JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

2026

PLAN DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES

Municipio de Aguada

Aguada Nuevo

HON. CHRISTIAN E. CORTÉS FELICIANO
ALCALDE

PLANES DE MITIGACIÓN
CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

JP JUNTA DE PLANIFICACIÓN

CERTIFICACIÓN DEL PLANIFICADOR PROFESIONAL LICENCIADO

De conformidad con la Ley 160-1996, según enmendada (20 L.P.R.A. § 3501 - 20 L.P.R.A. § 3515), yo, _____, poseedor(a) de la licencia profesional de planificación de Puerto Rico número ___, certifico que este documento ha sido preparado utilizando las mejores fuentes disponibles y está conforme a las mejores prácticas de la profesión de planificación vigentes a _____ de 2026. Asimismo, certifico lo anterior mediante la presente y sello este documento con mi sello profesional.

Aprobación de FEMA

Este Plan Local de Mitigación de Riesgos para el Municipio de Aguada fue aprobado por FEMA el

_____

Declaración de Financiamiento

Este Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP, por sus siglas en inglés) para el Municipio de Aguada es financiado mediante una subvención otorgada a la Junta de Planificación de Puerto Rico por la Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia (COR3). Este LHMP fue preparado por la firma consultora AtkinsRéalis Caribe, LLP de conformidad con las disposiciones del contrato número 2026-000032.

Requisito de Idioma

De conformidad con la Orden Ejecutiva Presidencial Núm. 14224, la versión 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos de Aguada ha sido preparada en inglés para su presentación y consideración por FEMA.

Se preparó una traducción no certificada al español del borrador final para revisión pública y del LHMP final aprobado, en beneficio de la población que no domina el idioma inglés.

En caso de surgir alguna discrepancia entre los textos en inglés y en español, prevalecerá el texto en inglés.

Declaración sobre los mapas

Los mapas presentados en este documento están relacionados con un ejercicio de planificación. La intención de estos mapas no es establecer ningún requisito reglamentario, procedimiento o beneficio.

Funcionarios Gubernamentales

Municipio de Aguada

Hon. Christian E. Cortés Feliciano
Alcalde

Junta de Planificación de Puerto Rico

Héctor Morales Martínez, Esq.
Presidente

Rebeca Rivera Torres, PLP
Miembro Alterno

Luis Lamboy Torres, PLP
Miembro Alterno

Emanuel Gómez Veléz, PLP
Miembro Alterno

Colaboradores

Municipio de Aguada

Wesley Vega López
Director de la Oficina de Planificación

Marisol Rosa Acevedo
Administradora Municipal

Jairo Jiménez
Asistente Administrativo de la Oficina para el Manejo de Emergencias

Jimmy L. Hernández
Comisionado de la Policía Municipal

Javier Feliciano
Director de Obras Públicas

Héctor Cajigas
Director de Control Ambiental

Damaris Feliciano
Directora de Programas Federales

Carlos A. Rodríguez
Representante Comunitario

Aníbal Nieves
Representante Comunitario

Junta de Planificación de Puerto Rico

Ivette Colón, PLP
Vanessa Marrero, PLP
Erica Rivera Felicié, PLP
Onix Concepción Rodríguez, PLP

AtkinsRéalis Caribe, LLP

William Pitre Cipolla, PLP
Ivelisse Gorbea Class, PLP
Yashira Santos, SIT, BSCE
Juan P. Rotger Sanchez, BSCE
Yesenia Rodríguez, MArch, MLArch
Celso Ruiz
Ronald Pérez, PE
Alex Burke, AICP
Diana Castro
Allison Lee
Mohammad Ghaneeizad
Gopal BS
Manoj Mallesha Nayaka

Tabla de Contenido

Listado de Tablas xii

Listado de Figuras xvi

Listado de Mapas xix

Listado de Acrónimos xxiii

Resumen Ejecutivo 1

1. Introducción y Trasfondo 17

1.1 Políticas Públicas Aplicables 18
1.1.1 Políticas Federales 18
1.1.2 Políticas del Gobierno de Puerto Rico 25
1.1.3 Políticas Municipales 30

1.2 Alcance y Versiones Anteriores 33
1.2.1 Objetivos Principales 33
1.2.2 Comentarios Previos de FEMA 34

1.3 Organización LHMP 37

1.4 Cambios al LHMP de Aguada (E2-a) 39

2. Planificación del Proceso 41

2.1 Reglamentos del Proceso de Planificación 41

2.2 Historial del LHMP 41

2.3 Preparación del Plan, Calendario de Revisión y Metodología (A1-a) 42

2.4 Comité de Planificación (A1-a, A1-b) 43

2.5 Participación Ciudadana (A3-a) 43
2.5.1 Estrategias de Divulgación Comunitaria y Participación Pública 43
2.5.2 Resultados de la Divulgación Comunitaria y la Participación Pública 44

2.6 Participación de las Partes Interesadas (A2-a) 46
2.6.1 Fuentes de Datos para el Análisis de Amenazas 46

2.7 Líneas Vitales de FEMA 47

3. Perfil Municipal 49

3.1 Fuentes de Datos para los Perfiles Municipales 49

3.2 Trasfondo Histórico 49

3.3 Geografía 50
3.3.1 Fisiografía 54
3.3.2 Geología 57
3.3.3 Hidrografía 57

3.4 Demografía 63
3.4.1 Población Actual 63
3.4.2 Edad 64
3.4.3 Características Socioeconómicas 69
3.4.4 Inventario de Viviendas y Otros Detalles Relacionados 75

3.5 Línea Vital: Seguridad y Protección 77
3.5.1 Línea Vital: Seguridad y Protección 78
3.5.2 Línea Vital: Alimentos, Hidratación y Refugio 79
3.5.3 Línea Vital: Salud y Medicina 80
3.5.4 Línea Vital: Energía 80
3.5.5 Línea Vital: Comunicaciones 81
3.5.6 Línea Vital: Transportación 81
3.5.7 Línea Vital: Materiales Peligrosos 82
3.5.8 Línea Vital: Sistemas de Agua 83

3.6 Desarrollo Reciente (E1-a) 86

4. Perfiles de Riesgos y Evaluación de Riesgos 90

4.1 Nota sobre la Discusión de los Riesgos 90

4.2 Requisitos Reglamentarios 90

4.3 Riesgos que Pueden Afectar al Municipio 91

4.4 Cronología de Eventos 94

4.5 Metodología de Evaluación de Riesgos 94
4.5.1 HAZUS 6.1 94
4.5.2 Modelación GIS Alternativa 95
4.5.3 Evaluación Estocástica de Riesgos 95

4.6 Terremoto 96
4.6.1 Descripción (B1-a) 96
4.6.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b) 112

4.7 Deslizamientos 126
4.7.1 Descripción (B1-a) 126
4.7.2 Análisis de Riesgo 133

4.8 Tsunami 141
4.8.1 Descripción (B1-a) 141
4.8.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b) 150

4.9 Inundaciones 162
4.9.1 Descripción (B1-a) 162
4.9.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b) 187

4.10 Ciclones Tropicales y Eventos de Vientos Extremos 203
4.10.1 Descripción (B1-a) 203
4.10.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 216

4.11 Marejada Ciclónica 224
4.11.1 Descripción (B1-a) 224
4.11.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 230

4.12 Calor Extremo 241
4.12.1 Descripción (B1-a) 241
4.12.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 246

4.13 Sequía 250
4.13.1 Descripción (B1-a) 250
4.13.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 256

4.14 Incendios Forestales (E1-a) 259
4.14.1 Descripción (B1-a) 259
4.14.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 268

4.15 Dinámica Costera a Largo Plazo 274
4.15.1 Descripción (B1-a) 274
4.15.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 293

4.16 Pandemia/Epidemia 300
4.16.1 Descripción (B1-a) 300
4.16.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b) 305

4.17 Priorización de riesgos 308

4.18 Mecanismo de planificación 309
4.18.1 Plan y Reglamento de Áreas Especiales de Planificación Kárstica (PRAPEC, por su acrónimo español) – 2014) 310
4.18.2 Reglamento Conjunto Para La Evaluación Y Expedición De Permisos Relacionados Al Desarrollo, Uso Del Terreno Y La Operación de Negocios (2023) 310
4.18.3 Reglamento de Áreas Especiales de Riesgos de Inundación (2021) 312
4.18.4 Código de Construcción de Puerto Rico 312
4.18.5 Regulación para el diseño, criterios de operación y mantenimiento de sistemas de aguas pluviales en Puerto Rico 313
4.18.6 Plan Territorial de Aguada (2024) 313
4.18.7 Plan de Operaciones de Emergencia de Aguada 314
4.18.8 Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones 315
4.18.9 Sistema Nacional de Eliminación de Vertidos de Contaminantes (NPDES) . 316
4.18.10 Directrices operativas para determinar daños y mejoras sustanciales en Puerto Rico (2025) 317
4.18.11 Infraestructura Verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza 318
4.18.12 Programa de Inversión de Cuatro Años 319

5. Capacidades municipales 321

5.1 Capacidades Regulatorias y de Planificación (C1-a) 321

5.2 Capacidades Técnicas y Administrativas (C1-a) 321

5.3 Capacidad financiera (C1-a) 324
5.3.1 Fuentes de financiación de FEMA 324
5.3.2 Fuentes de financiación federal no pertenecientes a FEMA 326
5.3.3 Fondos locales 329

5.4 Capacidad de Divulgación y Comunicación (C1-a) 329

5.5 Desarrollo de capacidades (C1-b) 331

6. Plan de Acción de Mitigación 333

6.1 Objetivos de mitigación (C3-a) 333
6.1.1 Metas y objetivos de mitigación 333
6.1.2 Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación 333

6.2 Criterios de selección de la estrategia de mitigación 334

6.3 Estrategias de mitigación (C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2.b) 338

6.4 Participación en el NFIP 362

7. Mantenimiento del Plan 363

7.1 Punto de contacto 363

7.2 Participación Pública Continua (D1-a) 364

7.3 Supervisión del LHMP (D2-a) 365

7.4 Evaluación y seguimiento del LHMP 365

7.5 Actualización y revisión del LHMP (D2-c, D3-a) 367

7.5.1 Revisión tras un desastre Mayor 367

7.5.2 Actualización integral de cinco años 367

7.6 Integración con otros mecanismos de planificación (D3-a) 367

8. Adopción y aprobación (F1-a, F1-b) 369

8.1 Adopción de LHMP 369

8.2 Aprobación LHMP 369

Referencias Seleccionadas 370

Apéndice A: Adopción y Aprobación 385

Adopción 385

Aprobación por parte de FEMA 385

Carta APA de FEMA 385

Herramienta de Revisión 385

Apéndice B: Comité de Planificación 386

Carta de compromiso 386

Nombramientos en el Comité de Planificación 387

Primera reunión del Comité de Planificación 388

Presentación 388

Hojas de Inicio de Sesión 401

Actas 402

Apéndice C – Participación y Divulgación Pública 406

Primera Reunión de Participación Pública 406
Notificación pública 406
Actas 407
Presentación 415
Hojas de Inicio de Sesión 423
Documentación fotográfica 424

Segunda Reunión de Participación Pública 425
Notificación pública 425
Actas 425
Presentación 425
Hojas de Inicio de Sesión 425
Documentación fotográfica 425

Otras actividades de divulgación 425

Apéndice D: Participación de los Grupos de Interés 426

Apéndice E: Organigramas del Municipio 427

Apéndice F. Infraestructura Crítica 428

Apéndice G: Otros Mapas de Referencia 436

Listado de Tablas

Tabla 1. Organización LHMP 38

Tabla 2. Cambios al LHMP de Aguada 39

Tabla 3. Comité de Planificación del LHMP 43

Tabla 4. Fuentes de Datos para la Evaluación de Amenazas y Riesgos 47

Tabla 5. Población por Grupo de Edad: ACS 2024 vs. ACS 2019 64

Tabla 6. Estadísticas Actuales de la Fuerza Laboral 69

Tabla 7. Empleo por Industria: 2024 ACS vs 2019 ACS 70

Tabla 8. Poverty Level - 2024 ACS 73

Tabla 9. Ingresos y Beneficios por Hogar según la ACS 2024 73

Tabla 10. Población que vive con discapacidades 74

Tabla 11. Población que recibe asistencia alimentaria 74

Tabla 12. Datos de Seguro de Salud de la ACS 2024 75

Tabla 13. ACS 2024 - Unidades de Vivienda por Año de Construcción 76

Tabla 14. ACS 2024 - Vehículos por Unidad de Vivienda Ocupada 76

Tabla 15. Permisos de Construcción Aprobados 2020-2026 87

Tabla 16. Inventarios Históricos de Riesgos 91

Tabla 17. Riesgos a ser Incluidos en el LHMP de Aguada 2026 92

Tabla 18. Orden de los Riesgos a ser Evaluados 93

Tabla 19. Escala de Momento-Magnitud 104

Tabla 20. Actividad Sísmica en Puerto Rico, 2013-2024 106

Tabla 21. Exposure to Earthquake Hazard 113

Tabla 22. Pérdida Anual Esperada por Terremotos 113

Tabla 23. Categorías de Riesgo por Deslizamientos de Terreno 129

Tabla 24. Eventos de Tsunami en Puerto Rico 148

Tabla 25. Exposición a Tsunamis 150

Tabla 26. Pérdida Anual Esperada por Tsunami 151

Tabla 27. Zonas de Inundación de Puerto Rico 163

Tabla 28. Principales eventos de inundación en Puerto Rico, 2010-2025 178

Tabla 29. Exposición a Inundaciones 188

Tabla 30. Pérdida Anual Esperada por Inundación 188

Tabla 31. Total de Estructuras en Riesgo 192

Tabla 32. Pérdidas Agregadas en Dólares para Eventos del 1 % (100 años) y 0.2 % (500 años) 193

Tabla 33. Pérdidas Detalladas para Edificaciones No Residenciales 193

Tabla 34. Pérdidas Detalladas para Edificaciones Residenciales 193

Tabla 35. Pólizas Vigentes y Cobertura del NFIP 200

Tabla 36. Pérdidas repetitivas del NFIP 200

Tabla 37. NFIP Pérdidas Repetitivas Severas 200

Tabla 38. Escala de huracán Saffir-Simpson 206

Tabla 39. Declaración de Desastre de Tormenta Tropical 208

Tabla 40. Tornados reportados en Puerto Rico en Puerto Rico 212

Tabla 41. Tornados reportados en 2002 Aguada 213

Tabla 42. Tornados reportados en 2013 Aguada 213

Tabla 43. Tornados reportados en 2023 Aguada 214

Tabla 44. Ciclones tropicales y exposición a vientos extremos 216

Tabla 45. Pérdida anual esperada por ciclones tropicales y vientos extremos 216

Tabla 46. Tipos de sequías 251

Tabla 47. Categorías de Monitores de Sequía en EE. UU. 253

Tabla 48. Incendios forestales registrados 264

Tabla 49. Observaciones del nivel del mar en Puerto Rico 288

Tabla 50. Pandemias y epidemia en Puerto Rico 1855 - 2020 302

Tabla 51. Número de personas sin cobertura sanitaria Aguada 307

Tabla 52. Priorización de riesgos 309

Tabla 53. Recursos Técnicos y Administrativos Municipales 321

Tabla 54. Herramientas de divulgación y comunicación 330

Tabla 55. Estrategias de mitigación – Planificación y regulación local 339

Tabla 56. Estrategias de mitigación - Protección de la propiedad 342

Tabla 57. Estrategias de mitigación - Mejora estructural 347

Tabla 58. Estrategias de mitigación: Protección de los Recursos Naturales 352

Tabla 59. Estrategias de mitigación - Servicios de emergencia 355

Tabla 60. Estrategias de mitigación – Educación y concienciación 357

Tabla 61. Información de punto de contacto 363

Tabla 62. Calendario de la Reunión del Comité Preliminar de Planificación 366

Listado de Figuras

Figura 1. Portada de la Guía Local para la Mitigación 21

Figura 2. Portada del Manual de Planificación para la Mitigación 22

Figura 3. Portada Nacional del Marco de Recuperación ante Desastres 23

Figura 4. Portada de PUT de Puerto Rico 28

Figura 5. Portada de SHMP de Puerto Rico 29

Figura 6. Plan de Mitigación CDBG-MIT 30

Figura 7. Portada del Plan de Mitigación local 2020 32

Figura 8. Aguada Recovery Plan 33

Figura 9. Población por Sexo (ACS 2024) 63

Figura 10. Población por Grupo de Edad (ACS 2024) 66

Figura 11: Pirámide Poblacional (2024 ACS) 67

Figura 12. Permisos de Construcción Aprobados entre el 2020 al 2025 87

Figura 13. Captura de pantalla de los epicentros de terremotos de 2024 de la PRSN (PRSN, 2025) 106

Figura 14. Precipitación Anual Promedio 1991-2020 (Puerto Rico e Islas Vírgenes de los Estados Unidos) 132

