforme a los factores de la densidad poblacional, cantidad de estructuras y ecosistemas localizados en el área afectada por un incendio. La extensión (es decir, la magnitud o gravedad) de los incendios forestales depende del clima y de la actividad humana.

Se hace constar que al momento de la revisión de este Plan no se pudo contar con datos suficientes para estimar la pérdida monetaria de estructuras para este peligro. El equipo intentó estimar este cálculo por métodos alternos, como por ejemplo utilizar las bases de datos del Centro de Recaudaciones de Ingresos Municipales (CRIM), pero los resultados de este ejercicio no fueron satisfactorios. Igualmente, al momento de la actualización de este Plan, el municipio no contaba con un estimado de daños a estos efectos. El municipio será proactivo y se incorporará en la próxima actualización del Plan, de existir.

4.6.3.7.2 Vulnerabilidad de las instalaciones y activos críticos

Como antes mencionado, los incendios forestales ocurren regularmente durante periodos de sequía y especialmente en la región sur de Puerto Rico. Debido a los efectos adversos que traen consigo eventos de esta naturaleza, los incendios producen un impacto social y económico causado principalmente por los daños o pérdidas estructurales o de propiedad relacionadas al evento de incendio. Igualmente, si el área afectada fungía como área de empleo o industria de determinada población, la mayoría de estas personas podrían quedar desempleadas. Del mismo modo, las primas de seguros aumentan por la alta demanda en la compra de seguros para prevenir las pérdidas económicas relacionadas al impacto de este peligro. Todo esto, incide negativamente sobre la economía de la región, la fauna, la flora y ocasiona un detrimento social.

Todo lo anterior, refleja la importancia de desarrollar estrategias de mitigación de incendios forestales para prevenir, a largo plazo, las pérdidas de vida y propiedad asociadas a este peligro.

4.6.3.7.3 Vulnerabilidad social

Además de las consecuencias ambientales, los incendios, tienen una importante y negativa repercusión social. El trabajo de extinción de incendios forestales es una actividad de riesgo que todos los años es causa de accidentes mortales. El riesgo del personal que interviene en la extinción es generalmente alto, como consecuencia de las condiciones extremas en que se desarrolla el trabajo. Pero las víctimas de los incendios no sólo se encuentran entre el personal de lucha contra incendios, también afectan a personas ajenas a la extinción pero que quedan atrapadas por el fuego.

La pérdida de viviendas y explotaciones agrícolas, ganaderas o de cualquier otra índole, el trastorno psíquico y emocional que se ocasiona a los habitantes de las poblaciones incendiadas son otros de los efectos adversos de los incendios forestales.

No hay datos que puedan establecer la recurrencia y daños de los incendios forestales en el Municipio de Guaynabo. Sin embargo, los sectores montañosos del municipio son los más susceptibles a dicho riesgo. Entre las actividades que se llevarán a cabo estará recopilar datos sobre los diferentes incendios que ocurran, los lugares susceptibles, así como registrar las pérdidas económicas y sociales experimentadas a causa del evento.

4.6.3.7.4 Vulnerabilidad de los recursos naturales

Los incendios forestales pueden ocasionar efectos positivos y negativos en el medio ambiente. Entre los efectos positivos se encuentran la reducción de los pastos, maleza y árboles que pueden servir en el futuro como combustible para la ocurrencia de incendios de mayor escala. Por otro lado, los incendios ocasionan graves daños ambientales por la destrucción sobre las cubiertas vegetales, la destrucción y emigración de la fauna, la pérdida de suelo fértil y el incremento de la erosión. Así pues, los fuegos tienen un sin número de efectos negativos sobre los ecosistemas forestales, hasta en casos extremos la desaparición completa de ecosistemas.

Igualmente, los fuegos ocasionan la pérdida de vida humana, daños a los cultivos y a las estructuras ubicadas en las zonas afectadas. El efecto sobre la fauna es la muerte de los animales que no pueden escapar del fuego, la migración de los animales y la pérdida de especies en peligro de extinción debido a los daños sufridos por su ecosistema.

Por otra parte, como resultado de la ocurrencia de un fuego, se alteran las estructuras de los suelos e incrementan los riesgos de degradación, toda vez que el suelo se torna más propenso a la erosión. A esos efectos, se origina una pérdida considerable de materia orgánica de los suelos ocasionado, principalmente, por la combustión. Consecuentemente, se producen superficies hidrofóbicas como resultado de la formación de sustancias orgánicas que repelen el agua y la modificación de minerales amorfos; procesos que incrementan la erosión de tierras. Las pérdidas de suelos y materia orgánica producen el empobrecimiento en nutrientes y, por ende, la pérdida de fertilidad de los suelos.

El proceso de combustión de la materia orgánica, durante un evento de incendio, produce un aumento en las emisiones de bióxido de carbono en la atmósfera al desprenderse Bióxido de Carbono (CO_2), metano (CH_4) y partículas sólidas. Estas emisiones ocasionan la contaminación ambiental, contribuyendo al efecto de invernadero y el cambio climático. Por ejemplo, los recursos naturales del municipio, en general, se encuentran vulnerables por lo siguiente:

- Falta de mantenimiento de los ecosistemas;
- Manejo de desperdicios sólidos y depósitos de basura en lugares ecológicamente sensitivos;
- Falta de concientización ciudadana sobre la importancia de proteger los recursos naturales limitados;
- Reservas subutilizadas para el disfrute de bajo impacto por parte de la ciudadanía;
- Fragmentación de los ecosistemas y hábitats;
- Contaminación de los ecosistemas y los hábitats (suelo, aire, agua, lumínica y visual);
- Cambios en el nivel del mar por cambio climático; y
- Disturbios ocasionados por las actividades humanas.

4.6.3.7.5 Condiciones futuras

A medida que se presenten condiciones naturales propicias para la ocurrencia de incendios, tales como altos índices de sequía prolongada, efectos de invernadero o cambio climático, surgirá un incremento en el número de incendios de esta naturaleza. Igualmente, la ausencia de programas de limpieza de los combustibles naturales, tales como madera muerta y hojas secas, puede incrementar la severidad de los fuegos al estimular los incendios de copa.

Igualmente, el desconocimiento de la población sobre la peligrosidad de los incendios intencionales abre paso al incremento de este tipo de evento. Por ejemplo: (1) las quemas agrícolas que deterioran el suelo;

(2) la quema para obtener pastos; (3) incendios ocasionados por una persona sin motivo o interés; (4) el uso de fuego para ahuyentar animales, entre otros.

Es imprescindible atender el problema desde el punto de la planificación contra incendios, mediante el desarrollo de mapas digitales, los cuales deben incluir las características del área de estudio y un simulador del comportamiento del incendio. En el futuro se persigue ejecutar programas de simulación de incendios a nivel municipal y poder contar con la información cuando fuese necesario.

A nivel de funcionalidad, estas herramientas pueden ser útiles en el esfuerzo de prevenir los incendios, toda vez que permiten planificar, a priori, como debe ser mitigado el fuego mediante la simulación de la propagación y la intensidad de un evento de incendio. A su vez, esta herramienta permite desarrollar una colaboración multi agencial más eficiente mediante el desarrollo de un plan más efectivo para prevenir o reducir el riesgo de incendios forestales en determinada región del municipio.

Por tal motivo, la ayuda de estos sistemas de información permitirá alertar a las personas más fácilmente y en caso de ser necesario, lograr un plan de desalojo eficaz. Igualmente, ayudaría a la determinación de sistemas vigilancia ante las condiciones de seguridad en el perímetro por zonas de incendio, controlar las zonas de accesos y facilitar la llegada de los medios disponibles para mitigar el incendio conforme a el protocolo para la extinción del incendio, entre otros beneficios.

A pesar de que los eventos de incendios forestales no se pueden predecir, es importante que el municipio oriente a sus comunidades en cómo responder a emergencias de esta índole, de modo que el potencial impacto de este peligro a la población sea menor y sus comunidades no se vean vulnerables a sufrir sus efectos adversos, bien sea de salud, pérdida de vida o propiedad. De igual manera, se aclara que, en términos generales, las tendencias poblacionales proyectan una merma en la población, minimizando el potencial impacto o vulnerabilidad ante este peligro. Igualmente, las áreas que se encuentran desarrolladas previenen los incendios forestales ocasionados por factores naturales.

4.6.4 Mecanismos de Planificación para la Mitigación

Los más recientes eventos atmosféricos que han azotado a Puerto Rico, específicamente los huracanes Irma y María, ocurridos en el mes de septiembre de 2017, así como las marejadas del mes de marzo de 2018, y eventos recientes de movimiento sísmico, ocasionaron gran devastación a nivel Isla. Utilizando sus facultades de velar por el desarrollo integral de la Isla, la JP desarrolló nuevos mecanismos de planificación para aminorar los efectos de desastres naturales. El municipio aplicará a su proceso de planificación estos nuevos mecanismos y otros existentes, según sea necesario.

4.6.4.1 Reglamento Conjunto - Distrito de Calificación Riesgos de Espacios Abiertos

La JP incorpora en el Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios (Reglamento Conjunto 2020), el distrito de calificación Riesgo para Espacios Abiertos (en adelante, R-EA).

La Regla 6.1.30, sección 6.1.30.1, del Reglamento Conjunto de 2020, establece que el propósito de este distrito de calificación es identificar terrenos a declarar espacios abiertos, según la reglamentación federal 44 C.F.R. § 80, o algún otro programa federal toda vez que existe en ellos una condición de riesgo como consecuencia de un evento natural, específicamente deslizamientos de terreno o inundaciones severas. Igualmente, se persigue preservar la condición de espacio abierto establecida a perpetuidad por la

reglamentación federal y con la cual el gobierno o la comunidad deben cumplir con el ánimo de proteger la salud, vida y propiedad. Por medio de esta clasificación, se aspira a reducir la inversión de fondos públicos y federales en mitigación, y los esfuerzos de rescate, reconstrucción, entre otros.

Se califican R-EA aquellas áreas donde han ocurrido eventos por deslizamientos o inundaciones y que han sido adquiridos mediante programas de subvención federal tales como el de Espacios Abiertos de FEMA. La designación de esta calificación sirve también para identificar cualquier terreno adquirido, a raíz de los huracanes Irma y María o un evento futuro. Cuando se adquiere una propiedad para designarla como espacio abierto, la JP, al recibir esta información, trabajará en conjunto con el municipio para cambiar la calificación de ese terreno de manera que no se construyan nuevas estructuras, exceptuando lo que quedará establecido en el distrito de calificación R-EA.

El financiamiento para el programa de Espacios Abiertos de FEMA, proviene del programa de Asistencia para la Mitigación de Riesgos (HMA, por sus siglas en inglés). La participación en el programa es totalmente voluntaria y a los dueños de las propiedades se les paga el valor justo de mercado. Asimismo, pueden beneficiarse de éste los dueños de viviendas individuales o de negocios. Es importante mencionar que FEMA cuenta con dos (2) tipos de adquisiciones, a saber: la (1) adquisición de la propiedad y demolición de la estructura y (2) adquisición de la propiedad y relocalización de la estructura. La primera opción. Que incluye demolición, consiente a que la comunidad adquiera la estructura y el terreno, sin embargo, la segunda opción, que equivale la relocalización de la estructura, permite que la comunidad compre solamente el terreno y asista al dueño de la propiedad con la relocalización de la estructura a un área fuera de la zona de inundación.

A la agencia o dependencia municipal que adquiera la titularidad del espacio abierto, o quien pase a ser el administrador de ese espacio, le corresponde realizar inspecciones periódicas para confirmar que el lote siga cumpliendo con los requisitos estipulados y no sea ocupado o invadido por un tercero. De no cumplir con los mencionados parámetros, el encargado se expone a devolver el dinero que se invirtió bajo el programa de FEMA. De igual forma, cuando una propiedad se adquiere y se nombra espacio abierto, nacen consigo restricciones preestablecidas, siendo una de ellas que la propiedad se mantenga como tal a perpetuidad. Bajo el Distrito de Calificación de Espacios Abiertos de la JP, los usos permitidos han de ser compatibles con la condición de riesgo que existe en el lugar y deben estar en armonía con las disposiciones de la reglamentación federal. Los usos son, pero sin limitarse a: (1) parques para actividades recreativas al aire libre; (2) manejo de humedales; (3) reservas naturales; (4) cultivo y estacionamientos al aire libre no pavimentados, entre otros. (USGCRP, 2018)

Varios municipios y el Departamento de la Vivienda de Puerto Rico han adquirido propiedades y relocalizado familias que han sufrido pérdidas a causa de los peligros de deslizamiento o inundación a través del programa de Espacios Abiertos de FEMA. A raíz de desastres naturales como los huracanes Hugo, Georges y otros, en Puerto Rico hay actualmente más de 1,500 propiedades adquiridas bajo el referido programa o programas similares. Se espera que esta cifra incremente como consecuencia de los huracanes Irma y María, ocurridos en septiembre de 2017. Cualquier plan de reconstruir en áreas vulnerables debe revaluarse con detenimiento y discernimiento, considerando los riesgos que representan estas áreas susceptibles a peligros naturales. Por lo que, una de las medidas más asertivas para evitar la recurrencia de daños a causa de un evento natural en determinado lugar, es la conservación de estas áreas a espacios abiertos a través de los programas de subvención disponibles. De esta forma, se mitigan los peligros naturales y se reducen las pérdidas de vida y propiedad, se evitan las pérdidas repetitivas y se minimizan los daños ante eventos futuros.

4.6.4.2 Reglamento Conjunto - Distrito Sobrepuesto Zona de Riesgo

El Reglamento Conjunto de 2020, reglamenta, entre otros, los procesos para la protección de áreas susceptibles a riesgos por inundaciones o deslizamientos. La Regla 7.3.5, sección 7.3.5.1, de dicho reglamento establece que el distrito sobrepuesto Zona de Riesgo (en adelante, ZR) se crea, "a raíz de cambios ocurridos en Puerto Rico en las últimas décadas y tomando en consideración los impactos sufridos por eventos naturales, para atender áreas específicas que han sufrido o pudieran sufrir en mayor magnitud a raíz de eventos atmosféricos u otras condiciones, que han representado pérdidas para los propietarios y para el gobierno tanto estatal como federal".
De igual forma, la sección añade los siguientes propósitos:

- reconocer las características especiales de estos suelos con relación a deslizamientos, inundaciones, áreas costeras de alto peligro, marejadas, erosión y otras condiciones desfavorables buscando proteger la vida y propiedad de los residentes y dueños de éstas;
- proteger los suelos del proceso urbanizador y de actividades humanas que detonen el potencial de riesgo de estos terrenos, reducir las pérdidas severas y repetitivas de propiedad, infraestructura pública o privada, la necesidad de inversión de fondos públicos y federales, y los esfuerzos de rescate, entre otros.
- Esta zona sobrepuesta establece estándares de protección adicional para su cumplimiento en los distritos de calificación subyacentes." (JP, 2020)

La Junta de Planificación de Puerto Rico es la agencia facultada para designar estas Zonas mediante procedimientos establecidos en el Reglamento Conjunto y a los que el Municipio de Guaynabo consideraría como estrategia de mitigación.

Una zona que se cualifique bajo ZR deberá mantener actividades compatibles con la designación, siempre y cuando no conflijan con alguna otra disposición o practica de conservación y protección del tipo o clase de recursos. Entre las actividades que se pudieran llevar a cabo en este tipo de suelo se encuentran:

- Áreas verdes;
- Área recreativa al aire libre;
- Siembra de árboles con fines no comerciales;
- Contemplación del paisaje; y
- Usos agrícolas que no conlleven construcción de estructuras.

4.6.4.3 Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación

Los municipios con peligro de inundaciones costeras o ribereñas pueden proteger el riesgo de pérdida de vida y propiedad de sus ciudadanos mediante mecanismos de planificación efectivos y eficientes. Así pues, el Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación, mejor conocido como el Reglamento de Planificación Núm. 13, representa una herramienta de planificación sobre áreas especiales de riesgo a inundación que establece las medidas de seguridad para reglamentar las edificaciones y el desarrollo de terrenos en las áreas declaradas como de riesgo a inundación.

El mencionado Reglamento se adopta en armonía con las disposiciones contenidas en la Leyes Núm. 3 de 27 de septiembre de 1961, conocida como la Ley para el Control de las Edificaciones en Zonas Susceptibles a Inundación, la Ley Núm. 75 de 24 de junio de 1975, según enmendada, y conocida como la Ley Orgánica de la Junta de Planificación de Puerto Rico, la Ley 161-2009 conocida como la Ley para la Reforma de Proceso de Permisos de Puerto Rico, así como la Ley Núm. 38-2017 , según enmendada, conocida como

la Ley de Procedimiento Administrativo Uniforme del Gobierno de Puerto Rico. Igualmente, el Reglamento de Planificación Núm. 13, se desarrolla de conformidad con las regulaciones del Programa Nacional de Seguro de Inundaciones de FEMA, parte 44 C.F.R., Sección 60.3 (d) y (e), así como secciones aplicables del Subcapítulo B sobre el Programa. Estas disposiciones establecen los requisitos mínimos para la construcción de obras permitidas por los Planes de Usos de Terreno y Planes de Ordenamiento Territorial dentro de los valles inundables.

El Reglamento de Planificación Núm.13, establece medidas de seguridad para reglamentar las edificaciones y el desarrollo del suelo en áreas declaradas como de riesgo a inundación y tiene como propósito, a saber:

a. Restringir o prohibir aquellos desarrollos peligrosos porque atentan contra la salud, seguridad y la propiedad cuando éstos propician el aumento en los niveles de inundación o velocidades de las aguas que resulten en aumento de la erosión;
b. Requerir que los desarrollos vulnerables a inundaciones, incluyendo las instalaciones que lo sirven, sean protegidos contra inundaciones al momento de su construcción original;
c. Evitar o reglamentar la alteración de valles inundables naturales, cursos de agua, barreras protectoras naturales que acomodan o canalizan las aguas de inundación o marejadas;
d. Controlar el relleno, nivelación, dragado, obstáculos y otro tipo de desarrollo que pueda aumentar los daños por concepto de inundaciones y marejadas;
e. Evitar o controlar la construcción de barreras que alteren el flujo de las aguas o que puedan aumentar el riesgo de inundaciones en otras áreas;
f. No promover la localización de nuevos desarrollos, obstáculos o mejoras sustanciales a menos que se haya demostrado que se han evaluado otras alternativas de localización y que éstas son viables.

Conforme a lo antes expuesto, se han adoptado áreas especiales de riesgo a inundación en terrenos susceptibles a ser impactado por la inundación base en el Reglamento Núm. 13, con sujeción a la Ley Núm. 3 de 27 de septiembre de 1961, según enmendada y conocida como la Ley para el Control de Edificaciones en Zonas susceptibles a Inundaciones y en armonía con la reglamentación del NFIP. Las áreas especiales de riesgo a inundación son categorizadas por zonas y se basan en la designación de los FIRMs, información sobre la inundación base de 100 años y marejadas, asimismo otras consideraciones como lo son los niveles, profundidad y velocidad de las aguas, altura de las olas, la condición y características topográficas del terreno y su vegetación y el riesgo al que se encuentran las personas localizadas en estos terrenos. Las áreas de riesgo fueron designadas de la siguiente forma:

Zona	Descripción
A	Áreas sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. No se muestran Elevaciones de Nivel de Inundación (BFE, por sus siglas en inglés) ya que no se ha realizado un análisis hidráulico detallado en estas áreas.
AE, A1-A30	Áreas sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. Esta zona muestra BFE ya que se ha realizado un análisis hidráulico detallado en estas áreas. Las áreas AE, cuando se encuentran en la costa, contienen olas de hasta 3 pies de altura. La Zona AE se usa en los mapas nuevos, o revisados recientemente, en lugar de las Zonas A1-A30.

Zona	Descripción
A Costera	Áreas sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. Esta zona muestra Elevaciones de Nivel de Inundación ya que se ha realizado un análisis costero detallado en estas áreas. Las áreas A costeras contienen olas de entre 1.5 a 3 pies de altura. Estas áreas están delimitadas por una línea conocida por el Límite de Acción Moderada de la Ola (LiMWA, por sus siglas en inglés).
AH	Áreas sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. Estas áreas se caracterizan por tener inundación superficial, usualmente áreas de estancamiento de agua. Esta zona muestra BFE ya que se ha realizado un análisis hidráulico detallado en estas áreas.
AO	Áreas sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. Estas áreas se caracterizan por tener inundación superficial. Usualmente ocurre en áreas donde la inundación sobrepasa alguna barrera y la escorrentía se mueve sobre un terreno con una pendiente en bajada, inundando así una depresión. Esta área no tiene BFE, el nivel de inundación se mide en profundidad de 1 a 3 pies.
AR	Áreas que resultan de la descertificación de un sistema de protección contra inundaciones previamente acreditado que se determina que está en proceso de restauración para proporcionar protección básica contra inundaciones.
A99	Áreas sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. Para tener esta clasificación una estructura de control de inundación como un dique o represa, entre otras, debe estar en una etapa de progreso estatutario hacia la finalización del proyecto para que se pueda considerar para tarifas de seguro.
V	Áreas costeras sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. Las zonas V, además, están asociadas a olas inducidas por eventos atmosféricos. No se muestran elevaciones de inundación ya que no se ha realizado un análisis costero detallado en estas áreas.
VE, V1-V30	Áreas costeras sujetas a la inundación del 1% de probabilidad anual. Las zonas VE, además, están asociadas a olas mayores de 3 pies inducidas por eventos atmosféricos. Estas áreas incluyen elevaciones de inundación ligadas a análisis costero detallado. La Zona VE se usa en los mapas nuevos, o revisados recientemente, en lugar de las Zonas V1-V30.

Áreas de Riesgo Moderado y Mínimo

Zona	Descripción
B, X (sombreada)	Áreas de riesgo moderado sujetas a la inundación del 0.2% de probabilidad anual. Estas áreas no contienen elevaciones de inundación. La Zona X-Sombreada se usa en los mapas nuevos, o revisados recientemente, en lugar de la Zona B.
C, X (no-sombreada)	Áreas de riesgo mínimo de inundación. Estas áreas están fuera de los límites de la inundación del 1% y 0.2% de probabilidad anual. La Zona X se usa en los mapas nuevos, o revisados recientemente, en lugar de las Zona C.

Áreas de Riesgo Indeterminado

Zona	Descripción
D	Áreas no estudiadas, donde el riesgo de inundación no ha sido determinado, pero es posible. Seguro de inundación no es obligatorio en estas áreas, pero está disponible en comunidades participantes.

Por otra parte, el municipio incorpora como medida de mitigación la continuidad de talleres de concientización y/o educación ciudadana sobre la importancia y los beneficios de adquirir y cumplir con las disposiciones contenidas en el NFIP con el propósito de incrementar la seguridad de la población y reducir las pérdidas de propiedad en el municipio ante un evento de inundación.

4.6.4.4 Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado Pluvial

En el año 1975, la JP adoptó el Reglamento de Diseño de Aguas Pluviales: "Normas de Diseño para Sistemas de Alcantarillado Pluvial" mediante la Resolución JP-211 del 26 de junio de 1975. El propósito de este reglamento es proporcionar a desarrolladores, contratistas, ingenieros, los 78 municipios y el público las guías para el diseño de sistemas de aguas pluviales en urbanización privada y pública, proyectos comerciales, industriales, recreativos e institucionales, así como para proyectos de carreteras en áreas urbanas. (JP, 1975)

Desde la adopción del referido reglamento, éste no ha sufrido ninguna enmienda ni ha sido actualizado. Sin embargo, durante este mismo período, se han producido cambios significativos en términos de urbanismo, población, desarrollo y conocimiento científico, incluida la ciencia relacionada con las condiciones de cambios climáticos. Como resultado, FEMA optó por aprobar la subvención HMGP DR4339 PR 00005 el pasado 30 de abril de 2018, con el propósito de modernizar y actualizar la regulación existente sobre aguas pluviales.

El objetivo de este proyecto es la preparación de las normas, criterios y procedimientos de diseño de aguas pluviales para todo Puerto Rico, a través de la actualización de regulación efectiva. Las nuevas normas incorporaran criterios de diseño basados en metodología de ingeniería aprobada, diseño de medidas de desarrollo de bajo impacto, métodos computacionales y software informático respaldados por el conocimiento y la experiencia científica. Los datos más recientes y completos disponibles para Puerto Rico serán usados para actualizar estas normas. Se incluirán consideraciones sobre el cambio climático para aumentar la resiliencia de los nuevos sistemas de aguas pluviales o la modernización de los existentes. Además, se deberán incluir consideraciones especiales para el carso.

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

1. Desarrollar un instrumento robusto que facilite los diferentes sectores para diseñar, planificar y monitorear la infraestructura y desarrollar planes de manejo para las aguas pluviales;
2. Integrar y armonizar los conceptos para mitigar los efectos de las inundaciones repentinas y reducir el deterioro del agua y los recursos del ecosistema en una regulación para el manejo de aguas pluviales; y
3. Adoptar avances en el campo de la ingeniería hidrológica, la ingeniería hidráulica, el manejo de riesgos y proyectos de planificación y construcción.

Una vez el proyecto finalice, la JP deberá iniciar un proceso de adopción mediante la celebración de vistas públicas. Se espera que este proceso finalice entre finales del año 2020 a principios del año 2021, para que luego pueda ser implementado en todo Puerto Rico.

4.6.4.5 Plan de Ordenamiento Territorial

En el caso del Municipio de Guaynabo, éste cuenta con un Plan Territorial aprobado revisado al 2010 y tiene jerarquía para autorizar proyectos y/o para emitir permisos de construcción o desarrollo.

El municipio se rige por el Código de Construcción de Puerto Rico de 2018 aprobado el 15 de noviembre de 2018 por la Oficina de Gerencia de Permisos, y el Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios de la Junta de Planificación, cuya vigencia data del 7 de junio de 2019, que regulan la construcción y uso de terreno en el municipio y Puerto Rico en sí.

El Plan de Ordenación Territorial, en su revisión, incorporará los hallazgos del Plan de Mitigación, específicamente lo relacionado a los futuros desarrollos. Los nuevos desarrollos además de cumplir con la reglamentación municipal, estatal y federal deberán tomar en consideración los hallazgos del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de Guaynabo. Así pues, se recomienda en el Plan la prohibición de desarrollo en áreas susceptibles a riesgos o con potencial de ser afectados por un desastre natural de mayor intensidad. Debido a la ubicación geográfica del Municipio de Guaynabo, su condición geológica y el valor de los recursos naturales que yacen en el municipio, el manejo del suelo debe ser uno de cuidado y detalle. Por tanto, el Suelo Rústico Especialmente Protegido debe ser mantenido y expandido al máximo posible, de manera tal que se protejan los recursos naturales y ambientales en el municipio. Igualmente, dentro del Plan de Ordenamiento Territorial vigente se han incorporado políticas de mitigación y se han incentivado proyectos áreas seguras que no incrementan el riesgo de exposición a peligros naturales.

4.6.4.6 Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT)

El Plan de Uso de Puerto Rico fue adoptado por la Junta de Planificación en virtud de la Ley Núm. 550-2004, según enmendada y conocida como la Ley del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico.[83] Dicha Ley establece que el Plan de Uso de Terrenos (PUT) para Puerto Rico será el " […] instrumento principal en la planificación que propicie el desarrollo sostenible de nuestro país y el aprovechamiento óptimo de los terrenos, basado en un enfoque integral en la justicia social y en la más amplia participación de todos los sectores de la sociedad." El Plan se desarrolló a base de los diez (10) principios del llamado desarrollo inteligente (Smart Growth) que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida, preservar el medio

[83] 23 L.P.R.A § 227 et. seq.

ambiente natural y ahorrar dinero en un término definido. (JP, 2015) El Plan clasifica todas las áreas de Puerto Rico entre Suelo Urbano, Suelo Urbanizable y Suelo Rústico (ver sección 3.3, del presente documento).

De haber alguna recalificación al distrito R-EA o el distrito sobrepuesto ZR, el municipio solicitará que dicha parcela o porción de parcela recalificada sea clasificada como SREP.

4.6.4.7 Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC)

La Ley Núm. 292-1999, titulada Ley para la Protección y Conservación de la Fisiografía Cársica de Puerto Rico[84] dispuso como política pública "proteger, conservar y manejar para beneficio de ésta y futuras generaciones la fisiografía cársica de Puerto Rico. La misma constituye uno de nuestros recursos naturales no renovables más preciados por la geomorfología y por los ecosistemas particulares que en ellas se desarrollan. La zona cársica se caracteriza por contener, entre otros: mogotes, torres, dolinas, sumideros, zanjones, cuevas, cavernas, acuíferos, ríos subterráneos y manantiales que han desarrollado paisajes de cualidades espectaculares con un alto valor geológico, ideológico, ecológico, histórico, recreativo y escénico. La fisiografía cársica cumple funciones vitales para la supervivencia natural y social de la Isla, tales como albergar una alta cantidad de especies de flora y fauna; almacenar enormes abastos de aguas subterráneas; poseer terrenos de excelente aptitud agrícola y guardar un enorme potencial recreativo y turístico atribuibles a sus cualidades naturales."

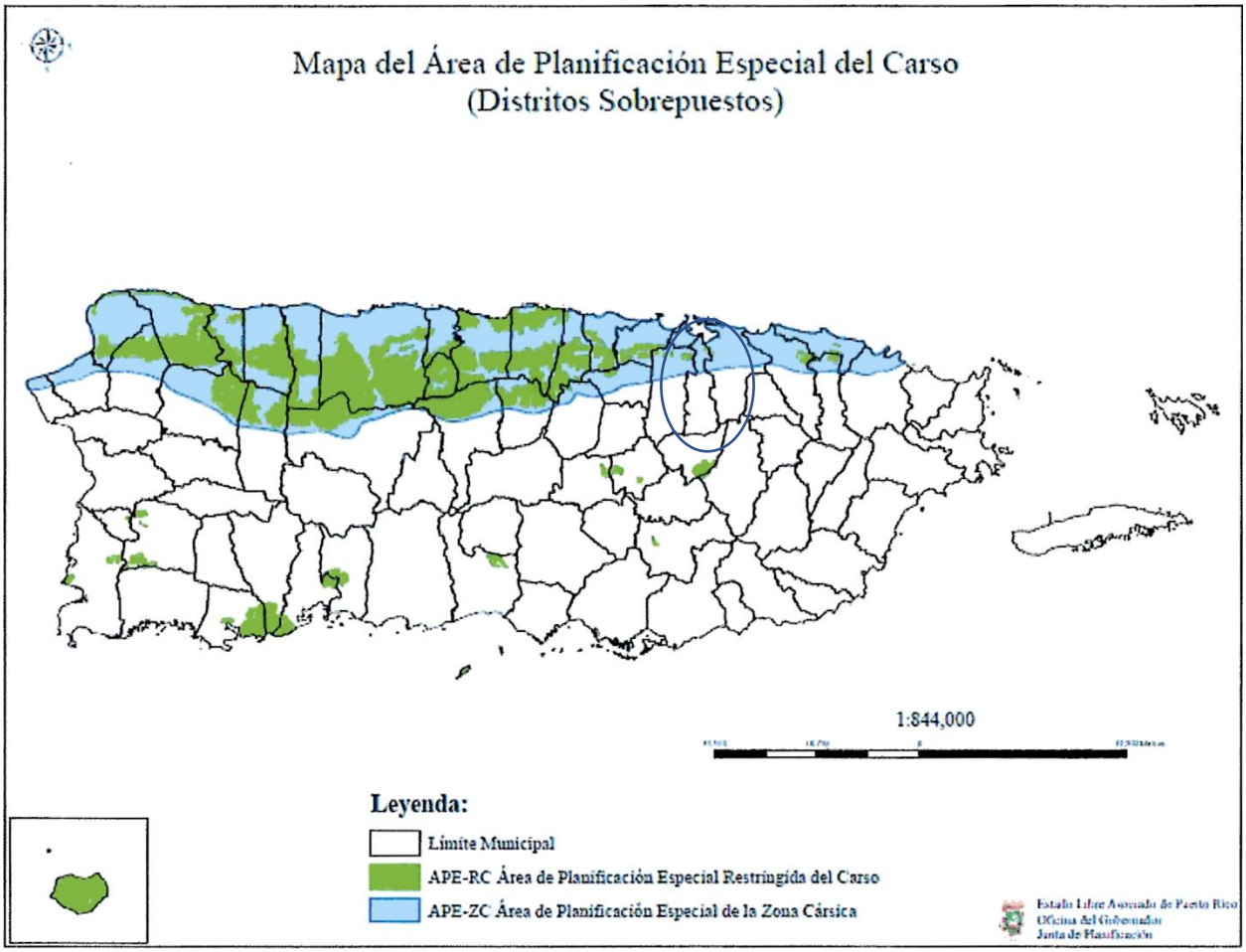
En cumplimiento con esta política pública, la JP, con el apoyo del DRNA, adoptó el PRAPEC mediante Resolución el 12 de marzo de 2014. En síntesis, el PRAPEC establece en las áreas de planificación especial del carso de Puerto Rico en dos (2) distritos sobrepuestos. El distrito sobrepuesto Área de Planificación Especial Restringida del Carso (en adelante, APE-RC) se establece para "proteger los terrenos del Área Restringida del Carso. Los terrenos calificados con este distrito sobrepuesto, y de acuerdo con lo establecido en la Ley 292-1999, no pueden ser utilizados bajo ningún concepto para la extracción de materiales de corteza terrestre, más allá de hasta donde estas actividades han sido reconocidas por las autoridades competentes, al momento de adopción del PRAPEC." (JP & DRNA, 2014) El distrito sobrepuesto APE-RC impone otras limitaciones a los usos de terrenos tales como prohibiciones de segregaciones en algunos distritos subyacentes, entre otros.

Por otro lado, el distrito sobrepuesto Área de Planificación Especial de la Zona Cársica (en adelante, APE-ZC). Este distrito sobrepuesto incluye terrenos de la fisiografía cársica que no están dentro de las zonas calificadas como APE-RC. El distrito sobrepuesto APE-ZC se crea para "ofrecer alternativas para que las actividades que conllevan la extracción de materiales de la corteza terrestre con propósitos comerciales y explotaciones comerciales puedan llevarse a cabo bajo condiciones apropiadas en las áreas de la zona cársica (no incluidos los terrenos del Área Restringida del Carso) y atender los terrenos no incluidos dentro del APE-RC que son parte de la fisiografía cársica" (JP & DRNA, 2014)

Conforme a estas disposiciones, toda actividad que se proponga dentro del APE-RC requiere una autorización de parte del DRNA. A su vez, los proyectos propuestos y actividades en el APE-ZC deberán ser notificados al DRNA. El Reglamento también dispone que ciertas actividades no podrán recibir autorización para realizarse dentro del APE-RC.

[84] 12 L.P.R.A § 1151 et. seq.

Figura 76: Área de Planificación Especial del Carso



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, 2019

4.6.4.8 Programa de Seguro Nacional de Inundación (NFIP)

El Programa del Seguro Nacional de Inundación cae dentro de la categoría de mecanismos de planificación, ya que impone ciertos requisitos de manejo de los valles inundables. FEMA provee seguro de inundaciones a las comunidades que estén en cumplimiento con los criterios del NFIP. Esto incluye adoptar y cumplir prácticas de manejo de inundaciones que promuevan el desarrollo adecuado a este tipo de áreas inundables.

El Programa Nacional de Seguro Contra Inundaciones de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias permite a los propietarios de vivienda, dueños de empresas e inquilinos de las comunidades participantes en NFIP comprar seguros contra inundaciones respaldados por el Gobierno Federal. Este seguro ofrece asistencia que permite cubrir los costos de reparación de los daños por inundaciones causados a los edificios y su contenido.

Se trata de un programa de seguro establecido para ayudar a los propietarios, inquilinos y empresas a recuperarse de una manera más ligera y a un costo menor. Igualmente, el programa tiene como objetivo reducir el impacto de las inundaciones en las estructuras públicas y privadas. Estos esfuerzos ayudan a mitigar los efectos de las inundaciones en estructuras nuevas y mejoradas dentro de cada comunidad.

El NFIP cuenta con varios componentes. Entre ellos se incluyen:

- La administración de tierras inundadas – Para ello, la comunidad debe adoptar y observar medidas para la administración de tierras susceptibles a inundaciones, conforme a las disposiciones incluidas en los reglamentos del NFIP;
- Elaboración de los Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRM); y
- Seguro contra inundaciones.

El Municipio de Guaynabo cuenta con una colección de Mapas FIRM que se pueden consultar para determinar si su propiedad se encuentra ubicada en una zona de riesgo elevado, o bien, en una zona de riesgo bajo a moderado. Los FIRMs se refieren al mapa oficial desarrollado y aprobado por FEMA y adoptado por la Junta de Planificación de Puerto Rico para designar las áreas con riesgo a inundación de retorno de 100 años (o de 1% de probabilidad de ocurrir). Además, estos mapas sirven como herramienta para el manejo de áreas especiales por la susceptibilidad de ser afectados por eventos de inundación.[85]

Por otra parte, el Programa Expida su Propia Póliza, también conocido como Write your Own (WYO, por sus siglas en inglés), tuvo sus inicios en el año 1983, como una tarea entre las compañías de seguros y FEMA. Este arreglo permite que las compañías de seguro de propiedad y accidentes suscriban y den servicios de póliza de seguros de inundación federal bajo el nombre de su compañía. Lo que caracteriza a este tipo de póliza es que todas las empresas que participan del programa WYO proveen las mismas coberturas y las tarifas deben cumplir con las disposiciones y los reglamentos concernientes al NFIP.

Las comunidades[86], por su parte, adoptan y requieren el cumplimiento con los estándares mínimos del NFIP sobre las construcciones y desarrollos en las áreas designadas como Áreas Especiales de Riesgo de Inundación. Sin embargo, varias comunidades aspiran a lograr un nivel superior de seguridad y protección para sus residentes adicionales a los estándares mínimos del NFIP. A esos efectos, las comunidades poseen a su haber la opción de participar del Sistema de Clasificación de Comunidades (CRS, por sus siglas en inglés) del NFIP, logrando obtener reducciones en el costo de las primas del seguro de inundación. Esto se debe a que el CRS reconoce los esfuerzos adicionales de las comunidades en: (1) disminuir los daños de inundación a la propiedad asegurable; (2) fortalecer y apoyar las disposiciones del seguro NFIP; y (3) exhortar un acercamiento abarcador del manejo de valles inundables. Estos esfuerzos adicionales les ofrecen a los residentes de la comunidad mayor seguridad, reducción en los daños a la propiedad, desarrollan la resistencia de las comunidades y fomentan una mejor calidad de vida para los residentes.

4.6.4.9 Participación del Municipio de Guaynabo en el NFIP

Esta subvención se refiere al programa federal disponible para mitigar las pérdidas futuras a nivel nacional, por medio de implementación de ordenanzas municipales, de construcción y calificación que los municipios o el estado hacen cumplir. El NFIP le provee a los titulares de propiedades acceso a las protecciones que ofrece este seguro de inundaciones federal sobre propiedades localizadas en áreas

[85] Para obtener más información, refiérase al siguiente enlace: http://cedd.pr.gov/avipr/nfip-mapa-de-inundacion/.

[86] Las comunidades se definen bajo el NFIP como cualquier estado, área o subdivisión política, cualquier tribu indígena, organización tribal autorizada o villa nativa de Alaska, u organización nativa autorizada que posee la autoridad de adoptar y hacer cumplir las ordenanzas de manejo de valles inundables para el área bajo su jurisdicción. En Puerto Rico, por ejemplo, la comunidad puede representar una ciudad, barrio o pueblo. Por otro lado, algunos estados ostentan autoridades estatutarias que varían de esta descripción.

propensas a inundación. La participación del municipio en el NFIP fue discutida en la sección 4.5.4.3, en la página 147.

4.6.4.10 Programa de Inversiones de Cuatro Años 2018-2019 a 2021-2022

El Programa de Inversiones de Cuatro Años 2018-2019 a 2021-2022 (PICA), representa un programa de mejoras capitales por parte del gobierno de Puerto Rico con el propósito de integrar la inversión considerada para obras de capital a través de los diversos programas que desarrollan los organismos del gobierno. Este programa sirve como herramienta de planificación a corto y medio plazo con el fin de orientar, coordinar y guiar las inversiones públicas durante su periodo de vigencia. El programa utiliza el perfil demográfico y socioeconómico de Puerto Rico y un análisis de regiones según establecidas por la JP. En lo que respecta al Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del municipio, el PICA se utiliza para integrar información sobre el desenvolvimiento actual de la economía en Puerto Rico, incluyendo información sobre la deuda pública y las tendencias de desarrollo y proyectos designado como prioridad para ser implementados en la isla. Dentro de este marco conceptual, el PICA le provee al municipio información, provista por las instrumentalidades gubernamentales, sobre asignaciones e inversiones en mejoras de que tienen a su haber implementar y que están dirigidos a contribuir al esfuerzo del municipio en la mitigación de peligros naturales.

Área de Gerencia Gubernamental

Sector de Servicios Auxiliares al Gobierno

Autoridad de Edificios Públicos e Instalaciones Gubernamentales

En armonía con el Plan para Recuperación de Puerto Rico adoptado tras el paso de los huracanes Irma y María en septiembre de 2017, el PICA identifica tres (3) áreas críticas de inversión de capital, a saber: (1) reconstrucción de la infraestructura física; (2) capital humano; y (3) las inversiones en capital natural. Esta última inversión tiene como fin el proteger a las comunidades y las empresas de los desastres y proporcionar alimentos, combustible, hábitat para especies nativas e incrementar las oportunidades de recreación y deporte en la isla. Por ejemplo, la Autoridad de Edificios Público (en adelante, AEP), la cual fue creada para satisfacer las necesidades de diseño, construcción, remodelación, mejoras, operación y mantenimiento de las estructuras de las agencias, corporaciones y otras instrumentalidades del Gobierno de Puerto Rico, el PICA recomienda se le asigne una inversión total de $27.380 millones para el cuatrienio que comprende el documento.[87]

La Tabla 68 presenta aquellas agencias con obras a ser realizadas por la AEP y su inversión en mejoras de capital:

Tabla 68: Inversiones PICA Autoridad de Edificios Públicos e Instalaciones Gubernamentales

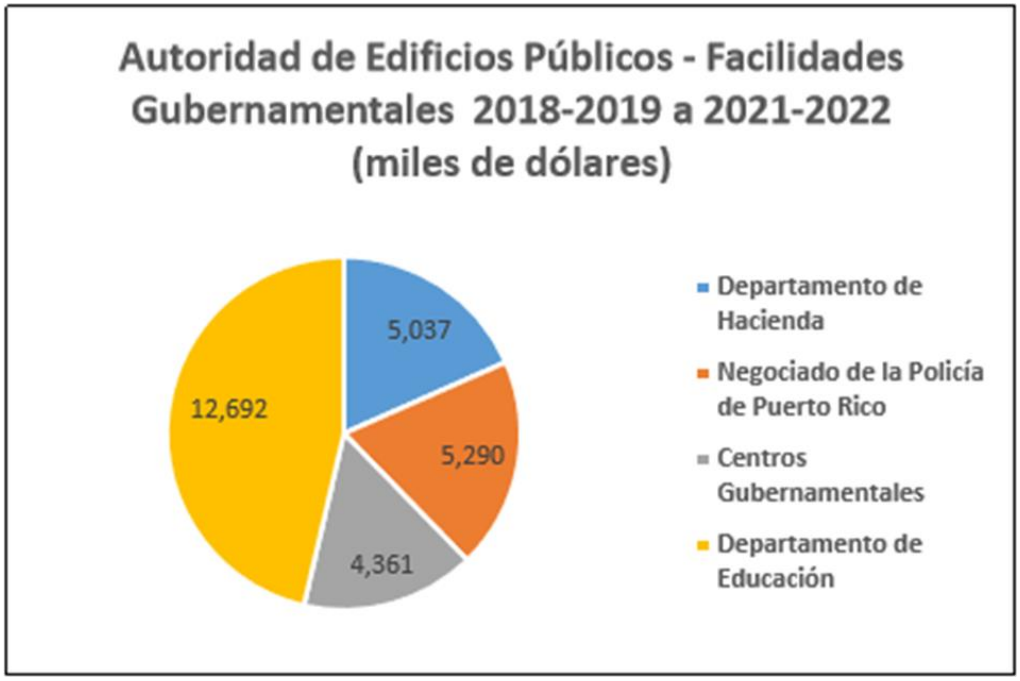
Nombre de Agencia	Inversión en mejora capital
Departamento de Hacienda	$5,037 miles de dólares
Negociado de la Policía de Puerto Rico	$5,290 miles de dólares
Centros Gubernamentales	$4,361 miles de dólares

[87] Entre las instalaciones que la AEP diseña, construye y conserva, se encuentran instalaciones críticas como lo son las escuelas, hospitales, cuarteles de policía, cárceles, parques de bomberos, centros de gobierno, entre otras. El PICA hace contar que estas estructuras serán desarrolladas conforme a la más alta calidad de diseño y tecnología. Esto presupone que los desarrollos deber realizarse conforme a los códigos de construcción vigentes.

Nombre de Agencia	Inversión en mejora capital
Departamento de Educación	$12,692 miles de dólares

El PICA, a su vez, provee la Figura 77 para ilustrar la inversión recomendada para ser asignada a la AEP y la distribución conforme a la necesidad de mejoras que requieren los centros que ofrecen servicios gubernamentales.

Figura 77: Fondos PICA Autoridad de Edificios Públicos e Instalaciones Gubernamentales



Fuente: Proyecto potencial para un programa de inversiones de cuatro años 2018-2019 a 2021-2022[88]

Área de Protección y Seguridad de Personas y Propiedades

Sector de Mantenimiento de la Ley y el Orden

En el sector de mantenimiento de la ley y el orden, compuesto por el Negociado de la Policía de Puerto Rico y la Guardia Nacional de Puerto Rico (en adelante, GNPR), el PICA recomienda una inversión en obras de mejora de capital ascendente a $21,742 millones para el cuatrienio que comprende el documento. Adviértase, que la rehabilitación de las estructuras en la Superintendencia de la Policía y Comandancias se realiza a través de la AEP, mientras que la rehabilitación de las estructuras de la GNPR se realiza a través de la oficina de Construcción y Gerencia de Facilidades.

Sector Administración de la Justicia

Según el PICA, el sector de Administración de la Justicia cobra vital importancia por la naturaleza de servicios que le ofrece a los ciudadanos de la isla. A esos efectos, el PICA recomienda una inversión ascendente a $25,454 millones para obras de mejora capital para este sector. Adviértase, que los

[88] Véase, Proyecto potencial para un programa de inversiones de cuatro años 2018-2019 a 2021-2022 (PICA), a la pág. 18.

proyectos de este sector son llevados a cabo por la oficina de Administración de los Tribunales (en adelante, OAT), la cual le asigna un rango al proyecto con relación a oros proyectos de la Agencia.

Sector de Custodia y Rehabilitación de la Población Penal
Este sector se encuentra administrado por el Departamento de Corrección y Rehabilitación (en adelante, DRC). En este sector se coordinan actividades de servicio de custodia y rehabilitación para la población penal de Puerto Rico. Las estructuras que comprenden las cárceles en la isla son consideradas como instalaciones críticas, toda vez que su funcionamiento debe ser garantizado antes, durante o después de la ocurrencia de un evento natural debido a la naturaleza de los servicios que ofrece a la comunidad penal y la seguridad de las comunidades en el municipio.

Para el periodo de vigencia del PICA, se recomendó una inversión de mejora capital ascendente a $27,813 millones.

Área de Desarrollo Social
El desarrollo social, contemplado por el PICA, tiene como propósito el mejorar la calidad de vida de los ciudadanos mediante el "[…] fortalecimiento de hogares y las familias, la educación integral de las personas, la vivienda adecuada, el cuidado de la salud y el ambiente, más y mejores oportunidades de empleo, el disfrute de los valores culturales y la accesibilidad a facilidades recreativas, deportiva y de integración social."[89] El PICA propone implementar obras de mejora de capital en aquellas áreas que brindan servicios en el área de desarrollo social en Puerto Rico. Para propósitos de la actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Guaynabo se incorporan únicamente aquellos proyectos del Estado que propendan contribuir al esfuerzo municipal.

El PICA recomienda para mejoras de capital en el sector Educación y Cultura una inversión de $42,726 millones de dólares, para el sector de conservación de salud $146,909 millones de dólares y para el sector de Mejoramiento de la Vivienda y Ambiente una cantidad ascendente a $368,732 millones de dólares. La inversión total recomendada por el PICA para los proyectos de mejoras de capitales en estos sectores asciende a $558,367 millones de dólares.

Sector Educación y Cultura
Los programas que incluye el PICA en este sector van dirigidos a las mejoras y rehabilitación de las instalaciones educativas con el din de que la ciudadanía pueda recibir educación y adiestramiento con el ánimo de incentivar el desarrollo socioeconómico de Puerto Rico.

De igual forma, el PICA en su sección sobre las mejoras de obras de capital en el sector de educación y cultura incluye proyectos que atienden las necesidades de desarrollo físico de la Universidad de Puerto Rico, incluyendo sus recintos universitarios. El Programa de Mejoras Permanentes, adscrito a la Administración Central de la Universidad de Puerto Rico estará a cargo de atender aquellas necesidades de los recintos universitarios respecto a los proyectos incluidos en el PICA, entre los que se incluyen rehabilitación de infraestructura, remodelación y rehabilitación de estructura a través de los recintos. Así pues, el PICA recomienda se le asigne al Programa de Mejoras Permanentes una inversión de $40,726 millones para el periodo de 2018-2019 a 2021-2022.

Sector Conservación de la Salud

[89] Supra, a la sección C, pág. 8

Tras el paso de los huracanes Irma y María por Puerto Rico en septiembre de 2017, quedó evidenciada la vulnerabilidad estructural de las viviendas a nivel isla. Esto se debió, principalmente, a que gran parte de las estructuras dañadas fueron a viviendas construidas de forma inadecuadas, abandonadas y/o sin mantenimiento. El PICA estima que entre un 45% a 55% de las residencias en Puerto Rico son construcciones informales, es decir, sin la asistencia de ingeniero u otro profesional capacitado para este tipo de obra, sin permisos pertinentes y sin cumplir con los códigos de construcción vigentes.[90] Esta realidad actual de la isla, propicia el incremento de la magnitud de los desastres naturales, toda vez que las pérdidas de vida y propiedad aumentan. Así pues, el PICA hace hincapié en la necesidad de asignar fondos para las reparaciones y/o reconstrucción de "[…] estructuras viejas y frágiles, viviendas construidas informalmente y viviendas ubicadas en terrenos públicos de forma ilícita o por medio de una subdivisión ilegal."[91] Este esfuerzo se realizará en cumplimiento con los códigos de construcción vigente y conforme a las leyes estatales y federales aplicables, de manera tal que las estructuras estén aptas y seguras tras la ocurrencia de un peligro natural. Los proyectos, contenidos en las propuestas de inversión al PICA, serán administradas por la Administración de Vivienda Pública, la Compañía para el Desarrollo Integral de la Península de Cantera y la Corporación del Proyecto ENLACE del Caño Martín Peña. En total el PICA recomienda asignar a este sector, para el periodo de 2018-2019 a 2021-2022, una inversión ascendente a $368,732 millones de dólares.

Área de Desarrollo Económico

En lo que respecta a la mitigación contra peligros naturales, el PICA en su sección sobre Desarrollo Económico tiene como objetivo lo siguiente: (1) promover un desarrollo ordenado y eficiente; (2) desarrollar y mantener servicios eficientes de transportación y comunicación y (3) asegurar que el desarrollo económico de Puerto rico esté enmarcado dentro de una política de conservación y utilización adecuada de nuestros recursos naturales. Estos objetivos serán implementados por cuatro (4) sectores que forman parte de la estructura de Gobierno de Puerto rico, a saber:

- El Sector de Transporte y Comunicación a través del Departamento de Transportación y Obras Públicas, la Autoridad de Carreteras y Transportación, la Autoridad de los Puertos y la Autoridad Metropolitana de Autobuses;
- El Sector de Energía con la Autoridad de Energía Eléctrica;
- El Sector Agropecuario con el Departamento de Agricultura, la Administración de Terrenos y la Administración para el Desarrollo de Empresas Agropecuarias;
- El Sector Industrial con la Compañía de Fomento Industrial y la Compañía de Comercio y Exportación de Puerto Rico

Para efectos del Programa de Inversiones las únicas agencias que presentaron proyectos de mejoras de capital fueron: la Administración para el desarrollo de Empresas Agropecuarias y la Autoridad de Carreteras y Transportación. Así pues, el PICA recomienda se les asigne a estas agencias una inversión ascendente a $693,340 millones de dólares para el periodo de 2018-2019 a 2021-2022.

Se incluyen en este documento únicamente aquellas obras de capital que tengan como objetivo la implementación de medidas de mitigación en las instalaciones localizadas o que tengan un impacto en el Municipio de Guaynabo.

Sector de Transporte y Comunicación

[90] Supra, a la pág. 24.

[91] Supra, a la pág. 24

Autoridad de Carreteras y Transportación
La agencia propone diversos proyectos para el diseño de, reconstrucción y repavimentación de carreteras y puentes con el objetivo de permitir el movimiento libre y seguro de personas, bienes y servicios mediante la disminución de riesgos y otros inconvenientes que puedan surgir. El Programa de Mejoras Permanentes recomienda una inversión de $693,585 millones de dólares para costar los proyectos propuestos por la agencia.

4.6.4.11 National Pollutant Discharge Elimination System (NPDES)

El NPDES es un programa autorizado por la Ley de Aguas Limpias de los Estados Unidos (Clean Water Act) y administrado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en ingles). Este programa requiere que los sistemas separados de agua de pluviales (MS4, por sus siglas en inglés) obtengan un permiso para el descargue de aguas pluviales a los cuerpos de agua. En el caso de Puerto Rico la EPA emitió un permiso general en el 2016 al cual los municipios pueden obtener cobertura al someter un "Notice of Intent" (NOI) y un adoptar un programa de manejo de escorrentías ("Stormwater Management Program, SWMP"). Si algunas de las medidas de mitigación enumeradas en la sección 6.5 modificara el NOI o el SWMP – los mismos serán debidamente enmendados.

4.6.5 Resumen de riesgos e impacto

El resultado de esta evaluación de riesgos es útil, al menos, de las siguientes tres (3) maneras:

- Mejorar el nivel de entendimiento sobre los riesgos asociados a los peligros que afectan al Municipio de Guaynabo, a través del mejor entendimiento de las complejidades y dinámica de riesgos, cómo se pueden medir y comparar los niveles de riesgo y el sinnúmero de factores que pueden incidir sobre o influenciar un riesgo. El entendimiento de estas relaciones es crítico para realizar una decisión informada y balanceada en cuanto al manejo del riesgo.
- Proveer un punto de partida para el desarrollo de políticas de desarrollo y comparación con otras estrategias de mitigación. Actualizar el perfil de riesgos con datos futuros permitirá la comparación de los efectos y cambios de estos riesgos con el paso del tiempo. Esto puede apoyar pólizas y programas para la reducción del riesgo en el municipio.
- Comparar el riesgo entre los demás peligros atendidos. La capacidad de cuantificar el riesgo para todos estos peligros entre sí ayuda a crear un enfoque equilibrado y multirriesgo para estos peligros. Esta clasificación proporciona un marco sistemático para comparar y priorizar los peligros, por muy distintos que sean, que están presentes en el municipio. Este último paso en la evaluación de riesgos proporciona la información necesaria para que los funcionarios locales desarrollen una estrategia de mitigación para centrar los recursos únicamente en aquellos peligros que representan la mayor amenaza para el Municipio de Guaynabo.

La exposición del municipio a los peligros naturales puede utilizarse como un indicador de su vulnerabilidad. La exposición económica puede identificarse a través de valores evaluados localmente para mejoras de instalaciones críticas y otras estructuras y la exposición social puede identificarse a base de la población estimada expuesta a cada peligro natural. Esta información es especialmente importante para los responsables de la toma de decisiones en el municipio, como herramienta de planificación, desarrollo de procesos de emergencia, incluyendo, pero sin limitarse a: planes de desalojo, planes de respuesta y recuperación u otras herramientas relacionadas con la seguridad pública.

Cambios en prioridades

Como parte del proceso de actualización de este Plan, se revisitó la identificación de peligros naturales y se actualizó la evaluación de riesgos del municipio. Igualmente, se realizó el ejercicio de identificar las estrategias de mitigación incluidas en el Plan de 2016 y se proveyó el estatus de su implementación al presente. Conforme a ello, se identificaron nuevos peligros naturales como lo es el calor extremo. De igual forma, para propósitos de desarrollo de acciones de mitigación, se tomó en consideración la importancia de promover la resiliencia de las comunidades y la infraestructura crítica, la adaptación al cambio climático y la importancia de reducir los riesgos futuros luego de un desastre natural.

En lo que respecta a la asignación de prioridades entre el Plan de Mitigación de 2016 y el presente, el municipio hace constar que la reasignación de prioridades, así como la integración de nuevas estrategias, se hizo conforme a los siguientes factores:

- Ocurrencia de eventos naturales previos, principalmente los huracanes Irma y María ocurridos en septiembre de 2017. Bien es sabido, que estos eventos trajeron repercusiones catastróficas a nivel Isla, incluyendo el Municipio de Guaynabo, ocasionando múltiples pérdidas de vida y propiedad. De igual forma, estos eventos demostraron la inestabilidad, deficiencias y vulnerabilidad de nuestras instalaciones críticas e infraestructura de servicios esenciales;
- Eventos sísmicos experimentados a principios del año 2020, también sirvieron como punto de base para la identificación de estrategias de mitigación apropiadas para la identificación de zonas de riesgo, proyectos educativos y propiedad vulnerable;
- Inclusión de nuevos peligros naturales identificados como significativos para el municipio debido al fenómeno del cambio climático como lo es el calor extremo;
- Nuevos comportamientos de eventos asociados al cambio climático, en especificó, se espera un incremento en la magnitud y frecuencia de eventos atmosféricos como los huracanes y tormentas tropicales. Así pues, por ejemplo, el municipio le asigna a las acciones de mitigación como los vientos fuertes y las inundaciones una prioridad relativa alta para la implementación de los proyectos que contribuyan a la reducción de pérdidas de vida y propiedad a causa de estos peligros naturales; y la
- Necesidad de fomentar el compromiso y participación de individuos, hogares, líderes locales, representantes de organizaciones locales y empleadores del sector privado, así como de las redes comunitarias existentes;
- Promover la integración de todos los grupos mencionados en el inciso anterior para fomentar la ayuda entre sí;
- Promover la conservación del medio ambiente mediante la implementación de los códigos de construcción vigentes, infraestructura más resistente, participación activa en los procesos de mitigación y la implementación y desarrollo de planes de conservación de recursos naturales.

La Tabla 69 describe el resultado de clasificación y/o prioridad de peligros extraídos del Plan anterior versus el Plan actual.

Tabla 69: Comparación sobre la clasificación de peligros para el Municipio de Guaynabo entre el año 2016 y 2021

Peligro Natural	Clasificación - Plan 2016[92]	Clasificación - Plan 2021
Aumento en el nivel del mar	El Plan de 2016 no incluye este peligro natural.	Se realizó la evaluación de riesgos por medio de información científica sobre el cambio climático. Igualmente, se incorpora este riesgo por primera ocasión en el presente documento. Asimismo, se clasifica como significativo para el municipio, toda vez que Guaynabo es un municipio costero. Se espera un incremento en el impacto de este peligro debido al fenómeno de cambio climático. En cuanto al incremento proyectado por la NOAA, se estima un incremento de 2.04 milímetros por año.
Sequía	El Plan anterior categorizó el peligro dentro del renglón moderado a severo debido a que los riesgos se asocian con falta de abastecimiento de agua potable para la población, daños a la infraestructura, vegetación, bosques y ríos.	Este Plan mantiene esa clasificación, toda vez que se espera que se mantenga la recurrencia de este tipo de evento.
Terremoto/licuación	El Plan anterior clasificaba este peligro como uno de magnitud severa, toda vez que se pree traiga destrucción de edificios, viviendas, vías de rodaje, comunidades incomunicadas, fallas en el servicio de agua, energía eléctrica, comunicaciones, pérdidas de vida, actividad económica paralizada, demoras en la recuperación, desembolsos cuantiosos en todas las categorías, inestabilidad e incertidumbre en los residentes de la comunidad.	Este Plan mantiene esa clasificación, toda vez que se espera que se espera que un evento de terremoto cause daños severos y múltiples pérdidas de vida, incluyendo fallas en servicios esenciales y paralización de las operaciones normales del municipio.

[92] El Plan de Mitigación anterior tomó en consideración, para la asignación de clasificación, el perfil del peligro natural, incluyendo la frecuencia y probabilidad de evento, así como el potencial de daños económicos a los residentes y a la infraestructura.

Peligro Natural	Clasificación - Plan 2016[92]	Clasificación - Plan 2021
Inundación	El peligro de inundación se clasifica como uno de magnitud severa, toda vez que ocasiona que las comunidades queden incomunicadas, puentes desbordados, carreteras obstruidas, viviendas inundadas, actividad económica paralizada, demoras en la recuperación, desembolsos cuantiosos en todas las categorías, inestabilidad e incertidumbre en los residentes de la jurisdicción.	Se mantiene la clasificación como un peligro de alto impacto o severo, toda vez que este peligro es uno significativo para Guaynabo. Se espera que debido al cambio climático este peligro siga incrementando en recurrencia y magnitud.
Deslizamiento	Los deslizamientos fueron clasificados dentro de rango de magnitud moderada a severa, toda vez que las comunidades quedan incomunicadas, puentes desbordados, carreteras obstruidas, viviendas afectadas, actividad económica paralizada, demoras en la recuperación, desembolsos cuantiosos en todas las categorías, inestabilidad e incertidumbre en residentes de la jurisdicción.	Se mantiene la clasificación como un peligro moderado para la mayor parte del municipio. No obstante, se reconoce que las áreas rurales con pendientes elevadas e inestables se encuentran bajo riesgo alto. Debido a que la mayoría de los eventos de deslizamiento se producen por eventos de lluvia, se pudiera concluir que la recurrencia de este peligro pudiera incrementar.
Vientos fuertes	Este peligro se discute para incluir los eventos de tormentas tropicales, vientos de 39 a 73 mph, huracanes y vientos de 74 a 155 mph. Se clasificó como severo debido a los riesgos asociados a este peligro.	Esta actualización, fragmenta el peligro de huracán o tormenta tropical entre los peligros de ocasiona, a saber: (1) vientos fuertes; (2) inundaciones; y (3) marejada ciclónica. En el caso del peligro natural de vientos fuertes, la totalidad del municipio se encuentra vulnerable ante este peligro. Por tal motivo, la totalidad de la población y estructuras se verán impactadas por vientos fuertes. Por otra parte, la ocurrencia y magnitud de estos eventos han incrementado. Así pues, se mantiene la prioridad del municipio ante este evento como alta.