Figura 15. Mapa de evacuación en un evento de Tsunami 143

Figura 16. Área de Riesgo de Inundación Costera del Noroeste 168

Figura 17. Cauce de Inundación del Río Guayabo 169

Figura 18. Llanura de Inundación Urbana del Río Guayabo 170

Figura 19. Llanura de Inundación del Río Culebrinas y del Caño Madre Vieja 171

Figura 20. ABFE vs FIRM 1% (100 years) 173

Figura 21. Trayectorias de huracanes para Hugo (1998), Georges (1998), Irma (2017) y María (2017). Datos proporcionados por NOAA con imagen de ESRI. 204

Figura 22. Huracán María (2017) mientras se acerca a Puerto Rico 205

Figura 23. Diagrama del efecto isla de calor (EPA, 2025) 245

Figura 24. Porcentaje de superficie del municipio en las categorías de Monitor de Sequía de US. 255

Figura 25. Visión general de las zonas de Puerto Rico, Vieques y Culebra bajo diferentes niveles de rendición de cuentas de incidencia de fauna a la SFLA 261

Figura 26. Estudio sobre el Estado de la Playa 278

Figura 27. Estado de la playa (Erosión vs. Acreción) 279

Figura 28. Cambio en el Ancho de la Playa (julio de 2018) 281

Figura 29. Mapa de Tendencias Relativas del Nivel del Mar de la NOAA 287

Figura 30. Mapa de tendencias relativas del nivel del mar de la NOAA (Acercamiento a Puerto Rico) 288

Figura 31. Tendencia relativa del nivel del mar 9759110 isla Magueyes, PR 289

Figura 32. Tendencia relativa del nivel del mar 9755371 San Juan, PR 290

Figura 33. Cambios históricos a corto plazo en la línea costera 292

Figura 34. Portada de PRAPEC 310

Figura 35. Portada del Reglamento Conjunto 311

Figura 36. Portada del Plan de Uso del Suelo de Aguada 313

Figura 37. Portada del Plan de Uso del Suelo de Aguada 314

Figura 38. Portada de la Guía Operacional para la Determinación de Daños y Mejoras Sustanciales en Puerto Rico 317

Figura 39. Nomenclatura de identificación única 338

Figura 40. Nomenclatura de identificación única 338

Listado de Mapas

Mapa 1. Área Geográfica 52

Mapa 2. Barrios 53

Mapa 3. Fisiografía 56

Mapa 4. Hidrografía 60

Mapa 5. Cuencas Hidrográfica 61

Mapa 6. Sub Cuencas Hidrográficas 62

Mapa 7. Densidad Poblacional según el censo 68

Mapa 8. Infraestructura Crítica por Línea Vital 84

Mapa 9. Carreteras 85

Mapa 10. Desarrollo Reciente entre el año 2020 al 2022 88

Mapa 11. Desarrollo Reciente entre el año 2023 al 2026 89

Mapa 12. Terremoto: Aceleración Espectral a 1.0 seg. (g) 100

Mapa 13. Terremoto: Aceleración Espectral a 0.3 sec (g) 101

Mapa 14. Terremoto: Desplazamiento Espectral a 1.0 sec (in) 102

Mapa 15. Terremoto: Desplazamiento Espectral a 0.3 sec (in) 103

Mapa 16. Terremoto: Exposición de las Instalaciones Críticas a la Aceleración Espectral a 1.0 s (g) 116

Mapa 17. Terremoto: Exposición de las Instalaciones Críticas a la Aceleración Espectral a 0.3 s (g) 117

Mapa 18. Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 1.0 seg (g) 120

Mapa 19. Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 0.3 seg (g) 121

Mapa 20. Terremoto: Exposición del Desarrollo Reciente a la Aceleración Espectral a 1.0 seg. (g) 124

Mapa 21. Terremoto: Exposición del Desarrollo Reciente a la Aceleración Espectral a 0.3 seg. (g) 125

Mapa 22. Susceptibilidad a deslizamientos 128

Mapa 23. Deslizamientos de Terreno Reportados en las Secuelas del Huracán María 131

Mapa 24. Deslizamientos de Terreno: Exposición de la Infraestructura Crítica 135

Mapa 25. Deslizamientos: Exposición de la Población a la Susceptibilidad de Deslizamientos de Terreno 137

Mapa 26. Deslizamientos: Exposición de desarrollos recientes 140

Mapa 27. Tsunami: Área de impacto 146

Mapa 28. Tsunami: Flujo de Momento (Indicador de la Fuerza del Flujo) 147

Mapa 29. Tsunami: Pérdidas Estructurales 152

Mapa 30. Tsunami: Exposición de la Infraestructura Crítica 156

Mapa 31. Tsunami: Exposición de la Población 158

Mapa 32. Tsunami: Exposición del Desarrollo Reciente 161

Mapa 33. Zonas de Riesgo de Inundación 167

Mapa 34. Análisis de Hazus para el Evento de Inundación de 500 Años 175

Mapa 35. Pérdidas en Edificaciones por Exposición a Inundaciones, Evento de Inundación de 500 Años 190

Mapa 36. Pérdidas en Edificaciones por Exposición a Inundaciones, Evento de Inundación de 100 Años 191

Mapa 37. Inundaciones: Exposición de Infraestructura Crítica 196

Mapa 38. Inundación: Exposición de la Población 198

Mapa 39. Inundaciones: Desarrollo reciente y riesgos de inundación 202

Mapa 40. Ciclón tropical: Evento total de edificios dañados en 500 años 218

Mapa 41. Ciclón tropical: Evento total de edificios dañados en 100 años 219

Mapa 42. Ciclón tropical: Pérdida Económica Total Evento de 100 años ($K) 220

Mapa 43. Ciclón tropical: Pérdida Económica Total Evento de 500 años ($K) 221

Mapa 44. Marejada ciclónica: Zona de marejada ciclónica de categoría 1 226

Mapa 45. Marejada ciclónica: Zona de impacto de marejada ciclónica de categoría 5 227

Mapa 46. Marejada ciclónica: Infraestructura crítica afectada por una marejada ciclónica de categoría 1 232

Mapa 47. Marejada ciclónica: Infraestructura crítica afectada por huracán categoría 5 233

Mapa 48. Marejada ciclónica: Exposición poblacional a la marejada de categoría 1 235

Mapa 49. Marejada ciclónica: Exposición poblacional a la marejada de categoría 5 236

Mapa 50. Marejada ciclónica: Exposición reciente a desarrollos Marejada de categoría 1 239

Mapa 51. Marejada ciclónica: Exposición reciente al desarrollo Marejada de categoría 5 240

Listado de Acrónimos

ABFE	Elevación Base de Inundación Recomendada
ACS	Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (por sus siglas en inglés)
AMMED	Agencia Municipal para el Manejo de Emergencias y Desastres, por sus siglas en español
BFE	Elevación Base de Inundación (por sus siglas en inglés)
BLE	Ingeniería Base para Inundaciones (por sus siglas en inglés)
BRIC	Construcción de Infraestructura y Comunidades Resilientes (por sus siglas en inglés)
CDBG-DR	Subvención en Bloque para el Desarrollo Comunitario para la Recuperación ante Desastres (por sus siglas en inglés)
CDBG-MIT	Subvención en Bloque para el Desarrollo Comunitario para la Mitigación (por sus siglas en inglés)
CEACC	Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático
COR3	Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia (por sus siglas en inglés)
CRS	Sistema de Clasificación Comunitaria (por sus siglas en inglés)
DEM	Modelo Digital de Elevación (por sus siglas en inglés)
DHS	Departamento de Seguridad Nacional (por sus siglas en inglés)
DNER	Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (por sus siglas en inglés)
DPS	Departamento de Seguridad Pública (por sus siglas en inglés)
DTOP	Departamento de Transportación y Obras Públicas
EAL	Pérdida Anual Esperada (por sus siglas en inglés)
EOP	Plan de Operaciones de Emergencia (por sus siglas en inglés)
EPA	Agencia de Protección Ambiental (por sus siglas en inglés)
FEMA	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (por sus siglas en inglés)
FHWA	Administración Federal de Carreteras (por sus siglas en inglés)
FIRM	Mapa de Tasas del Seguro de Inundación (por sus siglas en inglés)
FIS	Estudio del Seguro de Inundación (por sus siglas en inglés)
FRA	Administración Federal de Ferrocarriles (por sus siglas en inglés)
FTA	Administración Federal de Tránsito (por sus siglas en inglés)
GIS	Sistema de Información Geográfica (por sus siglas en inglés)

HMGP	Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (por sus siglas en inglés)
HUD	Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
IFRC	Federación Internacional de la Cruz Roja (por sus siglas en inglés)
IRRM	Medidas Interinas de Reducción de Riesgos (por sus siglas en inglés)
LHMP	Plan Local de Mitigación de Riesgos (por sus siglas en inglés)
LUMA	LUMA Energy
MHHW	Media de la Pleamar Más Alta (por sus siglas en inglés)
mph	Millas por hora (por sus siglas en inglés)
MSL	Nivel Medio del Mar (por sus siglas en inglés)
NCEI	Centros Nacionales de Información Ambiental (por sus siglas en inglés)
NDRF	Marco Nacional para la Recuperación ante Desastres (por sus siglas en inglés)
NID	Inventario Nacional de Presas (por sus siglas en inglés)
NIMS	Sistema Nacional de Manejo de Incidentes (por sus siglas en inglés)
NIST	Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (por sus siglas en inglés)
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés)
NTHMP	Programa Nacional de Mitigación de Riesgos por Tsunamis (por sus siglas en inglés)
OMME	Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias
OPM	Obras Públicas Municipales
PRASA	Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico (por sus siglas en inglés)
PREMB	Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres de Puerto Rico (por sus siglas en inglés)
PREPA	Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (por sus siglas en inglés)
PRHTA	Autoridad de Carreteras y Transportación de Puerto Rico
PRPB	Junta de Planificación de Puerto Rico (por sus siglas en inglés)
PRSN	Red Sísmica de Puerto Rico (por sus siglas en inglés)
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PUT-PR	Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico
SHMO	Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos (por sus siglas en inglés)
SFLA	Evaluación de Terrenos Federales del Sur (por sus siglas en inglés)
UHI	Isla de Calor Urbana (por sus siglas en inglés)
USACE	Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)

USDOT	Departamento de Transportación de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
VSL	Valor de una Vida Estadística (por sus siglas en inglés)

Resumen Ejecutivo

Este documento constituye la actualización de 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP, por sus siglas en inglés) para el Municipio de Aguada, Puerto Rico. Fue preparado con el propósito de reducir los riesgos asociados con las amenazas naturales y fortalecer la resiliencia comunitaria mediante la identificación de amenazas, la evaluación de riesgos y la propuesta de estrategias de mitigación. El plan cumple con los reglamentos federales, incluidos la Ley Stafford y la Ley de Mitigación de Desastres de 2000, e incorpora la participación pública y la coordinación interagencial. Es financiado mediante una subvención de la Junta de Planificación de Puerto Rico y preparado por AtkinsRéalis Caribe, LLP.

Introducción y Trasfondo

El Municipio de Aguada y la Junta de Planificación de Puerto Rico están comprometidos con la protección de los residentes mediante la actualización del LHMP, el cual proporciona un enfoque estructurado para la mitigación de riesgos consistente con las políticas federales, estatales y municipales. El plan identifica las amenazas naturales, evalúa los riesgos y apoya la planificación del uso de terrenos para alcanzar la sostenibilidad y la resiliencia. También cumple con los requisitos de FEMA para mantener la elegibilidad para fondos federales y se actualiza periódicamente para reflejar las condiciones cambiantes.

Este plan persigue los siguientes objetivos:

- Identificar y evaluar las amenazas naturales que representan un riesgo para el municipio.
- Establecer estrategias para reducir los riesgos a la vida, la propiedad y los servicios.
- Promover la coordinación interagencial y la participación comunitaria.

Política Pública

El plan está alineado con las políticas federales, de Puerto Rico y municipales que orientan la mitigación de riesgos y la resiliencia, por ejemplo:

- La Ley Stafford y su Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos proporcionan fondos para medidas de mitigación costo-efectivas.
- La Ley de Mitigación de Desastres de 2000 requiere la adopción de un LHMP para ser elegible para recibir fondos federales.
- La Ley Nacional del Seguro de Inundación establece el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés) para proveer seguro contra inundaciones y fomenta la gestión de las zonas inundables.
- Los reglamentos de FEMA (44 CFR Parte 201) y las guías de planificación establecen los requisitos y procedimientos para la planificación de la mitigación de riesgos.
- El Marco Nacional para la Recuperación ante Desastres orienta la coordinación de las actividades de recuperación.
- El Programa Nacional de Reducción de Riesgos por Terremotos y el Sistema Nacional de Manejo de Incidentes apoyan la reducción del riesgo sísmico y la respuesta ante emergencias.

Políticas de Puerto Rico

- La Ley Núm. 161-2009 reforma el sistema de permisos para mejorar su eficiencia.
- La Ley Núm. 33-2019 exige medidas de mitigación y resiliencia en respuesta a los cambios en los patrones meteorológicos.
- La Ley Núm. 107-2020 (Código Municipal) otorga a los municipios ciertas facultades para reglamentar el uso de terrenos.
- El Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT-PR) clasifica los terrenos y orienta el desarrollo sostenible.
- El Plan Estatal de Mitigación de Riesgos Naturales de Puerto Rico (2021) proporciona un marco de referencia para toda la jurisdicción.
- El Plan de Acción para la Mitigación de Puerto Rico (CDBG-DR MIT) dirige los fondos federales de mitigación posteriores a los huracanes Irma y María.
- El LHMP de Aguada (2020) y el Plan de Recuperación Municipal establecen marcos previos de mitigación y prioridades de recuperación.

Proceso de Planificación

La actualización del LHMP de 2026 sigue las directrices de FEMA e incluye un Comité de Planificación con funcionarios municipales, alcance público mediante reuniones y notificaciones, y participación de las partes interesadas. La participación pública incluyó dos reuniones comunitarias con oportunidades para recibir comentarios. El

plan integra las Líneas Vitales de FEMA (Seguridad y Protección, Alimentación, Hidratación y Refugio, Salud y Medicina, Energía, Comunicaciones, Transportación, Materiales Peligrosos y Sistemas de Agua) para priorizar los servicios críticos.

Perfil Municipal

El Municipio de Aguada está ubicado en la costa oeste de Puerto Rico y cubre aproximadamente 30.21 millas cuadradas (78.2 km²). Limita al norte con Aguadilla, al este con Moca, al sur con Añasco y al oeste con Rincón. Aguada está compuesta por dieciocho barrios y se caracteriza por un paisaje diverso que incluye llanuras costeras, valles fluviales, extensos sistemas hidrográficos y terrenos progresivamente más elevados hacia la porción sur del municipio. Los principales cuerpos de agua incluyen el Río Culebrinas, el Río Guayabo y el Río Grande de Añasco, los cuales desempeñan un papel importante en los patrones locales de drenaje y el riesgo de inundación. El municipio también contiene aproximadamente 10.57 kilómetros de costa, lo que convierte los peligros costeros en una consideración importante para la planificación de mitigación. Estas características físicas influyen en la exposición a inundaciones, marejadas ciclónicas, dinámica costera a largo plazo, deslizamientos de tierra e impactos de ciclones tropicales.

Demografía

Según la ACS de 2024, el Municipio de Aguada tiene una población estimada de 37,758 residentes, compuesta por 48.87 por ciento de hombres y 51.13 por ciento de mujeres. El perfil demográfico del municipio refleja consideraciones importantes para la planificación de mitigación de riesgos, particularmente porque el 40.35 por ciento de la población se considera socialmente vulnerable debido a que tiene menos de 19 años de edad o más de 65 años de edad. La distribución por edades indica una población envejeciente, con un crecimiento significativo en los grupos de mayor edad mientras que varios grupos de edades más jóvenes continúan disminuyendo. Esta tendencia demográfica puede aumentar la demanda futura de asistencia de emergencia, apoyo para evacuaciones, servicios de salud y medidas de resiliencia dirigidas a poblaciones vulnerables.

Condiciones Socioeconómicas

Las condiciones socioeconómicas influyen además en la capacidad del municipio para prepararse, responder y recuperarse de eventos peligrosos. Se estima que la participación en la fuerza laboral es de 38.8 por ciento, con una tasa de desempleo

de aproximadamente 5 por ciento. Los principales sectores de empleo incluyen servicios educativos, atención médica y asistencia social, comercio al por menor y servicios profesionales y administrativos. Al mismo tiempo, el 46.5 por ciento de la población vive por debajo del nivel de pobreza, el ingreso familiar mediano es de aproximadamente $21,501 y el 56 por ciento de los hogares gana menos de $25,000 anuales. Estas condiciones sugieren que una parte sustancial de la población puede tener recursos financieros limitados disponibles para actividades de preparación, mejoras a la propiedad, reubicación o recuperación tras desastres.