Peligro Natural	Clasificación - Plan 2016[92]	Clasificación - Plan 2021
Tsunami	Consideró su magnitud entre moderado a severo debido a los riesgos que trae consigo el peligro, principalmente sobre las densas áreas localizadas en zona de desalojo.	Conforme a la evaluación de riesgos, las áreas densamente pobladas y ubicadas en las zonas de desalojo, así como las múltiples instalaciones e infraestructura crítica que se puede ver afectada, el municipio reasigna su prioridad bajo una clasificación moderada.
Marejada ciclónica	Se consideró la magnitud del peligro sobre el municipio, asignando así una clasificación de severo. Esto en consideración con los daños asociados al peligro.	Se mantiene la clasificación de alto, toda vez que se concentran múltiples comunidades en áreas de riesgo por marejada. Este peligro trae consigo la inundación de las costas y la destrucción de propiedad y pérdidas de vida por ahogamiento.
Incendio forestal	Se clasificó la magnitud de este peligro como uno moderado. Se consideró los potenciales daños a las estructuras, bosque, flora y fauna, así como los daños a la infraestructura.	En este Plan se clasificó el peligro como uno moderado en cuanto al impacto social sobre las personas y los recursos naturales. No obstante, debido a la poca prevalencia y reducido riesgo sobre las instalaciones y operaciones del municipio, se le asignó a estas subclasificaciones un índice bajo.

Nota: Esta sección se completará una vez se culminen los procesos de participación ciudadana, de modo tal que, la clasificación cuente con el insumo de toda parte interesada.

Capítulo 5: Evaluación de capacidades

Esta sección es nueva para el plan de mitigación de riesgo del municipio la cual tiene como propósito realizar un análisis de necesidad del municipio no sólo en términos de la vulnerabilidad y riesgo de sus comunidades ante estos peligros naturales (descrita en secciones anteriores), sino en términos de los recursos reglamentarios, de planificación, financieros y de educación que tienen a su haber para ejecutar o encaminar las acciones de mitigación que se describen más adelante. De esta manera las acciones o estrategias de mitigación, atienden además estas necesidades fundamentales para viabilizar de manera sustentable la seguridad de vida y propiedad del municipio y sus comunidades. De igual forma, el municipio continuará con el esfuerzo de que no se desarrollen las áreas con pobre drenaje y susceptible a inundación.

La evaluación de capacidades municipales sirve para identificar tanto los recursos disponibles como las herramientas que necesita el Municipio de Guaynabo para implementar exitosamente las actividades de mitigación de peligros naturales. Esta evaluación permite identificar los recursos, las destrezas y los procesos internos y externos disponibles. Este análisis, junto con la evaluación de riesgos, sirve como la base de hechos necesaria para la implementación de un Plan de Mitigación contra Peligros Naturales exitoso. Al reconocer las áreas de fortaleza y debilidad, el Municipio de Guaynabo se encuentra en mejor posición para identificar las metas del plan, de forma que estas sean diseñadas conforme a la realidad del municipio y la capacidad de éstos de implementarlas. Así las cosas, esta evaluación de capacidades sirve tanto como trasfondo para el proceso de planificación como para punto de comienzo para el diseño, desarrollo e implementación de estrategias de mitigación futuras.

El Comité de Planificación evaluó las capacidades que tiene el Municipio de Guaynabo para reducir a largo plazo su vulnerabilidad ante la ocurrencia de un peligro natural. Estas capacidades incluyen la autoridad que tiene el municipio para implementar disposiciones legales o de regulación y los recursos de personal fiscales para llevarlos a cabo. Los recursos de personal incluyen personal técnico, tales como planificadores e ingenieros, con conocimiento sobre el desarrollo y manejo de terreno y los riesgos que pueden ser causados por un evento natural o por intervención humana. El Comité de Planificación consideró también las formas en que se podían expandir y mejorar políticas existentes con el fin de integrar la mitigación de peligros en los programas y actividades que se llevan a cabo en el municipio diariamente.

Al llevar a cabo la evaluación de capacidades, se examinaron las siguientes áreas:

5.1 Capacidad reglamentaria y de planificación

Las capacidades reglamentarias y de planificación son herramientas que utilizan el gobierno estatal y municipal para manejar el crecimiento económico y el uso de terrenos. Estas capacidades se refieren a las disposiciones legales que inciden en el uso de terrenos para manejar el crecimiento económico y que podrían apoyar al municipio en sus acciones para mitigar la vulnerabilidad de sus comunidades y sus recursos ante peligros naturales. El municipio identificó los reglamentos y documentos de planificación existentes que pudieran apoyar sus acciones, así como oportunidades para encaminar el desarrollo de estudios o planes para el mismo fin de adelantar sus metas de mitigación. Las metas para el Plan de Mitigación se definieron conforme a los resultados del análisis de riesgos ante peligros naturales, así como de la evaluación de capacidad reglamentaria y de planificación. Estas metas sirven para fomentar y encaminar las acciones de mitigación y minimizar el impacto de los peligros naturales. Sin estos planes y regulaciones, es probable que el municipio continúe con un nivel de riesgo más elevado.

Algunos de los ejemplos de herramientas reglamentarias y de planificación son:

- Planes de mejoras capitales (como el Programa de Inversiones de Cuatro Años, PICA);
- Plan de Ordenamiento Territorial;
- El nuevo Código de Construcción;
- El Reglamento de Planificación Núm. 13;
- Reglamento Conjunto de 2019;
- PRAPEC;
- PUT;
- Planes de respuesta y manejo de emergencias; y el
- Programa del Seguro Nacional de Inundación.

Es importante resaltar que estos planes y reglamentos incluyen, entre otras cosas, información relacionada al municipio o que pudieran ser implementadas y adecuadas a la mitigación peligros naturales en el municipio.

El NFIP, por su parte, representa una herramienta crucial para las comunidades que se ven impactadas por inundaciones frecuentes. A esos efectos, FEMA proveerá seguro de inundaciones a las comunidades que estén en cumplimiento con los criterios del NFIP. Esto incluye adoptar y cumplir prácticas de manejo de inundaciones que promuevan el desarrollo adecuado en este tipo de zonas inundables.

Tabla 70: Evaluación de capacidad municipal – Capacidad Reglamentaria y de Planificación

Capacidad Reglamentaria y de Planificación						
Herramienta de planificación/ regulación	**Establecido**	**En desarrollo**	**Departamento responsable**	**Efecto en reducción de riesgo/pérdida**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Plan de mitigación de peligros		X	Municipio de Guaynabo, Gobierno Estatal, Gobierno Federal	El Plan de Mitigación de Guaynabo ofrece una evaluación de riesgos y esboza medidas de mitigación necesarias para reducir las pérdidas de vida y propiedad en Guaynabo.	El Plan previo del Municipio de Guaynabo se actualiza mediante el presente documento. Así pues, el plan anterior sirve como base para el desarrollo de este Plan.	Se ha nombrado un Comité de Planificación del municipio para lograr la actualización del Plan existente.
Plan de uso de terrenos, Plan de ordenamiento territorial, Plan de área o Plan especial	X		Oficina Municipal de Planificación Ordenamiento Territorial	El Plan Territorial de Guaynabo ofrece una perspectiva de la utilización del suelo en el municipio. Mediante un uso de suelo ordenando se limita el desarrollo de los suelos susceptibles a peligros naturales y, por ende, se recuden las pérdidas de vida y propiedad.	Se integra el Plan Territorial de Guaynabo vigente al momento de la presentación de este Plan, toda vez que ofrece una perspectiva de la tendencia y/o desarrollo municipal ante los peligros identificados en este Plan. Así las cosas, el Plan Territorial complementa la evaluación de riesgos y el desarrollo de medidas de mitigación.	El Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Guaynabo tuvo su revisión en el año 2010.
Plan de manejo de áreas inundables	X		Oficinal Municipal del Manejo de Emergencias, Oficina Municipal de Ordenamiento Territorial	El Plan provee información sobre las medidas adoptadas en el municipio para reducir la ocurrencia de inundación en las comunidades más vulnerables a este peligro.	Se integra al Plan de Mitigación, toda vez que se trata de medidas para reducir las pérdidas de vida y propiedad asociada a los eventos de inundación, como lo son también las marejadas ciclónicas y los huracanes y tormentas tropicales.	Adviértase, que el Plan Territorial del municipio incorpora un plan para uso de suelos conforme al Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación, mejor conocido como el Reglamento de Planificación Núm. 13

Capacidad Reglamentaria y de Planificación						
Herramienta de planificación/ regulación	**Establecido**	**En desarrollo**	**Departamento responsable**	**Efecto en reducción de riesgo/pérdida**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Plan de manejo de espacios abiertos			Oficina de Ordenación Territorial	Los espacios abiertos son áreas en las cuales se restringe el desarrollo porque son consideradas como áreas susceptibles a riesgo. Así pues, el mantenimiento de un área de riesgo como espacio abierto representa en si una estrategia de mitigación en Guaynabo.	Cualquier medida dirigida a reducir las pérdidas de vida y propiedad, a largo plazo, por la ocurrencia de un peligro natural debe integrarse dentro del Plan de Mitigación del Municipio de Guaynabo.	De incorporarse como medida de mitigación alguna estrategia que produzca la restricción permanente de áreas de riesgos, esto será incorporado dentro del Plan Territorial del municipio.
Plan u ordenanza del manejo de aguas de escorrentías	X			Contribuye a reducir los riesgos asociados a eventos de inundación, así como el impacto de otros eventos naturales relacionados a la inundación tales como marejadas ciclónicas y eventos atmosféricos como huracanes y tormentas tropicales.	Se incorporan dentro del presente Plan proyectos relacionados a reducir el impacto del peligro de inundación.	
Planes de protección de recursos o áreas naturales	X		Departamento de Recursos Naturales, Junta de Planificación, Gobierno Municipal	Provee una guía para adoptar procesos para reducir las pérdidas de recursos naturales antes, durante y después de la ocurrencia de un evento natural.	Se integran en el Plan medidas de mitigación asociadas a la conservación de los recursos naturales del municipio ante determinado peligro natural.	

Capacidad Reglamentaria y de Planificación						
Herramienta de planificación/ regulación	**Establecido**	**En desarrollo**	**Departamento responsable**	**Efecto en reducción de riesgo/pérdida**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Plan de respuesta y/o recuperación por inundación	X		Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias de Guaynabo	El plan de respuesta a inundación ofrece una guía para atender eventos de inundación en el municipio y garantizar la reducción de pérdidas de vida y propiedad mediante la ejecución de proyectos de mitigación que reduzcan su impacto en las áreas más vulnerables.	Las estrategias de mitigación se desarrollan en armonía con las acciones adoptadas por el municipio como respuesta a la ocurrencia de eventos de inundación u otros peligros asociados.	El Municipio de Guaynabo posee un Plan Operacional de Emergencias que atiende los procedimientos relacionados al manejo de emergencias por inundación antes, durante y luego del evento de inundación.
Plan de Operaciones de emergencia (POE)	X		Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias	Provee los procesos adecuados para el manejo de emergencias producidas por diversos peligros en el municipio. Igualmente, identifica la población y áreas que se encuentran vulnerables a peligros naturales y ofrece guías de preparación previo al evento y los procesos de respuesta. De igual forma, le provee a la ciudadanía información sobre áreas de desalojo y refugios y recursos disponibles para atender la emergencia.	Oportunamente, se integra el POE dentro del presente documento, toda vez que su desarrollo se hizo a base del conocimiento especializado del personal que trabaja las situaciones de emergencia del municipio. Así pues, se integran las comunidades y áreas vulnerables conforme fueron identificadas en el POE.	El municipio propicia la integración de informacion de sus diversos planes, de modo tal que las acciones del municipio sean coordinadas y ordenadas. Este esfuerzo garantiza el desarrollo planificado del municipio, la identificación de proyectos de mitigación apropiados y servicios de emergencia útiles.
Plan de continuidad de operaciones	X		Centro de Operaciones de Emergencia (COE), Alcalde, Ayudantes, Oficina de Manejo de Emergencias Municipal	Provee una guía para adoptar procesos para reducir las pérdidas de vida y propiedad luego de la ocurrencia de un evento natural.	Se utiliza este Plan para identificar los peligros a los que se encuentra el municipio y las herramientas que tiene Guaynabo a su haber para asistir a la población.	

Capacidad Reglamentaria y de Planificación						
Herramienta de planificación/ regulación	**Establecido**	**En desarrollo**	**Departamento responsable**	**Efecto en reducción de riesgo/pérdida**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Plan de Desalojo	X		Oficina Municipal de Manejo de Emergencias	Provee una guía para adoptar procesos para reducir las pérdidas de vida y propiedad ante la inminencia de que ocurra un evento natural.	Se utiliza para identificar las áreas consideradas como seguras en el municipio, principalmente para el peligro de tsunami y otros peligros como huracanes y tormentas tropicales.	El municipio cuenta con planes de desalojo por medio de su Plan de Emergencias
Planes de mejoras capitales	X		Municipio de Guaynabo Junta de Planificación	Dentro del Programa de Inversiones de Cuatro Años (PICA), se proveen mejoras capitales con el propósito de que agencias presenten inversiones públicas que tengan impacto sobre el municipio.	Se incluyen los proyectos contemplados en el PICA que estén relacionados a la mitigación de peligros naturales en el Municipio de Guaynabo. De esta forma, se provee un documento más comprensivo acerca de los futuros proyectos estatales que, en colaboración con los esfuerzos municipales, incrementan el alcance de los proyectos de mitigación incluidos en este Plan.	
Plan de recuperación por desastre				Provee una guía para adoptar procesos para reducir las pérdidas de vida y propiedad luego de la ocurrencia de un evento natural.	Se utiliza este Plan para identificar los peligros a los que se encuentra el municipio y las herramientas que tiene Guaynabo a su haber para asistir a la población. Igualmente, identificar las áreas de prioridad para el Municipio de Guaynabo.	El municipio tiene una guía para el manejo de emergencias en su Plan de Emergencias vigentes. Sin embargo, tiene planificado elaborar un Plan de Recuperación por desastre específico.
Plan de desarrollo económico			Oficina de Desarrollo Económico	En armonía con el Plan de desarrollo Económico, el municipio identifica proyectos asociados a la mitigación de peligros naturales.	Ofrece una perspectiva de las proyecciones y las capacidades económicas del municipio.	

Capacidad Reglamentaria y de Planificación						
Herramienta de planificación/ regulación	**Establecido**	**En desarrollo**	**Departamento responsable**	**Efecto en reducción de riesgo/pérdida**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Plan de conservación histórica	X		Oficina Estatal de Conservación Histórica (OEHC)	La OECH se encuentra desarrollando un Plan Estatal de Conservación Histórica 2021-2025 con el fin de conservar nuestro patrimonio histórico. La conservación de estos recursos, por ejemplo, ante un evento natural garantiza la reducción de vulnerabilidad social bajo el mantenimiento de nuestros bienes históricos.	La OECH mantiene un inventario de propiedades históricas y nomina propiedades al Registro Nacional de Lugares Históricos con el propósito de la conservación de éstas. En ese sentido, y conforme a las políticas de FEMA, los gobiernos deben tomar en consideración el patrimonio histórico y cultural e implementar medidas para su conservación ate desastres naturales.	
Ordenanza para prevención de daños por inundaciones	-	-	Legislatura Municipal	Promueve que los residentes del municipio participen, junto al municipio, en el esfuerzo de reducir las pérdidas de vida y propiedad por causa de un evento de inundación.	Cualquier medida adoptada por el municipio para mitigar las pérdidas asociadas a eventos de inundación de incorpora en el Plan como medida o proyecto de mitigación.	

Capacidad Reglamentaria y de Planificación						
Herramienta de planificación/ regulación	**Establecido**	**En desarrollo**	**Departamento responsable**	**Efecto en reducción de riesgo/pérdida**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Resolución de calificación			Junta de Planificación Municipio de Guaynabo	Ofrece información del uso de suelo conforme a la calificación asignada a determinado terreno. Por cuanto, es importante emitir resoluciones de calificación de suelo tomando en consideración la identificación de áreas susceptibles a peligros naturales para poder limitar los desarrollos en zonas de riesgo que ocasionen un incremento en la vulnerabilidad del municipio. Lo contrario, derrotaría el propósito del presente documento.	Se integra como referencia al uso de suelo según dispuesto el Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados al Desarrollo, Uso de Terrenos y Operación de Negocios.	
Código de construcción de Puerto Rico (PR Codes 2018)	X		Municipio de Guaynabo Junta de Planificación OGPe	Los códigos de construcción vigentes garantizan que los nuevos desarrollos cumplan con parámetros de resistencia ante peligros naturales. De manera tal que, las pérdidas asociadas a un evento natural se reduzcan.	Se incorpora como esfuerzo del municipio para velar por que se utilicen los códigos de construcción en nuevos desarrollos, modificaciones, mejoras, entre otros.	
Código de fuego (Incluido en el PR Codes 2018)	X		OGPe, Junta de Planificación, Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico y el municipio	El Código de fuego contribuye a que se adopten medidas de mitigación para prevenir la ocurrencia del fuego. Estas medidas contribuyen a la reducción de eventos de incendio en el municipio.	Se incorpora como esfuerzo del municipio para velar por que se utilicen los códigos vigentes para reducir la ocurrencia de eventos de incendio forestal.	

Capacidad Reglamentaria y de Planificación						
Herramienta de planificación/ regulación	**Establecido**	**En desarrollo**	**Departamento responsable**	**Efecto en reducción de riesgo/pérdida**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Miembro del Programa Nacional del Seguro de Inundación (NFIP)	X		Municipio de Guaynabo	Las medidas contenidas en el NFIP tienen como objetivo mitigar las pérdidas futuras por inundación a nivel nacional mediante reglamentación de construcción y calificación.	El NFIP provee a las comunidades participantes un seguro por inundación asequible si la referida comunidad adopta y hace cumplir la reglamentación sobre el manejo de valles inundables para disminuir los riesgos futuros en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación. Así pues, el implementar el NFIP representa una medida de mitigación del peligro de inundación.	El Municipio de Guaynabo participa individualmente en el NFIP (CID #720034).
Miembro del Sistema de Clasificación de Comunidades (CRS, por sus siglas en inglés) del NFIP.		X	Director(a) de Programas Federales Municipal	Las comunidades que participan en el NFIP cumplen con los requisitos mínimos del programa. Sin embargo, las comunidades que desean lograr un nivel más alto de seguridad y protección uniéndose al CRS. Estas comunidades son reconocidas por (1) reducir el daño de inundación a la propiedad asegurable; (2) fortalecer y apoyar los aspectos del NFIP; (3) exhortar un acercamiento abarcador al manejo de valles inundables.	Las acciones que deben adoptarse para participar del CRS del NFIP, mantienen a sus residentes más seguros, toda vez que los requisitos minimizan los daños a la propiedad, desarrollan resistencia y fomentan una mejor calidad de vida en la comunidad.	El Municipio de Guaynabo participa individualmente en el NFIP o CRS, Conforme a los datos del NFIP para al 2020, el municipio no pertenece al CRS.

5.2 Capacidad técnica y administrativa

Las capacidades técnicas y administrativas se refieren a las destrezas y herramientas del personal de la comunidad, sea de entidades públicas o privadas. Estas capacidades son útiles para el proceso de planificación y mitigación de peligros naturales. En este renglón se incluyen los recursos de personal con pericia dentro de los campos de ingeniería, planificación, manejo de emergencias, análisis de sistemas de información geoespacial, redacción de propuestas y personal de manejo de áreas inundables. Las acciones de mitigación que se incluyen en el Plan tienen que ser implementadas a través de las capacidades técnicas y administrativas disponibles, específicamente, por el personal con las destrezas para ejercerlas. El municipio ha identificado no sólo la capacidad administrativa del gobierno, sino también las capacidades de contratistas y entidades privadas.

Tabla 71: Evaluación de capacidad municipal – Capacidad Técnica y Administrativa

Capacidad Técnica y Administrativa						
Equipo/Recursos de personal	**Sí**	**No**	**Posiciones futuras**	**Departamento o agencia**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Planificadores con conocimiento del desarrollo de tierras y prácticas de manejo					Este profesional contribuye al buen uso del suelo en el municipio para evitar que se desarrollen áreas susceptibles a peligros naturales de alto impacto.	
Ingenieros o profesionales entrenados en prácticas de construcción relacionadas a edificios e infraestructura					Estos profesionales contribuyen al desarrollo del municipio y aportan su conocimiento para que las edificaciones cumplan con los códigos de construcción vigentes.	
Planificadores o ingenieros con amplio entendimiento de peligros naturales					La OMME posee información acerca de la ocurrencia de eventos naturales en el municipio y las áreas que se encuentran vulnerables ante éstos por tanto su conocimiento y experiencia previa en el manejo de emergencias ha contribuido al desarrollo de medidas de mitigación apropiadas para Guaynabo.	El personal de la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (OMME) se dedica a la respuesta de emergencias y posee personal experimentado.

Capacidad Técnica y Administrativa						
Equipo/Recursos de personal	**Sí**	**No**	**Posiciones futuras**	**Departamento o agencia**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Administrador de emergencias						El personal de la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (OMME) se dedica a la respuesta de emergencias y posee personal experimentado.
Administrador de planos de inundación independientes					Identifica las zonas de riesgo por inundación por área, incluyendo su recurrencia y profundidad de la inundación en pies. Con este recurso se pueden identificar las medidas de mitigación apropiadas para reducir la magnitud de las inundaciones en Guaynabo.	
Agrimensor					Provee información sobre las dimensiones de determinado terreno y levanta los planos, mapas, entre otros documentos cartográficos correspondientes a la área de estudio. Igualmente delimitan derechos a base de la medida del área o la rectificación de los límites de terreno	
Científico familiarizado con los peligros naturales					El personal de la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (OMME) se dedica a la respuesta de emergencias y posee personal experimentado.	
Personal experto o con educación en las vulnerabilidades y peligros naturales que afectan la comunidad			Las posiciones al presente se encuentran ocupadas por el personal de la OMME.	Oficina Municipal de Manejo de Emergencias	La OMME posee información acerca de la ocurrencia de eventos naturales en el municipio y las áreas que se encuentran vulnerables ante éstos. Esto contribuye al diseño de estrategias de mitigación.	El Director y el personal de esta oficina cuenta con personal adiestrado para manejar situaciones de emergencia por desastres. Igualmente, el personal sirve como apoyo para otras agencias de respuestas estatales.

Capacidad Técnica y Administrativa						
Equipo/Recursos de personal	**Sí**	**No**	**Posiciones futuras**	**Departamento o agencia**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentario**
Equipo encargado del desarrollo de recursos o redactor de propuestas	X		Director(a) de Programas Federales municipal	Oficina de Programas Federales municipal	El personal encargado del desarrollo de recursos o redactor de propuestas posee vasta experiencia en las necesidades de las comunidades de Guaynabo respecto a los peligros naturales. Igualmente, conoce los proyectos que se han presentado para mitigar los peligros naturales que amenazan al municipio.	

5.3 Capacidad financiera

El Estado, el Municipio de Guaynabo y los correspondientes programas federales pueden proveer recursos financieros para implementar las medidas desarrolladas para el manejo de peligros naturales. Cada una de las acciones de mitigación deben ser analizadas a base de sus costos de planificación, diseño e implementación. Lo anterior, sirve también para verificar si existen fondos disponibles para su ejecución. El análisis incluye el proveer información acerca de la prioridad que se les asigna a las acciones de mitigación. Una evaluación agregada de las capacidades financieras asistirá al municipio en seleccionar las acciones de mitigación pertinente.

Tabla 72: Evaluación de capacidad municipal – Capacidad Financiera

Capacidad Financiera						
Recurso Financiero	**Sí**	**No**	**Desconocido**	**Departamento o agencia**	**Oportunidades para integrar en HMP**	**Comentarios**
Fondos para mejoras capitales	X			Oficina Programa de Fondos Federales de Guaynabo y el Departamento de Finanzas	Se incluye cualquier proyecto que tenga el municipio que contribuya al esfuerzo de mitigación contra peligros naturales.	Incluye los fondos federales bajo las secciones 404, Hazard Mitigation Grant Program, 406 de Asistencia Pública y 428.
Fondos en bloque para desarrollo comunitario (en inglés, CDBG)	X			Gobierno Estatal (Departamento de Vivienda), Departamento de Programas Federales Municipal	Provee asistencia de fondos federales para mejorar las estructuras e infraestructura en el municipio, de manera tal que se complementa con el esfuerzo de mitigación en Guaynabo.	

5.4 Capacidad de educación y difusión

Las capacidades de educación y difusión tienden a enfocarse más en la concientización y la educación pública y puede incluir programas de preparación y seguridad para huracanes, participación en el programa "StormReady", y programas de identificación y conocimiento de peligros naturales. Estos programas típicamente se hacen a la par con departamentos de comunicación e información pública. Igualmente, los programas de educación, concientización ciudadana y capacitación tienen como objetivo que las comunidades conozcan los peligros naturales a los que se encuentran expuestas, los riesgos asociados a la ocurrencia de eventos naturales y la importancia de implementar medidas de mitigación tanto a nivel comunitario como individual. De esta manera, la ciudadanía reconoce su obligación y/o responsabilidad de trabajar junto al esfuerzo municipal de reducir las pérdidas de vida y propiedad debido a un evento natural en el municipio.

Capacidad de Educación y Difusión					
Recurso de Educación o Difusión	**Sí**	**No**	**Descripción**	**Departamento o Agencia**	**Comentarios**
El sitio web del Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres	X		Incluye información de refugios, desastres, guías, y contacto para la agencia	Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres	El Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres Estatal posee su propia plataforma en la web y se encarga de informar a las personas sobre la importancia de conocer sobre los peligros naturales y prepararse adecuadamente antes de la ocurrencia de un huracán, incluyendo estrategias de mitigación para reducir el impacto sobre las personas y la propiedad. El municipio cuenta con una página web que puede ser accedida bajo el enlace: www.guaynabocity.gov.pr Igualmente, el municipio comparte información relacionada al manejo de emergencias y peligros naturales en la red social Facebook bajo la página titulada "Municipio Autónomo de Guaynabo". La página cuenta con aproximadamente 34,584 seguidores.

Capacidad de Educación y Difusión					
Recurso de Educación o Difusión	**Sí**	**No**	**Descripción**	**Departamento o Agencia**	**Comentarios**
Guía de Preparación previo a un evento natural	X		Portal educativo del Negociado para el Manejo de Emergencias incluye guías y currículos, Portal Educativo de la Red Sísmica de Puerto Rico. Igualmente, el municipio posee una Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias la cual tiene a disposición de toda aparte interesada el Plan Operacional de Emergencias.	Oficina Municipal de Manejo de Emergencia, Red Sísmica y otras organizaciones que tiene que ver con manejo de emergencias.	Currículos educativos sobre tsunami están disponibles para estudiantes de elemental hasta escuela superior, materiales que solo aparecen en el internet para personas tienen acceso, sea por computadora o teléfono inteligente, materiales que se pueden imprimir para cualquier persona. Igualmente, el municipio posee una oficina municipal de manejo de emergencia, la cual provee diversos talleres para preparar a los ciudadanos ante un evento natural. Estas actividades se encuentran descritas en el Plan de Emergencias de Guaynabo.
Facebook, Twitter u otras redes sociales	X		El municipio comparte, de forma activa, información a través de la página del municipio en las plataformas sociales de Facebook	Directora de Relaciones Públicas del municipio	El municipio comparte contenido informativo sobre asuntos de interés en Guaynabo. Las páginas se encuentran activas y en constante desarrollo. Igualmente, se provee una plataforma para que las personas puedan someter sus comentarios acerca de la información compartida en la página. Entre las actualizaciones de la página se encuentra información sobre mitigación de peligros, preparación ante un evento natural y áreas que se encuentran en riesgo de sufrir impactos por la ocurrencia de un peligro natural.
Reuniones de municipio, seminarios, clases (CERT) u otras oportunidades de difusión	X		El Municipio de Guaynabo ofrece las herramientas para que las comunidades se beneficien del programa CERT. Igualmente, a través del año ofrece talleres y charlas relacionadas al manejo de emergencias y medidas de mitigación.	Municipio de Guaynabo en colaboración con la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias	Estos talleres tienen como fin el que las comunidades o voluntarios se preparen ante un evento natural y los capacita sobre destrezas de respuesta a desastres, tales como la seguridad contra incendios, operaciones livianas de búsqueda y rescate, organización de equipos y operaciones médicas en desastres.

Capítulo 6: Estrategias de mitigación

6.1 Requisitos de estrategias de mitigación

La reglamentación federal 44 C.F.R. § 201.6(c)(3) establece los requisitos relacionados a la estrategia de mitigación para planes locales de mitigación.

El Plan debe incluir lo siguiente:

- Una estrategia de mitigación que provee un modelo de la jurisdicción para reducir las pérdidas potenciales identificadas en la evaluación de riesgo, basado en las autoridades existentes, policías, programas y recursos; junto con su habilidad de expandirse y mejorar las herramientas existentes.
- Esta sección debe incluir:
    - Una descripción de las metas de mitigación para reducir o evitar vulnerabilidades a largo plazo en los peligros identificados.
    - Una sección que identifique y analice una gama comprensiva de acciones de mitigación específicas y proyectos siendo considerados como reductores de los efectos de cada peligro, con énfasis particular en edificios nuevos y existentes, también en infraestructura;
    - Una descripción de la participación de la jurisdicción en el NFIP y que cumpla con los requisitos del NFIP, como sea apropiado, y, por último
    - Un plan de acción que describa cómo la acción identificada será priorizada, implementada y administrada por la jurisdicción local. La priorización debe incluir un énfasis especial a medida de cuáles beneficios son maximizados, de acuerdo con una revisión de costo-beneficio sobre los proyectos que fueron propuestos, junto con su costo de asociación.
- Para los planes multi-jurisdiccionales deben incluir medidas relacionadas con la jurisdicción solicitando aprobación de FEMA o crédito del plan.[93]

Así las cosas, el municipio, a través de su Comité de Planificación, se dio a la tarea de identificar los riesgos a los que se encuentran expuestas las comunidades de Guaynabo y se trazó metas claras, acciones de mitigación adecuadas y necesarias para reducir los daños, pérdidas repetitivas de propiedad y vida tras la ocurrencia de un peligro natural. Es pues a través de un proceso de mitigación ordenado que el municipio logra futuros desarrollos sostenibles. A esos efectos, las estrategias de mitigación que se presentan en este Plan se encuentran enmarcadas dentro de las metas y objetivos identificadas por el municipio y que tienen el fin de reducir los daños potenciales identificados que puedan producirse de ocurrir un evento natural. De esta forma, el municipio busca lograr reducir a largo plazo las vulnerabilidades de las comunidades. Este esfuerzo se logra con el firme compromiso de atender y dar prioridad a los aspectos identificados dentro de este Plan de Mitigación.

El hecho de haber contado con un Plan de Mitigación aprobado en 2016, unido a las facultades que le otorga el Código Municipal de Puerto Rico, permitió que el municipio encaminara sus acciones a reducir la vulnerabilidad de las comunidades y mantener el enfoque de desarrollo sustentable. Al presente, el Municipio de Guaynabo se encuentra bajo un proceso histórico de planificación a raíz del desastre natural ocasionado por el huracán María en septiembre de 2017 y la consecuente asignación de fondos para la reconstrucción de la Isla. Así pues, el municipio se ha dado a la tarea de identificar su visión del uso y

[93] 44 C.F.R. § 201.6(c)(3)

manejo de suelos e integrar esta nueva dirección en sus demás planes o instrumentos de trabajo. El conjunto de metas y objetivos presentado en esta sección ha sido elaborado por el Comité de Planificación a través de la evaluación de este documento en todas sus fases de desarrollo.

6.2 Propósito, metas y objetivos de mitigación

Una vez establecida la vulnerabilidad del municipio ante los peligros naturales a los que está expuesto, se identificaron las metas y objetivos. Las actividades/estrategias de mitigación tienen el propósito de proveer una serie de políticas y proyectos basados en un marco jerárquico para la acción. Este marco consiste en lo siguiente:

- Metas: Las metas representan enunciados que serán logrados a través de la implementación de un rango específico de objetivos. Las metas están generalmente expresadas para suministrar un marco para lograr los resultados planificados a largo plazo.
- Objetivos: Los objetivos describen pasos específicos que llevan a la implementación de las metas identificadas. Estos tienen la finalidad de apoyar, relacionarse y definir el camino de cómo obtener las metas deseadas.
- Estrategias de mitigación: Estas incluyen estrategias encaminadas a la prevención, protección de propiedad, protección de los recursos naturales, proyectos estructurales, servicios de emergencia y educación pública y concientización.

La planificación para la mitigación de riesgos naturales es un proceso de aprendizaje sistemático relacionado con los riesgos que afectan a la comunidad, mediante el cual se trazan metas claras, se identifican acciones adecuadas y se establecen las actividades y estrategias adecuadas para evitar los daños, pérdidas repetitivas de propiedad y más importante la pérdida de vidas a consecuencia de los peligros naturales. El proceso de mitigación es un componente importante en la planificación para lograr desarrollos sostenibles.

La acción de mitigar consiste en un conjunto de actividades realizadas antes que ocurra un evento y cuyo propósito es minimizar la pérdida de vidas y daños a la propiedad. Incluye esfuerzos a largo plazo para reducir la vulnerabilidad e intenta disminuir el impacto y severidad de éste. Así pues, el Municipio de Guaynabo desde su etapa de planificación y evaluación de riesgos comenzó a desarrollar sus metas locales a través de su Comité de Mitigación, al igual que reuniones en las comunidades y quedó determinado que se pueden desarrollar metas locales de mitigación de riesgo efectivas. A esos efectos, se inspeccionaron las áreas de riesgos o vulnerables y se identificó las de mayor importancia. Entendiendo que el proyecto de mitigación es uno de gran importancia, se estipuló nuestras metas principales y primarias para este comienzo de implementación e implantación de este Plan de Mitigación contra Peligros Naturales, luego de su aprobación a nivel federal. Dentro de nuestras metas principales se dirigen los esfuerzos a reducir daños o los riesgos ocasionados por los peligros naturales esbozados en el Capítulo 4.

Conforme a los peligros identificados se establecen las siguientes metas:

- Continuar proveyendo adiestramientos comunitarios sobre mitigación.
- Implementar medidas de Prevención.
- Proteger vida humana.
- Desarrollar Técnicas para proteger propiedades y estructuras.
- Lograr Comunidades organizadas.
- Proteger los recursos naturales.
- Continuar ofreciendo servicios de emergencia comunitarios.
- Desarrollar Técnicas de mitigación en el comercio, industria, instituciones, entre otros.

En cuanto a los objetivos generales del Plan, se incluyen:

1. Prevenir y reducir la pérdida de vida y la propiedad;
2. Proteger la infraestructura crítica ubicada en el municipio;
3. Reducir el impacto económico y social de traen consigo los eventos asociados a vientos fuertes, aumento en el nivel del mar, inundaciones, marejadas ciclónicas, deslizamientos y otros movimientos de masa, sismos e incendios forestales. Definir los niveles de vulnerabilidad a cada uno de estos peligros en diferentes sectores del municipio y evitar el desarrollo ilegal o inapropiado en áreas vulnerables a los mismos;
4. Identificar y proponer estrategias y medidas dirigidas a mitigar los efectos de estos peligros;
5. Detener el ciclo de destrucción – construcción – reconstrucción característico de comunidades expuestas a peligros naturales;
6. Educar a la comunidad en cuanto a las características y efectos de los peligros naturales, las medidas de mitigación y reducción de pérdidas, y la función y beneficios de los recursos naturales en la reducción de los riesgos que éstos presentan;
7. Aplicar las políticas y metas de la DMA 200, aprobada el 30 de octubre de 2000, que enmienda el "Robert T. Stafford Disaster Relief" and "Emergency Assistance Act" de 1988;
8. Aplicar las políticas y metas del Plan de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico de acuerdo con los requerimientos de la sección 322 de la Ley de Mitigación de Desastres (Ley 106-390 de 2000, conocida como el" Disaster Mitigation Act"), aprobada el 30 de octubre de 2000.

Este Plan describe la vulnerabilidad de la población y la propiedad del Municipio de Guaynabo a diversos peligros naturales, y recomienda acciones y medidas dirigidas a reducir los riesgos. Los datos en los que se basa el mismo fueron obtenidos de la revisión y evaluación de la literatura científica y otros documentos existentes, de estudios de campo, y del análisis espacial del área de estudio utilizando sistemas de información geográfica, fotos aéreas e imágenes de satélite.

De igual forma, esta Revisión al Plan incorpora las políticas y metas del Plan de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico que se enfoca en cuatro (4) aspectos fundamentales. Estos comprenden de los siguientes: (1) la revisión e implantación de reglamentos y políticas públicas encaminadas a reducir el riesgo y mitigar los efectos de los peligros naturales; (2) destacar los elementos de coordinación y planificación enfatizando en el desarrollo de instrumentos de planificación cuyo uso pueda ser útil dentro del contexto de la Junta de Planificación y los municipios que se acogen al Código Municipal de Puerto Rico; (3) recomendaciones para que se planifique a nivel del sistema de la cuenca hidrográfica con la intención de mantener un balance en los diversos componentes hidrológicos y controlar así la magnitud y frecuencia de las inundaciones, calidad de agua y sistemas de drenaje en buen estado; y (4)destacar la importancia de la educación y concienciación pública mediante la preparación de información en distintos formatos que podrá ser difundida a través de la radio, prensa, televisión, Internet, hojas sueltas, folletos y literatura impresa de todo tipo sobre la mitigación contra desastres naturales.

Con este preámbulo, el Municipio de Guaynabo desarrolla su Plan de Acción conforme a metas y objetivos específicos para el Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 2021. Estas metas y objetivos fueron desarrolladas por los miembros de Comité de Planificación a base de los resultados obtenidos de la evaluación de riesgos y el análisis de la vulnerabilidad de la población, las estructuras y las instalaciones críticas. Durante el proceso de análisis, se presentaron al público los mapas de peligros naturales y los mapas de infraestructura crítica y no crítica. También, se examinaron las estadísticas de riesgo y el perfil

socioeconómico de los ciudadanos ubicados en las áreas vulnerables. Se analizó el perfil de daño económico potencial que puede causar cada uno de los peligros naturales.

A modo de síntesis, las metas del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de Guaynabo se desarrollaron con el insumo de la ciudadanía y están dirigidas a reducir el impacto adverso de los peligros geológicos, atmosféricos e hidrológicos que amenazan la vida y propiedad de los ciudadanos del municipio. Esto se logra mediante la implantación de objetivos de mitigación encaminados a prevenir daños, proteger la vida y propiedad, promover la educación pública para mitigar los efectos de los desastres, construir obras de naturaleza estructural y mejorar los servicios de emergencias. La implantación de estos objetivos llevará al municipio a cumplir la meta de alcanzar un desarrollo seguro y sustentable en cuanto a estos riesgos.

6.3 Identificación y análisis de técnicas de mitigación

Se utilizaron las siguientes metodologías para seleccionar las acciones de mitigación:

- El Comité de Planificación consideró las acciones de mitigación identificadas en el Plan de Mitigación previo. El Comité revisó dichas acciones y determinó cuáles eran pertinentes para incluir en el Plan que nos ocupa. Las consideraciones para descartar medidas fueron:
    - La medida ya fue aplicada durante la vigencia del plan anterior y no es una acción continua; y
    - La medida ya no es necesaria o útil dado información nueva. Esta describe las acciones de mitigación que hacen referencia a los peligros, riesgos y vulnerabilidades identificadas (Nota: del municipio entender que la medida queda descartada por no ser necesaria se hará constar en la columna titulada “Estado de su implementación al 2020”.
- El Comité consideró las Cartas de Intención (LOIs, por sus siglas en inglés) de proyectos de mitigación que sometió el municipio al COR3 para participar en el “Hazard Mitigation Grant Program” en el 2019-2020. Estos proyectos fueron incluidos en el Plan actual, evitando posibles duplicaciones con los proyectos que estaban en el Plan anterior.
- Miembros del Comité evaluaron e incorporaron medidas nuevas. Estas nuevas medidas surgieron de la experiencia y el conocimiento especializado de los miembros del Comité y de sugerencias de los ciudadanos.

6.3.1 Prevención

Las actividades de prevención tienen como propósito el evitar que los problemas que acarrea un peligro empeoren y típicamente son administradas a través de programas de gobierno o por acciones de regulación que tengan influencia sobre cómo desarrollar terrenos y construir edificios. Estas son particularmente efectivas en reducir la futura vulnerabilidad de una comunidad, especialmente en áreas en donde no se han desarrollado aún, o en donde el movimiento de capital no ha sido sustancial. Algunos ejemplos de actividades preventivas incluyen:

- Planificación y calificación;
- Códigos de construcción;
- Preservación de espacios abiertos;
- Regulaciones en lugares inundables;
- Regulaciones de manejo de aguas pluviales;
- Mantenimiento de sistemas de drenaje;
- Programación de mejoras de capital; y

- Recanalización de riberas o movimientos de zonas de falla.

6.3.2 Protección de propiedades

Las medidas de protección de propiedad envuelven la modificación de edificios y estructuras existentes para que puedan tolerar los efectos de peligros naturales, o la eliminación de estructuras de lugares en alto riesgo. Ejemplos de esto son:

- Adquisición;
- Relocalización;
- Elevación de estructuras;
- Protección de instalaciones críticas;
- Mejoras de protección (Proteger contra el viento e inundaciones, diseños de técnicas sísmicas);
- Áreas seguras, contraventanas (persianas), cristales resistentes a golpes; y
- Pólizas de seguros.

6.3.3 Protección de recursos naturales

Las actividades de protección de recursos naturales reducen el impacto de desastres naturales preservando y restaurando áreas naturales con sus funciones protectoras. Esto incluye áreas como llanos, humedales, laderas empinadas y dunas de arena. Parques, recreación o agencias-organizaciones de conservación comúnmente implementan medidas de protección como las siguientes:

- Protección contra inundaciones;
- Manejo de cuencas de agua;
- Amortiguadores en riberas;
- Manejo de bosques y vegetación (protección contra incendios y escapes de combustibles);
- Control de erosión y sedimentos;
- Preservación y restauración de humedales;
- Preservación de hábitat; y
- Estabilización de laderas.

6.3.4 Proyectos de estructura

Los proyectos de mitigación de riesgo en estructuras tienen como propósito el minimizar el impacto de un desastre modificando la progresión natural del fenómeno mediante la construcción. Usualmente estos son diseñados por ingenieros y manejados-mantenidos por el equipo de obras públicas. Algunos ejemplos son:

- Reservas;
- Represas, diques, muros de contención;
- Desviación, detención y retención;
- Modificación de canales; y
- Alcantarillado para aguas de escorrentía.

6.3.5 Servicios de emergencia

Aunque no es una medida típicamente considerada de mitigación, las medidas de manejo de emergencias minimizan el impacto de desastres naturales en personas y en propiedades. Estas acciones se toman inmediatamente antes, durante o en respuesta a un evento de desastre. Algunos ejemplos son los siguientes:

- Sistemas de advertencias;
- Manejo y planes de desalojo;

- Ejercicios y entrenamientos de respuesta a emergencias;
- Fortificaciones para proteger contra inundaciones; e
- Instalación de contraventanas (persianas).

6.3.6 Educación y concientización pública

La educación pública y la difusión de actividades se utilizan para aconsejar a residentes, oficiales electos, dueños de negocio, compradores de viviendas y visitantes sobre áreas bajo riesgo, y las posibles técnicas de mitigación que pueden emplear para protegerse a sí mismos y a su propiedad. Ejemplo de estas son:

- Proyectos de difusión;
- Eventos de demonstración/ presentaciones por oradores;
- Información sobre los riesgos;
- Información sobre propiedades;
- Materiales de bibliotecas;
- Programas educacionales para niños; y
- Exposición a factores de riesgo.

6.4 Selección de estrategias de mitigación para el Municipio de Guaynabo

La mitigación se define en este Plan como las acciones, medidas, actividades, proyectos y/o estrategias que identifica el Municipio de Guaynabo y su ciudadanía para reducir las pérdidas de vida y propiedad a causa de la ocurrencia de un peligro natural. Así pues, la mitigación resulta un esfuerzo trazado por el municipio para reducir los riesgos, asociados a determinado peligro, a largo plazo. Consecuentemente, las medidas de mitigación seleccionadas para ser incluidas en este Plan contaron con los hallazgos de la evaluación de riesgos, la cual identifica los peligros naturales a los que se encuentra expuesto el municipio, así como la vulnerabilidad de la población, las estructuras y las instalaciones críticas. A su vez, el municipio, a través de la revisión y actualización de sus capacidades municipales identificó las herramientas que tiene a su haber para poder implementar y mantener las estrategias de mitigación incluidas en este Plan. De esta manera, el municipio estuvo en mejor posición de tener la base de hechos necesaria para poder definir, diseñar o desarrollar proyectos de mitigación apropiados para el municipio y sus comunidades.

El listado de las estrategias de mitigación, incluidos en el Plan anterior, fue revisado por el Comité de Planificación de Guaynabo para identificar cuales proyectos pudieron ser implementados, cuales proyectos no pudieron ser implementados o fueron implementados parcialmente. Además, el Comité identificó si determinada estrategia debe permanecer en el presente Plan por ser una de naturaleza continua y relevante para el municipio o, por el contrario, el Comité pudiera eliminar determinada estrategia por entender que ésta no es necesaria o relevante para el municipio. De igual forma, el municipio, a través de los procesos de planificación con la comunidad, incorporó todas las ideas y sugerencias obtenidas por parte de la ciudadanía y que tuvieron el propósito de atender la problemática que se suscita de manera directa o indirecta debido a la ocurrencia de un evento natural.

6.5 Plan de acción para la implementación

Conforme a la evaluación de riesgos incluida en el Capítulo 4 del presente documento, las experiencias previas y conocimiento especializado de los miembros de Comité y el insumo de los residentes del Municipio de Guaynabo, así como de otras partes interesadas, se identificaron los peligros naturales más significativos. Consecuentemente, Guaynabo, durante el desarrollo de este Plan, tuvo la oportunidad de analizar e identificar los peligros principales que exacerban los riesgos en las diversas comunidades y/o

barrios del municipio y demarcar las oportunidades de prevención de pérdida de vidas y propiedad mediante el diseño e implementación de estrategias de mitigación. Por tal motivo y conforme a la capacidad del municipio y el nivel de riesgo al que se encuentran expuestas las comunidades, ante determinado peligro natural, se les asignó a las estrategias de mitigación una prioridad relativa de alto, moderado o bajo para su implementación. El análisis se trata de una asignación de rango relativo, toda vez que la determinación se realiza a base de un componente técnico y otro componente subjetivo. Por ejemplo, la asignación del nivel de prioridad, a base del componente técnico, conlleva que el municipio considere la cantidad estimada de pérdidas o impacto a las personas y a la propiedad, junto con la magnitud del evento, conforme a las herramientas de evaluación de riesgos utilizadas en este documento.

Por su parte, el componente subjetivo, para la determinación de rango de prioridad relativa, se basa en las experiencias previas de los miembros de Comité de Planificación y la ciudadanía ante la ocurrencia de determinado peligro natural en el municipio. Es de esta forma que el desarrollo de las estrategias de mitigación y su asignación de prioridad relativa para su implementación cobran mayor alcance y relevancia para el municipio. Entre los factores que se tomaron en consideración para este ejercicio de selección de medidas de mitigación, asignación de prioridad relativa, dependencia que está a cargo del proyecto, así como las fechas estimadas de implementación, se encuentran:

1. Revisión de las metas y los objetivos propuestos con el propósito de establecer si es meritorio trabajar asignar prioridad alta a un proyecto u otro;
2. Nivel de dificultad de implementación del proyecto;
3. Posibilidad de que el desarrollo de un proyecto permita lograr más de una meta u objetivo;
4. Tiempo de duración del proyecto, tomando en consideración el tiempo destinado para los procesos de perisología y contar con los recursos financieros necesarios;
5. Posibilidad de que el proyecto, a base de las particularidades de éste, solo pueda llevarse a cabo después de ocurrir un desastre natural;
6. Condición de la obra a intervenir en términos de su capacidad para resistir el impacto de un desastre;
7. Población a la que sirve el proyecto;
8. Necesidad del proyecto para el desarrollo social y económico del municipio;
9. Las ventajas sociales y económicas que implica contar con una obra resistente a desastres en contraste con los problemas que implica la falta de seguridad que ésta representa, limitando el desarrollo del municipio;
10. Los costos de reparar la obra o de reemplazarla por pérdida total en la eventualidad de que ocurra un evento natural antes de implementar el proyecto de mitigación;
11. Los costos de la realización del proyecto propuesto:
    a. El presupuesto necesario para el desarrollo del proyecto propuesto (estimado de costos); y
    b. El costo acumulativo de los proyectos realizados en el lugar cada vez que ocurre un desastre.
12. Las obras de infraestructura y estructuras que dejarán de ser vulnerables a desastres como consecuencia directa del desarrollo del proyecto de mitigación propuesto;
13. La cantidad de terreno que se impacta con el desarrollo del proyecto de mitigación propuesto en la que se reduce o elimina su vulnerabilidad a peligros naturales;
14. El poder realizar un mejor uso y manejo de suelo y sus recursos;
15. La obra programática de Obras y Mejoras Permanentes planificada para ser desarrollada por el municipio; y

16. La oportunidad de desarrollar los proyectos ya programados y que forman parte de las Obras y Mejoras Permanentes que, sin el proyecto de mitigación propuesto, se encontrarían propensas a ser impactadas por los riesgos asociados a determinado peligro natural.

A modo de resumen, es meritorio aclarar que el nivel de prioridad asignado a las estrategias o acciones de mitigación correspondientes van alineadas a la narrativa de la sección 4.6.5. que, ciertamente reflejan que hubo un cambio un tanto significativo pertinente a la identificación de peligros naturales de interés o identificados como significativos para el Municipio de Guaynabo desde la expiración del pasado Plan Federal de Mitigación Multi-Riesgos. Es decir, se mantuvieron algunos peligros, que, al cambiar de categoría, se evaluó su nivel de priorización, otros se mantuvieron igual, mientras que se identificaron peligros nuevos, asignándole un valor o nivel de priorización. Es por ello que, luego de un robusto análisis de riesgos y su subsiguiente discusión con el Comité e insumo de la ciudadanía y otros, se atemperaron las estrategias de mitigación a la correspondiente valorización y categorización de los peligros identificados, así como la posible identificación y disponibilidad de fondos necesarios para la implementación de estas acciones.

Según mencionado en el inciso 6.3, en esta revisión se han reorganizado las acciones de mitigación a base del tipo de actividad según se enumeran a continuación:

1. Prevención;
2. Protección a la propiedad;
3. Protección de los recursos naturales;
4. Proyectos estructurales;
5. Servicios de emergencia;
6. Educación y concientización pública.

Las estrategias de mitigación de Guaynabo fueron evaluadas por el Comité utilizando la herramienta conocida como **STAPLEE**. Esta herramienta ofrece el criterio de selección utilizado para evaluar los proyectos incluidos en la sección que precede. Esta técnica emplea la consideración de los siguientes siete criterios de evaluación de proyectos:

Tabla 73: Evaluación de las estrategias de mitigación a base de STAPLEE[94]

Término	Descripción
S (Social)	La acción propuesta debe ser socialmente aceptable
T (Técnica)	La acción propuesta debe ser técnicamente factible
A (Administrativa)	La comunidad debe poseer las capacidades necesarias para implementar la medida. Por ejemplo, evaluar si la dependencia tiene las herramientas de llevar a cabo y vigilar el proyecto
P (Política)	Las acciones de mitigación deben ser públicamente aceptables
L (Legal)	Poseer la autoridad para implementar las medidas de mitigación propuestas en el Plan.

[94] El STAPLEE es uno de los métodos utilizados por parte de FEMA para establecer prioridades. Las acciones de mitigación se mantienen en la actualización del Plan a corto plazo, siendo medidas especificadas a ser llevadas a cabo por el Municipio de Guaynabo y serán utilizadas para medir el progreso del Plan a través del transcurso de cinco (5) años de vigencia del documento. Este procedimiento facilita la revisión rápida del Plan y su correspondiente actualización, según establecido en el Capítulo 7, de este documento.

Término	Descripción
E (Economía)	Adoptar consideraciones económicas deben poseer una base económica vigente, crecimiento proyectado y los costos de oportunidad[95]
E (medio ambiente)	El impacto de la medida en el medio ambiente debe ser considerado debido a las disposiciones estatutarias y el interés público en poseer comunidades sostenibles y saludables.

Cada **medida de mitigación** propuesta incluye:

- La categorización de la medida de mitigación;
- El peligro natural asociado a la medida de mitigación;
- La prioridad asignada a base de componente técnico y objetivo;
- Información general de los antecedentes de la medida;
- Fuentes de financiamiento, en caso aplicable;
- El departamento municipal a cargo de determinada estrategia de mitigación; y el
- Año estimado de completar la medida de mitigación.

Por todo lo cual, el Comité de Planificación de Guaynabo evaluó la eficiencia y validez de costos durante el desarrollo y la asignación de prioridades a las acciones de mitigación presentadas en esta sección. Aunque un análisis de costo-beneficio formal no ha sido realizado para cada acción de mitigación como parte de la revisión y actualización del Plan, toda vez que no es parte de un requisito para el desarrollo ni la informacion obra disponible al presente, las acciones fueron identificadas considerando la viabilidad técnica y económica que tiene a su haber el Municipio de Guaynabo. A esos efectos, se procedió a la utilización de una fórmula de clasificación numérica para evaluar la eficacia de los costos de cada acción de mitigación propuesta. Es importante mencionar que estos datos cuantitativos son preliminares y se presentarán formalmente mediante los procedimientos correspondientes a la asignación de fondos para su financiamiento. Por ejemplo, cualquier proyecto enviado tomará en consideración el financiamiento a tenor con los programas estatales y federales, tales como el Programa de Subvención de Mitigación de Riesgos (HMGP) o el Programa de Mitigación Pre-desastre (PDM), debe incluirse su costo efectividad de ser una medida de construcción o rehabilitación como requisito para el municipio ser elegible.

Por cuanto, la evaluación económica de las acciones de mitigación aquí vertidas es esencial para seleccionar una o más medidas competitivas pero que estén destinadas a atender una misma situación. A esos efectos, el Comité de Planificación del Municipio de Guaynabo se dio a la tarea de evaluar el aspecto económico como parte del proceso decisional para diseñar y/o desarrollar estrategias de mitigación. Consecuentemente, el Comité utilizó, como crisol para el análisis de selección de medidas de mitigación, una evaluación un poco más formal a base del costo beneficio. Este ejercicio se realizó antes de seleccionar la alternativa de proyecto más adecuado y conforme a la mejor informacion disponible al momento de la elaboración de este Plan. Así pues, el municipio contando con personal técnico capacitado para este proceso, determinó el impacto económico del desarrollo de las alternativas consideradas y la diferencia en costos entre las alternativas comparadas para alcanzar el mismo beneficio o propósito.

[95] Los miembros de comité consideraron la eficacia de costos como un criterio importante durante el desarrollo y la asignación de prioridades de las acciones de mitigación presentada en esta sección. Un Análisis de Costo-beneficio formal debería ser realizado en una futura fecha para cualquier proyecto de financiamiento que sea enviado para ser considerado conforme a los programas estatales y federales tales como el Programa de Subvención de Mitigación de Riesgo (HMGP, por sus siglas en inglés) o el Programa de Mitigación de Pre-desastre (PDM, por las siglas en inglés).

También, se consideró la posibilidad de acceder los fondos para la implementación de determinada medida y el impacto económico para las comunidades de implementarse una u otra medida de mitigación.

No obstante, algunas medidas de mitigación como lo son los talleres educativos no se miden como se mide un proyecto de mitigación estructural como lo es uno que envuelva obras de construcción. En ese sentido, la viabilidad económica de estas acciones educativas se basa en la adopción de métodos cualitativos como lo es el STAPLEE.

La evaluación de estrategias de mitigación es compleja e implica un análisis detallado de objetivos y variables cuantificables, así como aquellos que pueden ser más subjetivos y difíciles de medir. Existen dos acercamientos comunes usados para determinar los costos y los beneficios asociados a las medidas de mitigación de peligros naturales, a saber: (1) el análisis beneficio/costo; y (2) el análisis de costo efectividad. La diferencia entre estos dos (2) métodos es la manera en la cual los costos relativos y los beneficios de un proyecto de mitigación se miden. En ese sentido, en un análisis de beneficio/costo, se realiza una evaluación en dólares y una proporción neta es calculada para determinar si un proyecto debería ser realizado, es decir, si los beneficios netos exceden los costos netos para así conocer si es conveniente subvencionar el proyecto de mitigación.

Por otra parte, para calcular la proporción de beneficio/costo, los beneficios totales son divididos entre los costos totales; si la proporción que resulta es mayor que 1.0, se considera que un proyecto de mitigación es viable según los parámetros de FEMA utilizando el programa de computadora de "Benefit Cost Analysis". Esta proporción representa la cantidad de dólares de beneficios sobre la vida de un proyecto por cada dólar gastado inicialmente.

En cambio, FEMA establece que el análisis de costo efectividad implica evaluar el mejor modo de gastar una cantidad de dinero otorgada para conseguir un objetivo específico. En un análisis de viabilidad económica, los beneficios y los costos no son necesariamente medidos en dólares o en cualquier otra unidad común de la medida. La Circular OMB No A-94 establece que "un [proyecto de mitigación] es rentable si, sobre la base del análisis de costos de ciclo de vida de alternativas competitivas, se determina que se tienen los costos más bajos expresados en términos del valor presente de una cantidad dada de beneficios".

Este Plan, pues, se desarrolla e incluye estrategias de mitigación relacionadas a proyectos que el Municipio de Guaynabo puede llevar a cabo para reducir el impacto en futuros desarrollos urbanos que requerirá, si se solicita fondos a FEMA para actividades de mitigación, realizar el análisis de costo efectividad.

El Análisis de Viabilidad económica es apropiado siempre que sea innecesario o impráctico considerar el valor en dólares de los beneficios proporcionados por las alternativas que están bajo consideración. Éste es el caso siempre que: (1) cada alternativa tenga los mismos beneficios anuales expresados en términos monetarios; o (2) cada alternativa tenga los mismos efectos anuales, pero el valor en dólares no pueda ser asignado a sus beneficios. Debido a que los valores en dólares no pueden ser asignados a sus beneficios, un modelo de costo/beneficio no puede ser usado para derivar la proporción. La viabilidad económica de costos de estas acciones ha sido considerada a través de la aplicación del método cualitativo al utilizarse los criterios de evaluación STAPLEE.

Los proyectos de mitigación aquí incluidos consideran las soluciones estructurales a los riesgos existentes asociados a los peligros naturales, primordialmente inundaciones, pero también considera los riesgos

sísmicos significativos que tienen algunos sectores de desarrollos existentes, en particular las instalaciones críticas. Las estrategias de mitigación estructurales, se utiliza STAPLEE para determinar la viabilidad económica. En ese sentido, el Municipio de Guaynabo se encuentra evaluando, para los proyectos de construcción propuestos, la localización de éstos respecto a las zonas inundables ya sea por aumento en el nivel del mar, marejadas ciclónicas o tsunamis y se consideran los efectos que pudiesen ocasionar los desarrollos en estas zonas o en áreas adyacentes. Adviértase, que es el Plan de Ordenamiento Territorial el documento apropiado para establecer prácticas efectivas y eficientes de uso de suelos y planificación. Por tal motivo, el Plan Territorial de Guaynabo será utilizado como una de las herramientas para poder restringir los lugares em desarrollo, toda vez que el Plan deberá tomar en consideración la evaluación de riesgos aquí incluida.

Además, que a base de todos los criterios antes mencionados, el Comité seleccionó aquellas medidas de mitigación que se concluyó son más apropiadas y que mejor responden a las metas y objetivos trazados para atender los aspectos de vulnerabilidad de Guaynabo, en armonía con los datos de ocurrencias históricas, así como la cantidad de personas impactadas y daños a la propiedad.

Las siguientes tablas proveen las estrategias de mitigación del municipio. Para la identificación de las acciones de mitigación, favor de referirse a la siguiente leyenda:

Acrónimos
P= Prevención
PP= Protección a la Propiedad
PRN= Protección de los Recursos Naturales
PR= Proyectos de Estructura
SE= Servicios de Emergencia
EPC= Educación Pública y Concientización

Nótese lo siguiente respecto a los estimados de costos en las siguientes tablas sobre acciones o estrategias de mitigación:

1. Los estimados de costo para las acciones de mitigación, que también se sometieron como parte del proceso de recopilación de Cartas de Intención (LOI por sus siglas en inglés) bajo el programa HMGP, son los mismos que se sometieron a finales de 2019;
2. Los estimados para las acciones de mitigación que se sometieron en el Plan de 2021 fueron calculados por el municipio conforme proyectos ya implementados en el municipio, reflejando aumentos en el costo de implementación de proyectos, en comparación con los costos establecidos para el Plan de 2015;
3. En aquellos casos donde no se provee un estimado de costos, se aduce a los beneficios que trae la implementación de la acción de mitigación en el municipio conforme al siguiente punto;
4. En términos generales, cada $1.00 que se invierte en la mitigación, ahorra un promedio de $6.00 en reparaciones en el futuro, conforme a la actualización provista por el Exdirector Ejecutivo de COR3, Ottmar Chávez, en las Vistas del Comité de Transición 2020-2021 y cónsono con el "National Institute of Building Sciences" (NIBS);[96]

[96] Natural Hazard Mitigation Saves: 2017 Interim Report

5. El itinerario de implantación propuesto está condicionado a la disponibilidad de fondos para su construcción. Por otro lado, el municipio se reserva la potestad de adelantar un proyecto a una fecha más cercana si se encuentra una fuente de financiamiento;
6. Se aclara que la prioridad relativa que se indica en las siguientes tablas fue provista por el Comité de Planificación conforme al nivel de prioridad para la implementación de la acción en sí. Es decir, para la asignación de prioridad relativa, el municipio tomó en consideración, entre otras cosas, la disponibilidad de fondos, la prioridad del municipio sobre las acciones a implementarse, itinerario de implementación y otros. Esto incluye el análisis STAPLEE, insumo del Comité y de la comunidad, entre otros. Es decir, la asignación de prioridad relativa es independiente a la clasificación según su prioridad para cada peligro identificado como a base de clasificación alta, moderada o baja conforme a la Tabla 38: *Priorización y clasificación de cada peligro – Municipio de Guaynabo*.[97]

Esta sección aún se encuentra en desarrollo en la versión borrador del Plan.