Vivienda

Los patrones de desarrollo reciente también fueron evaluados como parte del perfil municipal. Entre 2020 y 2026, la actividad de construcción se mantuvo activa en todo Aguada, con permisos distribuidos tanto en áreas desarrolladas como rurales del municipio. El desarrollo se ha concentrado principalmente dentro de los sectores norte y central, incluyendo Barrio Pueblo, Guaniquilla, Guayabo y barrios circundantes. Comprender dónde ha ocurrido el crecimiento reciente ayuda a identificar la posible exposición futura a peligros naturales y apoya la integración de consideraciones de mitigación en la planificación del uso de terrenos, las inversiones en infraestructura y las decisiones de desarrollo.

Infraestructura Crítica y Líneas Vitales de FEMA

El LHMP evalúa la infraestructura municipal en alineación con las Líneas Vitales de FEMA, incluyendo seguridad y protección; alimentación, hidratación y refugio; servicios de salud y médicos; energía; comunicaciones; transportación; materiales peligrosos; y sistemas de agua. Las instalaciones críticas, como hospitales, instalaciones policiales, centros de emergencia, refugios y activos relacionados son cartografiadas y evaluadas para comprender su exposición y su función en el apoyo a la respuesta ante emergencias y la recuperación comunitaria. Este enfoque basado en líneas vitales ayuda a identificar dónde las inversiones en mitigación pueden proteger los servicios esenciales y reducir los impactos en cascada durante eventos de amenaza.

Desarrollo Reciente

Los patrones de desarrollo reciente también fueron evaluados como parte del perfil municipal. Entre 2020 y 2026, la actividad de construcción se mantuvo activa en todo Aguada, con permisos distribuidos tanto en áreas desarrolladas como rurales del

municipio. El desarrollo se ha concentrado principalmente en los sectores norte y central, incluyendo el Barrio Pueblo, Guaniquilla, Guayabo y barrios circundantes. Comprender dónde ha ocurrido el crecimiento reciente ayuda a identificar la posible exposición futura a amenazas naturales y respalda la integración de consideraciones de mitigación en la planificación del uso de terrenos, las inversiones en infraestructura y las decisiones de desarrollo.

Perfiles de Amenazas y Evaluación de Riesgos

El LHMP evalúa once amenazas: terremotos, deslizamientos de terreno, tsunamis, inundaciones, ciclones tropicales y vientos extremos, marejada ciclónica, calor extremo, sequía, incendios forestales, dinámica costera a largo plazo y pandemia/epidemia. Cada amenaza es evaluada en términos de sus características, áreas afectadas, magnitud, ocurrencias pasadas, probabilidad futura, pérdidas potenciales, impactos sobre las Líneas Vitales de la Comunidad, vulnerabilidad social, recursos naturales y culturales, y condiciones futuras.

Terremoto

El riesgo de terremotos es una preocupación significativa para Aguada porque Puerto Rico está ubicado cerca del límite entre las placas tectónicas de América del Norte y el Caribe y está influenciado por varias zonas sísmicas activas. La evaluación considera la magnitud del terremoto, la intensidad, la aceleración espectral, el desplazamiento espectral y el movimiento del terreno como indicadores de impactos potenciales. Los valores más altos de aceleración espectral y la mayor concentración de población e instalaciones críticas expuestas ocurren principalmente dentro de las porciones norte y más urbanizadas del municipio.

La pérdida anual estimada por terremotos es de aproximadamente $9.25 millones, incluyendo alrededor de $5.13 millones en pérdidas de edificaciones y $4.13 millones en pérdidas equivalentes de población. Los terremotos pueden afectar todas las Líneas vitales de la Comunidad al dañar edificaciones, rutas de transportación, sistemas de energía y agua, infraestructura de comunicaciones, instalaciones de atención médica y operaciones de seguridad pública. La vulnerabilidad social puede verse intensificada por la pobreza, recursos limitados en los hogares, discapacidades, falta de transportación y las necesidades de los residentes de mayor edad durante la respuesta y la recuperación.

La continua secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico demuestra que las

amenazas sísmicas continúan siendo una preocupación permanente. Debido a que los terremotos no pueden predecirse con precisión, las prioridades de mitigación incluyen resiliencia estructural, cumplimiento con normas de diseño sísmico, protección de instalaciones críticas, planificación para la continuidad de operaciones, preparación para emergencias y educación pública.

Deslizamientos

Los deslizamientos de terreno en Aguada son provocados principalmente por lluvias intensas y están influenciados por las condiciones de las pendientes, las características del suelo, la geología, la cobertura terrestre, los patrones de drenaje y la actividad humana. Las áreas de mayor susceptibilidad a deslizamientos se concentran en las porciones sur y sureste de Aguada, particularmente en Marías, Naranjo, Cerro Gordo, Atalaya, Lagunas y porciones de Mamey, donde el terreno más empinado domina el paisaje.

Aunque las pérdidas monetarias no pudieron calcularse debido a que no se disponía de un modelo estandarizado de pérdidas, los deslizamientos pueden obstruir carreteras, aislar comunidades, dañar sistemas de servicios públicos y restringir el acceso a los servicios de emergencia. La transportación se considera la línea vital de la Comunidad más vulnerable debido a que varias carreteras que conectan las áreas norte y urbanas con los barrios del sur y sureste atraviesan terrenos susceptibles a deslizamientos.

Los deslizamientos reportados después del Huracán María se concentraron principalmente en los barrios del sur y sureste del municipio. Debido a que se espera que los fallos de pendientes inducidos por la lluvia continúen ocurriendo, los deslizamientos siguen siendo una consideración importante para los controles de uso de terrenos, la estabilización de pendientes, las mejoras al drenaje, el mantenimiento de infraestructura, el acceso de emergencia y las futuras decisiones de desarrollo.

Tsunami

Los tsunamis son amenazas costeras de inicio rápido causadas generalmente por terremotos submarinos, aunque los deslizamientos submarinos y la actividad volcánica también pueden generarlos. Aunque se desplazan rápidamente y permanecen relativamente bajos en aguas profundas, su velocidad disminuye y la altura de las olas aumenta considerablemente cerca de la costa, produciendo inundaciones destructivas, corrientes fuertes, erosión e impactos de escombros. Las

señales naturales de advertencia pueden incluir un retiro o aumento repentino del nivel del mar y un fuerte rugido del océano; debido a que la amenaza no puede prevenirse, la reducción efectiva del riesgo depende de sistemas de alerta, planificación de evacuación, educación pública, simulacros e iniciativas coordinadas como el Programa Nacional de Mitigación de Riesgos por Tsunami y el Programa TsunamiReady de NOAA.

En Aguada, la inundación por tsunami se concentra principalmente a lo largo de la llanura costera del norte, incluyendo porciones de Espinar, Carrizal, Guaniquilla, Río Grande de Añasco, Guayabo y Barrio Pueblo. El área de impacto modelada comprende aproximadamente 1.01 millas cuadradas e incluye una población estimada de 3,974 residentes y aproximadamente $665.7 millones en valor de edificaciones expuestas. La pérdida anual estimada por tsunami es de aproximadamente $532.

El registro histórico de Puerto Rico, incluyendo los destructivos tsunamis de 1867, 1918 y 1946, demuestra el potencial de esta amenaza para causar fatalidades, desplazamientos, daños estructurales e inundaciones rápidas tierra adentro. Aunque los tsunamis son poco frecuentes y no pueden predecirse con precisión, las zonas sísmicas mar adentro que rodean la isla crean una posibilidad continua de que un terremoto fuerte pueda generar otro evento, reforzando la importancia del mapa de evacuación de Aguada y de la certificación TsunamiReady.

Las consecuencias de un tsunami pueden generar efectos en cascada sobre las líneas vitales de la comunidad al interrumpir los servicios de emergencia, vivienda, atención médica, energía, comunicaciones, transportación, puertos y sistemas de agua y aguas residuales, al tiempo que dañan ecosistemas costeros y recursos culturales. Los datos del National Risk Index identifican un área y una población expuestas pequeñas, pero un valor total de exposición sustancial, aunque las pérdidas anuales esperadas modeladas se reportan como cero. No obstante, los residentes de bajos ingresos, adultos mayores, personas con discapacidades, hogares sin transportación confiable y poblaciones socialmente aisladas pueden enfrentar mayores desafíos durante la evacuación y la recuperación, mientras que la escasez de permisos de construcción aprobados dentro del área de impacto modelada entre 2020 y 2026 sugiere que el desarrollo reciente generalmente ha evitado la zona de mayor riesgo.

Inundaciones

Las inundaciones en Aguada incluyen tanto inundaciones generales como inundaciones repentinas, asociadas con mayor frecuencia a sistemas meteorológicos tropicales y eventos de lluvias intensas. Las áreas de peligro por inundación se concentran principalmente en la porción norte del municipio y a lo largo del Río Culebrinas, Río Guayabo, Río Grande de Añasco, Caño Madre Vieja y sus tributarios y corredores de drenaje asociados.

El FEMA National Risk Index identifica aproximadamente 1.52 millas cuadradas de área expuesta, aproximadamente 4,298 residentes expuestos y más de $677 millones en valor de edificaciones expuestas. La pérdida anual estimada por inundaciones es de aproximadamente $10.03 millones. Un modelaje separado de Hazus estima aproximadamente $117.4 millones en pérdidas para una inundación con 1 por ciento de probabilidad anual y $182.3 millones para una inundación con 0.2 por ciento de probabilidad anual.

La vulnerabilidad social a las inundaciones es especialmente alta entre residentes de bajos ingresos, poblaciones con movilidad limitada y hogares con acceso limitado a la transportación o a recursos financieros. Estas condiciones pueden afectar la capacidad de los residentes para evacuar, proteger sus propiedades, obtener seguros o recuperarse después de eventos de inundación. Como resultado, la mitigación de inundaciones continúa siendo una prioridad central para reducir pérdidas, proteger la salud pública y fortalecer la resiliencia comunitaria.

Ciclones Tropicales/Vientos Extremos

Los ciclones tropicales y los eventos de vientos extremos representan algunas de las amenazas más frecuentes y dañinas que afectan a Aguada. Estos eventos incluyen depresiones tropicales, tormentas tropicales, huracanes y tornados localizados, y pueden variar desde tormentas tropicales hasta huracanes de Categoría 5, según la clasificación de la Escala de Vientos de Huracanes Saffir-Simpson. Se considera que todo el municipio está expuesto a sus impactos.

Aguada ha experimentado impactos de importantes ciclones tropicales que han afectado a Puerto Rico, incluyendo daños generalizados por viento, interrupciones de servicios públicos, impactos a la infraestructura y necesidades prolongadas de recuperación. También se documentaron tres tornados en Aguada en 2002, 2013 y 2023, lo que confirma que los eventos localizados de vientos extremos deben continuar formando parte del perfil de amenazas del municipio.

El FEMA National Risk Index estima aproximadamente $4.96 mil millones en valor de edificaciones expuestas y una pérdida anual esperada de aproximadamente $21.92 millones por ciclones tropicales y vientos extremos. Debido a que los ciclones tropicales pueden afectar todas las Líneas Vitales de FEMA, incluyendo energía, comunicaciones, transportación, seguridad y protección, servicios de salud y médicos, alimentación y refugio, sistemas de agua y materiales peligrosos, sus impactos pueden generar efectos en cascada en toda la comunidad. La vulnerabilidad social se considera generalizada debido a la exposición a nivel municipal de los residentes, las viviendas, la infraestructura y los servicios esenciales.

Marejada Ciclónica

La marejada ciclónica es el movimiento anormal tierra adentro del agua de mar causado principalmente por los fuertes vientos y la baja presión atmosférica asociados con huracanes y tormentas tropicales. Su magnitud depende de la intensidad, tamaño, velocidad y ángulo de aproximación de la tormenta, así como de la configuración costera, la topografía y la batimetría, ocurriendo los impactos más severos cuando la marejada coincide con marea alta y fuerte acción del oleaje.

En Aguada, la exposición modelada a la marejada ciclónica se concentra a lo largo de la zona costera norte, principalmente en Carrizal y Espinar, con áreas afectadas menores que se extienden hacia porciones de Guaniquilla y Guanábano. El escenario de Categoría 5 se extiende más tierra adentro que el escenario de Categoría 1, aunque la mayor parte del municipio permanece fuera de las áreas modeladas de marejada ciclónica.

La marejada ciclónica puede afectar carreteras costeras, residencias, instalaciones públicas, servicios públicos, rutas de acceso de emergencia, recursos recreativos, playas y hábitats costeros sensibles. Aunque la población directamente expuesta y el desarrollo reciente están geográficamente limitados, los residentes de áreas costeras bajas pueden enfrentar desplazamientos, interrupciones de servicios esenciales, acceso restringido para evacuaciones, erosión e intrusión salina. Los impactos pueden recaer de manera desproporcionada sobre los hogares de bajos ingresos, los adultos mayores, los residentes con acceso limitado a la transportación o a servicios de salud y las comunidades con menos recursos para la recuperación. La marejada ciclónica también puede afectar la agricultura mediante pérdidas de cultivos y salinización de los suelos, degradar humedales, manglares, playas, pesquerías y la calidad del agua, y amenazar recursos culturales y comunidades costeras. Por lo tanto, la planificación futura debe integrar la mitigación de amenazas, la

estabilización de las Líneas Vitales de la Comunidad, la protección de los recursos naturales y culturales, la recuperación equitativa y medidas que reduzcan la liberación de materiales peligrosos y la interrupción económica a largo plazo.

Calor Extremo

El calor extremo se define como períodos prolongados de temperaturas superiores a los 90 grados Fahrenheit combinadas con alta humedad, condiciones que pueden incrementar los riesgos para la salud y ejercer presión sobre los sistemas de infraestructura. Las áreas desarrolladas pueden experimentar temperaturas más altas debido al efecto de isla de calor urbana, aumentando la exposición de los residentes en las porciones más urbanizadas del municipio.

El calor extremo puede afectar la salud pública, la demanda de energía, los sistemas de transportación, las comunicaciones y otros servicios esenciales. Los adultos mayores y otras poblaciones vulnerables pueden enfrentar un riesgo elevado, particularmente cuando la percepción del riesgo es baja o cuando el acceso a enfriamiento, atención médica o transportación confiable es limitado. Los impactos sobre la salud pueden incluir enfermedades relacionadas con el calor y un aumento en la mortalidad entre las poblaciones sensibles.

Las proyecciones futuras indican que se espera un aumento tanto en las temperaturas como en la frecuencia de los eventos de calor extremo, reforzando la necesidad de implementar acciones de mitigación tales como divulgación pública, ampliación de áreas verdes urbanas, mejoras en áreas de sombra, estrategias de enfriamiento y adaptación de la infraestructura. Estas medidas pueden reducir la exposición, mejorar la preparación y proteger a los residentes vulnerables durante períodos de calor excesivo.

Sequía

La sequía en Aguada se caracteriza por déficits prolongados de precipitación que pueden reducir la disponibilidad de agua, afectar la actividad agrícola, aumentar los costos operacionales e interrumpir servicios esenciales de la comunidad. Esta amenaza puede manifestarse como sequía meteorológica, agrícola, hidrológica o socioeconómica. Todos estos tipos de sequía pueden impactar la disponibilidad de agua y las funciones de la comunidad.

Las condiciones de sequía pueden provocar racionamiento de agua, afectar las

actividades económicas y agrícolas, aumentar la presión sobre los hogares y los negocios, y contribuir a un mayor potencial de incendios forestales. Eventos previos de sequía han sido documentados mediante declaraciones federales, lo que demuestra que esta amenaza ha afectado a Puerto Rico en el pasado y continúa siendo relevante para la planificación local de mitigación.

Se espera que la frecuencia futura de las sequías aumente, reforzando la necesidad de fortalecer la conservación de agua, la planificación para el suministro de agua en emergencias, la resiliencia de la infraestructura, la concienciación pública y la coordinación con proveedores regionales de agua. La vulnerabilidad social es particularmente importante para los residentes de edad avanzada y los hogares de bajos ingresos, que pueden disponer de menos recursos para adaptarse a interrupciones en el suministro de agua, costos más elevados de servicios públicos o impactos relacionados sobre la salud pública y la economía.

Incendios Forestales

Los incendios forestales consisten en fuegos no controlados que pueden ocurrir en áreas con vegetación o bosques secos y que pueden intensificarse debido a condiciones de sequía y tendencias climáticas de largo plazo. El comportamiento de los incendios forestales puede incluir incendios superficiales, incendios de copa, incendios subterráneos e incendios de interfaz donde las áreas desarrolladas se encuentran con la vegetación silvestre, creando riesgos potenciales para los residentes, las estructuras, la infraestructura y los recursos naturales.

Históricamente, Aguada ha experimentado una incidencia relativamente baja de incendios forestales; sin embargo, algunas áreas cercanas a los límites municipales presentan un mayor riesgo potencial. Los incendios forestales pueden amenazar ecosistemas naturales, recursos culturales, infraestructura pública, acceso a la transportación y comunidades cercanas. Los registros del Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico identifican múltiples incidentes de incendios forestales en Aguada durante 2024. El riesgo de incendios forestales puede aumentar a medida que aumentan las temperaturas, las condiciones de sequía se vuelven más frecuentes, la vegetación experimenta estrés y la actividad humana continúa cerca de áreas vegetadas. Esta amenaza debe continuar siendo monitoreada como parte del perfil de riesgo del municipio.

La vulnerabilidad social frente a los incendios forestales está asociada con la pobreza, la prevalencia de discapacidades, la capacidad limitada de evacuación y las

restricciones en la preparación de los hogares. Aunque la incidencia actual de incendios forestales es comparativamente baja, el riesgo futuro puede aumentar a medida que las condiciones secas se vuelvan más frecuentes y se intensifique el estrés de la vegetación. Las medidas de mitigación, tales como educación pública, prácticas de espacio defendible, manejo de vegetación, mejoras en el acceso para emergencias y coordinación interagencial, pueden reducir los impactos potenciales.

Dinámica Costera a Largo Plazo

La dinámica costera a largo plazo comprende los procesos graduales que transforman las costas mediante erosión, acreción, movimiento de sedimentos y variaciones en el nivel medio del mar. A diferencia de los impactos aislados de tormentas, estos procesos se desarrollan a lo largo de años o décadas y alteran progresivamente la posición de la línea de costa, la estabilidad costera y la exposición a inundaciones y al oleaje. Sus efectos combinados pueden reducir el ancho de las playas, debilitar las dunas y otros amortiguadores naturales, y provocar el desplazamiento tierra adentro de la línea de costa, convirtiéndolos en una consideración importante para la mitigación de amenazas, la planificación del uso de terrenos y la inversión en infraestructura.

Aguada cuenta con aproximadamente 10.57 kilómetros de costa, de los cuales aproximadamente 9.86 kilómetros, o el 93 por ciento, consisten en playas. Después del Huracán María, se observó erosión a lo largo de aproximadamente el 44 por ciento de la línea costera de playas del municipio. Aproximadamente diez meses después, el 81 por ciento de la línea costera de playas mostró acreción, aunque se identificó una migración tierra adentro de la playa de aproximadamente 2.98 kilómetros y una migración de la línea de costa-línea de agua a lo largo de aproximadamente 1.72 kilómetros. Estos hallazgos demuestran que la recuperación posterior a la tormenta fue sustancial, pero espacialmente desigual y no eliminó la vulnerabilidad costera a largo plazo.

La erosión costera puede ocurrir de manera episódica durante tormentas importantes o de forma crónica debido a déficits persistentes de sedimentos, aumento de los niveles de agua, subsidencia del terreno, alteraciones en el aporte de sedimentos fluviales, desarrollo costero y daños a los sistemas naturales de protección. La acreción puede ampliar temporal o persistentemente las playas y fortalecer las dunas, pero no es uniforme ni necesariamente permanente y puede reflejar sedimentos transferidos desde otro segmento costero. Las intervenciones humanas, incluyendo estructuras costeras, dragado, desarrollo y alimentación

artificial de playas, pueden modificar tanto los patrones de erosión como de acreción y pueden crear beneficios en un área mientras aumentan la vulnerabilidad en otra. Los registros de mareógrafos de NOAA citados en el Plan indican tendencias relativas del nivel del mar de aproximadamente 2.06 milímetros por año en la Isla de Magueyes y 2.16 milímetros por año en San Juan hasta 2025. Aunque estas estaciones no están ubicadas en Aguada, proporcionan evidencia regional del aumento relativo del nivel del mar alrededor de Puerto Rico.

Estas dinámicas amenazan múltiples Líneas Vitales de la Comunidad, incluidos los servicios de emergencia, los sistemas de agua y aguas residuales, el acceso a la atención médica, la energía, las comunicaciones, la transportación y las instalaciones que manejan materiales peligrosos. También afectan de manera desproporcionada a los hogares de bajos ingresos, arrendatarios, adultos mayores, personas con discapacidades o condiciones crónicas de salud y comunidades dependientes de actividades económicas costeras, al tiempo que ponen en riesgo playas, dunas, humedales, manglares, arrecifes de coral, sitios históricos y otros recursos culturales. Debido a que el cambio costero futuro en Aguada se considera altamente probable, el documento respalda el monitoreo continuo de la línea de costa, las soluciones basadas en la naturaleza, los controles de uso de terrenos, la ubicación resiliente de infraestructura, la gestión adaptativa de la costa y las acciones de mitigación que protejan los servicios esenciales y las poblaciones vulnerables.

Pandemia/Epidemia

Las amenazas de pandemia y epidemia incluyen brotes localizados de enfermedades, así como eventos generalizados que pueden extenderse a través de regiones, naciones o a nivel global. Para fines de planificación, se considera que todo el municipio es vulnerable debido a que los impactos de las enfermedades infecciosas pueden afectar a residentes, instituciones, lugares de trabajo, escuelas, proveedores de atención médica y servicios esenciales en toda Aguada.

Puerto Rico ha experimentado varios brotes históricos, incluyendo el cólera en 1855, el sarampión en 1917, la gripe española en 1918, la poliomielitis en 1960, así como dengue, chikungunya, Zika y COVID-19 en años recientes. La pandemia de COVID-19 produjo impactos significativos en la salud, la economía y la sociedad a nivel local e ilustró cómo los eventos relacionados con enfermedades pueden interrumpir las funciones normales de la comunidad, incrementar la demanda de servicios de salud pública y afectar a las poblaciones vulnerables.

Durante eventos de pandemia y epidemia, la línea vital de atención médica suele ser la más directamente afectada; sin embargo, otras Líneas Vitales de FEMA también pueden experimentar interrupciones, incluyendo comunicaciones, transportación, suministro de alimentos, operaciones de refugios, seguridad pública y continuidad de las funciones gubernamentales. El riesgo futuro de pandemias continúa siendo elevado debido a las condiciones ambientales cambiantes, las características poblacionales, los patrones de viaje y la continua aparición de enfermedades infecciosas. Por lo tanto, los esfuerzos de mitigación y preparación deben enfatizar la coordinación de salud pública, la comunicación de riesgos, la planificación de continuidad, el apoyo a las poblaciones vulnerables y el mantenimiento de la capacidad de manejo de emergencias.

Priorización de Amenazas

El Comité de Planificación utilizó los resultados de los perfiles de amenazas y la evaluación de riesgos para establecer las prioridades de mitigación para el Municipio de Aguada. Con base en la evaluación de amenazas y la evaluación realizada por el comité de planificación, las inundaciones, los deslizamientos de terreno, los ciclones tropicales/vientos extremos, la sequía y la dinámica costera a largo plazo fueron identificados como amenazas de alta prioridad. Los terremotos, tsunamis, calor extremo, incendios forestales y amenazas de pandemia/epidemia fueron clasificados como de prioridad media, mientras que la marejada ciclónica fue identificada como una amenaza de baja prioridad. El proceso de priorización consideró la exposición, los impactos potenciales sobre las personas y la propiedad, los efectos sobre la infraestructura crítica y las Líneas Vitales de FEMA, las ocurrencias históricas y las necesidades de las poblaciones socialmente vulnerables.

Capacidades Municipales

El LHMP está respaldado por una variedad de mecanismos de planificación, marcos regulatorios y capacidades municipales que orientan el uso de terrenos, la otorgación de permisos, el manejo de zonas inundables, la inversión en infraestructura, la respuesta a emergencias y la resiliencia a largo plazo. Estos incluyen el Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos, el Reglamento sobre Áreas Especiales con Riesgo a Inundación, el Código de Construcción de Puerto Rico, el Reglamento de Sistemas de Aguas Pluviales, el Plan Territorial de Aguada y el Plan de Operaciones de Emergencia de Aguada. El municipio también participa en el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones y cumple con el programa NPDES de la Ley de Agua Limpia. Además, el plan reconoce el valor de la infraestructura verde

y las soluciones basadas en la naturaleza para el manejo de aguas pluviales, mientras que el Programa de Inversiones de Cuatro Años (PICA) sirve como herramienta para alinear la inversión pública con las prioridades de mitigación de amenazas.

La capacidad técnica y administrativa de Aguada está respaldada por oficinas municipales con responsabilidades relacionadas con la planificación, el uso de terrenos, el manejo de emergencias y los programas federales. Estas incluyen una Oficina de Planificación, una Oficina de Manejo de Emergencias y una Oficina de Programas Federales, complementadas con experiencia y conocimientos técnicos especializados contratados según sea necesario. La capacidad financiera del municipio se fortalece mediante balances positivos de fondos y acceso a fuentes de financiamiento federal, incluyendo el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP) de FEMA, Flood Mitigation Assistance (FMA), Building Resilient Infrastructure and Communities (BRIC), y los programas CDBG-DR y CDBG-MIT de HUD.

La divulgación pública y el desarrollo de capacidades también son componentes centrales del LHMP. El municipio utiliza redes sociales, materiales impresos y reuniones comunitarias para informar a los residentes, recopilar aportaciones y promover la participación pública en el proceso de planificación de mitigación. Los esfuerzos de fortalecimiento de capacidades incluyen capacitación del personal y colaboración con instituciones académicas, apoyando la capacidad del municipio para implementar acciones de mitigación y fortalecer el conocimiento institucional. El plan enfatiza una comunicación clara, inclusiva y accesible para mejorar la conciencia sobre las amenazas, fomentar la preparación y aumentar la participación comunitaria.

Plan de Acción de Mitigación

El Plan de Acción de Mitigación establece metas, objetivos y acciones destinadas a reducir los impactos de las amenazas sobre las personas, la propiedad, la infraestructura, los servicios esenciales y los recursos naturales y culturales. Los objetivos del municipio incluyen reducir los impactos de los desastres, fortalecer su capacidad para implementar y mantener programas de mitigación, aumentar la conciencia pública, mejorar la preparación para emergencias y la coordinación de la recuperación, y apoyar el reemplazo o la reconstrucción de puentes vulnerables.

Las estrategias de mitigación están organizadas en planificación y reglamentación local, protección de propiedades, mejoras estructurales, protección de recursos naturales, servicios de emergencia y educación y concienciación. Las acciones atienden prioridades como la reducción del riesgo de inundación, mejoras al drenaje, resiliencia de puentes y carreteras, evacuación por tsunami, protección costera, respuesta al calor extremo, preparación ante incendios forestales, energía de respaldo, conservación de agua, sistemas de alerta pública y educación comunitaria. Cada acción retenida identifica su amenaza aplicable, prioridad, entidad responsable, fuente potencial de financiamiento, término de implementación y estado actual.

En general, la actualización de 2026 del LHMP de Aguada integra evaluaciones de amenazas, marcos normativos, capacidades municipales, aportaciones de la comunidad y estrategias de mitigación accionables en una herramienta integral de planificación. Mediante este enfoque integrado, el municipio busca reducir el riesgo, proteger los servicios esenciales, orientar las inversiones futuras y fortalecer la resiliencia frente a amenazas naturales y emergencias de salud pública durante el próximo año.

1. Introducción y Trasfondo

El Municipio de Aguada y la Junta de Planificación de Puerto Rico (JPPR) están comprometidos con la protección del bienestar de los puertorriqueños mediante el fomento del crecimiento cultural, social y económico, mientras priorizan la salud y la seguridad pública. Como parte de este esfuerzo, el Municipio y la JPPR han acordado realizar un esfuerzo conjunto para actualizar el Plan de Mitigación de Riesgos Naturales Locales (LHMP, por sus siglas en inglés) del Municipio. El LHMP proporciona un enfoque estructurado e integral para reducir los riesgos asociados con las amenazas naturales y fortalecer la resiliencia general de la comunidad. En los últimos años, Aguada ha enfrentado impactos considerables provocados por desastres naturales, lo que enfatiza la necesidad urgente de adoptar acciones proactivas para reducir las vulnerabilidades y proteger la infraestructura crítica. Estas experiencias resaltan la importancia de implementar una estrategia coordinada y sistemática de mitigación de amenazas que sea consistente con las políticas federales, estatales y locales.

Un LHMP identifica y evalúa las amenazas naturales potenciales y define acciones diseñadas para reducir o eliminar los riesgos para las personas, la propiedad y el medio ambiente. El plan respalda los esfuerzos de planificación del uso de terrenos del municipio mediante el establecimiento de medidas que ayudan a Aguada a alcanzar sus objetivos de sostenibilidad y resiliencia a largo plazo.

Este LHMP cumple con los requisitos establecidos por la Ley Robert T. Stafford de Ayuda en Casos de Desastre y Asistencia de Emergencia (Ley Stafford) y las regulaciones federales derivadas de esta. Conforme a esta legislación, los gobiernos locales de los estados y territorios están obligados a desarrollar y adoptar formalmente un plan de mitigación de riesgos como condición para ser elegibles para recibir ciertos tipos de fondos administrados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA). La mitigación de riesgos desempeña un papel fundamental en la orientación del desarrollo futuro y en el fortalecimiento de la infraestructura municipal existente. Para garantizar una estrategia de mitigación efectiva, el LHMP se actualiza regularmente para reevaluar las amenazas naturales que puedan poner en riesgo la vida y la propiedad de los residentes e incorporar medidas de mitigación adecuadas y oportunas.

Este documento representa la segunda revisión del LHMP para el Municipio de Aguada. El plan original recibió la aprobación de FEMA en 2013, seguido por la primera

actualización en noviembre de 2020. Esta actualización de 2026 refleja las condiciones y circunstancias cambiantes que han influido en el municipio durante los últimos cinco años e incorpora nuevas leyes, programas y requisitos reglamentarios promulgados. Mediante esta actualización, Aguada procura preservar su elegibilidad para fondos federales de mitigación antes de futuros eventos catastróficos y presentar un plan fortalecido alineado con los estándares y las mejores prácticas actuales.

La preparación de este plan se llevó a cabo mediante un proceso coordinado que incorporó aportaciones de agencias estatales y locales, organizaciones no gubernamentales y el público en general. El objetivo principal es fortalecer la capacidad del municipio para anticipar, reducir y responder eficazmente a las amenazas naturales que puedan afectar su jurisdicción.

Los objetivos principales del LHMP son:

- Identificar y evaluar las amenazas naturales que representan riesgos para el municipio.
- Establecer estrategias y acciones para reducir o eliminar amenazas a largo plazo para la vida, la propiedad y los servicios críticos.
- Fomentar la coordinación interagencial y promover la participación comunitaria en iniciativas de preparación ante desastres y mitigación

1.1 Políticas Públicas Aplicables

Esta sección describe las políticas públicas federales, estatales y municipales relevantes que orientan el desarrollo del LHMP de Aguada 2026. La descripción presentada no pretende ser exhaustiva. Se hace referencia a políticas públicas adicionales a lo largo del documento, particularmente en la Sección 4.18.

1.1.1 Políticas Federales

Las siguientes políticas federales establecen el marco para la planificación de mitigación de riesgos y los esfuerzos de resiliencia.

1.1.1.1 Leyes Federales

Ley Stafford y la Ley de Mitigación de Desastres de 2000

La Ley Stafford tiene como objetivo principal reducir la pérdida de vidas y propiedades, aliviar el sufrimiento humano, minimizar los impactos económicos y reducir los costos asociados con la asistencia por desastres. En 1988, el Congreso enmendó la Ley para crear el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (Hazard Mitigation Grant Program, HMGP), el cual se convirtió en la principal fuente de fondos federales para mitigación tras una declaración de desastre por parte del Presidente de los Estados Unidos. A través de este programa, se ponen fondos a disposición de los estados y territorios para implementar medidas costo-efectivas que reduzcan el riesgo de daños y pérdidas provocados por futuros eventos de amenaza.

Ley de Mitigación de Desastres de 2000

Promulgada el 30 de octubre de 2000, la Ley de Mitigación de Desastres de 2000 (DMA 2000) enmendó adicionalmente la Ley Stafford para fortalecer la planificación, respuesta y recuperación ante desastres en todos los niveles de gobierno. Esta legislación establece los requisitos de elegibilidad para que los municipios puedan acceder a fondos federales de mitigación, incluyendo la preparación y adopción de un Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales (LHMP). Un LHMP demuestra el compromiso de una jurisdicción con la reducción de riesgos asociados a amenazas naturales y sirve como una herramienta de toma de decisiones para la implementación de acciones preventivas y de mitigación. También proporciona un marco para que el Estado ofrezca asistencia técnica y establezca prioridades de financiamiento.

De conformidad con los requisitos de la DMA 2000, este LHMP es integral y coordinado, incorporando la participación de agencias estatales, locales y regionales, organizaciones no gubernamentales y miembros del público.

Ley Nacional de Seguro contra Inundaciones

La Ley Nacional de Seguro contra Inundaciones estableció el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (National Flood Insurance Program, NFIP) para ofrecer cobertura asequible de seguros contra inundaciones a propietarios de viviendas, comercios e inquilinos ubicados en áreas propensas a inundaciones. El programa fue

diseñado para reducir la carga financiera sobre los individuos y el gobierno federal tras desastres relacionados con inundaciones.