[97] Entiéndase, el municipio asignó las prioridades de "Alta", "Moderada" o "Baja" a cada medida, conforme a su intención e interés de implantación de cada medida.

Tabla 74: Plan de Acción de Mitigación - Prevención

Prevención							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
P-1	Rediseño de la capacidad pluvial del alcantarillado, en específico Bo. Pueblo Viejo (Amelia Jerusalén, Sabana) Minimizar las áreas inundables del sector.	Inundaciones	Alta	Obras Públicas Municipal	Municipio de Guaynabo (fondos operacionales) Costos estimados: $5,000,000.00.	2020	Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
P-2	Evaluación de la capacidad hidrológica e hidráulica de la quebrada Margarita en área de Garden Hills y Torrimar. Incluye la construcción y mejoras hidráulicas, así como un estudio HH.	Inundaciones		Obras Públicas Municipal	Municipales Estatales Federales Costos estimados: $6,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
P-3	Restringir los desarrollos en zonas marítimo-terrestres.	Marejada ciclónica Aumento en el nivel del mar					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Tabla 75: Plan de Acción de Mitigación – Protección de la Propiedad

Protección de Propiedad							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
PP-1	Reforzar viviendas y estructuras en el Bo. Frailes, Urb. Cilla Clementina, Calle Bilbao. Esto incluye el diseño y construcción estudio y análisis de estructura y estabilización del terreno.	Inundaciones		Programación por Programa de Limpieza de Guaynabo.	Privada Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $8,500,000.00		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-2	Estabilización y refuerzo de estructuras localizadas en el Bo. Frailes, Calle Madrid. Incluye la identificación de fondos y costo estimado del proyecto.	Inundaciones		Programación por Programa de Limpieza de Guaynabo.	Privada Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $5,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-3	Reforzar viviendas y estructuras, así como reconstruir casas de madera a concreto en el Bo. Pueblo viejo (comunidades Jerusalén, Amelia y Sabana). Incluye nuevos proyectos: Villa Concepción I & II y Sunset Harbor. Total de Viviendas: 172 viviendas. Mejoras del predio, sobrecargas e infraestructura.	Vientos fuertes			Privada Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $30,250,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-4	Relocalización de viviendas en el Bo. Frailes, Sector Villa Los Filtros	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $3,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-5	Reforzar viviendas en el Bo. Frailes, Carr. Vieja Alejandrino, Bda. Fuente. Incluye análisis y mejoras de las estructuras e identificación de los fondos.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $1,500,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-6	Reforzar viviendas, orientación efectiva a la comunidad sobre proyecto de mitigación y su desarrollo en el Bo. Camarones, Carr. PR-169.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $5,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-7	Reforzar estructuras en el Bo. Camarones Centro, Sector Los Machuca, Carr. PR-836.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $2,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-8	Estabilización y refuerzo de estructuras en el Bo. Camarones Centro, Sector Altos de Camarones.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-9	Reforzar estructuras en el Bo. Camarones, Carr. PR-835.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $8,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-10	Estabilización y refuerzo de estructuras en el Bo. Guaraguao, Villa Isleña.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $8,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-11	Reforzar estructuras en el Bo. Sonadora, Sector Toño Báez, Quebrada Sonadora Llana.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $12,500,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-12	Reforzar estructuras en el Bo. Sonadora, Sector Los Díaz Sonadora Alta-Esquina Discípulos de Cristo.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-13	Estabilización y refuerzo de estructura en el Bo. Hato Nuevo, Sector Los Felicianos.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-14	Reubicación de familias de zona marítimo terrestre o costanera, principalmente las familias ubicadas en el Bo. Pueblo Viejo Amelia, Sabana y Jerusalén.	Marejadas ciclónicas			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $50,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-15	Estabilización y refuerzo de estructura en el Bo. Hato Nuevo, Carr. PR-834, Sector Camino Viejo.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-16	Reforzar estructuras en el Bo. Hato Nuevo, Sector La Paloma, Carr. PR-834.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $2,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-17	Estabilización y refuerzo de estructura en el Bo. Hato Nuevo, Sector Limón.	Vientos fuertes			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $2,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-18	Elevación de estructuras sobre el nivel del mar y suelo en el Bo. Pueblo Viejo (Amelia, Sabana y Jerusalén)	Aumento en el nivel del mar Marejada ciclónica			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $30,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-19	Relocalización de viviendas localizadas en el Bo. Frailes, Sector Cilla, Los Filtros.	Deslizamiento		Programación y análisis por el Gobierno Central, Comunidad Especial	Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $10,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-20	Relocalización de familias del Bo. Hato Nuevo, Carr. PR-834, Sector Camino Viejo.	Deslizamiento			Estatal Municipal Federal Se espera que el costo de la medida sea de $5,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-21	Reforzar estructuras y estabilizar terreno en el Bo. Frailes, Sector Mariquita.	Deslizamiento					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-22	Estabilización de terreno en el Bo. Frailes, Calle Madrid.	Deslizamiento					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-23	Estabilización de terreno en el Bo. Camarones, Sector Altos de Camarones	Deslizamiento					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-24	Estabilización del terreno en el Bo. Sonadora, Sector Toño Báez, Quebrada Sonadora Llana.	Deslizamiento		Incluido en el Programa de Mejoras y Mitigacion de Viviendas del Municipio de Guaynabo.			Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-25	Reubicación y refuerzo de viviendas para que sean sismo-resistentes en el Bo. Pueblo Viejo (Amelia, Jerusalén, sabana y Vietnam)	Terremoto			Junta de Planificación, Comunidad, Gobierno Municipal, Estatal y Federal. Se estima que el costo es de: $55,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-26	Reubicación de viviendas en el Bo. Frailes, Sector Villa Los Filtros	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $10,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-27	Refuerzo de estructuras para que cumplan con los códigos de construcción en el Bo. Pueblo Centro Tradicional.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $50,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-28	Reubicación de viviendas en el Bo. Camarones, Sector El Cementerio	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $15,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-29	Refuerzo de viviendas en el Bo. Mamey, Carr. PR-835. Incluye Análisis de estructuras de vivienda, identificar áreas, reforzar, identificar fondos y costo proyecto.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $10,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-30	Estabilización y refuerzo de estructuras en el Bo. Camarones, Sector Altos de Camarones.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-31	Reubicación de viviendas en el Bo. Río, Sector Hoyo Caliente, Carr. -PR-8834.	Terremoto		Incluido en el Programa de Mejoras y Mitigación de Viviendas del Municipio de Guaynabo	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $3,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Protección de Propiedad							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PP-32	Reubicación de familias de zona marítimo terrestre o costanera y sistema de rompeolas en el Bo. Pueblo Viejo (Amelia, Jerusalén, Sabana y Vietnam)	Tsunami			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $90,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-33	Análisis y refuerzo de las estructuras, reubicación de la fauna, reubicación de viviendas, mantenimiento de las áreas.	Incendios forestales			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $3,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-34	Reubicación de viviendas, mantenimiento de las áreas y campañas de orientación	Incendios forestales			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $80,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PP-35	Protección de las instalaciones críticas municipales mediante la instalación de tormenteras.	Vientos fuertes					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Tabla 76: Plan de Acción de Mitigación – Protección de Recursos Naturales

Protección de Recursos Naturales							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
	Canalización de quebrada Frailes. Rediseño de la capacidad pluvial del alcantarillado. Evaluación, capacidad hidrológica e hidráulica de la quebrada. Eliminación de estructuras y/o modificaciones. Reconstrucción y elevación de puentes.[98]	Inundaciones		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $30,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
	Evaluación capacidad hidrológica e hidráulica de la quebrada. Esto incluye los estudios hidrológicos, identificación de fondos, costo estimado, subastas para proyecto y medidas para el control de inundación.	Inundaciones		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $5,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
	Captura de escorrentías de agua y construcción de puente en el Bo. Camarones, Carr. PR-836. Esto incluye un estudio de escorrentías de aguas pluviales, estudio HH, identificación de fondos, estimado de costo de proyecto y estudio de socavación.	Inundaciones		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $8,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

[98] Diseños y construcción de puente cerca del Rest. Pícalo en Carr. 169. Estudios hidrológicos, identificación de fondos, costo estimado, subastas para proyecto. Identificar los fondos y análisis costo efectividad del rediseño alcantarillado Estudio escorrentías de aguas pluviales, identificar los fondos y estimado costo proyecto. Diseño y construcción de estructuras

Protección de Recursos Naturales							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
	Evaluación capacidad hidrológica e hidráulica de la quebrada del Bo. Hato Nuevo, Sector Los Feliciano, Urb. Villa Mercedes. Incluye estudios hidrológicos, identificación de fondos, costo estimado, subastas para proyecto.	Inundaciones		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $3,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
	Siembra de árboles, estabilización de talud y construcción de muro de contención en el Bo. Frailes, Quebrada Frailes.[99]	Deslizamiento		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $15,250,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Tabla 77: Plan de Acción de Mitigación – Proyectos de Estructura

Proyectos de Estructura							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
PE-1	Rediseño de la capacidad pluvial del alcantarillado, en específico Bo. Pueblo Viejo (Amelia Jerusalén, Sabana) Minimizar las áreas inundables del sector.	Inundaciones	Alta	Obras Públicas Municipal	Municipio de Guaynabo (fondos operacionales) Costos estimados: $5,000,000.00.	2021	Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

[99] Estudio clase de árboles adecuados para la siembra, identificación de fondos y recursos necesarios, costo estimado proyecto, estudio de los suelos en el sector, identificación de fondos y recursos, análisis de zonas específicas del deslizamiento en el sector y costo estimado, inclusión de la comunidad para el mantenimiento del proyecto. Incluye además, instalación de gaviones.

Proyectos de Estructura							
# Acción	**Descripción**	**Peligros evaluados**	**Prioridad relativa**	**Agencia/ Departamento**	**Posibles fuentes de fondos/Valor**	**Itinerario de implementación**	**Estado de su implementación al 2021**
PE-2	Mejoras de infraestructura para familias en áreas inundables del barrio Pueblo-Sector Vietnam. Esto incluye realizar estudios de costo efectividad, diseño y construcción de infraestructura.	Inundaciones	Alta	Obras Públicas Municipal	Gobierno Municipal, Estatal y Federa Costo estimado: $10,000,000.00.	2021	Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-3	Rediseño y construcción de puente (elevación) en el Bo. Sonadora, Sector Toño Báez, Quebrada Sonadora Llana. Esto incluye el análisis de las estructuras e identificación de los fondos.	Inundaciones		Departamento de Control Ambiental y Obras Públicas	Gobierno Municipal, Estatal y Federa Costo estimado: $3,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-4	Mejoras hidráulicas a la quebrada del Bo. Hato Nuevo, Sector Limón. Incluye los estudios hidrológicos, identificación de fondos, estimados y subastas para proyecto.	Inundaciones		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-5	Mejoras hidráulicas a la quebrada Margarita (área del centro comercial San Patricio). Incluye el estudio HH, mejoras y canalización.	Inundaciones		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $30,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-6	Reconstrucción y elevación de puentes en el Bo. Camarones, Sector El Cementerio, Carr. PR-169. Incluye la identificación de fondos y el costo estimado del proyecto.	Inundaciones			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $5,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Proyectos de Estructura							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
PE-7	Reconstrucción y elevación de Puentes en el Bo. Frailes, Urb. El Álamo, Quebrada Los Frailes.	Vientos fuertes			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $12,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-8	Estabilización del terreno en el Bo. Frailes, Sector Mariquita.	Vientos fuertes Deslizamientos			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $12,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-9	Rehabilitación, mejoras y construcción de estructuras en el Bo. Frailes, Sector Meliá, conocido por Sector La Peseta.	Vientos fuertes			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $2,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-10	Reconstrucción de viviendas en el Bo. Camarones, Sector El Cementerio.	Vientos fuertes			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $15,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Proyectos de Estructura							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
PE-11	Estabilización, refuerzo y reconstrucción de estructuras en el Bo. Río, Sector Hoyo Caliente, Carr. PR-834.	Vientos fuertes			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $3,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-12	Construcción de muros y estabilización de Talud en Bo. Santa Rosa, Santa Rosa III Carr. PR -833, Pórticos de Guaynabo	Deslizamiento		Departamento de Recursos Naturales, Gobierno Municipal, Estatal y Federal	Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $4,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-13	Fase II de la creación de talud y estabilización y construcción de muro en el Bo. Guaraguao, Sector Villa Isleña.	Deslizamiento			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $500,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-14	Construcción de muros de contención en el Bo. Sonadora, sector La Brecha, Carr. PR-174, Km. 14.6.	Deslizamiento			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-15	Estabilización de talud en el Bo. Hato Nuevo, Sector Los Felicianos, Urb. Villa Mercedes.	Deslizamiento			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Proyectos de Estructura							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
PE-16	Construcción de muros de contención en el Bo. Hato Nuevo., Sector Limón.	Deslizamiento			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $200,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-17	Estabilización y refuerzo de estructuras, incluyendo la reconstrucción de viviendas en el Bo. Frailes, Quebrada Los Frailes.	Terremoto			Privado Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $25,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-18	Análisis y refuerzo de estructuras en Bo. Santa Rosa, Santa Rosa III, Carr. PR-833, Pórticos de Guaynabo. Incluye el diseño y construcción, así como el análisis de estructura de vivienda e identificar áreas para reforzar e identificar fondos y costos.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $35,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-19	Análisis y refuerzo de estructuras en el Bo. Camarones, Carr. PR-835. Incluye el diseño y construcción, así como el análisis de estructura de vivienda e identificar áreas para reforzar e identificar fondos y costos.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $35,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Proyectos de Estructura							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
PE-20	Refuerzo de estructuras en el Bo. Camarones Centro, Sector Los Machuca, Carr. PR-836	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $2,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-21	Reforzar y reconstruir viviendas y estructuras en el Bo. Guaraguao, Sector Vega I y II, Río Bayamón.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $3,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-22	Reforzar y reconstruir viviendas y estructuras en el Bo. Hato Nuevo, Carr. PR-834, Sector Camino Viejo.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $1,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-23	Reforzar y reconstruir viviendas y estructuras en el Bo. Hato Nuevo, Sector Limón. Incluye análisis de estructuras de vivienda, identificar áreas, reforzar, identificar fondos y costo proyecto.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Privado Se estima que el costo de la medida es de $2,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Proyectos de Estructura							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
PE-24	Reforzar y elevar puentes localizados en en Bo. Guaraguao, entrada Villa Isleña.	Terremoto			Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $10,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
PE-25	Construcción de muros de contención, gaviones, talud, terrada y siembra de árboles en todos los edificios municipales localizados en áreas susceptible a deslizamiento.	Deslizamiento Terremoto					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Tabla 78: Plan de Acción de Mitigación – Servicios de Emergencia

Servicios de Emergencia							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
SE-1	Camiones cisterna, mantenimiento y campañas de orientación sobre el peligro de sequía en los barrios Pueblo Viejo, Frailes, Santa Rosa, Pueblo, Camarones, Río, Mamey, Guaraguao, Sonadora y Hato Nuevo.	Sequía			Comunidad Federales Estatales Municipales Se estima que el costo de la medida es de $10,000,000.00.		Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.
SE-2	Mantener los sistemas de alerta para las comunidades en caso de tsunami. Se identifican los edificios municipales al norte del Barrio Pueblo Viejo (Amelia)	Tsunami					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Servicios de Emergencia							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
SE-3	Mantener un sistema de alerta para las comunidades, mantenimiento de áreas, equipo y flota de emergencia. Se identifican los edificio municipales en el barrio Sonadora y Hato Nuevo.	Incendios forestales					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Tabla 79: Plan de Acción de Mitigación - Educación y Concientización Pública

Educación y Concientización Pública							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
	Realizar talleres, adiestramiento so seminarios para las personas que trabajan en los edificios municipales en Amelia	Marejada ciclónica Aumento en el nivel del mar					Esta estrategia de mitigación estaba incluida en el Plan anterior.

Al momento de desarrollar las estrategias de mitigación, incluidas en este Plan, el municipio adoptó como base de hechos los hallazgos de la evaluación de riesgos, las experiencias previas y la vulnerabilidad de las comunidades ante eventos naturales, el conocimiento del municipio en el manejo de emergencias y las capacidades o herramientas que tiene el municipio para implementar los proyectos de mitigación definidos en esta sección. Igualmente, este ejercicio sirvió como criterio para la identificación de proyectos prioritarios de mitigación bajo el Programa de Subvención de Mitigación de Riesgos, según autorizado por la sección 404 de la Ley Stafford, título 42 del U.S.C. 5170c. El propósito principal de obtener esta subvención es garantizar que no se pierda la oportunidad de tomar medidas de mitigación fundamentales para minimizar los riesgos de pérdida de vida y propiedad, por futuros desastres, durante el proceso de reconstrucción posterior a un desastre.

De igual forma, se hace constar que, conforme a la tabla incluida en la sección 4.6.5, la cual contiene una comparación entre la asignación de prioridades entre el Plan de Mitigación de 2015 y el presente, el municipio realizó el ejercicio de asignación de prioridades, así como la integración de nuevas estrategias, conforme a los siguientes factores:

- Ocurrencia de eventos naturales previos, principalmente los huracanes Irma y María ocurridos en septiembre de 2017. Bien es sabido, que estos eventos trajeron repercusiones catastróficas a nivel Isla, incluyendo el Municipio de Guaynabo, ocasionando múltiples pérdidas de vida y propiedad. De igual forma, estos eventos demostraron la inestabilidad, deficiencias y vulnerabilidad de nuestras instalaciones críticas e infraestructura de servicios esenciales;
- Eventos sísmicos experimentados a principios del año 2020, también sirvieron como punto de base para la identificación de estrategias de mitigación apropiadas para la identificación de zonas de riesgo, proyectos educativos y propiedad vulnerable;
- Inclusión de nuevos peligros naturales identificados como significativos para el municipio debido al fenómeno del cambio climático como lo es el aumento en el nivel del mar;
- Nuevos comportamientos de eventos asociados al cambio climático, en especificó, se espera un incremento en la magnitud y frecuencia de eventos atmosféricos como los huracanes y tormentas tropicales. Así pues, por ejemplo, el municipio le asigna a las acciones de mitigación como los vientos fuertes y las inundaciones una prioridad relativa alta para la implementación de los proyectos que contribuyan a la reducción de pérdidas de vida y propiedad a causa de estos peligros naturales.

6.7 Infraestructura Verde

La Sección 502 de la Ley Federal de Aguas Limpias (“Clean Water Act”) define la infraestructura verde como la gama de medidas que utilizan sistemas de plantas o suelos, pavimento permeable u otras superficies o sustratos permeables, cosecha y reutilización de aguas pluviales, o paisajismo para almacenar, infiltrar o evapotranspirar aguas pluviales y reducir los flujos a los sistemas de alcantarillado o a aguas superficiales.[100]

La infraestructura verde es un enfoque costo-efectivo y resiliente para manejar los impactos de tiempo lluvioso que provén muchos beneficios a la comunidad. Si bien la infraestructura de aguas pluviales grises de un solo propósito (drenaje convencional por tuberías y sistemas de tratamientos de agua) está

[100] 33 USC § 1362

diseñada para alejar las aguas pluviales urbanas del entorno construido, la infraestructura verde reduce y trata las aguas pluviales en su origen a la vez que brinda beneficios ambientales, sociales y económicos.

La escorrentía de aguas pluviales es una causa importante de contaminación del agua en las zonas urbanas. Cuando llueve en sobre techos, calles y estacionamientos en las ciudades y sus suburbios, el agua no puede penetrar en el suelo como debería. Las aguas pluviales drenan a través de canales, alcantarillas pluviales y otros sistemas de recolección diseñados y se descargan en cuerpos de agua cercanos. La escorrentía de aguas pluviales transporta basura, bacterias, metales pesados y otros contaminantes del paisaje urbano. Los flujos más altos como resultado de las fuertes lluvias también pueden causar erosión e inundaciones en las corrientes urbanas, dañando el ambiente, la propiedad y la infraestructura.

Cuando la lluvia cae en áreas naturales no desarrolladas, el agua es absorbida y filtrada por el suelo y las plantas. La escorrentía de aguas pluviales es más limpia y menos de un problema. La infraestructura verde utiliza vegetación, suelos y otros elementos y prácticas para restaurar algunos de los procesos naturales necesarios para gestionar el agua y crear entornos urbanos más saludables. A escala municipal, la infraestructura verde es un mosaico de áreas naturales que proporciona hábitat, protección contra inundaciones, aire más limpio y agua más limpia. A escala de barrio, urbanización o sector, el manejo del sistema pluvial imitando los procesos naturales ayudaran a absorber y almacenar el agua de escorrentía que puede causar inundaciones locales. (EPA, 2019)

Algunas medidas de infraestructura verde que se pueden considerar para mitigar los problemas de inundaciones son 1) cosecha de lluvia, 2) jardines de Lluvia (bio-retención/bio-infiltración), 3) Jardines de lluvia urbanos (“planter boxes”), 4) “Bioswales”, 5) pavimentos porosos, 6) calles verdes, 7) estacionamientos verdes, 8) techos verdes, 9) conservación de terrenos, 10) creación o mantenimiento del dosel de árboles urbanos, 11) restauración de humedales, 12) rehabilitación de áreas ribereñas 13) restauración de dunas de arenas, entre otros.

Además del control de inundación, la infraestructura verde trae beneficios en cuanto a la calidad del agua, el suplido de agua, disminución de costo de manejo de agua pluviales (privado y público), mejoramiento de la calidad del hábitat, aumento de espacios para la recreación y actividad física, aumento de empleos en mantenimiento de espacios naturales y aumento de los valores de la propiedad. (EPA, 2019)[101]

En los proyectos de mitigación de inundaciones mencionados en la sección 6.5, se le dará preferencia al diseño y construcción de infraestructura verde, siempre y cuando sea costo efectivo.

[101] Más información sobre los beneficios de la infraestructura verde puede encontrarse en la siguiente página de internet https://www.epa.gov/green-infrastructure/overcoming-barriers-green-infrastructure

Capítulo 7: Revisión y Supervisión del Plan

7.1 Requisitos de revisión del plan

Este capítulo describe las acciones que habrán de realizarse para garantizar que las actividades del Plan sean implementadas efectivamente, que el mismo se mantenga actualizado, y que las metas y objetivos de mitigación sean logrados. En algunos casos, esta actualización podría conllevar enmiendas a las actividades propuestas debido a cambios que pudieran ocurrir en las condiciones de los lugares que pudieran incrementar o disminuir el nivel de riesgo a que están expuestos.

El 44 C.F.R. § 201.6(c)(4) provee los requisitos relacionados con el proceso de revisión para los planes de mitigación locales.

El Plan debe incluir lo siguiente:

- Una sección que describa el método y agenda de monitoreo, evaluando y actualizando el plan de mitigación dentro de un periodo de cinco años.
- Un proceso por el cual el gobierno local incorpora los requisitos del plan de mitigación en otros mecanismos de planificación como planes de mejoramiento de comprensión o capital, cuando sea apropiado; y, por último,
- Discusión de cómo la comunidad puede continuar siendo partícipe en la revisión del plan.[102]

7.2 Punto de contacto[103]

La persona (u oficina) responsable del monitoreo, revisión y la actualización del Plan es:

Plan. María Falcón Varela
Directora
Oficina de Planificación y Ordenación Territorial
Número de teléfono: (787) 720-4040, Ext. 6196 o 6601
Correo electrónico: mfalcon@guaynabocity.gov.pr

El Comité de Planificación, nombrado por el Alcalde en el 2021, será responsable de supervisar la implementación de este Plan. La Oficina de Planificación y Ordenamiento Territorial será la responsable de llevar un registro de todos aquellos documentos y acciones en torno al cumplimiento de éste.

Entre las funciones que realizará el Comité de Planificación se encuentra:

- Asegurarse que los recursos apropiados sean asignados a la actividad / proyecto;
- Monitorear la ejecución e implementación de cada actividad;
- Realizar reuniones de seguimiento y solicitar informes a cada dependencia municipal que realiza la implementación.

[102] 44 C.F.R. § 201.6(c)(4)
[103] Nótese que, se podrán reasignar estas responsabilidades según las necesidades operacionales del municipio.

Nótese que, la Legislatura Municipal o el Alcalde podrá reasignar estas responsabilidades según las necesidades operacionales del municipio.

7.3 Supervisión del Plan

La estrategia de revisión del municipio para la implementación, observación y evaluación provee una estructura que propicia la colaboración, el compartir información e innovación. A través de múltiples métodos de implementación, el municipio, a través de su Comité de Planificación, el cual se encuentra integrado por representantes de diversas agencias y/o dependencias municipales, trabajará con sus socios y residentes para implementar un acercamiento localizado a la pérdida/reducción mientras trabajan con las necesidades de la comunidad por medio de la coordinación. En esta estrategia, el municipio trabajará para romper el ciclo de desastre y así, alcanzar mayor fortaleza ante los desastres.

El Plan será supervisado para varios propósitos relacionados:

- Para mantener la exactitud de los peligros y riesgos de información;
- Para asegurar que las estrategias de mitigación reflejen las prioridades de las comunidades participantes y las partes interesadas;
- Para que cumplan con los requisitos federales del gobierno de Puerto Rico para la revisión del plan;
- Para mantener elegibilidad de fondos de mitigación, y, por último;
- Para asegurar que el plan esté en armonía con los otros esfuerzos de planificación.

Para asegurar la eficiencia y efectividad de implementación, el municipio hará uso de las capacidades existentes y la planificación de infraestructura. El municipio tiene como intención implementar las estrategias de mitigación descritas en el plan por los siguientes cinco (5) años, o por el tiempo que los fondos y recursos lo permitan.

7.3.1 Proceso

El Comité tendrá la responsabilidad de supervisar la implementación del Plan a través de líderes de acción designados. Las responsabilidades de los líderes de acción son:

- Asegurarse que los recursos apropiados, sean técnicos, financieros, políticos o legales, estén asignados a la estrategia o proyecto de mitigación;
- Supervisar la implementación de cada estrategia contemplada en el Plan; y
- Llevar a cabo reuniones, visitas de sitio y llamadas telefónicas con los departamentos municipales pertinentes para la implementación.

EL Comité se reunirá las veces que entienda necesarias, basándose en los cambios de eventos o circunstancias referentes a los procesos de mitigación. Los líderes de acción, al igual que el departamento encargado de llevar a cabo la estrategia o proyecto en particular, someterán reportes anuales que provean la información necesaria para evaluar el estatus de cada estrategia de mitigación pendiente.

A esos efectos, el Municipio de Guaynabo, a través de un esfuerzo colaborativo entre los miembros del Comité de Planificación, ha diseñado un plan estratégico para mantener la efectividad del proceso de la supervisión del Plan. Este proceso de mantenimiento consiste en la supervisión periódica relacionada a la implementación del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de Guaynabo de 2021. Durante el ciclo de cinco (5) años de vigencia de este documento, se efectuarán reuniones que podrán contar, pero sin

limitarse a, la participación de agencias estatales, dependencias municipales, partes interesadas y/o público en general, toda vez que fueron estos grupos los partícipes del proceso de actualización de este documento y/o poseen el conocimiento especializado en torno a los proyectos de mitigación y las áreas de peligro identificadas en este Plan.

Así las cosas, miembros del Comité reconocen su responsabilidad de: (1) supervisar que los proyectos de mitigación, a los que se les hayan asignado fondos, sean implementados; (2) identificar nuevos peligros mediante actualizaciones periódicas del presente documento; y (3) actualizar áreas nuevas de riesgo en el municipio. Asimismo, el Comité promoverá la participación de las comunidades de Guaynabo durante la fase de supervisión del presente Plan.

Las reuniones de supervisión del Plan serán calendarizadas por el Comité tan pronto FEMA apruebe el presente documento. Así pues, dicho Comité será el organismo encargado de hacer las revisiones periódicas al Plan de Mitigación, toda vez que los integrantes fueron las personas partícipes de su actualización y conocen de primera mano los proyectos, áreas y riesgos identificados. Conforme a ello se ha estructurado un método para establecer la revisión periódica del Plan de Mitigación para el próximo ciclo de vigencia de cinco (5) años. Se determinó que el Plan se irá actualizando progresivamente y que cada año se harán tres (3) reuniones oficiales, cada cuatro (4) meses para ir trabajando sobre el documento. Estas reuniones se harán durante los meses de abril, agosto y diciembre para discutir el estatus y el Plan de Trabajo a seguir para identificar nuevas áreas de riesgo, comunidades vulnerables, identificación de recursos, así como el estado de implementación de los proyectos incluidos en la sección de Estrategias de mitigación.

7.4 Evaluación del Plan

Según mencionado, la evaluación del Plan será continua en atención a la identificación de nuevas necesidades, vulnerabilidades, estrategias de mitigación, entre otros, que puedan surgir durante el ciclo de cinco (5) años de vigencia del presente documento. Por tanto, dentro del periodo de cinco (5) años, el municipio hará una revisión del documento las veces que las circunstancias así lo requieran.

Como parte de la evaluación de las estrategias de mitigación, cada director de dependencia deberá presentar un informe escrito sobre el progreso al Comité. Se requiere la presentación de un informe con el estatus de la estrategia en las reuniones del Comité. La evaluación debe incluir:

- Descripción del proyecto
- Estatus
- Porcentaje completado (si aplica)
- Problemas encontrados durante la implementación
- Fecha estimada de terminación
- Posibles fuentes de financiamiento que hayan surgido

Basándose en este informe, el Comité de Planificación evaluará el nivel de efectividad y relevancia del progreso de cada estrategia. En caso de que no se haya podido implementar alguna de las estrategias de mitigación, el director de dependencia encargada notificará sobre los problemas encontrados y proveerá posibles soluciones. Además, se evaluarán los eventos ocurridos en el Municipio para determinar si se requiere una enmienda al Plan.

Además de estas actualizaciones, una revisión será dirigida luego de las ocurrencias de peligros significativos para revisar y documentar los impactos del evento. Basado en esos impactos, se ajustarán las estrategias de mitigación y se entregarán al SHMO.

7.5 Revisión y Actualización del Plan

El Comité de Mitigación revisará el Plan de Mitigación de Riesgos al menos tres (3) veces al año comenzando en el mes de abril, celebrando una reunión cada 4 meses. Las reuniones serán documentadas y las recomendaciones serán evaluadas para determinar si se requiere enmendar el Plan.

En caso de que se identifique alguna prioridad o nueva actividad se podrá enmendar el Plan mediante una notificación oficial. La notificación incluirá la actividad, su costo y el propósito. Este plan será actualizado al cabo de un periodo de cinco años luego de su aprobación y será sometido al SHMO para su revisión y aprobación.

Esta actualización incluirá una revisión abarcadora del plan completado. Aproximadamente 18 meses antes del vencimiento del plan, el Comité de Planificación y el municipio iniciarán el proceso de revisión con atención particular en los requisitos y dirección.