La Ley también fomenta que las comunidades participantes adopten y hagan cumplir estándares mínimos de manejo de zonas inundables dirigidos a reducir los riesgos futuros de inundación. Las comunidades que cumplen con estos requisitos son elegibles para recibir beneficios y participar en los programas del NFIP.

El acceso al seguro contra inundaciones permite a los propietarios recuperarse más rápidamente después de eventos de inundación sin depender exclusivamente de la asistencia federal por desastres. La legislación de apoyo, como la Ley de Protección contra Desastres por Inundación de 1973 (Flood Disaster Protection Act of 1973), requiere además que los prestamistas regulados federalmente exijan cobertura de seguro contra inundaciones para propiedades ubicadas en zonas de alto riesgo de inundación y financiadas mediante hipotecas respaldadas por el gobierno federal.

La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) ha reconocido al Municipio como parte de la región cubierta por la Junta de Planificación de Puerto Rico dentro del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones. El municipio puede solicitar actualizaciones y modificaciones a los mapas de riesgo de inundación utilizados por el NFIP a través de la JPPR.

Además, mediante su participación en el Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones (Flood Mitigation Assistance Program), el municipio ha identificado estrategias específicas de mitigación para reducir los riesgos relacionados con inundaciones. También se han asignado fondos para la adquisición de estructuras ubicadas en áreas de alto riesgo de inundación como parte de los esfuerzos continuos para reducir la vulnerabilidad y la exposición a futuros eventos de inundación.

1.1.1.2 Reglamentos Federales

Planificación de Mitigación - 44 CFR Parte 201

Esta sección del Código de Reglamentos Federales describe las normas y procedimientos que rigen la planificación de mitigación de amenazas conforme a lo establecido por la Ley Stafford. En ella se detallan los requisitos para la preparación y adopción de planes de mitigación, los cuales constituyen la principal herramienta para reducir los riesgos ocasionados por amenazas naturales a nivel local. Además,

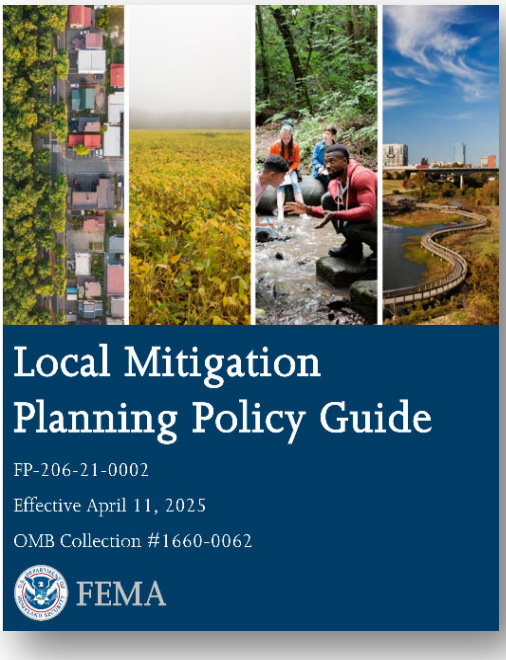
esta sección establece las políticas y los procesos de planificación que orientan los esfuerzos de mitigación de amenazas, destacando el papel de los planes de mitigación en la asignación efectiva de recursos para la reducción del riesgo de desastres.

Guía de Políticas para la Planificación Local de Mitigación de Riesgos de FEMA

La Guía de Políticas para la Planificación Local de Mitigación de Riesgos publicada por FEMA establece el marco oficial y las directrices que los gobiernos locales deben seguir al preparar, revisar y actualizar sus Planes Locales de Mitigación de Riesgos Naturales (LHMP). Esta guía está diseñada para garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Código de Reglamentos Federales (44 CFR Parte 201). La guía de políticas enfatiza una planificación basada en datos adaptada a las capacidades locales, al tiempo que prioriza la equidad y la participación inclusiva de las partes interesadas. Promueve que las comunidades integren la mitigación de riesgos en procesos más amplios de planificación y toma de decisiones, fortaleciendo así la resiliencia a largo plazo y reduciendo la vulnerabilidad a las amenazas naturales (FEMA, Local Mitigation Planning Policy Guide, 2025).

La guía identifica los componentes esenciales que todo plan de mitigación debe abordar. Además, proporciona recursos prácticos como modelos de resoluciones, listas de verificación y criterios de revisión de planes para apoyar a los gobiernos locales durante el proceso de planificación. La guía también explica el proceso de revisión y aprobación de planes de FEMA, el cual puede resultar en una aprobación completa, una aprobación condicional pendiente de adopción formal o la devolución del plan para revisiones y correcciones.

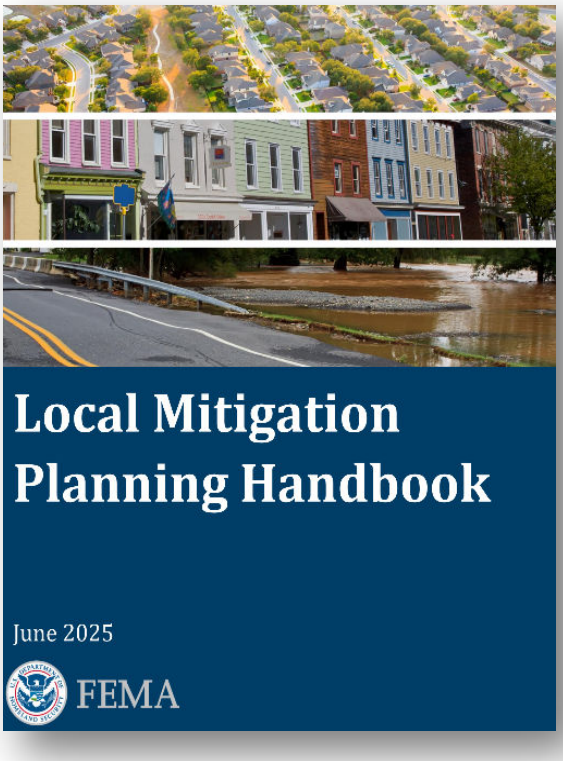
Figura 1. Portada de la Guía Local para la Mitigación



Manual de Planificación Local de Mitigación

El Manual de Planificación Local de Mitigación es un recurso desarrollado por FEMA para asistir a los gobiernos locales, incluyendo municipios y distritos especiales, en el desarrollo o actualización de sus Planes Locales de Mitigación de Riesgos Naturales. Este manual sirve como complemento a la guía de políticas de planificación de mitigación de FEMA y ofrece una metodología detallada, paso a paso, para cumplir con los requisitos establecidos en el Título 44 del Código de Reglamentos Federales, Parte 201.

Figura 2. Portada del Manual de Planificación para la Mitigación

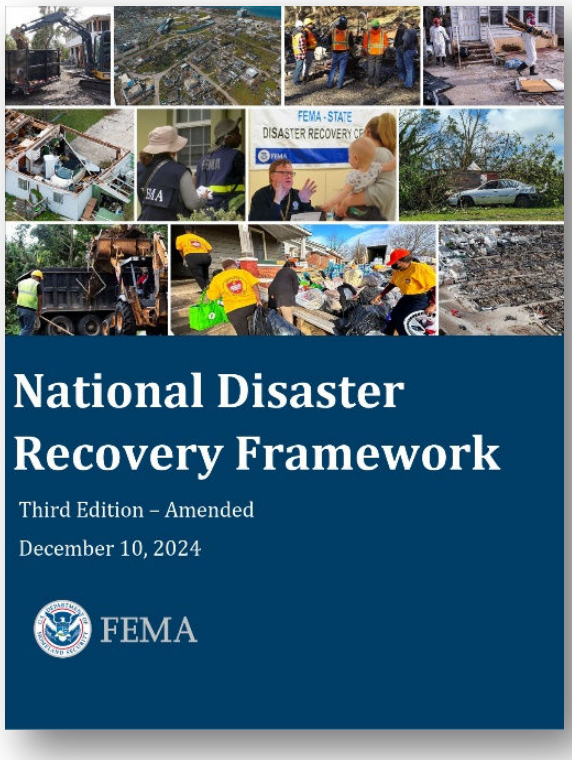


El propósito principal del manual es apoyar a las comunidades en la identificación de las amenazas naturales que enfrentan, la evaluación de capacidades institucionales y administrativas, y la formulación de estrategias efectivas para reducir los impactos relacionados con desastres (FEMA, 2025). En última instancia, el manual promueve la creación de comunidades más seguras y resilientes que estén mejor preparadas para anticipar, resistir y recuperarse de eventos adversos.

Marco Nacional de Recuperación ante Desastres

El Marco Nacional de Recuperación ante Desastres (NDRF, por sus siglas en inglés) es una guía creada por FEMA en los Estados Unidos que establece cómo debe organizarse y coordinarse la recuperación después de un desastre. Su objetivo principal es ayudar a las comunidades afectadas a reconstruirse de una manera más fuerte, más equitativa y más resiliente, involucrando a todos los niveles de gobierno, local, estatal, tribal, territorial y federal, junto con organizaciones privadas y comunitarias.

Figura 3. Portada Nacional del Marco de Recuperación ante Desastres



Este marco promueve una recuperación que no solo restaure lo que se perdió, sino que también mejore las condiciones previas al desastre. Para lograr esto, el NDRF define principios rectores, funciones específicas para los actores involucrados y estructuras de coordinación que facilitan la colaboración entre agencias. También enfatiza la importancia de la planificación antes de que ocurra un desastre y de asegurar que los objetivos de recuperación sean definidos por las propias comunidades afectadas.

Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones

El Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés), administrado por FEMA, proporciona cobertura asequible de seguro contra inundaciones a propietarios de propiedades, inquilinos y empresas, al mismo tiempo que fomenta prácticas efectivas de manejo de zonas inundables para reducir futuros riesgos de inundación. Establecido en 1968, el NFIP apoya a las comunidades en la minimización de pérdidas relacionadas con inundaciones al requerir la adopción y aplicación de reglamentaciones locales para el manejo de zonas inundables. El programa también ofrece cobertura de seguro tanto para estructuras como para su contenido en más de 22,000 comunidades participantes en todo el país.

Debido a que la mayoría de las pólizas estándar de seguro para propietarios de vivienda no cubren daños por inundación, el NFIP desempeña un papel fundamental en la protección de vidas y propiedades, al mismo tiempo que reduce los costos de recuperación ante desastres a largo plazo. Información adicional relacionada con la participación del Municipio de Aguada en el NFIP se proporciona en la Sección 6.5 de este plan.

Programa Nacional para la Reducción de Riesgos por Terremotos

El Programa Nacional para la Reducción de Riesgos por Terremotos (NEHRP, por sus siglas en inglés) fue establecido bajo la Ley para la Reducción de Riesgos por Terremotos de 1977 para promover el desarrollo, la difusión y la aplicación de conocimientos, herramientas y prácticas que reduzcan los riesgos asociados con eventos sísmicos. Este objetivo se logra mediante una colaboración coordinada, multidisciplinaria e interagencial entre las agencias federales participantes del NEHRP y sus socios, incluidas jurisdicciones locales como el Municipio de Aguada.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, por sus siglas en inglés), dentro del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, sirve como la agencia líder del NEHRP. El programa también cuenta con el apoyo de tres agencias federales colaboradoras: la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), la Fundación Nacional de Ciencias (NSF, por sus siglas en inglés) y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés). Cada agencia aporta conocimientos especializados y actividades complementarias relacionadas con investigación, preparación, mitigación y seguridad pública.

Sistema Nacional de Manejo de Incidentes

El Sistema Nacional de Manejo de Incidentes (National Incident Management System, NIMS) es un marco estandarizado desarrollado por el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos y administrado por FEMA para guiar el manejo de incidentes en toda la nación. Su propósito es facilitar la coordinación y cooperación efectivas entre agencias gubernamentales, organizaciones del sector privado y entidades comunitarias en todos los niveles jurisdiccionales durante las fases de prevención, preparación, respuesta y recuperación ante emergencias y desastres.

NIMS establece una estructura organizacional común, una terminología común y un conjunto de procesos para asegurar una coordinación fluida independientemente

del tipo, tamaño o complejidad del incidente. Los componentes principales del sistema incluyen el manejo de recursos, las comunicaciones interoperables, las actividades continuas de preparación y el Sistema de Comando de Incidentes (Incident Command System, ICS), que define funciones, responsabilidades y estructuras de mando claras durante las operaciones de emergencia.

La implementación de NIMS también es un requisito previo para las jurisdicciones que desean acceder a ciertos fondos federales para preparación y respuesta. Mediante la adopción de NIMS, las jurisdicciones mejoran la eficiencia operacional, reducen la duplicación de esfuerzos y promueven el uso efectivo y coordinado de los recursos disponibles.

1.1.2 Políticas del Gobierno de Puerto Rico

Las siguientes políticas del Gobierno de Puerto Rico proporcionan orientación para el desarrollo e implementación del LHMP de Aguada 2026.

1.1.2.1 Puerto Rico Laws

Ley Núm. 161-2009, según enmendada

La Ley Núm. 161-2009, conocida como la *Ley para la Reforma del Proceso de Permisos de Puerto Rico*, establece un marco legal y administrativo moderno diseñado para reestructurar integralmente el sistema de permisos del Estado Libre Asociado. El objetivo principal de la Ley es crear un proceso transparente, eficiente y ágil para la presentación, evaluación, aprobación o denegación de permisos emitidos por el Gobierno de Puerto Rico.

Para lograr este objetivo, la Ley creó la Oficina de Gerencia de Permisos (OGPe), consolidando responsabilidades relacionadas con permisos que anteriormente estaban distribuidas entre múltiples agencias. Esta centralización redujo retrasos procesales y mejoró la uniformidad en la aplicación de los estándares de permisos. La Ley también introdujo funciones especializadas, incluyendo Profesionales Autorizados, Gerentes de Permisos, Representantes de Servicio y Oficiales de Permisos, cada uno con responsabilidades definidas destinadas a agilizar las revisiones y profesionalizar el proceso de permisos.

Otro objetivo de la Ley Núm. 161-2009 es fortalecer la supervisión, la rendición de

cuentas y la transparencia dentro del sistema de permisos. Mediante el fortalecimiento de controles internos y la estandarización de procedimientos, la Ley procura garantizar el cumplimiento mientras reduce las ineficiencias administrativas. Desde una perspectiva de política pública, la Ley busca promover el desarrollo económico al mismo tiempo que salvaguarda la protección ambiental. La intención legislativa enfatiza que un sistema de permisos eficiente es esencial para atraer inversión, fomentar la actividad de construcción, apoyar la creación de empleos a largo plazo y eliminar las barreras burocráticas que anteriormente obstaculizaban el crecimiento económico. Los análisis de la Ley también destacan su papel en la centralización de funciones gubernamentales y en la implementación de un Sistema Integrado de Permisos para reducir la fragmentación, mejorar la coordinación interagencial y asegurar uniformidad regulatoria en todo Puerto Rico.

Ley Núm. 33-2019, según enmendada

La Ley Núm. 33-2019 establece la política pública del Gobierno de Puerto Rico en relación con la mitigación, adaptación y resiliencia en respuesta a las variaciones observadas en los patrones de temperatura y precipitación. La legislación reconoce formalmente la necesidad de una acción gubernamental integrada, incluyendo a nivel municipal, para atender los impactos de la inestabilidad ambiental.

Esta Ley dispone la incorporación de medidas concretas de mitigación, adaptación y resiliencia en los instrumentos de planificación territorial y uso de terrenos. Al hacerlo, promueve un enfoque proactivo que fortalece la capacidad de las comunidades para resistir factores de presión ambiental y reduce los riesgos a largo plazo para la seguridad pública, la infraestructura y los recursos naturales.

Ley Núm. 107-2020, según enmendada

La Ley Núm. 107-2020, según enmendada, conocida como el Código Municipal de Puerto Rico, amplía significativamente la autoridad, las responsabilidades y la autonomía operacional de los gobiernos municipales. El Código promueve la autogestión local y fortalece la capacidad de los municipios para administrar sus propios asuntos, incluyendo la preparación ante desastres y la reducción de riesgos.

Entre las responsabilidades otorgadas a los municipios se encuentra la autoridad para diseñar e implementar programas y medidas para prevenir, responder y recuperarse de emergencias, desastres naturales, accidentes catastróficos y otros eventos peligrosos. Este rol ampliado refuerza la importancia de los gobiernos

municipales en la protección de la seguridad pública y el bienestar comunitario.

El Código Municipal también otorga a los municipios que cualifican una autonomía ampliada sobre la regulación del uso de terrenos dentro de sus jurisdicciones. Esta autoridad incluye la aplicación de herramientas tales como la transferencia de derechos de desarrollo y la evaluación y expedición de permisos de construcción, permitiendo a los municipios incorporar directamente principios de mitigación de riesgos en las decisiones de desarrollo. Estas facultades son esenciales para reducir la exposición a amenazas naturales y proteger vidas y propiedades. En general, el Código Municipal reconoce la planificación territorial como un instrumento crítico para la mitigación de riesgos y establece un marco legal que permite a los municipios adoptar acciones proactivas y adaptadas localmente para proteger a sus comunidades de amenazas naturales y otros eventos adversos.

1.1.2.2 Reglamentos de Puerto Rico

Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT-PR) - 2015

En cumplimiento con la Ley Núm. 550-2004, según enmendada, el Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT) constituye el principal instrumento de planificación territorial preparado por la Junta de Planificación de Puerto Rico. El Plan tiene como propósito dirigir las actividades de uso de terrenos, desarrollo y conservación en toda la isla de manera coordinada, sostenible y resiliente, guiado por un horizonte de planificación a largo plazo de diez (10) años (JPPR, 2015).

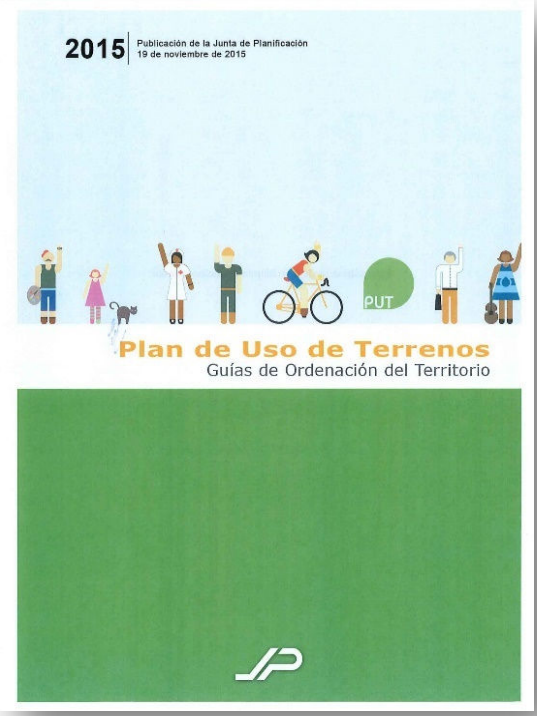
Una de las funciones principales del Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico (PUT) es clasificar los terrenos en todo el Estado Libre Asociado en categorías específicas de uso de terrenos. La clasificación de terrenos sirve como un marco de administración territorial que establece los tipos de distritos de zonificación y los usos permitidos que pueden aplicarse a parcelas individuales. Bajo el PUT, los terrenos se clasifican de acuerdo con el siguiente esquema:

- **Suelo Urbano (SU):** Esta categoría incluye áreas que ya están desarrolladas y cuentan con la infraestructura y los servicios públicos necesarios.
- **Suelo Urbanizable:** Esta clasificación aplica a terrenos identificados como aptos para desarrollo futuro y se subdivide en dos categorías:
    - Suelo Urbanizable Programado (SUP): Terrenos programados para desarrollo bajo programas o planes establecidos.

    - Suelo Urbanizable No Programado (SUNP): Terrenos disponibles para desarrollo que aún no han sido asignados a un programa específico de desarrollo.
- **Suelo Rústico (SR):** Los terrenos rústicos están designados para protección, conservación o uso limitado debido a su valor ambiental, agrícola o ecológico. Esta clasificación se subdivide además en:
    - Suelo Rústico Común (SRC): Áreas aptas para usos limitados y de baja intensidad.
    - Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP): Áreas sujetas a una protección más estricta debido a su importancia ambiental, natural o cultural.

El PUT-PR tiene como objetivo coordinar y armonizar los esfuerzos de planificación del uso de terrenos entre las agencias estatales y los municipios. Sirve como la base para la preparación de los Planes de Ordenación Territorial (POT), los cuales son adoptados para un período de planificación de ocho años (JPPR, 2015).

Figura 4. Portada de PUT de Puerto Rico

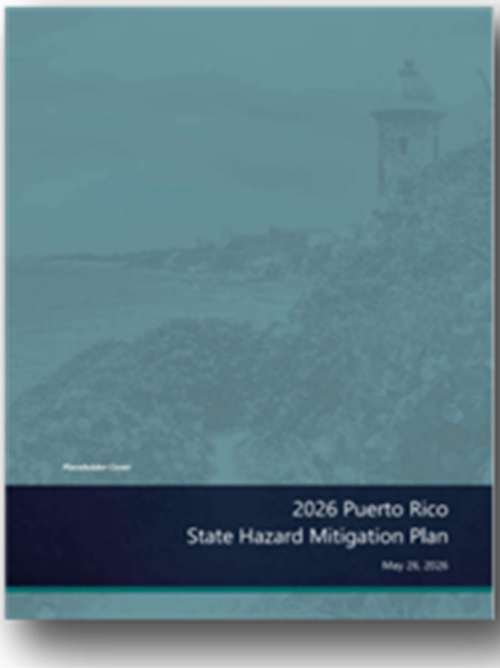


Actualmente, el PUT-PR se encuentra en proceso de actualización para el ciclo de planificación 2026-2036. Esta revisión incorporará una sólida participación ciudadana, métricas claramente definidas de cumplimiento y desempeño, y un enfoque de planificación inclusivo que integra el desarrollo económico, la infraestructura verde, los sistemas de transportación sostenible y la conservación de los recursos naturales.

Plan Estatal de Mitigación de Riesgos Naturales de Puerto Rico (2026)

Al igual que ocurre con los requisitos aplicables a las jurisdicciones locales, la Ley Stafford exige que los estados y territorios desarrollen un plan de mitigación de riesgos que cubra toda su jurisdicción. En el caso de Puerto Rico, el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos más reciente fue completado en 2026. El Plan Estatal de Mitigación de Riesgos Naturales de Puerto Rico 2026 establece estrategias a largo plazo para atender las amenazas naturales que tienen el potencial de interrumpir las actividades diarias, causar daños a la propiedad y amenazar la vida humana. Estas amenazas pueden convertirse en desastres que afecten no solo a individuos, sino también a comunidades enteras, con amplios impactos sobre la salud pública, la infraestructura, la estabilidad económica y los ecosistemas naturales (NMEAD, 2026).

Figura 5. Portada de SHMP de Puerto Rico



Este plan proporciona un marco integral para identificar riesgos e implementar acciones dirigidas a reducir la vulnerabilidad a dichas amenazas. A través de su énfasis en la mitigación, el plan procura aumentar la resiliencia comunitaria, proteger la infraestructura y los sistemas críticos, y promover el desarrollo sostenible en todo Puerto Rico (NMEAD, 2026).

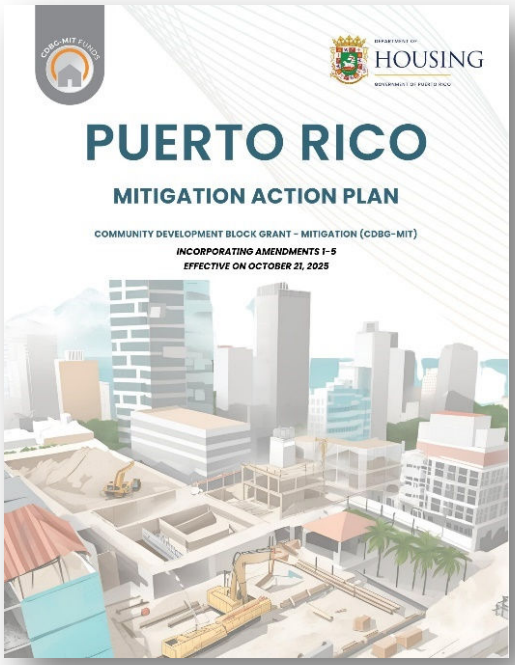
El Municipio de Aguada revisó el Plan Estatal de Mitigación de Riesgos de Puerto Rico 2026 durante la preparación de esta actualización del LHMP. Los perfiles de riesgo pertinentes, las capacidades estatales, las metas de mitigación y las acciones estatales fueron considerados durante la evaluación de riesgos, la evaluación de capacidades y el desarrollo de la estrategia municipal de mitigación.

Plan de Acción de Mitigación de Puerto Rico, CDBG-DR MIT (2021, 2025)

Aprobado originalmente por el Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD) en 2021 y posteriormente enmendado en agosto de 2025, el Plan de Acción de Mitigación de Puerto Rico para el Programa Community Development

Block Grant–Mitigation (CDBG-MIT) es un documento de planificación estratégica preparado por el Departamento de la Vivienda de Puerto Rico (PRDOH). El plan establece el marco para la administración y manejo de los fondos federales de mitigación asignados por HUD bajo el programa CDBG-MIT.

Figura 6. Plan de Mitigación CDBG-MIT



Su objetivo principal es reducir los riesgos y vulnerabilidades ante futuros desastres mediante el fortalecimiento de la resiliencia de la infraestructura, las comunidades y los sistemas críticos. Aunque estos fondos fueron asignados por el Congreso a Puerto Rico tras los huracanes Irma y María de 2017, los fondos CDBG-MIT difieren de los fondos CDBG-Disaster Recovery (CDBG-DR) en que están específicamente enfocados en prevenir y mitigar impactos futuros. En consecuencia, los recursos CDBG-MIT se destinan a proyectos de mitigación sostenibles y de alto impacto y no están obligados a estar directamente vinculados a actividades de recuperación asociadas con los huracanes de 2017 (PRDOH, 2025).

En términos generales, este plan está diseñado para reducir la exposición a amenazas, proteger vidas y propiedades y fortalecer las capacidades de respuesta ante emergencias mediante inversiones dirigidas en infraestructura, vivienda y planificación del uso de terrenos (PRDOH, 2025).

1.1.3 Políticas Municipales

Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales de Aguada (2020)

Adoptado en noviembre de 2020, el Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales de Aguada (LHMP) cumple con la Ley Federal de Mitigación de Desastres de 2000 y establece un marco integral para reducir los riesgos para la vida y la propiedad causados por amenazas naturales.

El proceso de planificación incluyó la participación activa de funcionarios municipales, agencias y el público. Un Comité de Planificación de Mitigación lideró los esfuerzos de divulgación mediante reuniones públicas, avisos públicos y la publicación de documentos preliminares para revisión comunitaria, asegurando la participación de las partes interesadas durante el desarrollo del plan.

La evaluación identificó las inundaciones como la amenaza más significativa que afecta a Aguada, mientras que los terremotos, la sequía, los vientos fuertes asociados con ciclones tropicales y los tsunamis también fueron determinados como amenazas que presentan riesgos sustanciales. El plan actualizado enfatiza la protección de vidas y propiedades, el fortalecimiento de la infraestructura crítica, la mejora de las capacidades de manejo de emergencias y el aumento de la resiliencia general del municipio frente a futuros desastres.

Las estrategias de mitigación están organizadas en categorías clave, incluyendo prevención, protección de propiedades, protección de recursos naturales, proyectos estructurales, servicios de emergencia y educación pública. El mayor número de acciones corresponde a la categoría de Protección de Propiedades, con énfasis particular en atender las inundaciones y los deslizamientos de terreno.

Algunas de las estrategias de mitigación propuestas por el LHMP de Aguada (2020) son:

- **Inundaciones:** Implementar proyectos de control de inundaciones para las comunidades adyacentes o cercanas al Río Culebrinas y priorizar medidas que reduzcan las pérdidas recurrentes por inundación que afectan a residentes, infraestructura e instalaciones críticas.
- **Ciclones Tropicales/Vientos Extremos:** Fortalecer las instalaciones críticas, la infraestructura pública y los servicios municipales esenciales para reducir daños e interrupciones operacionales durante tormentas tropicales y huracanes.
- **Terremotos:** Promover mejoras estructurales y de infraestructura que reduzcan el riesgo sísmico en instalaciones críticas y apoyen la continuidad de las operaciones municipales después de eventos sísmicos.

Figura 7. Portada del Plan de Mitigación local 2020



- **Sequía:** Implementar acciones que mejoren la capacidad del municipio para prepararse, responder y resistir períodos prolongados de escasez de agua y condiciones de sequía.
  Tsunamis: Fortalecer la preparación, las capacidades de respuesta ante emergencias y los esfuerzos de educación pública para reducir los riesgos a las comunidades costeras y los activos municipales.
- **Deslizamientos de Terreno:** Identificar y atender áreas vulnerables a fallas de taludes con el fin de proteger la seguridad pública, la infraestructura y la propiedad.
- **Aumento del Nivel del Mar, Erosión Costera y Marejada Ciclónica:** Apoyar iniciativas de mitigación y planificación a largo plazo que reduzcan la vulnerabilidad de las áreas costeras, la infraestructura y los activos comunitarios ante los cambios en las condiciones costeras.
- **Incendios Forestales:** Mantener medidas de prevención, preparación y manejo de emergencias que reduzcan los impactos potenciales de eventos de incendios forestales sobre instalaciones municipales y comunidades.
- **Resiliencia de Infraestructura:** Rehabilitar y fortalecer el puente ubicado en el Barrio Lagunas y promover mejoras a la infraestructura vulnerable que apoyen la resiliencia de la comunidad frente a futuros eventos de amenaza.

Plan de Recuperación Municipal de Aguada

Como parte de los fondos CDBG-DR asignados por el Congreso a Puerto Rico tras los huracanes Irma y María, los municipios pudieron desarrollar un plan de recuperación para orientar los esfuerzos de recuperación y resiliencia ante futuros eventos estresantes. En esencia, los Planes de Recuperación Municipal:

Figura 8. Aguada Recovery Plan



- Identifican las necesidades locales posteriores al desastre creadas o agravadas por Irma y María.
- Establecen prioridades de recuperación a corto, mediano y largo plazo.
- Integran estrategias de resiliencia y mitigación de riesgos.
- Sirven como una hoja de ruta de políticas y proyectos para futuras decisiones de financiamiento.

Cada Plan de Recuperación Municipal contiene una lista de proyectos de recuperación y resiliencia que podrían ser considerados como nuevas estrategias de mitigación para el LHMP.

1.2 Alcance y Versiones Anteriores

1.2.1 Objetivos Principales

Los objetivos principales del LHMP son:

- Identificar y evaluar las amenazas naturales que representan un riesgo para el municipio.
- Desarrollar estrategias y acciones para reducir o eliminar riesgos a largo plazo para la vida, la propiedad y los servicios esenciales.
- Promover la coordinación interagencial y la participación comunitaria en los esfuerzos de preparación ante desastres y mitigación.

1.2.2 Comentarios Previos de FEMA

Las siguientes recomendaciones y requisitos fueron emitidos por FEMA al aprobar el LHMP de Aguada de 2020.

Elemento A.2

- **Recomendación** – "Se recomienda que para futuras revisiones se realicen y consideren reuniones dirigidas específicamente a atender los problemas particulares del municipio de Aguada. Reuniones tales como grupos de trabajo que reúnen a muchos representantes y que pueden tener un propósito más amplio, podrían no funcionar tan eficazmente como se desea para el mejor desarrollo del Plan municipal. La participación ciudadana en el desarrollo del Plan de Mitigación de Riesgos Naturales de 2020 para el Municipio de Aguada debe dirigirse más mediante los siguientes métodos: (1) actividades de divulgación pública y talleres informativos y (2) comentarios en línea, según se propone en el Plan."
- **Respuesta del Municipio** – La actualización del LHMP de 2026 incluyó actividades específicas de divulgación a partes interesadas y participación pública. El municipio coordinó con municipios vecinos, agencias gubernamentales, organizaciones comunitarias y otras partes interesadas mediante correspondencia formal y actividades de participación pública. La participación pública incluyó reuniones comunitarias, avisos públicos, divulgación en línea y oportunidades para revisión y comentarios públicos durante todo el proceso de planificación.

Elemento A.3

- **Recomendación** – *"Las encuestas realizadas entre los ciudadanos son de gran ayuda para la generación y recopilación de datos que contribuyen al desarrollo de los Planes de Mitigación de Riesgos, entre otros. Mientras mayor sea la muestra, más relevantes serán los resultados para el universo en cuestión. Generar un informe a partir del análisis de los datos recopilados mediante la encuesta dará como resultado un Plan LHMP muy amplio y completo."*
- **Respuesta del Municipio** – Para este LHMP, el Municipio no realizó una encuesta pública formal. En su lugar, las aportaciones de la comunidad se obtuvieron

mediante actividades de participación pública, incluyendo reuniones comunitarias y el proceso de comentarios públicos. Estas actividades brindaron a los residentes y partes interesadas la oportunidad de compartir sus experiencias, preocupaciones y recomendaciones relacionadas con las amenazas naturales que afectan al municipio. La información recopilada mediante estos esfuerzos de participación fue considerada durante el desarrollo de la evaluación de amenazas, el análisis de riesgos y la estrategia de mitigación. Por lo tanto, el Municipio determinó que se obtuvo suficiente participación pública mediante estos procesos participativos y no implementó un instrumento de encuesta separado para este esfuerzo de planificación.