De ocurrir un evento natural o una declaración de desastre natural, que haya afectado al Municipio de Guaynabo, el Comité de Planificación, junto con partes interesadas o representantes de las comunidades, convocará una reunión para identificar nuevas zonas de riesgo, comunidades afectadas, oportunidad de implementar estrategias de mitigación y actualizar las prioridades de mitigación del municipio. De igual forma, este proceso contribuirá a reconocer las lecciones aprendidas durante el paso del evento y facilitará la actualización de este documento. Esta reunión sustituirá una de las reuniones programadas para el año en curso.

La siguiente tabla tiene como propósito calendarizar las reuniones trimestrales del Comité, y a su vez, proporcionar información acerca del propósito principal de la reunión.

2021-2026 Calendario de Supervisión del Plan

Tabla 80: Calendario Preliminar 2021-2026 para la revisión y supervisión del Plan

Periodo de tiempo	Participante	Propósito de la reunión
Abril Agosto Diciembre	Comité de Planificación (comunidades podrán ser partícipes)	Los miembros del Comité celebrarán una reunión desde el mes de abril de cada año para identificar fondos necesarios para costear las medidas de mitigación incluidas en este Plan, reevaluarán las prioridades del municipio ante determinado peligro natural o zonas de riesgo y establecer un plan para presentar propuestas a diversos programas estatales y/o federales. Asimismo, se hará recorrido para visitar las áreas en riesgo y mantener el seguimiento de los proyectos y establecer contacto directo con las comunidades. Posteriormente, se celebrarán las demás reuniones para cumplir con los procesos incluidos en la sección 7.3.

Esta calendarización para el proceso de revisión y supervisión del Plan estará sujeta a las decisiones, circunstancias y necesidades específicas del municipio. El Comité estará definiendo, a través de un desglose especifico de días, horas y lugares donde se estarán reuniendo para la supervisión, evaluación y actualización del Plan. El Punto de Contacto del municipio será la persona encargada de diseñar la programación de las reuniones con el Comité. Adviértase, que la composición del Comité puede sufrir cambios en cualquier momento.

Este Plan será actualizado al cabo de un periodo de cinco años luego de su aprobación y será sometido al SHMO para su revisión y aprobación.

Esta actualización incluirá una revisión abarcadora del Plan completado. Aproximadamente 18 meses antes del vencimiento del Plan, el Comité de Planificación y el municipio, iniciarán el proceso de revisión con atención particular en los requisitos y dirección.

7.6 Incorporación a mecanismos de planes existentes

Una variedad de planes existentes y documentos fueron revisados y considerados durante el desarrollo de este plan, incluyendo, pero sin limitarse a:

- Actualización del Plan Federal de Mitigación Multi-Riesgo de 2016 del Municipio Autónomo de Guaynabo
- Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (PRAPEC), Junta de Planificación y Departamento de Recursos Naturales
- Revisión de la Guía de Evaluación de Riesgos e Identificación de Peligros Múltiples de FEMA
- Informe Sobre la Sequía de 2014 – 2016 en Puerto Rico, División Monitoreo del Plan de Aguas, Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del E.L.A.
- Plan Estatal de Mitigación de Peligros de Puerto Rico de 2016 del Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (NMEAD)
- Plan de Uso de Terrenos de 2015 de la Junta de Planificación de Puerto Rico

- Cuarta Evaluación Climática Nacional de 2018 del Programa Federal de Investigación del Cambio Global
- Programa de Inversiones de Cuatro Años (PICA) 2018-2019 a 2021-2022 de la Junta de Planificación de Puerto Rico
- Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos relacionados al Desarrollo y Uso de Terrenos y Operaciones de Negocios 2020 de la Junta de Planificación de Puerto Rico, cuya vigencia es del 2 de enero de 2021
- Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riego a Inundación (Reglamento de planificación Núm. 13) y la Base de Elevación de Inundación (ABFE por sus siglas en Ingles)
- Plan de Ordenación Territorial del Municipio de Guaynabo 2010
- Código de Construcción de Puerto Rico de 2018 (Código de Puerto Rico 2018)

Estos documentos, en conjunto, ayudaron a formar la actualización de este Plan y han sido discutidos e incorporados a lo largo del documento (Véase sección 2.9). Cada uno de ellos aporta a obtener como resultado, un Plan que aborda múltiples aspectos de la planificación, de modo que se logre el objetivo final del mismo, mitigar el riesgo o posible impacto de un peligro natural antes, durante y después de un evento de desastre, contemplando los mecanismos de planificación existentes.

En el proceso de revisión de estos mecanismos de planificación, particularmente el PICA, el Plan de Mitigación Estatal y el Plan de Uso de Terreno el municipio someterá a consideración del estado las medidas de mitigación esbozadas en este Plan para la correspondiente integración.

Además, se tomará en consideración el Plan de Mitigación a la hora de preparar la revisión del Plan Territorial, y la creación o revisión de cualquier el Plan de Ensanche o Plan de Área, según esbozado en el Código Municipal de Puerto Rico.[104]

En el futuro, este Plan de Mitigación revisado será considerado dentro del desarrollo y actualización de los planes nuevos y existentes del municipio. El esfuerzo de planificación, especialmente aquellos relacionados con el uso de tierras, calificación, reducción de riesgos con relación a desastres, manejo de planos de inundación y planes de emergencia, tomarán en consideración los datos provistos en la evaluación de riesgos de este Plan, de forma tal que, los planes se atemperen a las necesidades actuales del municipio y los proyectos de mitigación aquí contenidos. A esos efectos, se proporcionará una copia de este plan al Comité de Planificación, para referencia en el desarrollo de regulaciones, reglamentos y ordenanzas.

La capacidad para desarrollar un municipio resiliente, ante los riesgos que traen consigo los peligros naturales, es implementar, como política pública del municipio, mecanismos que contribuyan a la reducción del impacto de los peligros naturales, bien sea por la pérdida de vida y/o daños a la propiedad. Es forzoso concluir que el presente Plan de Mitigación debe ser utilizado como ápice en el desarrollo de otras herramientas reglamentarias, procesales o de planificación, de manera tal que los mecanismos que tiene a su haber el municipio estén todos en armonía.

7.7 Continuidad de participación pública

El municipio se compromete a promover la participación pública y a educar a la ciudadanía sobre el tema de mitigación en el proceso de actualización y luego de la aprobación de este Plan. Estos esfuerzos se

[104] 21 L.P.R.A.§ 7001

recogen en varias de las estrategias de mitigación identificadas en el mismo. De igual manera, se exhortó al público, en todo momento, a comentar y ser partícipe en la actualización de este Plan.

Para ello, se celebraron dos (2) Reuniones de Planificación con la Comunidad para recoger las inquietudes e insumo del público, así como comunidades vecinas. El público participó de la discusión sobre peligros, riesgos y estrategias de mitigación específicas a la comunidad, para permitir y documentar su participación directa en el desarrollo del Plan. Además, cada vez que una versión del Plan fue completada, se le proveyó al Comité para su correspondiente revisión. De igual manera, una vez se desarrolló la versión borrador del Plan, una copia de este estuvo disponible para revisión del público según se discute en la sección 2.7.

Esta sección se encuentra en desarrollo y a ser confirmada con el Comité para documentar qué esfuerzos piensa llevar a cabo el municipio para mantener a las comunidades siendo partícipes de este proceso y dar continuidad a su involucramiento en el desarrollo e implementación de este Plan.

Capítulo 8: Adopción y aprobación de Plan

8.1 Requisitos de adopción del Plan

La reglamentación federal 44 C.F.R. § 201.6(c)(5) provee los requisitos relacionados con la documentación de adopción para planes locales de mitigación.

El Plan debe incluir lo siguiente:

- Documentación evidenciando que ha sido adoptado formalmente por el cuerpo que gobierna la jurisdicción y que solicita la aprobación del Plan.
- De igual manera, para planes que incluyen varias jurisdicciones, cada jurisdicción que requiera aprobación del Plan, debe documentar que ha sido formalmente adoptado.[105]

8.2 Adopción del Plan

Este Plan fue adoptado por el Municipio de Guaynabo el día, [a ser provisto una vez adoptado]. Una copia de la Resolución Núm. __, Serie XXXX, u Orden Ejecutiva Núm. __, Serie XXXX, "Para Adoptar el Plan de Mitigación contra Peligros Naturales 2021 del Municipio de Guaynabo, se incluye como parte del Apéndice A.1.

O

El referido Plan se somete ante la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) por el Municipio de Guaynabo como Aprobable Pendiente a la Adopción (APA, por sus siglas en inglés). Copia de la Carta de Intención del municipio se incluye en el Apéndice, así como la copia de la Resolución Núm. # de Adopción u Orden Ejecutiva Núm. #.

8.3 Aprobación del Plan

Este Plan fue aprobado por FEMA, la oficina del GAR y el Oficial Estatal para la Mitigación de Peligros, el [INCLUIR FECHA]. Una copia de la Carta de Aprobación, "Aprobación del Plan Local de Mitigación de Riesgos, Municipio de Guaynabo ", se incluye como parte del Apéndice A.2. La aprobación del Plan por FEMA será por un periodo de cinco (5) años, o hasta el [INCLUIR FECHA].

[A incluirse una vez sea aprobada y provista por FEMA.]

[105] 44 C.F.R. §201.6(c)(5)

Apéndice A: Documentación de la adopción y aprobación del Plan

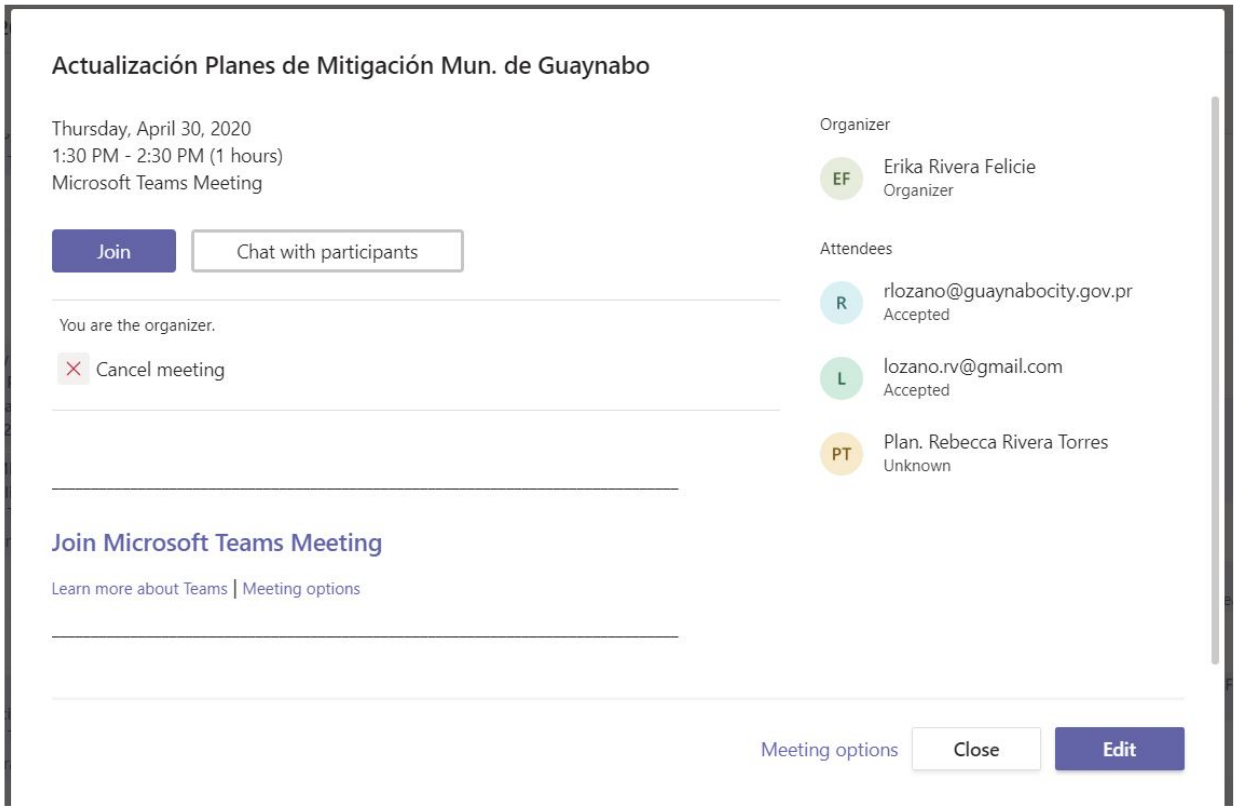
A.1 Documentos de la adopción del Plan

A.2 Documentos de la aprobación del Plan

Apéndice B: Documentación de reuniones

B.1 Reunión Junta de Planificación

B.1.1 Registro Reunión con la JP



B.1.2 Carta de Compromiso sobre el Plan de Mitigación Municipal

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Ángel A. Pérez Otero
Alcalde

RE: Carta de Compromiso sobre el Plan de Mitigación Municipal

El Municipio de Guaynabo, representado en este acto por su Alcalde, Hon. Ángel A. Pérez Otero, mediante el presente documento denominado carta de compromiso se compromete en conjunto con la Junta de Planificación trabajar en la actualización del plan de mitigación municipal (Plan). El mismo tiene el objetivo de identificar actividades y medidas dirigidas a la mitigación de peligros naturales tales como huracanes, inundaciones, sequías, terremotos, deslizamientos, tsunami y otros peligros atmosféricos, hidrológicos y geológicos. El plan tiene dentro de sus prioridades la reducción de pérdidas de vida y propiedad asociado a los diferentes peligros naturales e identificar medidas para atender las necesidades de su Municipio y sus residentes de manera planificada y ordenada, promoviendo así el desarrollo sostenido mediante la preservación de la función natural y los beneficios de la conservación de los recursos naturales y la infraestructura.

Como parte del proceso de recuperación luego del paso de los huracanes Irma y María, la Junta de Planificación de Puerto Rico obtuvo la Propuesta Federal HMGP 4339-DR-PR-0004 para la Actualización de los Planes de Mitigación de los municipios.

La Junta de Planificación está facultada para asistir a los municipios, conforme a la Ley Orgánica de la Junta de Planificación de Puerto Rico, Ley Núm. 75 del 24 de junio de 1975, según enmendada, 23 LPRA., sección 62 (k).

A su vez el Municipio está facultado a realizar acuerdos con cualquier agencia del Gobierno Central para que esta desarrolle o lleve a cabo, en beneficio del Municipio, cualquier estudio, trabajo, obra o mejora pública municipal conforme a lo establecido en el Código Municipal de Puerto Rico, Ley Núm. 107 de 14 de agosto de 2020.

Es esencial que este plan de mitigación cumpla con los requisitos del Acta de Mitigación de Desastre, la cual establece que los gobiernos municipales y estatales que hayan adoptado planes de mitigación contra riesgos serán elegibles para fondos de mitigación pre-desastre (Pre-disaster

P.O. Box 7885 Guaynabo, Puerto Rico 00970 / Tel. 787-720-4040 exts · 6101/6103 · Fax 787-790-0707

Mitigation Act) y post desastre a través del Programa de Subvención para la Mitigación de Riesgos (HMGP), el Predisaster Mitigation (PDM) y el Flood Mitigation Assistance Program (FMAP).

Por lo tanto, el municipio reconoce que la Junta de Planificación se comprometerá a coordinar junto al municipio la aprobación del Plan; coordinar la evaluación del Plan por parte del COR3 y FEMA; y efectuar la entrega del Plan aprobado por COR3 y FEMA al municipio. Además, la Junta de Planificación podrá utilizar recursos externos para realizar el plan de mitigación.

El Municipio deberá asignar una persona contacto o empleado municipal designado por el alcalde que será el contacto oficial del municipio, como el enlace entre el Municipio y la Junta de Planificación, para la coordinación, ejecución y la elaboración de la actualización del plan de mitigación. Esta persona trabajará directamente con el personal designado por la Junta de Planificación en este proyecto. La elaboración del documento de la actualización del plan de mitigación será realizado, por la Junta de Planificación en este proyecto.

Asimismo, el municipio agilizará y tramitará la adopción del plan de mitigación mediante Orden Ejecutiva o por la Legislatura Municipal a través de Ordenanza Municipal. También coordinará en conjunto con la Junta de Planificación o el personal autorizado, el proceso de participación ciudadana.

Se coordinará por parte del municipio la recopilación de información necesaria que sea requerida, incluyendo:

- Identificación de todos los Riesgos locales – Descripción de los diferentes eventos ocurridos en el Municipio y los impactos que han tenido en la comunidad.
- Identificación de inventario de activos del Municipio, de considerarse el activo como uno crítico favor de identificar el mismo como activo-crítico.
- Información necesaria para complementar la Tabla de análisis de capacidad.
- Identificación e Implantación de las Medidas / actividades de Mitigación: Lista de proyectos y Plan de Acción describiendo cómo los proyectos serán implantados por prioridades, cómo serán administrados, si son costo-beneficiosos.
  Evaluación del Plan Preliminar, redactado por la Junta de Planificación.
- Evaluación del Borrador del Plan, redactado por la Junta de Planificación.

- Evaluación del Borrador Final del Plan, redactado por la Junta de Planificación.
- Implementación del Plan de Mitigación - Monitoreo, Evaluación y Actualización.

Este compromiso no envuelve la erogación de fondos públicos por parte del municipio ni de la Junta.

El municipio entiende que ante la situación que se ha generado a nivel mundial y en Puerto Rico por el azote del COVID19 y la pandemia causada por este virus es necesario coordinar y comprometerse con la Junta de Planificación para poder cumplir con la administración efectiva y eficiente de estos trabajos a los fines de poder presentar el plan de mitigación del municipio para la aprobación de FEMA.

Este compromiso, de ser necesario, se podrá ratificar con un acuerdo colaborativo luego de que el gobierno municipal y el gobierno central comiencen a trabajar normalmente.

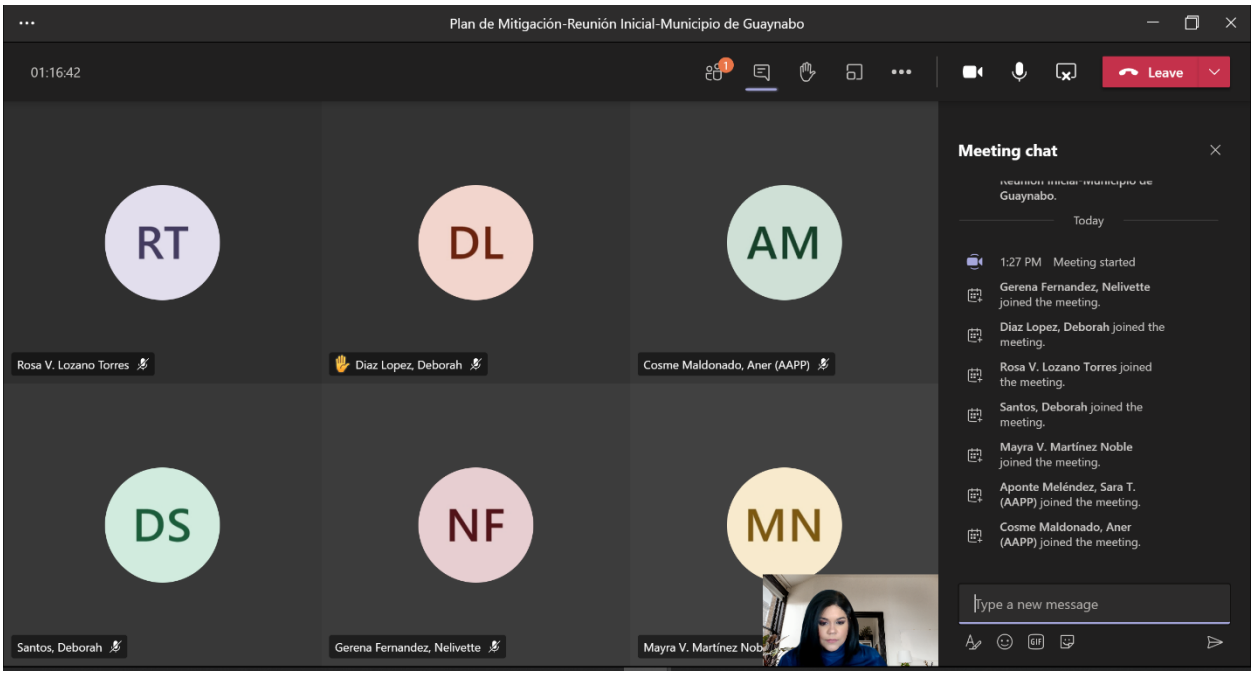
Por lo que de acuerdo a este compromiso yo, Ángel A. Pérez Otero firmo el mismo por conforme a los mejores intereses de la Ciudad de Guaynabo.

En Guaynabo, Puerto Rico, hoy 3 de septiembre de 2020.

Angel A. Pérez Otero
Alcalde

B.2 Comité de Planificación

B.2.1 Evidencia de Participación en Reunión Inicial



B.3 Primera Reunión de Planificación con la Comunidad

B.3.1 Presentación
B.3.2 Reunión virtual en YouTube (Live)
B.3.3 Anuncio Público
B.3.4 Hojas de Registro

B.4 Segunda Reunión de Planificación con la Comunidad

B.4.1 Presentación
B.4.2 Reunión virtual en YouTube (Live)
B.4.3 Anuncio Público
B.4.4 Hojas de Registro
B.4.5 Invitaciones a agencias estatales
B.4.6 Invitaciones a municipios vecinos

B.5 Mesa de Trabajo

B.5.1 Hojas de Registro

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

REGISTRO

Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
5 de abril de 2019
9:00 am a 12:00 pm

Pág. 1 de 2

Nombre	Agencia/Oficina	Teléfono	Correo electrónico	Firma
Ingrid Alicia García López	Municipio Autónomo de Guaynabo	787-720-3444	igarcia@guaynabo.pr.gov	
José C. Aponte	PREPA	787-521-3049	jose.aponte@prepa.com	
Edgar Trabal	PREPA	787-521-3049	edgar.trabal@prepa.com	
Gerardo Sánchez Hernández	PREPA	787 621-5548	gerardo.sanchez@prepa.com	
Antonio Pardo	PREMA PRASA	787-724-0124	antonio.pardo@acueducto.com	
Eric Hamsen	UPRM	787-406-5203	eric.hamsen@upr.edu	
Rita M Arroyo	CIAPR	787 955-5102	rita.maria.arroyo@gmail.com	
María E. Arroyo Caraballo	ACT	787-602-9816	mearroyo@dtop.pr.gov	
Rosaida N. Ortiz	Depto de Salud	787-288-8303	rosaidaortiz@salud.pr.gov	
Nelson Rivera Caldero	COR3	787-510-8930	nelson.rivera@cor3.pr.gov	
Julio E. Cala	DTOP	787-627-1009	julio.cala@dtop.pr.gov	
		(787)722-2525 X2338		

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

Nombre	Agencia/Oficina	Teléfono	Correo electrónico	Firma
Arleen Reyes Rodríguez	COR3	787-306-9786	areyes@cor3.pr.gov	
Vanessa M. Aguilú	NMEAD	787-724-0124	vaguilu@prema.pr.gov	
Brenda Torres Barreto	Estuario Zona San Juan	646-510-7595	btorres@estuario.org	
Marisa Rivera	Foundation for PR	(787) 773-1100	marisa.rivera@foundationpr.org	
Yamice Cesareo Díaz	PRDOH Recuperación	787-528-7681	ycesareo@salud.pr.gov	
Gianni J. Vale Del Río	Autoridad Edificios Públicos	787-479-0519	gianni.vale@aep.pr.gov	
Erika Rivera Felicié	Junta de Planificación	787-723-6200 x 16664	rivera_e1@jp.pr.gov	
Arnaldo Cruz	Foundation for P.R	787-980-9633	arnaldo.cruz@foundationpr.org	
Rebecca Rivera Torres	Junta de Planificación	787-723-6200 Ext 16126	rivera_r1@jp.pr.gov	
Subeidy Barreto Soto	JP	787-723-6200	barreto_s@jp.pr.gov	
Ivelisse Gorbea	ATKINS	787-248-8342	ivelisse.gorbea@atkinsglobal.com	

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

ASISTENCIA

Asunto: 2da Reunión Mesa de Trabajo
Lugar: Biblioteca Hermenegildo Ortiz Quiñonez
Fecha: 21 de junio de 2019
Hora: 9:00 am

Municipio/Oficina	Nombre	Correo electrónico	Firma
Autoridad de Acueductos y Alcantarillados			
Autoridad de Carreteras y Transportación	María E. Arroyo	mearroyo@dtop.pr.gov	
Autoridad de Edificios Públicos			
Autoridad de Energía Eléctrica			
Colegio de Ingenieros de PR	Rita M. Asrcio	ritamaria.asrcio@gmail.com	
Dpto. de Ingeniería Agrícola y Biosistemas UPR Mayagüez			
Depto. de Recursos Naturales y Ambientales			
Dpto. de Salud	YANICE A. CESÁREO DIAZ	ycesareo@salud.pr.gov	

Municipio/Oficina	Nombre	Correo electrónico	Firma
Depto. de Transportación y Obras Públicas			
Foundation for Puerto Rico	Marina Moscoso	marina.moscoso@foundationpr.org	
Negociado de Telecomunicaciones			
Negociado del Cuerpo de Bomberos de PR			
Negociado para el Manejo de Emergencias			
Ofic. del Representante Autorizado del Gobernador (GAR) COR3	Arleon Reyes	areyes@cor3.pr.gov	
Programa del Estuario de la Bahía de San Juan			
Sociedad Puertorriqueña de Planificación			
ATKINS	Evelisse Gorbea	evelisse.gorbea@atkinsglobal.com	
JP	Pablo Collazo Cortés	collazo_p@jp.pr.gov	
ATKINS CARIBE	Alexandra I. Rivera Valentín	Alexandra.Rivera@arcingloba.com	

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

ASISTENCIA

Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
30 de agosto de 2019
9:00 am a 12:00 pm

Nombre/Name	Oficina/Office	Teléfono/Phone Number	Correo electrónico/email	Firma/signature
María Elena Arroyo	Ofic. Ing. Suelos ACT	(787) 721 8787 x-1496	mearroyo@dtop.gov.pr	Ma El Arroyo
Erika Rivera Feliciè	JP	(787) 723-6200 x1644	rivera_e1@jp.pr.gov	

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

ASISTENCIA

Lugar: Biblioteca Hermenegildo Ortiz Quiñonez
Asunto: Mesa de Trabajo – Planes de Mitigación Municipales
Fecha: 12 de marzo de 2020
Hora: 9:00 am

Nombre/Name	Agencia/Office	Teléfono/Phone num.	Correo electrónico/Email	Firma/Sign
Silca Apante	COR3	(787) 273-8205	sapante@cor3.pr.gov	
Maritza Sanabria	PREMA	(787) 637-8585	msanabria@prema.pr.gov	
Pablo Méndez Lázaro	UPR-RCM	787-517-2551	pablo.mendez1@upr.edu	
Rosaida Ortiz	Salud	787-765-2929 ext 4322	rosaidaortiz@salud.pr.gov	
Janice Cesareo	Salud	787-528-7681	jcesareo@salud.pr.gov	
Jesús Hernández	NETPR	787-764-8888	jhernandez@jrtpr.pr.gov	
Anthony Yrivia	NETPR	787-530-3378	ayrivia@jrtpr.pr.gov	
JOSE OTERO	DPNO/AEE	505-6422	JOTEROCABRERA@GMAIL.COM	
José C. Apante	AEE	787-5646694	jose.apante@prepa.com	
Edgar Trabal	AEE	787-289-7607	Edgar.Trabal@prepa.com	
Héctor Sánchez	Dpto Salud	787-4809024	Hector.Sanchez@Salud.PR.gov	
Héctor R. Rivera	SPP	787-374-5311	hector.rivera@sisco.com	

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

Nombre/Name	Agencia/Office	Teléfono/phone núm.	Correo electrónico/Email	Firma/Sign
Nelson Rivera	COR3	787-627-1007	nrivera@cor3.pr.gov	
Reinaldo Del Valle Cruz	DE. / Planificación	(787) 792-9191	delvallec@de.pr.gov	
Cristi M. Trujillo	Depto. Educación	(787) 773-3600	TrujillomC@de.pr.gov	
Antonio Pardo	AAA	(787) 406-5203	antonio.pardo@acueductospr.com	
Angel Medina	AEP	787 309 8259	ansel.medina@aep.pr.gov	
Ivelisse Gorbea	ATKINS	787.773.1849	ivelisse.gorbea@atkinsglobal.com	
Julia I. Reyes-Melendez	Atkins Caribe	787.242.3617	Julia.Reyes@atkinsglobal.com	
Mayra V. Martínez Noble	Junta de Planificación	787.723.6200	martinez-mv@jp.pr.gov	
Vanessa I. Marrero Santiago	Junta de Planificación	(787) 723 6200	marrero_v@jp.pr.gov	
Erika Rivera Felicié	Junta de Planificación	(787) 723-6200 x116664	rivera_e1@jp.pr.gov	

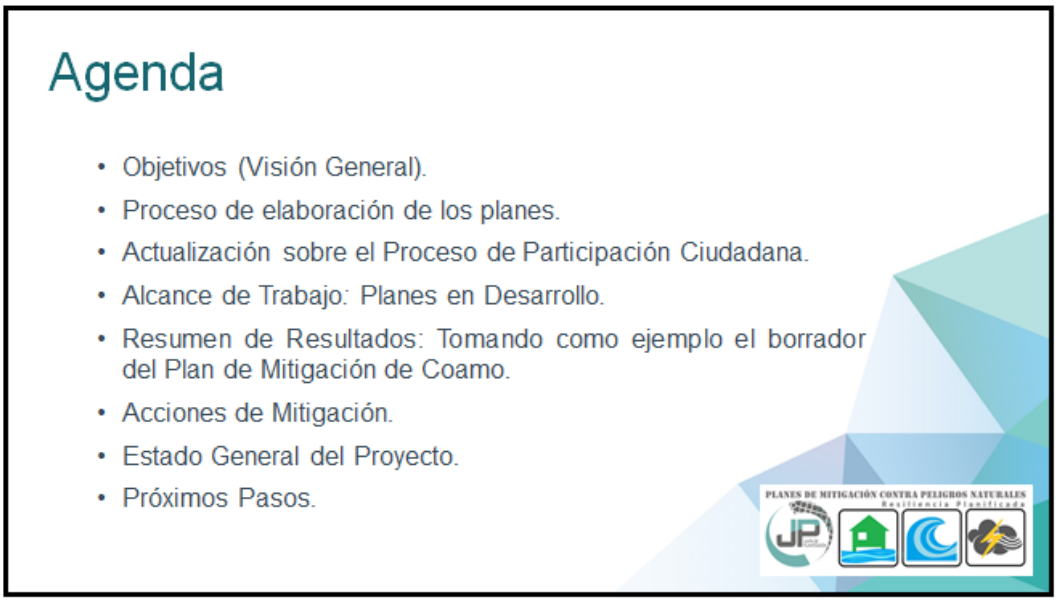
Timestamp	Nombre(s)	Apellidos	Título / Posición	Municipio / Agencia / Organización	Correo electrónico	Teléfono
6/26/2020 9:42:07	Rosa	Lozano Torres	Planificadora	Municipio de Guaynabo	rlozano@guaynabocity.gov.pr	(787) 720-4040 ext. 6588
6/26/2020 9:45:08	Héctor	Rivera	Vicepresidente	Sociedad Puertorriqueña c	junta@spp-pr.org	7873745311
6/26/2020 9:45:20	María Elena	Arroyo Caraballo	Ingeniero	Autoridad de Carreteras y '	mearroyo@dtop.pr.gov	(787)721-8787 x 1496
6/26/2020 9:45:44	Naomy	Perez	Geomorfóloga	Atkins	naomy.perez@atkinsglobal.com	512.342.3365
6/26/2020 9:54:21	Leslie	Rivera	Planificadora	Municipio de Canóvanas	lrivera.opd@gmail.com	787-957-1084
6/26/2020 9:59:17	DEBORAH	RIVERA VELAZQUEZ	GERENTE AMBIENTAL	GOBIERNO MUNICIPAL A	drivera@carolina.pr.gov	787-374-9303
6/26/2020 10:23:22	Ivette	Colón Meléndez	Directora Oficina de Planifi	Municipio de Cataño	icolon@catano.pr.gov	(787(237-3560
6/26/2020 10:37:27	Ivelisse	Gorbea Class	Senior Planner	Atkins, Caribe	ivelisse.gorbea@atkinsglobal.com	787.773.1849
6/26/2020 10:41:11	Manuel A.G.	Hidalgo Rivera, PPL	Director Oficina de Planific	Municipio de Canóvanas	mhidalgo.canovanas@gmail.com	7872100633
6/26/2020 10:45:53	Julia	Reyes-Meléndez	Redactora Planes de Mitig	Atkins Caribe	juliaines.law@gmail.com	787-242-3617
6/26/2020 10:48:07	Juan Pablo	Carro	Consultor	Atkins Caribe	juan.carro@atkinsglobal.com	7873457002
6/26/2020 10:48:11	Brenda	Torres	Directora Ejecutiva	Programa del Estuario de l	btorres@estuario.org	646-510-7595
6/26/2020 10:51:21	Grace	Ortega Mirales	Especialista de Planificaci	Municipio Trujillo Alto	gmortega2010@yahoo.com	787-761-0172 xt. 2174
6/26/2020 11:01:06	Jorge R.	Hernandez Favale	Director, Oficina de Planifi	Municipio de San Juan	jrhernandez@sanjuanciudadpatria.com	787-457-2630
6/26/2020 11:01:06	Reinaldo	Del Valle Cruz		Depto. Educación	delvallec@de.pr.gov	
6/26/2020 11:01:06	Mayra V.	Martínez Noble	Analista de Planificación	Junta de Planificación	martinez_mv@jp.pr.gov	
6/26/2020 11:01:06	Alexandra	Fuertes		Atkins Caribe	alexandra.fuertes@atkinsglobal.com	