Elemento B.3

- **Recomendación** – *"Se prevén pérdidas económicas para los riesgos de inundaciones y terremotos. Sin embargo, las pérdidas por otras amenazas se presentan en términos de área, población afectada o de manera más general. Proporcionar estimados adicionales de pérdidas monetarias o impactos económicos para todas las amenazas que afectan al municipio preparará al municipio ante la posibilidad de futuros desastres naturales. Además, puede adelantar el proceso de solicitud y obtención de asistencia financiera a través de los diversos programas disponibles. Al utilizar la 'mejor información disponible', debe hacerse referencia a la versión más reciente de la información consultada."*
- **Respuesta del Municipio** – La evaluación de riesgo de amenazas fue actualizada utilizando las mejores fuentes de información disponibles, incluyendo los conjuntos de datos del FEMA National Risk Index, modelaciones HAZUS y otras fuentes de información federales y del Estado Libre Asociado. Cuando estuvieron disponibles, se incorporaron estimados de pérdidas económicas y pérdidas anualizadas en los análisis de amenazas para apoyar la planificación de mitigación y futuras oportunidades de financiamiento.

Elemento B.4

- **Recomendación** – *"El municipio deberá actualizar la información de RL, SRL y NFIP tan pronto esté disponible, según se indica en la página 75 del plan."*
- **Respuesta del Municipio** – La información de participación en el NFIP, incluyendo pólizas vigentes, propiedades con pérdidas repetitivas (RL), propiedades con pérdidas repetitivas severas (SRL) e información relacionada

de reclamaciones, fue actualizada utilizando la información más reciente disponible al momento de la actualización del LHMP de 2026.

Elemento C.3

- **Recomendación** – *"El plan indica que las aportaciones del público fueron uno de los factores utilizados para identificar los objetivos de mitigación. Sin embargo, no existe información detallada en el texto o en los apéndices sobre el tipo de comentarios recibidos durante el desarrollo del plan. Considere incluir documentación adicional sobre las aportaciones del público."*
- **Respuesta del Municipio** – Las aportaciones públicas recibidas mediante reuniones comunitarias, actividades de divulgación y esfuerzos de participación de las partes interesadas fueron documentadas e incorporadas al desarrollo de las metas, objetivos y estrategias de mitigación. Documentación de apoyo adicional se incluye en los apéndices del plan.

Elemento C.5

- **Recomendación** – "Describa los criterios utilizados para priorizar la implementación de acciones; como mínimo, el plan debe resumir las consideraciones económicas. Explique si se espera que los beneficios de una acción de mitigación superen los costos. El plan debe describir cómo las consideraciones económicas forman parte de la priorización (clasificación) de las acciones de mitigación para su implementación. Como mínimo, explique cómo los beneficios proyectados de las acciones de mitigación fueron comparados con los costos probables de los proyectos."
- **Respuesta del Municipio** – La estrategia de mitigación actualizada incorpora la metodología STAPLEE e incluye prioridades de implementación, entidades responsables, fuentes potenciales de financiamiento, plazos de implementación y consideraciones económicas para la evaluación y priorización de las acciones de mitigación.
- **Recomendación** – "Amplíe la descripción de las consideraciones económicas (por ejemplo, beneficios de la acción de mitigación versus costo de la acción) estimando costos pasados de impactos por amenazas que la acción de mitigación podría reducir. Incluir esta información beneficiará al municipio al permitir que futuros funcionarios y residentes comprendan por qué se seleccionaron determinadas acciones. Los costos presentados en el Plan anterior (2013) podrían ajustarse a los costos actuales para las estrategias de

acción continua. Documentar esta información también podría ser útil como referencia futura al actualizar el plan y sus acciones dentro del ciclo de 5 años."

- **Respuesta del Municipio** – Se incorporaron consideraciones económicas adicionales en la estrategia de mitigación mediante la evaluación de costos de implementación, fuentes potenciales de financiamiento, beneficios de los proyectos, reducción esperada de pérdidas y beneficios a largo plazo para la resiliencia comunitaria asociados con las medidas de mitigación propuestas.

Element D.1

- **Recomendación** – *"El municipio se beneficiará enormemente de un análisis como el presentado en este Plan para aquellas áreas propensas entre los años 2015 y 2019. Sin embargo, debe incluir los dos años anteriores, cubriendo el período desde el último Plan aprobado entre 2013 y 2015. Si no hubo cambios en el desarrollo que impactaran la vulnerabilidad general de la jurisdicción durante este período, debe indicarse."*
- **Respuesta del Municipio** – El LHMP de 2026 incluye una evaluación actualizada de las tendencias de desarrollo reciente y de la actividad de construcción ocurrida desde la actualización anterior del plan. Los patrones de desarrollo, los permisos emitidos, las áreas de crecimiento reciente y las condiciones futuras fueron incorporados en la evaluación de vulnerabilidad y los análisis de amenazas.

Element E.1

- **Requisito** – *"La jurisdicción aprobó la Orden Ejecutiva Número 15, Serie 2020-2021 en N 'La jurisdicción aprobó la Orden Ejecutiva Núm. siete (7) Serie 2020-2021 el 2 de noviembre de 2020. Dicha Orden adopta el Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales del Municipio de Aguada. La ordenanza debe incorporarse al Plan final y someterse a FEMA.'"*
- **Respuesta del Municipio** – La documentación de adopción se proporciona en el Apéndice A y será sometida a FEMA como parte del LHMP final aprobado.

1.3 Organización LHMP

La siguiente tabla muestra la organización del LHMP de Aguada 2026. Para ayudar a los revisores del LHMP y al público a comprender el cumplimiento, la tabla incluye una columna que especifica qué elemento requerido por FEMA (FEMA, 2025) es atendido

por cada sección.

Tabla 1. Organización LHMP

Núm. Capítulo	Titulo	Descripción	Elementos Cumplidos de la herramienta de revisión
N/A	Resumen Ejecutivo	Esta sección resume los hallazgos más importantes del proceso de planificación y explica cómo son atendidos en el LHMP.	Elemento local
Capítulo 1	Introducción y Trasfondo	Este capítulo presenta los antecedentes de planificación para Aguada. Explica la organización del LHMP, los cambios más significativos en la versión de 2026 en comparación con la versión de 2020 y las políticas públicas relevantes para la actualización del LHMP.	E2-a, A1-a, A1-b, A4-a, A2-a, A3-a
Capítulo 2	Proceso de Planificación	Este capítulo describe el proceso de planificación utilizado para desarrollar el LHMP de Aguada 2026, incluyendo los requisitos reglamentarios, las actividades de desarrollo del plan, la participación del comité de planificación, los esfuerzos de divulgación pública, la participación ciudadana y la participación de las partes interesadas.	E1-a
Capítulo 3	Perfil Municipal	El perfil municipal describe las características relevantes del municipio, incluyendo características físicas, infraestructura y rasgos demográficos y socioeconómicos.	B-1a, B-1b, B1-c, B1-d, B1-e, B2-a, B2-b, E1-a
Capítulo 4	Perfiles de Peligros y Análisis de Riesgos	Esta sección es la más extensa del plan. Abarca las amenazas identificadas para Aguada y examina los riesgos asociados con cada una de ellas.	B-1a, B-1b, B1-c, B1-d, B-e, B2-a, B2-b, E1-a
Capítulo 5	Capacidades de Mitigación	Este capítulo desarrolla las capacidades del municipio para implementar las estrategias de mitigación que serán propuestas en el Capítulo 6.	C1-a, C-1b
Capítulo 6	Plan de Acción de Mitigación	Este capítulo establece las metas de mitigación del Plan y las acciones que el municipio llevará a cabo para reducir los riesgos asociados con los eventos naturales	C3-a, C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2-b

Núm. Capítulo	Titulo	Descripción	Elementos Cumplidos de la herramienta de revisión
		identificados. También sirve para actualizar el estado de las acciones de mitigación incluidas en el Plan de 2020.	
Capítulo 7	Mantenimiento del Plan	Este capítulo aborda el proceso para evaluar la efectividad del plan. También explica el procedimiento para realizar modificaciones o actualizaciones al plan.	D1-a, D2-a, D2-b, D2-c, E2-c
Capítulo 8	Adopción y Aprobación	Esta sección incluye información sobre la adopción del plan por parte del municipio, la aprobación de FEMA y la fecha de vencimiento del Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales de 2026.	F1-a, F1-b
N/A	Referencias	Esta sección presenta las fuentes utilizadas en la actualización del plan.	A4-a
N/A	Apéndices	Esta sección incluye todos los apéndices e información suplementaria relacionada con el proceso de planificación del Plan.	

1.4 Cambios al LHMP de Aguada (E2-a)

La siguiente tabla muestra los cambios más significativos que presenta la versión de 2026 en comparación con la versión de 2020.

Tabla 2.Cambios al LHMP de Aguada

Elemento	Justificación
Idioma del Plan	En cumplimiento con la Orden Ejecutiva Presidencial Núm. 14224, la versión 2026 del LHMP de Aguada ha sido preparada originalmente en inglés para su presentación y consideración por FEMA. Se preparará una traducción oficial al español del borrador final para discusión pública y del LHMP final aprobado, en beneficio de la población que no domina el inglés.
Organización del Plan	La organización y los capítulos del documento han sido modificados para seguir la plantilla utilizada en los planes locales de mitigación preparados por la Junta de Planificación de Puerto Rico. Sin

Elemento	Justificación
	embargo, esta plantilla ha sido adaptada en el presente plan para cumplir con la política pública federal vigente.
Discusión de las Líneas Vitales de FEMA	Conforme a la Política de Planificación Local de Mitigación de Riesgos, se discuten las Líneas Vitales de FEMA, así como las estrategias para mitigar los impactos de las amenazas sobre estas.
Eliminación de política pública no aplicable	Para mayor claridad y mejor legibilidad, se eliminaron referencias a políticas públicas redundantes.
Cambio en el nombre de vientos extremos	La amenaza identificada en el Plan de 2020 como "Vientos Extremos" ha sido cambiada a "Ciclones Tropicales/Vientos Extremos" para ajustarse a la capacidad actual de HAZUS para modelar ciclones tropicales en Puerto Rico.
Actualización de datos censales	El municipio y la JPPR seleccionaron utilizar la versión más reciente de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (American Community Survey) para evaluar los datos demográficos. En este caso, se seleccionaron los conjuntos de datos de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense de cinco años de 2024.
Plan de Acción	Se añadió un nuevo identificador de estrategia para ayudar a los municipios y a las agencias del Estado Libre Asociado a dar seguimiento a las mismas.
Todo el LHMP	Se prestó atención para asegurar que el contenido del Plan no revele ninguna información de identificación personal (Personally Identifiable Information, PII).

2. Planificación del Proceso

2.1 Reglamentos del Proceso de Planificación

Este LHMP fue actualizado siguiendo las políticas públicas y procedimientos aplicables mencionados en el Capítulo 1.

Este LHMP procura ayudar al municipio en la tarea de prevenir la pérdida de vidas y propiedades debido a los efectos de las amenazas naturales. El Capítulo 1 sirve como una introducción general; el Capítulo 2 discute el proceso de planificación seguido, así como la participación de las partes interesadas y del público. El LHMP identifica un perfil general del municipio utilizando información proporcionada por el Censo de los Estados Unidos, como la distribución poblacional, el empleo, el inventario de viviendas, entre otros (véase el Capítulo 3 para más información). Luego de describir el perfil general del municipio, el Plan procede a evaluar todas las amenazas naturales identificables que pueden afectar al municipio y a su población, incluyendo los efectos sobre las líneas vitales, las propiedades, la exposición de la población, los recursos naturales, entre otros (véase el Capítulo 4 para más información).

El Capítulo 5 define las capacidades que tiene el municipio para implementar el LHMP. Mientras tanto, el Capítulo 6 establece las acciones de mitigación que el municipio ejecutará durante los próximos cinco años. El Capítulo 7 discute las disposiciones para el mantenimiento del LHMP y el Capítulo 8 aborda la adopción y aprobación del LHMP. Los distintos apéndices contienen información de apoyo.

2.2 Historial del LHMP

Este documento representa la segunda revisión del LHMP para el Municipio de Aguada. El plan original recibió la aprobación de FEMA en 2013, seguido por la primera actualización aprobada en noviembre de 2020. Esta actualización de 2026 refleja las condiciones y circunstancias cambiantes que han influido en el municipio durante los últimos cinco años e incorpora nuevas leyes, programas y requisitos reglamentarios promulgados. Mediante esta actualización, Aguada procura preservar su elegibilidad para fondos federales de mitigación antes de futuros eventos catastróficos y presentar un plan fortalecido alineado con los estándares y las mejores prácticas actuales.

2.3 Preparación del Plan, Calendario de Revisión y Metodología (A1-a)

El Municipio y sus consultores siguieron el proceso de planificación de mitigación de riesgos naturales establecido por FEMA en la Guía de FEMA para la Planificación Local de Mitigación de Riesgos y el Manual de Planificación Local de Mitigación, así como las recomendaciones proporcionadas por el personal de planificación de mitigación de la Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia (COR3), la cual desempeña además el rol de Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos (SHMO). El Instrumento de Revisión de Planes Locales de Mitigación proporciona un resumen de los estándares mínimos actuales de FEMA para cumplir con los requisitos de planificación de mitigación e identifica dónde se atiende cada requisito dentro de este Plan.

De conformidad con la legislación federal, los LHMP deben actualizarse cada cinco (5) años para que el municipio mantenga su elegibilidad para recibir fondos federales de mitigación. Para preparar el LHMP de 2026, AtkinsRéalis Caribe, LLP, bajo contrato con la Junta de Planificación de Puerto Rico, proporcionó servicios profesionales de planificación de mitigación para apoyar el desarrollo de la actualización del plan del Municipio.

El proceso de planificación para la actualización de 2026 del Plan Local de Mitigación de Riesgos Naturales (LHMP) de Aguada comenzó oficialmente con la ejecución de una Carta de Acuerdo entre el Municipio de Aguada y la Junta de Planificación de Puerto Rico (JPPR), la cual fue firmada el 16 de diciembre de 2025. Una copia del acuerdo firmado se incluye en el Apéndice B. Posteriormente, se celebró una reunión de inicio el 6 de febrero de 2026, reuniendo representantes del Municipio y de la JPPR para discutir el proceso de planificación, los objetivos del proyecto y los esfuerzos de coordinación. Posteriormente, la firma consultora AtkinsRéalis Caribe LLP fue contratada por la JPPR para apoyar los esfuerzos de planificación de mitigación.

La fase de revisión culminó con la entrega oficial del borrador final al Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos (SHMO), dentro de la Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia (COR3), el Click or tap to enter a date. El proceso de revisión tuvo una duración de ___ días.

2.4 Comité de Planificación (A1-a, A1-b)

Para apoyar la revisión del LHMP de Aguada, se estableció un Comité de Planificación compuesto por representantes de varias dependencias municipales que fueron designados para guiar el proceso. Los miembros del Comité son:

Tabla 3. Comité de Planificación del LHMP

Nombre	Puesto
Wesley Vega López	Director de la Oficina de Planificación
Marisol Rosa Acevedo	Administradora Municipal
Jairo Jiménez	Asistente Administrativo de la Oficina de Manejo de Emergencias
Jimmy L. Hernández	Comisionado de la Policía Municipal
Javier Feliciano	Director de Obras Públicas
Héctor Cajigas	Director de Control Ambiental
Damaris Feliciano	Directora de Programas Federales
Carlos A. Rodríguez	Representante Comunitario
Aníbal Nieves	Representante Comunitario

La función de este Comité de Planificación es apoyar y coordinar la actualización, implementación y monitoreo del Plan de Mitigación de Riesgos Naturales del Municipio de Aguada, al tiempo que proporciona orientación sobre estrategias de reducción de riesgos, asegura el cumplimiento con los requisitos de mitigación y promueve la participación comunitaria para fortalecer la resiliencia municipal.

La carta de designación del Comité de Planificación se incluye en el Apéndice B. Este apéndice también recopila las minutas de las reuniones, la documentación de los materiales discutidos durante el proceso y la evidencia fotográfica correspondiente.

2.5 Participación Ciudadana (A3-a)

2.5.1 Estrategias de Divulgación Comunitaria y Participación Pública

El enfoque de participación pública seleccionado para esta revisión del LHMP incorporó las siguientes actividades:

- **Distribución de cartas de notificación** a agencias, municipios vecinos, líderes comunitarios, organizaciones sin fines de lucro, asociaciones vecinales, grupos comerciales o industriales y otras partes interesadas, informándoles que había comenzado el proceso de revisión del LHMP e invitándoles a brindar sus aportaciones. La documentación de estas comunicaciones se incluye en el Apéndice C.
- **Publicación de avisos en el sitio web del Municipio y en las plataformas oficiales de redes sociales** para informar al público sobre el inicio del proceso de revisión del LHMP. Estas publicaciones también incluyeron una dirección de correo electrónico para recopilar información relacionada con las experiencias de la comunidad ante amenazas naturales. La evidencia de estos avisos públicos también se conserva en el Apéndice C.
- **Celebración de una reunión comunitaria inicial** para presentar el proceso de revisión del LHMP. Este paso incluyó:
    - Emisión de un anuncio público en un periódico, en el sitio web del Municipio y en los canales oficiales de redes sociales al menos 15 días antes de la reunión.
- **Celebración de una segunda reunión comunitaria** para discutir con el público la evaluación y el análisis de amenazas. Esta etapa incluyó:
    - Publicación de un anuncio en un periódico y colocación de avisos en el sitio web del Municipio y en las plataformas oficiales de redes sociales al menos 15 días antes de la reunión.
    - Confirmación en el anuncio de que el borrador del plan estaba disponible para revisión en formato impreso y en línea.
    - Proveer un período adicional de 15 días para que la comunidad presentara comentarios, ya fuera por correo electrónico o visitando la dirección designada.