Timestamp	Nombre Completo	Título/Puesto que ocupa (si aplica)	Agencia/Entidad/Dependencia u otro	¿Ha participado en las Mesas de Trabajo anteriores?	Correo electrónico
3/25/2021 9:43:26	Ivette María Trujillo	Directora Ejecutiva II, Secretaría de Transformación, Planificación y Rendimiento	Departamento de Educación de Puerto Rico	Sí	trujillomi@de.pr.gov
3/25/2021 9:47:37	Mayra V. Martínez Noble	Analista de Planificación	Junta de Planificación	Sí	martinez_mv@jp.pr.gov
3/25/2021 9:47:41	María Alejandra Martínez	Public Health Surge Planning Analyst	Departamento de Salud	No	mariamcardenas@salud.gov.pr
3/25/2021 9:57:13	Teresita Colon Colon	Tecnica en Planificacion	ACT	No	tcolon@dtop.pr.gov
3/25/2021 9:59:34	Zulelka Cruz	Planificadora de Mitigacion de Riesgos	PEBSJ	No	zcruz@estuario.org
3/25/2021 10:01:17	Antonio Rios	Ayudante Especial	DRNA	No	arios@ads.pr.gov
3/25/2021 10:03:20	Evelisse Colon Carrero	Planificador Ambiental	DRNA	No	evelissecolon@jca.pr.gov
3/25/2021 10:12:22	Julia Reyes- Meléndez	Hazard Mitigation Specialist	Atkins Caribe, LLP	Sí	julia.reyes@atkinsglobal.com
3/25/2021 10:14:34	William Pitre Cipolla, PPL	Senior Planner I	Atkins Caribe	No	william.pitre@atkinsglobal.com
3/25/2021 10:17:24	Juan F. Alicea Flores	Presidente	CIAPR	No	presidente@ciapr.org
3/25/2021 10:17:34	Eliana De Leon	Program Analyst	EPA	Sí	deleon.eliana@epa.gov
3/25/2021 10:40:52	Eric Harmsen	Professor	UPRM	Sí	eric.harmsen@upr.edu
3/25/2021 10:42:13	Osvaldo Soto-Garcia	Comisionado Asociado	Negociado de Telecomunicaciones	No	osvaldo.soto@jrsp.pr.gov
3/25/2021 10:43:22	Leslie A. Alsina López	Ayudante de Director de Área (Prog y Est. Esp.))	Autoridad de Carreteras y Transportación	No	lalsina@dtop.pr.gov
3/25/2021 10:50:49	Alexandra C. Fuertes Valera	Gerente de Proyecto	Atkins Caribe, LLP	Sí	Alexandra.Fuertes@atkinsglobal.com
3/25/2021 15:22:32	Paul Fericelli		USEPA	No	fericelli.paul@epa.gov

B.5.2 Modelo de Presentaciones: Sexta Mesa de Trabajo



1



2


Objetivos de la presentación:
• Informar el progreso del desarrollo de los Planes de Mitigación municipales;
• Identificar estrategias de mitigación mediante esfuerzos interagenciales a nivel municipal y a nivel-Isla; y
• Fomentar la participación de los integrantes de esta Mesa de Trabajo en el proceso de actualización de los planes de mitigación que se encuentran en desarrollo y se pudieran beneficiar enormemente de su aportación en esta etapa para lograr el cierre exitoso del Proyecto.

3


ATKINS
Proceso de Planificación
Procedimiento, Etapas e Inclusión de Partes Interesadas

4

Proceso para elaborar los Planes

Etapas:

1. **Plan Preliminar**
   - Incluye, como mínimo, la sección de identificación de peligros/evaluación de riesgos y estrategias de mitigación del Plan del plan de mitigación anterior.
2. **Plan Borrador**
   - Incluye un borrador completo del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales.
   - Este incorpora los comentarios sobre los resultados del análisis de riesgos del Plan preliminar, excepto para la resolución de la adopción y la reunión de Planificación con la Comunidad final.
3. **Plan Borrador Final**
   - Incluye la aceptación y aprobación del Plan por el Oficial de Mitigación de Riesgos del Estado (SHMO, por sus siglas en inglés) y FEMA.
4. **Plan Aprobado**
   - Incluye documentación de APA, Adopción municipal y Aprobación Final de FEMA.

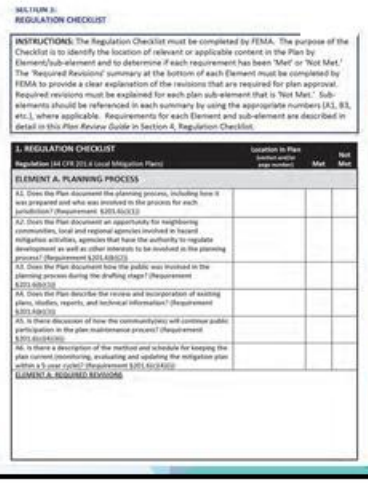
5

Proceso de Planificación de Mitigación

Reglamentación y Guías de FEMA

44 CFR Part 201.6 – Planes de Mitigación local





SECTION 3:
REGULATION CHECKLIST

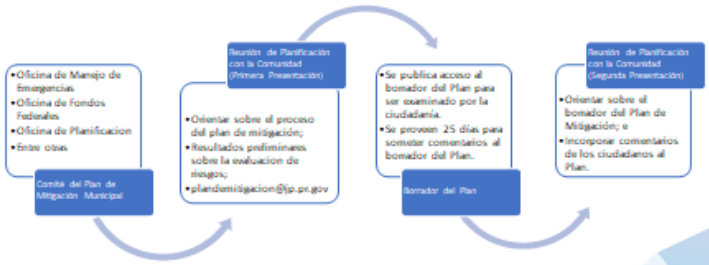
INSTRUCTIONS: The Regulation Checklist must be completed by FEMA. The purpose of the Checklist is to identify the location of relevant or applicable content in the Plan by Element/sub-element and to determine if each requirement has been 'Met' or 'Not Met.' The 'Required Revisions' summary at the bottom of each Element must be completed by FEMA to provide a clear explanation of the revisions that are required for plan approval. Required revisions must be explained for each plan sub-element that is 'Not Met.' Sub-elements should be referenced in each summary by using the appropriate numbers (A1, B3, etc.), where applicable. Requirements for each Element and sub-element are described in detail in this *Plan Review Guide* in Section 4, Regulation Checklist.

1. REGULATION CHECKLIST Regulation (44 CFR 201.6 Local Mitigation Plans)	Location in Plan (section and/or page number)	Met	Not Met
ELEMENT A. PLANNING PROCESS			
A1. Does the Plan document the planning process, including how it was prepared and who was involved in the process for each jurisdiction? (Requirement §201.6(c)(1))			
A2. Does the Plan document an opportunity for neighboring communities, local and regional agencies involved in hazard mitigation activities, agencies that have the authority to regulate development as well as other interests to be involved in the planning process? (Requirement §201.6(b)(2))			
A3. Does the Plan document how the public was involved in the planning process during the drafting stage? (Requirement §201.6(b)(1))			
A4. Does the Plan describe the review and incorporation of existing plans, studies, reports, and technical information? (Requirement §201.6(b)(3))			
A5. Is there discussion of how the community(ies) will continue public participation in the plan maintenance process? (Requirement §201.6(c)(4)(iii))			
A6. Is there a description of the method and schedule for keeping the plan current (monitoring, evaluating and updating the mitigation plan within a 5-year cycle)? (Requirement §201.6(c)(4)(i))			
ELEMENT A: REQUIRED REVISIONS			

6

Proceso de participación ciudadana

Flujograma



7

7

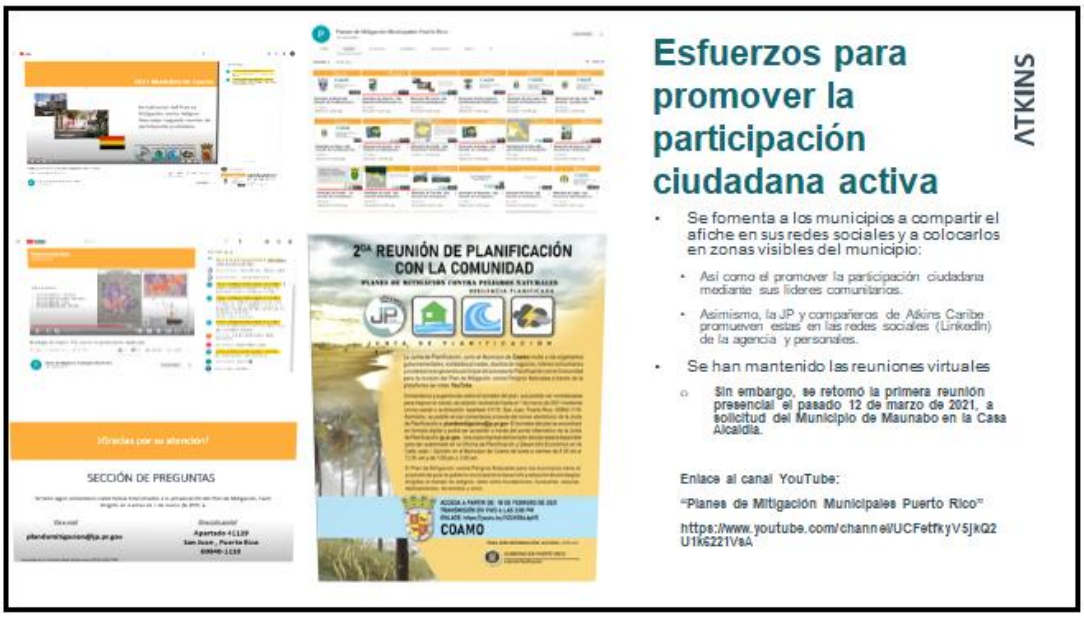
Impacto de Covid-19

Continuidad de procedimientos

- Desarrollo del programa alternativo de reuniones/presentaciones virtuales:
  - Mejores prácticas de participación ciudadana en formato virtual.
  - Presentaciones permanecen disponibles en enlace, logrando mayor visibilidad y alcance.
  - Se reciben comentarios mediante el "chat" en vivo y se contestan estas preguntas al momento, y se da acceso al correo electrónico (plandemitigacion@jp.pr.gov) para emitir comentarios o señalamientos adicionales.



8


Esfuerzos para promover la participación ciudadana activa
ATKINS
Se fomenta a los municipios a compartir el afiche en sus redes sociales y a colocarlos en zonas visibles del municipio:
Así como el promover la participación ciudadana mediante sus líderes comunitarios.
Asimismo, la JP y compañeros de Atkins Caribe promueven estas en las redes sociales (LinkedIn) de la agencia y personales.
Se han mantenido las reuniones virtuales
Sin embargo, se retomó la primera reunión presencial el pasado 12 de marzo de 2021, a solicitud del Municipio de Maunabo en la Casa Alcaldía.
Enlace al canal YouTube:
"Planes de Mitigación Municipales Puerto Rico"
https://www.youtube.com/channel/UCFetfkyV5JkQ2U1k6221VsA
¡Gracias por su atención!
SECCIÓN DE PREGUNTAS
2DA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD
COAMO

9


Esfuerzos para promover la participación ciudadana activa
ATKINS
Puerto Rico Planning Board
P
Planes de Mitigación Municipales Puerto Rico
2da REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD
CANÓVANAS
Gobierno Municipal de Canóvanas
Aviso importante!
HOY MIERCOLES, 17 DE MARZO DE 2021.
SEGUNDA REUNION DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD.
La Junta de Planificación y el Municipio de Canóvanas se encuentran en el proceso de revisar, desarrollar y actualizar el Plan de Mitigación contra Peligros Naturales local. La adopción de este Plan aumenta la concientización sobre los peligros, riesgos y vulnerabilidad mediante la identificación de medidas que reduzcan los peligros a los cuales se encuentran expuestas nuestras comunidades.
Esta estrecha colaboración para el desarrollo del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales genera el potencial de recibir las preocupaciones, comentarios y sugerencias de nuestros ciudadanos y fomenta el debate impulsando una comunidad más segura y resiliente. Es nuestro interés que forme parte de este esfuerzo. Por tal motivo, le invitamos a participar de la 2da reunión de planificación con la comunidad a celebrarse el día, 17 de marzo de 2021 a las 10:00 am, a través del enlace:
Municipio Autónomo de Coamo
COAMO

10


Esfuerzos para promover la participación ciudadana activa
ATKINS
Junta Planificación
@JPlanificacion
Aprueban Plan de Mitigación Municipal de Lajas
Junta Planificación
@JPlanificacion
Aprobado el Plan de Mitigación de Cabo Rojo.
@JPlanificacion
Junta Planificación
@JPlanificacion
Planes de Mitigación Municipal. Participa de las vistas comunitarias virtuales.
@JPlanificacion

11


ATKINS
Alcance de Trabajo
Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
Periodo: enero de 2019 - al presente (marzo de 2021)

12

Peligros considerados en el proceso de análisis de riesgos

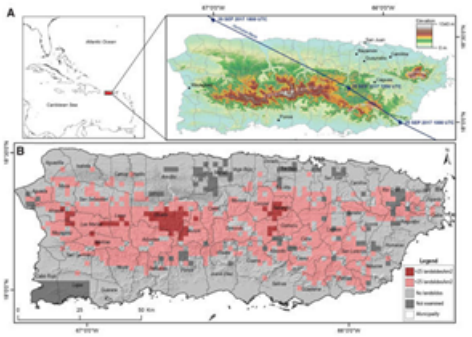
- Cambio climático
  - Aumento en el nivel del mar
  - Calor extremo
- Sequía
- Terremoto
- Inundación
  - Sumideros (Zona del carso)
- Deslizamiento
- Vientos fuertes
- Tsunami
- Erosión
- Marejada ciclónica
- Incendios forestales

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Resiliencia Planificada

13

Elementos nuevos a contemplarse en los Planes de Mitigación

- **Huracanes Irma/María** (2017)
  - Deslizamientos
  - Aumento en área inundable
  - Erosión costera
- **Aumento en movimientos sísmicos** (2019-2020)
  - Terremotos y otros
- **Código Municipal de Puerto Rico**, Ley Núm. 107 del 14 de agosto de 2020.



USGS: https://www.usgs.gov/natural-hazards/usgs-supplemental-disaster-recovery-activities/landslides-triggered-hurricane-maria

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Resiliencia Planificada

14


Elementos nuevos a contemplarse en los Planes de Mitigación
USGS
PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

15


El estado de las playas de Puerto Rico Post-María
ATKINS
• Este proyecto presenta los hallazgos de las condiciones geomórficas de las playas de Puerto Rico luego del paso del huracán María en septiembre de 2017.
• Se identifican las zonas costeras de erosión, acreción y estables, también los procesos de recuperación de las playas a seis meses del paso del huracán, entre otros atributos, en los 44 municipios costeros.
• A modo de ejemplo, algunos municipios que presentan mayor migración de playas son: Añasco, Humacao, Arecibo, Aguada, Rincón, Loíza, San Juan, entre otros.

16


ATKINS
Resumen general de resultados del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales de Coamo

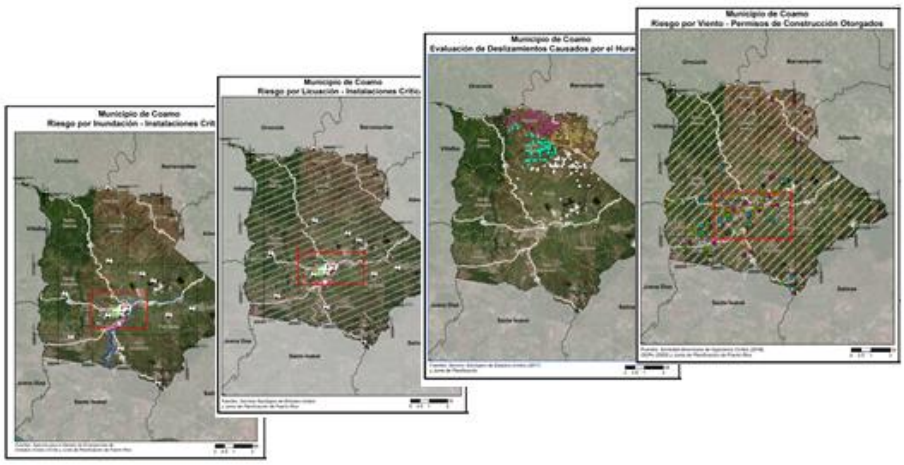
17


Información general del Municipio de Coamo
ATKINS
El municipio actualizó su Plan previamente en 2017, por lo cual aún se encuentra vigente.
Durante el proceso de actualización, se han llevado a cabo trabajos de mitigación en todo el municipio. Especialmente en los barrios del norte del municipio, tales como: Pedro García y Hayales.

18

Evaluación de Riesgos

Peligros más significativos para Coamo



19

Peligros Naturales

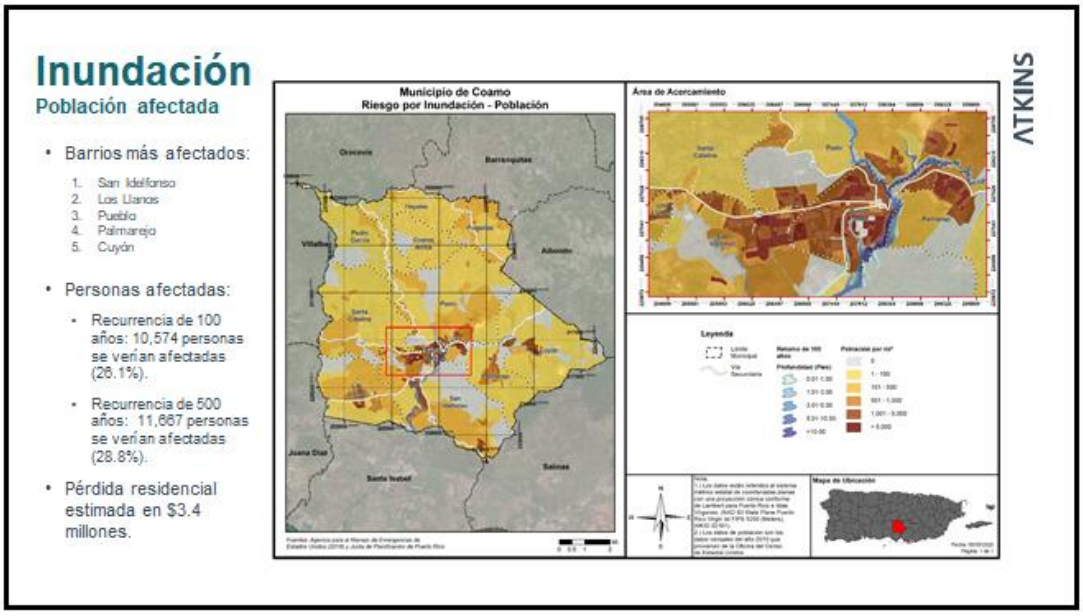
Clasificación de cada peligro y evaluación de riesgos

Luego del análisis, se clasificará cada peligro por su riesgo relativo para el municipio.

- Se tomará en consideración el impacto a las personas, instalaciones y funciones del municipio.
- Coamo pudiera considerar como prioridad más alta:
  - Inundaciones
  - Terremotos (Licuación)
  - Deslizamientos
  - Vientos fuertes

Peligro natural	Impacto a las personas	Impacto a las instalaciones	Impacto a las funciones	Clasificación
Cambio climático/ Calor Extremo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Sequía	Bajo	Bajo	Moderado	Bajo
Terremotos	Moderado	Bajo	Moderado	Moderado
Inundaciones	Alto	Moderado	Moderado	Alto
Deslizamientos	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Vientos fuertes	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
Fuego forestal	Bajo	Bajo	Moderado	Bajo

20


Inundación
Población afectada
• Barrios más afectados:
1. San Idelfonso
2. Las Llanas
3. Pueblo
4. Palmarejo
5. Cuyán
• Personas afectadas:
• Recurrencia de 100 años: 10,574 personas se verían afectadas (26.1%).
• Recurrencia de 500 años: 11,667 personas se verían afectadas (28.8%).
• Pérdida residencial estimada en $3.4 millones.
Municipio de Coamo
Riesgo por Inundación - Población
Área de Acercamiento
Leyenda
Mapa de Ubicación
ATKINS

21


Acciones de Mitigación
Categorías y Estrategias comunes –
Esfuerzo y Apoyo Interagencial
ATKINS

22

Categorías de Acciones de Mitigación

Prevención	Protección a la Propiedad	Protección a los Recursos Naturales	Proyectos Estructurales	Servicio de Emergencias	Educación Publica y Concientización
Planificación y calificación	Adquisición	Protección contra inundaciones	Embalses	Sistemas de alertas	Proyectos de campañas educativas
Códigos de Construcción	Relocalización	Manejo de cuencas	Represas, diques	Equipos de respuestas de emergencia	Eventos de demonstración / Orador invitado
Preservación de espacios abiertos	Elevar edificios	Amortiguadores ribereños	Muros en contra de inundación	Operaciones de refugios	Información de mapas de riesgos
Regulaciones de inundaciones	Protección de instalaciones críticas	Manejo de bosques	Desviaciones de aguas pluviales	Planificación y manejo de desalojo	Programas de información al momento de compraventa
Regulaciones de manejo de aguas pluviales	Reequipamiento	Control de erosión y sedimentos	Estanques de detención	Entrenamiento y ejercicios de respuesta a emergencias	Materiales de Biblioteca
Mantenimiento del sistema de drenaje	Cuartos de seguridad, tormenteras, vidrio resistente a los golpes	Conservación y restauración de humedales	Modificación y reparación de canales	Protección por bolsas de arenas para inundaciones	Programas educativos a niños preescolares
Programación de mejores capitales	Seguros	Preservación del hábitat	Alcantarillados de tormentas	Tormenteras temporeras	Presentaciones sobre riesgos
Servidumbres					Certificar líderes comunitarios (C.E.R.T.)
Desperdicios sólidos					

23

ATKINS

Proyectos de Estructura

# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
SP-1	Reparación y mejoras a estructuras de Centros de depósito comunitarios permanentes habidos en el municipio. [1]	Todos	Moderada	EPA/ DRNA/ OMME/Oficina de Programas Federales y Municipio (otros)	EPA/DRNA Fondos Federales Beneficio: Necesarios para reducir los riesgos que ocasionan a la vida, tierra y agua subterránea (freática).	2021-2025	Nueva inclusión

Servicios de Emergencia

# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
ES-1	Implantación y uso del Plan de Recogido de Escombros en el municipio luego de una Declaración de Desastre.	Todos	Alta	FEMA/ DRNA/ OMME/Oficina de Programas Federales y Municipio	FEMA (Asistencia Pública)	Continua – según sea necesario.	Acción continua a implantarse conforme sea necesario, luego de emitida una Declaración de Desastre a causa de un evento de peligro.

[1] Asimismo, se evaluará en conjunto con las agencias EPA y DRNA, la identificación de "Commercially Proven Technologies" para el manejo y reducción del volumen de desperdicios sólidos producidos. Esto va alineado a los esfuerzos de ambas agencias para la inclusión de esta medida como parte del desarrollo de su "Island Wide Solid Waste Infrastructure Plan" para Puerto Rico.

24

ATKINS

Educación y Concientización Pública							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
EC-1	Concientizar a la ciudadanía sobre la importancia de disponer de desperdicios sólidos adecuadamente, así como su planificación, particularmente, dada la importancia de la inclusión de un Centro de depósito comunitarios permanentes como parte de las instalaciones críticas/activos del municipio.	Todos	Moderada	DRNA/EPA y Municipio	EPA/DRNA y Municipio (otros) Beneficio: Promover la eliminación e impacto negativo de los desperdicios sólidos y escombros en el municipio, sobre todo luego de un desastre natural.	2021-2025	Nueva inclusión

25

ATKINS

Educación y Concientización Pública							
# Acción	Descripción	Peligros evaluados	Prioridad relativa	Agencia/ Departamento	Posibles fuentes de fondos/Valor	Itinerario de implementación	Estado de su implementación al 2021
EC-2	Campañas para promover y fomentar el reciclaje en el municipio para minimizar los residuos y mal uso de desperdicios sólidos; reducción, reúso y reciclaje.	Todos	Moderada	Oficina Municipal de Reciclaje de Municipal/ CRPR	FEMA Municipio (otros) Beneficio: Minimizar el impacto negativo de los desperdicios sólidos en el municipio. Manejo sustentable de materiales para una economía ambientalmente estable.	2021-2025	Nueva inclusión

26

Estrategias de Mitigación comunes:

Acciones de mitigación contempladas en los esfuerzos de planificación local:

- Ofrecimiento de cursos C.E.R.T. para educar a la ciudadanía y promover su involucramiento, además de apercibirlos sobre los peligros a los que son expuestos en sus comunidades.
- Relocalización de familias ubicadas en zonas inundables a áreas no susceptibles a inundaciones, ya sea en unidades existentes o en proyectos de nueva construcción.
- Habilitar/Equipar "Safe Rooms" y Centros de Operaciones de Emergencia ("Emergency Operations Center") para dirigir las actividades de respuesta.
- Estrategias para abordar el problema creciente de la erosión costera en los municipios donde esto sea un riesgo de alta prioridad.

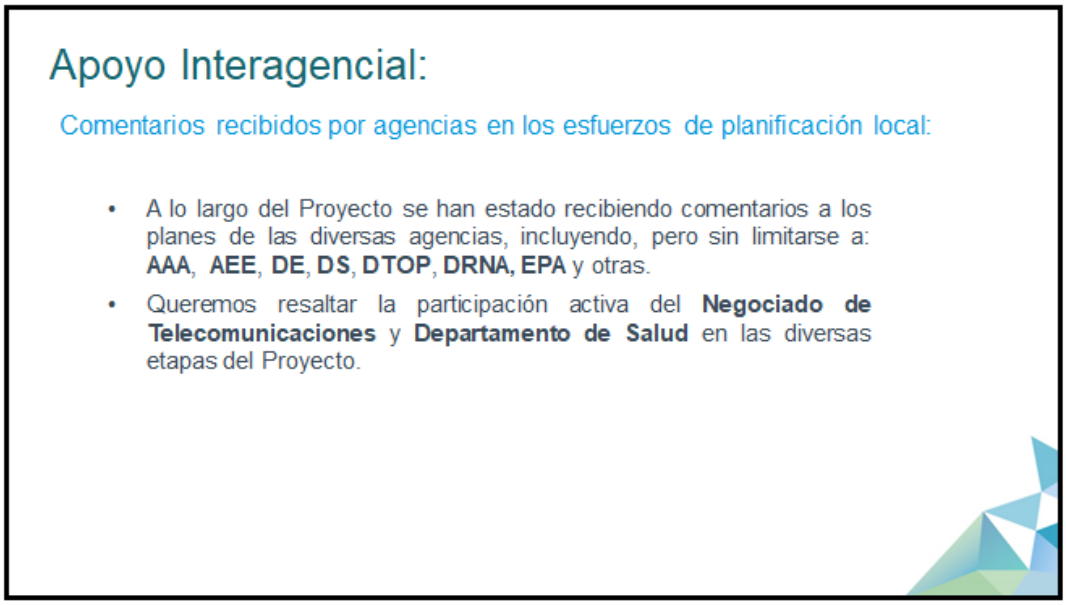
27

Estrategias de Mitigación Interagenciales:

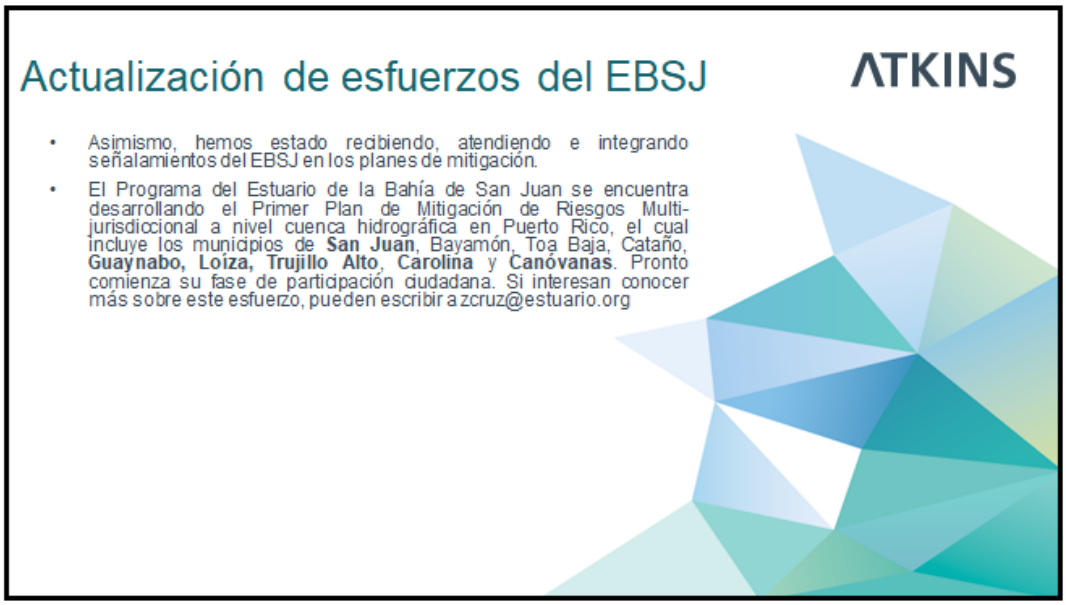
Acciones de mitigación contempladas en los esfuerzos de planificación local:

- Controlar los rellenos ilegales mediante el depósito de basura, escombros, tierra, chatarra en los humedales, caños, sumideros y llanuras inundables del municipio. Se tomarán acciones proactivas con el DRNA, la Autoridad de Tierras, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (USACE) y la Policía de Puerto Rico para desarrollar una estrategia coordinada y efectiva mediante acciones de mantenimiento y vigilancia preventiva.
- Asimismo, el DRNA y EPA han fomentado y nos han provisto las herramientas para la inclusión de estrategias para atender el buen manejo de desperdicios sólidos (antes y después de un evento de peligro).
- Mejoras a represas: fomentar estudios y proyectos de rehabilitación propuestos en las represas en coordinación con la AEE.

28


Apoyo Interagencial:
Comentarios recibidos por agencias en los esfuerzos de planificación local:
• A lo largo del Proyecto se han estado recibiendo comentarios a los planes de las diversas agencias, incluyendo, pero sin limitarse a: AAA, AEE, DE, DS, DTOP, DRNA, EPA y otras.
• Queremos resaltar la participación activa del Negociado de Telecomunicaciones y Departamento de Salud en las diversas etapas del Proyecto.

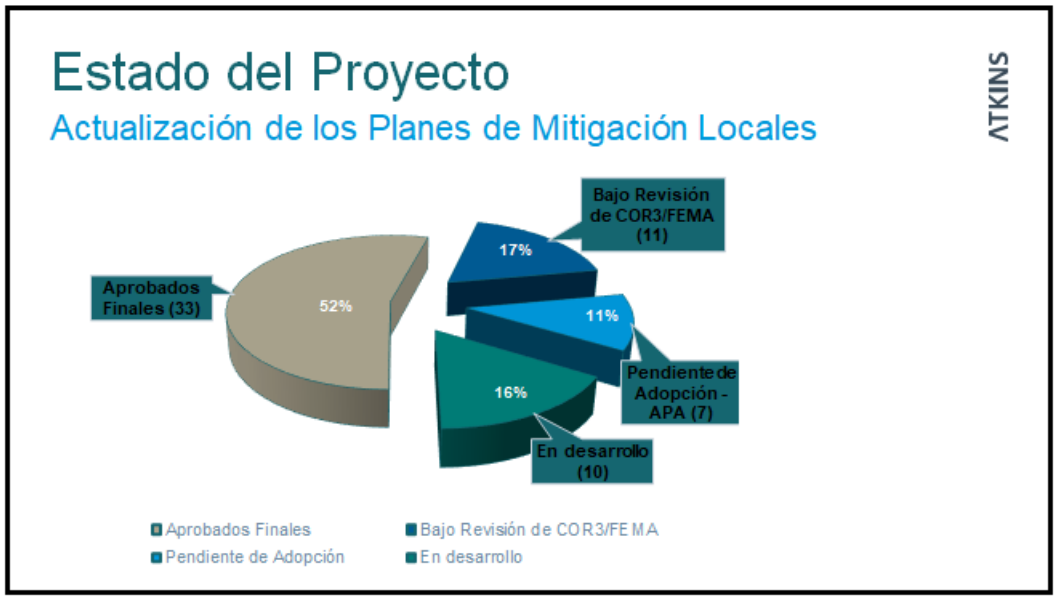
29


Actualización de esfuerzos del EBSJ
ATKINS
• Asimismo, hemos estado recibiendo, atendiendo e integrando señalamientos del EBSJ en los planes de mitigación.
• El Programa del Estuario de la Bahía de San Juan se encuentra desarrollando el Primer Plan de Mitigación de Riesgos Multi-jurisdiccional a nivel cuenca hidrográfica en Puerto Rico, el cual incluye los municipios de San Juan, Bayamón, Toa Baja, Cataño, Guaynabo, Loíza, Trujillo Alto, Carolina y Canóvanas. Pronto comienza su fase de participación ciudadana. Si interesan conocer más sobre este esfuerzo, pueden escribir a zcruz@estuario.org

30


Estado General del Proyecto
ATKINS

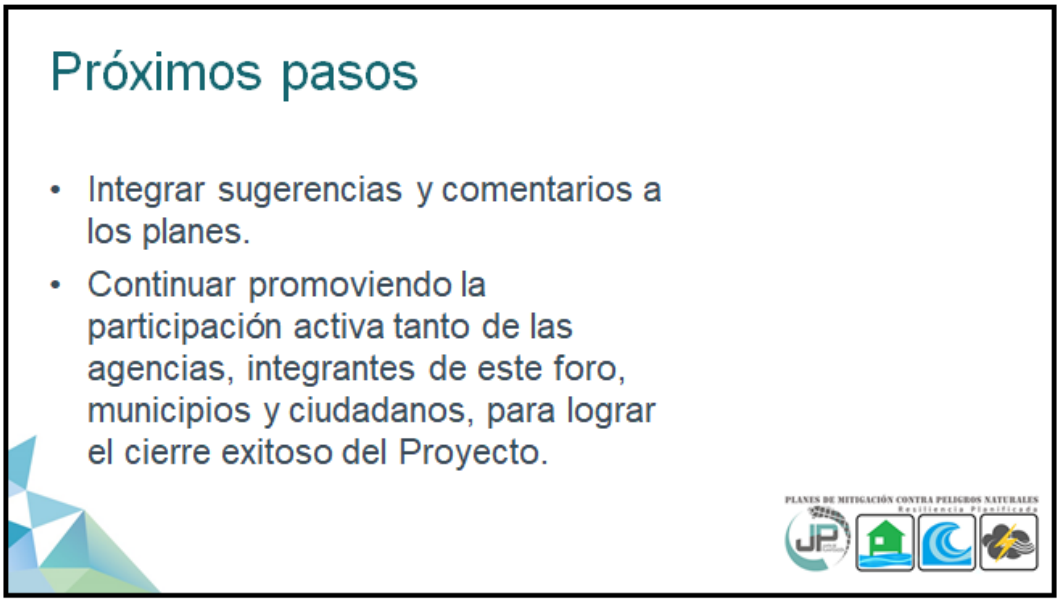
31


Estado del Proyecto
Actualización de los Planes de Mitigación Locales
ATKINS
Bajo Revisión de COR3/FEMA (11)
17%
Aprobados Finales (33)
52%
11%
Pendiente de Adopción - APA (7)
16%
En desarrollo (10)
Aprobados Finales
Bajo Revisión de COR3/FEMA
Pendiente de Adopción
En desarrollo

32


Planes en desarrollo
ATKINS
• Planes Preliminares en desarrollo de Borradores:
Naguabo y Guaynabo.
• Planes Borradores en desarrollo de Borradores Finales:
Maunabo, Moca y Canóvanas.
• Planes Borradores Finales en proceso de revisión interna para someterse a COR3/FEMA:
Culebra, Loíza, Aibonito, Hormigueros y Coamo.

33


Próximos pasos
• Integrar sugerencias y comentarios a los planes.
• Continuar promoviendo la participación activa tanto de las agencias, integrantes de este foro, municipios y ciudadanos, para lograr el cierre exitoso del Proyecto.

34


ATKINS
¡Gracias por su colaboración!
Contactos:
Plan. Rebecca Rivera Torres
rivera_r1@jp.pr.gov
Plan. Erika Rivera Felicié
rivera_e1@jp.pr.gov
Plan. Vanessa I. Marrero Santiago
marrero_v@jp.pr.gov
Srta. Mayra V. Martínez Noble
martinez_mv@jp.pr.gov
Lcda. Alexandra C. Fuertes Valera
Alexandra.Fuertes@atkinsglobal.com
Comentarios:
plandemitigacion@jp.pr.gov

35

B.5.3 Cartas de designación e invitaciones a los miembros de la Mesa de Trabajo

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Lcdo. Omar Marrero Díaz
Oficina del Representante Autorizado del Gobernador
PO Box 195014
San Juan, Puerto Rico 00918-5014

Attn. José L. Valenzuela Vega – SHMO
Kelly George, CFM, Hazard Mitigation Specialist

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado licenciado Marrero Díaz:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119
787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Sr. Carlos Acevedo Caballero, Comisionado
Negociado para el Manejo de Emergencias
PO Box 194140
San Juan, Puerto Rico 00919

Attn. Dr. Wassilly J. Bonet

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado señor Acevedo Caballero:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Ing. Josean Nazario Torres
Autoridad de Edificios
PO Box 41029
San Juan, Puerto Rico 00940

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado ingeniero Nazario Torres:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Ing. Carlos Contreras Aponte, Secretario
Dpto. de Transportación y Obras Públicas
PO Box 41269
San Juan, Puerto Rico 00940

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado ingeniero Contreras Aponte:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Ing. Rosana Aguilar, Directora Ejecutiva
Autoridad de Carreteras y Trasportación
PO Box 41269
San Juan, Puerto Rico 00940

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimada ingeniera Aguilar:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Lcda. Tania Vázquez Rivera , Secretaria
Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
PO Box 366147
San Juan, Puerto Rico 00936

Attn. Ernesto L. Díaz

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimada licenciada Vázquez Rivera:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Sr. Alberto Cruz Albarrán, Comisionado
Negociado del Cuerpo de Bomberos de PR
PO Box 13325
San Juan, Puerto Rico 00908

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado señor Cruz Albarrán:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Ing. José Ortiz, Director Ejecutivo
Autoridad de Energía Eléctrica
PO Box364267
San Juan, Puerto Rico 00936

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado ingeniero Ortiz:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119
787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Ing. Elí Díaz Atienza, Director Ejecutivo
Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
PO Box 7066
San Juan, Puerto Rico 00916

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado ingeniero Díaz Atienza:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Lcda. Sandra Torres López, Comisionada
Negociado de Telecomunicaciones
500 Avenida Roberto H. Todd (pda 18)
San Juan, Puerto Rico 00907

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimada licenciada Torres López:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Ing. Pablo Vázquez Ruiz, Presidente
Colegio de Ingenieros de Puerto Rico
PO Box 363845
San Juan, Puerto Rico 00936

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado ingeniero Vázquez Ruiz:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Plan. Federico Del Monte Garrido, Presidente
Sociedad Puertorriqueña de Planificación
PO Box 40297
San Juan, Puerto Rico 00940

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado planificador Del Monte Garrido:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Eric W. Harmsen, Catedrático Asociado
Departamento de Ingeniería Agrícola y Biosistemas
Recinto Universitario de Mayagüez
PO Box 9030
Mayagüez, Puerto Rico 00681

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado profesor Harmsen:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Brenda Torres Barreto
Directora Ejecutiva
Programa del Estuario de la Bahía de San Juan
PO Box 9509
San Juan, Puerto Rico 00908

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimada señora Torres Barreto:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Annie Mayol Del Valle, President &COO
Fundation for Puerto Rico
Calle Antonsanti 1500, Suite K-Colaboratorio
San Juan, Puerto Rico 00912

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimada señora Mayol Del Valle:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Junta de Planificación

25 de marzo de 2019

Dr. Rafael Rodríguez Mercado, Secretario
Departamento de Salud
PO Box 70184
San Juan, Puerto Rico 00936

DESIGNACIÓN MESA DE TRABAJO PARA LOS PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Estimado señor secretario:

La Junta de Planificación de Puerto Rico (la Junta) está desarrollando los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales (HMP, por sus siglas en inglés) para los 78 municipios de Puerto Rico. Los Planes de Mitigación son de primordial importancia para Puerto Rico y una oportunidad para fortalecer las estrategias de mitigación de riesgos, así como los recursos con que cuentan nuestros municipios para implementar estas medidas y mitigar el impacto de un desastre o evento de emergencia. Los planes que estaremos generando son además un requisito para recibir fondos de FEMA, Sección 404, destinados a reducir daños que causen futuros desastres, según la reglamentación federal (44 CFR §201.6 Local Mitigation Plans).

Este proyecto incluye realizar un avalúo de riesgo de los diversos peligros naturales, el cual incluirá estimados de pérdidas a edificios públicos o instalaciones críticas, así como la definición de estrategias de mitigación y evaluación de las capacidades y recursos de los municipios para implementar estas estrategias. La complejidad de estos planes requiere establecer un proceso que cuente con representantes institucionales y expertos del tema tanto del sector público como privado que participen a través de una Mesa de Trabajo.

La Junta interesa su participación como miembro de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales. El rol principal de este grupo de trabajo es contribuir en el progreso del desarrollo de los planes tanto por su área de peritaje como la revisión del enfoque de los planes considerando las particularidades de cada municipio o región. Puerto Rico sufrió el embate de dos huracanes en septiembre de 2017 que demuestran que necesitamos mantener al día los procesos y recursos que nos asistirán en ser un pueblo más resiliente.

La primera reunión de la Mesa de Trabajo será el viernes, 5 de abril de 2019 a las 9:00 am en el Salón B, piso P, edificio norte del Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella en Santurce. Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con Erika Rivera Felicié, Gerente de proyecto de planes de mitigación al (787) 723-6200, exts. 16664/16126 o al correo electrónico antes mencionado.

Atentamente,

María del C. Gordillo Pérez
Presidenta

Centro Gubernamental Roberto Sánchez Vilella, Ave. De Diego Pda. 22, Santurce • P.O. Box 41119, San Juan, Puerto Rico 00940-1119

787.723.6200 jp.pr.gov

From: Erika Rivera Felicie
Sent: Monday, June 8, 2020 10:26 AM
To: nrivera@cor3.pr.gov; Reyes Rodríguez, Arleen (AAPP); ilebron@cor3.pr.gov; Aponte Meléndez, Sara T. (AAPP); julio.colon@dtop.pr.gov; mearroyo@dtop.pr.gov; ediaz@drna.pr.gov; agarcia@bomberos.pr.gov; Edgar D. Trabal Esteves; JOSE APONTE HERNANDEZ; gerardo.sanchez@prepa.com; antonio.pardo@acueductospr.com; rosaidaortiz@salud.pr.gov; ycesareo@salud.pr.gov; storres@jrtpr.pr.gov; ritamaria.asencio@gmail.com; fdelmontegar@gmail.com; eric.harmsen@upr.edu; Brenda Torres; marisa.rivera@foundationpr.org; francis.perez@foundationpr.org; delvallec@de.pr.gov; Cosme Maldonado, Aner (AAPP)
Cc: Rivera_R1; Vanessa I. Marrero Santiago; Gorbea, Ivelisse; Fuertes, Alexandra; Mayra V. Martínez Noble
Subject: Reunión Mesa de Trabajo- Actualización de Planes de Mitigación Municipales

Estimados miembros de la Mesa de Trabajo:

Reciban un cordial saludo. Sirva este mensaje para extenderle una invitación a la próxima reunión de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales a celebrarse el **viernes, 26 de junio de 2020 a las 9:30 AM** a través de la plataforma Microsoft Teams.

El enfoque de estas reuniones es la identificación de riesgos y estrategias que pudieran requerir alguna coordinación con su entidad, para incluir en los planes de mitigación. Además, en esta ocasión contaremos con la participación del Programa del Estuario de la Bahía de San Juan, quienes presentarán información sobre los esfuerzos realizados para el desarrollo de su Plan de Mitigación Multirriesgo, esto en aras de integrar los esfuerzos para el desarrollo de los planes de mitigacion municipales.

Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a rivera_e1@jp.pr.gov o martinez_mv@jp.pr.gov para enviarles el enlace a la reunión.

Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta de Planificación en este importante proyecto. Para información adicional no dude en comunicarse con esta servidora o con la Srta. Mayra Martínez Noble a los correos electrónicos antes mencionados.

Cordialmente,

Plan. Erika Rivera Felicié
Ayudante Especial
Proyecto de Planes de Mitigación
Programa de Planificación Física

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

rivera_e1@jp.pr.gov
Tel. 787-723-6200 ext. 16664
Fax. 787-268-6858
PO Box 41119, San Juan, PR 00940-1119

From: Mayra V. Martínez Noble <martinez_mv@jp.pr.gov>
Sent: Friday, March 5, 2021 3:00 PM
To: mlaboy@cor3.pr.gov; ncorrea@prema.pr.gov; alozano@prema.pr.gov; andres.rivera@aep.pr.gov; eilvelez@dtop.pr.gov; ecruz@dtop.pr.gov; lurodriguez@dtop.pr.gov; Rafael A. Machargo Maldonado; Elid R. Ortega Orozco; Javish Collazo; Hilda Ramirez; efran.paredesm@prepa.com; ceo@prepa.com; doriel.pagan@acueductospr.com; Myrna Roman Figueroa; drcarlos.mellado@salud.pr.gov; Ivonne Vila Gómez; bianca.porrata@salud.pr.gov; Mayra Toro Tirado; iancarlo.serna@jrsp.pr.gov; presidente@ciapr.org; edividu@ciapr.org; fdelmontegar@gmail.com; federico.delmonte@spp-pr.org; franciscom.monroig@upr.edu; jessica.alcover@upr.edu; Brenda Torres; marisa.rivera@foundationpr.org; francis.perez@foundationpr.org; apontese@de.pr.gov; Fericelli, Paul
Cc: Rivera_R1; Erika Rivera Felicie; Vanessa I. Marrero Santiago; Fuertes, Alexandra
Subject: Reunión Mesa de Trabajo- Actualización de Planes de Mitigación Municipales

Follow Up Flag: Follow up
Flag Status: Flagged

Categories: IMPORTANT

Estimados miembros de la Mesa de Trabajo:

Reciban un cordial saludo. Sirva este mensaje para extenderle una invitación a la próxima reunión de la Mesa de Trabajo para los Planes de Mitigación contra Peligros Naturales, a celebrarse el **jueves, 25 de marzo de 2021 a las 9:30 AM** a través de la plataforma Microsoft Teams.

El enfoque de estas reuniones es la identificación de riesgos y estrategias que pudieran requerir alguna coordinación con su entidad, para incluir en los planes de mitigación que se encuentran en desarrollo y se pudieran beneficiar enormemente de su aportación en esta etapa para lograr el cierre exitoso del Proyecto.

Esperamos su confirmación mediante correo electrónico a martinez_mv@jp.pr.gov, para enviarles el enlace a la reunión. Agradecemos de antemano su colaboración con la Junta de Planificación en este importante proyecto.

Cordialmente,

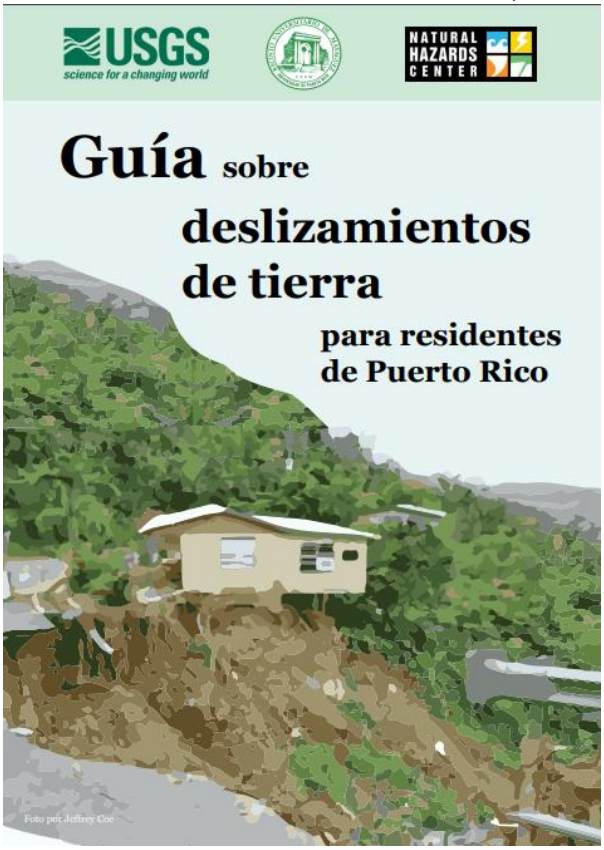
Mayra V. Martínez Noble, MPL
Analista de Planificación
Proyecto de Planes de Mitigación
Programa de Planificación Física

GOBIERNO DE PUERTO RICO
Junta de Planificación

martinez_mv@jp.pr.gov
Tel. 787-723-6200 ext. 16681
Fax. 787-268-6858

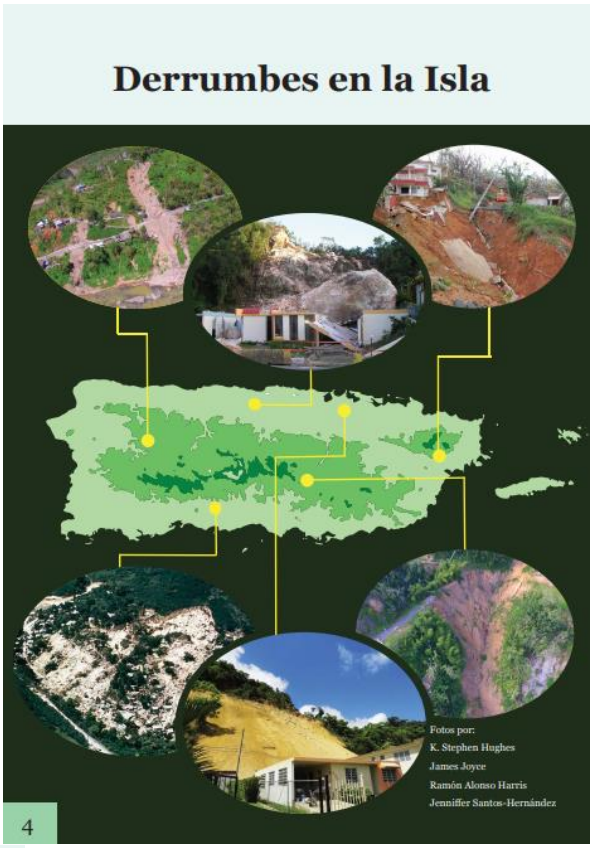
B.6 Documentos Adicionales

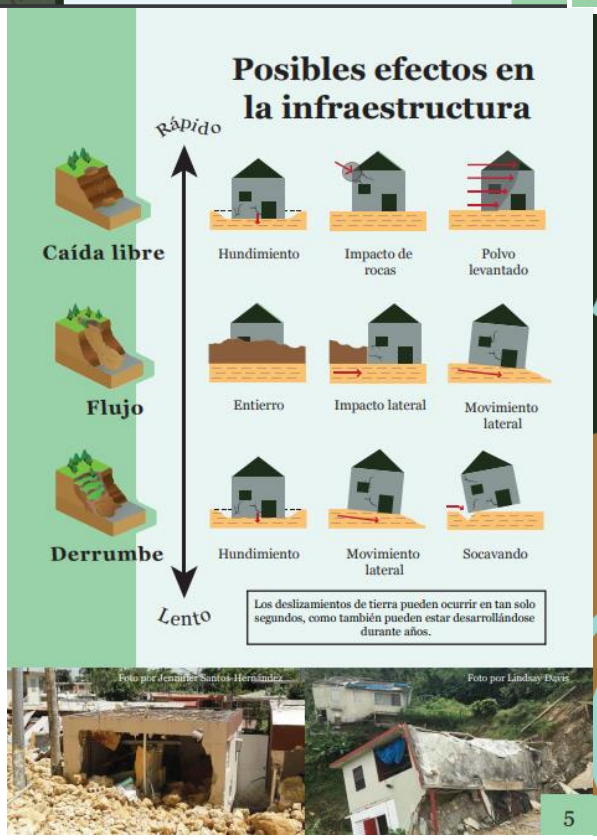
B.6.1 Guía sobre deslizamiento de tierra publicada por USGS






¿ Cómo pueden verse?
Caída de roca
Movimientos descendentes de roca y/o tierra que se desprenden de laderas empinadas o acantilados.
Flujo
Desplazamiento rápido en donde la roca y/o tierra se combinan con agua formando una mezcla que fluye ladera abajo.
Derrumbe
Desprendimiento de roca y/o tierra que usualmente occurre lentamente a lo largo de una superficie.
Imágenes cortesía de Washington State University, CAHNRS Communications.
3


Derrumbes en la Isla
Fotos por:
K. Stephen Hughes
James Joyce
Ramón Alonso Harris
Jenniffer Santos-Hernández
4


Posibles efectos en la infraestructura
Rápido
Lento
Caída libre
Flujo
Derrumbe
Hundimiento
Impacto de rocas
Polvo levantado
Entierro
Impacto lateral
Movimiento lateral
Hundimiento
Movimiento lateral
Socavando
Los deslizamientos de tierra pueden ocurrir en tan solo segundos, como también pueden estar desarrollándose durante años.
Foto por Jenniffer Santos-Hernández
Foto por Lindsay Davis
5


Fenómenos naturales
que desencadenan deslizamientos de tierra
saturación de agua en el suelo
pendientes escarpadas
erosión por oleaje y/o ríos
terremotos
6


Actividades humanas
que contribuyen a la susceptibilidad de derrumbes
casa en zancos
drenaje de pavimento
sistema de riego
drenaje en pendientes escarpadas
peso añadido
excavación
zona de relleno
pozo séptico
Consulte a un profesional para asegurarse de que su propiedad tenga un drenaje adecuado.
El efecto de erosión es mayor cuando ocurre deforestación.
7


Posibles señales de un deslizamiento de tierra
En la naturaleza
Los árboles inclinados son evidencia de que está ocurriendo un movimiento de tierra lentamente.
Foto por K. Stephen Hughes
Comienza a brotar agua en lugares nuevos a través de la superficie, o los riachuelos se secan de repente debido a que los deslizamientos obstruyen el paso.
Grietas en el terreno indican movimiento de un deslizamiento de tierra y facilitan la infiltración de agua.
Foto por K. Stephen Hughes
8

Distorsión de las estructuras, tuberías rotas, desplazadas o dislocadas.

Grietas que se extienden en las calles, en las paredes o piso de las casas, y alrededor de ventanas o puertas.

Pisos, postes o paredes **inclinadas**.

Ventanas o puertas **atoradas**.



En la infraestructura

Fotos por K. Stephen Hughes

Importante: Se muestran algunas, pero no todas, de las señales que indican algún peligro a causa de deslizamientos de tierra. Estas señales también pueden tener otra causa. Consulte con un ingeniero profesional si nota todas o algunas de estas señales. Recuerde monitorear cualquier tipo de cambio en su residencia o alrededor.

Mitigación

Antes



Evitar hacer cortes en terrenos con pendientes escarpadas.



Use desagües y alcantarillas para dirigir el agua lejos de las pendientes y áreas propensas a deslizamientos de tierra.



Evitar la deforestación e incrementar la siembra de árboles en pendientes.



No construir en zonas propensas a deslizamientos y consultar con un profesional.

y medidas preparativas

Manténgase preparado con una

mochila de emergencia



Recuerde tener un plan familiar en donde tengan estipulado un lugar de encuentro y plan de acción.

Conocer su vecindad y saber dónde viven residentes potencialmente vulnerables como los ancianos o las personas con discapacidades.

Para más información visite: **www.listo.gov/es**

Reacción

Durante



Manténgase alerta a cualquier cambio en el ruido. Los derrunbes pueden hacer temblar el suelo.



Aléjese de las áreas donde podrían entrar sedimentos.



De no poder desalojar el área, aléjese de lugares mas vulnerables.



Mantenga la calma y desaloje la estrcutura afectada inmediatamente.

y recuperación

Después

Ayudar a las personas que hayan sido afectadas.

Mantente informado y consulte las oficinas de manejo de emergencias.

Reportar lo antes posible daños a vivienda y propiedad.

De haber perdido su vivienda, acuda a un refugio temporal junto a su familia.

Replantar el terreno que ha sido afectado para evitar la erosión adicional.

Mantente alejado del área de derrumbe, ya que pueden haber derrumbes adicionales.

13

Construcción

Antes de construir en un lugar susceptible a deslizamientos de tierra, consulte con un ingeniero, geólogo o profesional geotécnico.

Evite construir sin autorización, o sin una investigación geotécnica.

Evite construir casas en zancos.

Evite los drenajes o pozos sépticos en pendiente.

Evite casas encima o debajo de una pendiente.

Libro disponible en la Universdiad de Puerto Rico Recinto de Mayagüez:

Rehabilitación de casas en zancos, 2013, Martínez-Cruzado, J., López-Rodríguez, R., y González Avellanet, Y.: Programa de Movimiento Fuerte de Puerto Rico.

14

Seguro de vivienda

para deslizamientos de tierra

Familiarizarse con la política de su seguro, rara vez cubren deslizamientos de tierra.

Tomar fotos de la vivienda antes y después del evento.

Tener documentos importantes en orden (prueba de residencia, copia de investigación geotécnica, factura de servicios, etc.).

Recuerda que hay un tiempo limitado para hacer reclamos luego del incidente.

15

Para más información:

USGS Landslides Hazards Program:
www.landslides.usgs.gov

SLIDES-PR:
www.facebook.com/SlidesPR

EcoExploratorio:
www.ecoexploratorio.org

Inundaciones y Derrumbes en Puerto Rico: Guía de mitigación de daños
(CIAPR, AEMEAD, FEMA)

División de Geología
www.drna.pr.gov/oficinas/division-de-geologia/

Red Sísmica de Puerto Rico
www.redsismica.uprm.edu/Spanish/

Contribuidores/Revisores:

Lindsay Davis, Jocelyn West y Lori Peek
Natural Hazards Center, University of Colorado Boulder

K. Stephen Hughes y James Joyce
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

William Schulz y Jonathan Godt
U.S. Geological Survey

Darysabel Pérez Martínez
Puerto Rico Autoridad de Carreteras y Transportación

Gisela Báez Sánchez, Glorymar Gómez Pérez y Carolina Hincapié Cárdenas
Red Sísmica de Puerto Rico

Christa von Hillebrandt
NOAA Caribbean Tsunami Warning Program

Lorna G. Jaramillo Nieves y Jenniffer Santos Hernández
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras

NOAA Servicio Nacional de Meteorología, San Juan

Fideicomiso para Ciencia, Tecnología e Investigación de Puerto Rico

Junta de Planificación de Puerto Rico

Diseño de la guía:
Raquel Lugo Bendezú y Yahaira D. Álvarez Gandía
Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez

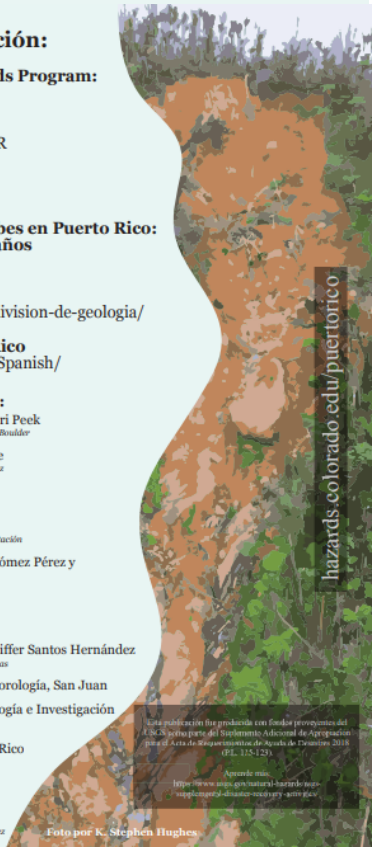


Foto por K. Stephen Hughes