2.5.2 Resultados de la Divulgación Comunitaria y la Participación Pública

Resultados de la Primera Reunión Pública

Un aviso de reunión pública anunciando el inicio del proceso de actualización del LHMP fue publicado el 23/2/2026 mediante el periódico “El Vocero de Puerto Rico”. El aviso informó al público que la reunión se llevaría a cabo el 10/3/2026 en la “Biblioteca Municipal Edith Nilda López Soto” a las 6:00 p.m.

Durante la reunión, los participantes identificaron preocupaciones relacionadas con inundaciones recurrentes, deficiencias en el drenaje, manejo de aguas pluviales, mantenimiento de canales, erosión costera, protección de la línea de costa, conservación de recursos naturales y la vulnerabilidad de las comunidades costeras ante amenazas de tsunami, ciclones tropicales y tornados. Los residentes también expresaron preocupaciones relacionadas con los impactos de proyectos de control de inundaciones existentes y propuestos, el deterioro de los sistemas naturales de drenaje, los cauces obstruidos, las inundaciones asociadas a ríos, quebradas y áreas costeras, así como la necesidad de preservar áreas ambientalmente sensibles y elementos naturales de protección. Comentarios adicionales destacaron la importancia de mejorar la preparación para emergencias, evaluar opciones de evacuación vertical, fortalecer la protección de ríos, quebradas, humedales y recursos costeros, atender las vulnerabilidades que afectan a los adultos mayores y a las comunidades costeras, y considerar un mayor uso de infraestructura verde y soluciones basadas en la naturaleza como parte de futuros esfuerzos de mitigación.

En respuesta, el Municipio incorporó estas preocupaciones al proceso de identificación de amenazas, evaluación de riesgos y desarrollo de estrategias de mitigación. Los comentarios de la comunidad fueron evaluados como parte de la evaluación de inundaciones, amenazas costeras, riesgo de tsunami, eventos de tornados y vientos extremos, protección de recursos naturales y vulnerabilidades asociadas al desarrollo futuro. Las aportaciones recibidas durante la reunión también apoyaron la consideración de acciones de mitigación relacionadas con la reducción del riesgo de inundaciones, el manejo de aguas pluviales, la preparación para emergencias, la educación pública, la protección de la línea de costa y de los recursos ambientales, las soluciones basadas en la naturaleza, la planificación de evacuaciones y la resiliencia de la infraestructura. El proceso de planificación también tomó en consideración comentarios relacionados con poblaciones vulnerables, instalaciones comunitarias y la protección a largo plazo de áreas costeras y ambientalmente sensibles.

El Apéndice C incluye las notas documentadas por la firma consultora de planificación durante la actividad, junto con la evidencia de apoyo. Toda la documentación cumple con los requisitos de protección de información de identificación personal (PII).

Resultados de la Segunda Reunión Pública

Un aviso de reunión pública para presentar el borrador del LHMP fue publicado el Click

or tap to enter a date. mediante _____. El aviso informó al público que la reunión se llevaría a cabo el Click or tap to enter a date. en _____ a las _____. También indicó que una copia impresa del borrador del LHMP estaría disponible en _____ durante el horario regular de trabajo. Además, el público tuvo la opción de acceder al borrador del LHMP a través de la página web _____. Copias del aviso público se incluyen en el Apéndice C.

Durante esta reunión, los participantes expresaron las siguientes preocupaciones: _____

El Municipio tomó las siguientes medidas para atender estas preocupaciones: _____. El Apéndice C incluye las notas documentadas por la firma consultora de planificación durante la actividad, junto con la evidencia de apoyo. Toda la documentación cumple con los requisitos de protección de información de identificación personal (PII).

2.6 Participación de las Partes Interesadas (A2-A)

El Municipio llevó a cabo esfuerzos de divulgación dirigidos a partes interesadas externas, incluyendo agencias gubernamentales y municipios vecinos, mediante correspondencia formal dirigida a jefes de agencias y alcaldes. Copias de estas cartas de invitación se incluyen en el Apéndice D. Se alentó a las partes interesadas a someter sus aportaciones ya fuera por correo electrónico o participando en el proceso de participación pública.

Las aportaciones de las partes interesadas internas se obtuvieron a través del Comité de Planificación. El Apéndice D también incluye cualquier respuesta escrita o correspondencia recibida de las partes interesadas durante este proceso de divulgación.

2.6.1 Fuentes de Datos para el Análisis de Amenazas

La siguiente tabla presenta los conjuntos de datos utilizados para la evaluación de cada amenaza. La Tabla 4 identifica las amenazas consideradas en este LHMP y las correspondientes fuentes de datos utilizadas para respaldar su evaluación.

Tabla 4. Fuentes de Datos para la Evaluación de Amenazas y Riesgos

Amenaza	Fuentes de Datos	Comentarios
Terremoto	USGS, FEMA	Se utilizó HAZUS 6.1
Deslizamientos de Terreno	USGS	
Tsunami	NOAA, FEMA	
Inundaciones	FEMA	Se utilizó HAZUS 6.1
Ciclones Tropicales/Vientos Extremos	FEMA	Se utilizó HAZUS 6.1
Calor Extremo	NOAA	
Sequía	NDIM	
Incendios Forestales	Negociado del Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico	
Dinámica Costera a Largo Plazo	NOAA, UPR-COREPI	
Pandemia/Epidemia	Departamento de Salud de Puerto Rico	

2.7 Líneas Vitales de FEMA

El *Manual de Planificación Local de Mitigación* y la *Guía de FEMA para la Planificación Local de Mitigación de Riesgos* destacan la importancia de integrar las líneas vitales críticas en el proceso de planificación de mitigación de riesgos. FEMA define las líneas vitales como servicios esenciales que sostienen la seguridad pública, la estabilidad económica y la continuidad del gobierno y de la vida diaria antes, durante y después de una emergencia o desastre. Estas líneas vitales sirven como un marco para priorizar recursos y acciones que son esenciales para reducir la pérdida de vidas y propiedades y apoyar una recuperación eficiente y rápida después de eventos de amenaza (FEMA, 2023).

FEMA identifica ocho (8) líneas vitales principales:

- **Seguridad y Protección:** Incluye los cuerpos del orden público, los servicios de bomberos, las operaciones de búsqueda y rescate, los servicios gubernamentales y las funciones de seguridad comunitaria.
- **Alimentos, Hidratación y Refugio:** Incluye los sistemas de alimentos, el acceso al agua, los refugios de emergencia y los recursos agrícolas.
- **Salud y Servicios Médicos:** Incluye la atención médica, los servicios de salud pública, el traslado de pacientes, las cadenas de suministro médico y la administración de instalaciones de atención médica.

- **Energía:** Incluye la red de energía eléctrica y los sistemas de suministro de combustible.
- **Comunicaciones:** Incluye la infraestructura de comunicaciones, las comunicaciones para respondedores, los sistemas de alerta y advertencia, los servicios financieros, las operaciones del 911 y el despacho de emergencias.
- **Transportación:** Incluye las carreteras, los sistemas de vehículos de motor, la transportación colectiva, los ferrocarriles, la aviación y la transportación marítimo.
- **Materiales Peligrosos:** Incluye las instalaciones y sistemas asociados con materiales peligrosos, contaminantes y sustancias contaminantes.
- **Sistemas de Agua:** Incluye la infraestructura de agua potable y los sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales.

Cada una de estas líneas vitales está respaldada por sublíneas vitales que permiten a las jurisdicciones identificar vulnerabilidades y priorizar acciones de recuperación con mayor precisión. En conjunto, permiten a los administradores de emergencias y a los encargados de la toma de decisiones evaluar rápidamente las condiciones, enfocar las operaciones de respuesta en las necesidades más críticas y coordinar acciones que afectan directamente la vida humana y la estabilidad de la comunidad.

Al monitorear el estado y la funcionalidad de las líneas vitales, las jurisdicciones pueden responder de manera más efectiva durante emergencias, minimizar los impactos en cascada y acelerar una recuperación más resiliente. Una discusión detallada de las líneas vitales y su relevancia para el Municipio de Aguada se presenta en la Sección 3.5.

3. Perfil Municipal

El Municipio de Aguada está ubicado en la costa oeste de Puerto Rico. Limita con los siguientes municipios: al norte, Aguadilla; al sur, Rincón y Añasco; al este, Moca; y al oeste, Rincón.

Aguada está subdividido en dieciocho (18) barrios: Aguada Pueblo, Asomante, Atalaya, Carrizal, Cerro Gordo, Cruces, Espinar, Guanábanas, Guayabo, Guaniquilla, Jagüey, Lagunas, Mal Paso, Marías, Mamey, Naranjo, Río Grande de Añasco y Piedras Blancas.

El Mapa 1 muestra el área geográfica del Municipio de Aguada y los municipios adyacentes. El Mapa 2 muestra la distribución de sus barrios.

3.1 Fuentes de Datos para los Perfiles Municipales

El LHMP de Aguada ha sido actualizado utilizando los datos demográficos y socioeconómicos más recientes disponibles. Los perfiles municipales y las evaluaciones de riesgo se fundamentan principalmente en la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS) de cinco años para el período 2020–2024. Cuando información específica no está disponible mediante la ACS, las fuentes alternativas de datos se identifican y citan en las notas al calce correspondientes.

Además, el plan refleja el conocimiento más actualizado sobre amenazas y prácticas de mitigación. Las referencias a planes, estudios e informes técnicos relevantes se presentan en notas al calce de página y se consolidan en la sección de Referencias.

Las capas GIS incluidas en el Capítulo 3 fueron provistas principalmente por la Oficina de GIS de la JPPR.

3.2 Trasfondo Histórico

El Municipio de Aguada, también conocido como la “Ciudad del Descubrimiento”, es uno de los 78 municipios de Puerto Rico. Está ubicado en la región de los valles costeros del oeste, bordeando el Océano Atlántico; al este de Rincón, al sur de Aguadilla, al oeste de Moca y al norte de Añasco. De acuerdo con el Área Estadística Metropolitana (MSA, por sus siglas en inglés) utilizada por el Censo, el municipio de

Aguada forma parte del Área Estadística Metropolitana de Aguadilla–Isabela–San Sebastián.

Aguada es considerado el segundo asentamiento fundado en la Isla, después de Caparra. Sus orígenes se remontan al año 1510, cuando Don Cristóbal de Sotomayor, teniente de Juan Ponce de León, estableció el primer asentamiento bajo el nombre de Villa de Sotomayor. Posteriormente, en 1692, el rey Carlos II de España elevó de categoría este pequeño asentamiento, junto con los pueblos de Ponce, Arecibo, Coamo y Loíza. Históricamente, Aguada era conocida como la Villa de San Francisco de Asís de la Aguada. El nombre Aguada hace referencia al lugar donde los barcos españoles hacían escala para abastecerse de agua dulce, mientras que San Francisco de Asís hace referencia al monasterio que el rey Fernando ordenó construir en el área, destacando la importancia religiosa del pueblo durante el período colonial.

3.3 Geografía

El Municipio de Aguada cubre un área de 19,911.55 cuerdas, equivalente a 30.21 millas cuadradas. Aguada está ubicado dentro de los Llanos Costeros del Oeste de Puerto Rico, una región caracterizada por suelos aluviales fértiles y un paisaje que transiciona desde tierras bajas costeras hacia suaves colinas interiores. Aunque gran parte del municipio presenta un relieve relativamente llano, el área sur alcanza elevaciones mayores, formando parte del sistema de lomas de San Francisco, también conocido como La Cadena, el cual se extiende a través de la porción sur del municipio.

Las elevaciones más destacadas dentro de Aguada incluyen:

- Pico Atalaya, ubicado en el límite entre Aguada y Rincón, con una elevación aproximada de 362 metros (1,187 pies).
- Cerro Gordo, ubicado en el barrio del mismo nombre, con una elevación aproximada de 260 metros (853 pies).
- Colinas menores, incluyendo Casualidad, Cayures, San José, Vadi y el cerro Vieques, las cuales no exceden los 76 metros (249 pies) sobre el nivel del mar.

Estas características geográficas crean una topografía variada en la que las llanuras costeras dominan la mitad norte del municipio, mientras que el terreno más accidentado se concentra hacia el sur.

Aguada también es atravesado por varios ríos de importancia hidrológica, incluyendo el Río Cañas, el Río Culebrinas y el Río Culebra, los cuales influyen en los patrones de drenaje del municipio y contribuyen a la susceptibilidad local a inundaciones (Municipio de Aguada, 2024).[1]

El Mapa 1 ilustra la ubicación geográfica de Aguada dentro de la región occidental de Puerto Rico. El municipio ocupa una ubicación costera a lo largo del Océano Atlántico y forma parte de la llanura costera occidental de la isla. El mapa proporciona contexto regional al mostrar la ubicación de Aguada en relación con los municipios vecinos y resalta su posición entre las tierras bajas costeras al norte y las regiones interiores más montañosas al sur.

El Mapa 2 ilustra los límites de los barrios del municipio de Aguada. El municipio está subdividido en dieciocho barrios: Atalaya, Asomante, Barrio Pueblo, Carrizal, Cerro Gordo, Cruces, Espinar, Guanábano, Guaniquilla, Guayabo, Jagüey, Lagunas, Mal Paso, Marías, Naranjo, Piedras Blancas, Río Grande de Añasco y Mamey. El mapa muestra la distribución espacial y extensión de estas unidades administrativas, las cuales varían en tamaño y características geográficas. Los barrios costeros generalmente se localizan a lo largo de la porción norte del municipio, mientras que los barrios interiores de mayor tamaño ocupan las áreas más elevadas del sur y sureste.

[1] Muchos de los recursos utilizados para la preparación de la actualización del LHMP están en español. Para fines de uniformidad, las entradas bibliográficas y las citas de las fuentes serán traducidas al inglés.

Mapa 1. Área Geográfica

ÁREA GEOGRÁFICA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83

Mapa 2.Barrios

BARRIOS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83

Barrios
Municipio de Aguada
Municipios Colindantes



N

Escala: 1:60,000

0 750 1,500

Metros

3.3.1 Fisiografía

Aguada exhibe una estructura topográfica variada moldeada por las tierras bajas de la región de los valles costeros occidentales y el terreno ondulado a montañoso adyacente. Las descripciones regionales indican elevaciones que aumentan hacia las estribaciones entre Aguada y Maricao, donde la región más amplia incluye accidentes geográficos prominentes, tales como elevaciones asociadas con las estribaciones suroccidentales de la Cordillera Central. (EnciclopediaPR, 2010)

El Plan Territorial – Memorial (2024) enfatiza que esta transición entre los valles costeros y las tierras altas históricamente influyó en las decisiones de asentamiento, los patrones agrícolas y las rutas de circulación regional. Estos gradientes producen áreas de pendientes pronunciadas, estabilidad variable de los suelos y comportamientos complejos de escorrentía, las cuales hoy son directamente relevantes para la mitigación de riesgos, particularmente en lo relacionado con la susceptibilidad a deslizamientos de terreno, el acceso limitado en barrios de ladera y el aumento en las velocidades de escorrentía que ingresan a los vecindarios de los valles.

El Mapa 3 ilustra las características fisiográficas de Aguada y la distribución de la elevación a través del municipio. El mapa muestra una transición clara desde las llanuras costeras e interiores de baja elevación en las porciones norte y central de Aguada hacia terrenos progresivamente más elevados y accidentados en dirección al sur. Las elevaciones más bajas se concentran a lo largo de la costa del Océano Atlántico y en gran parte de la porción central del municipio, incluyendo áreas de Espinar, Carrizal, Guaniquilla, Asomante, Guanábano, Guayabo y Barrio Pueblo.

La elevación aumenta gradualmente hacia el sur, donde se observan colinas y terrenos montañosos más pronunciados en los barrios Atalaya, Lagunas, Naranjo, Cerro Gordo, Marías, Cruces y Jagüey. Según el mapa, las elevaciones municipales varían desde niveles cercanos al nivel del mar hasta más de 360 metros sobre el nivel medio del mar, concentrándose los terrenos de mayor elevación a lo largo del límite municipal sur adyacente a Añasco, Moca y la región interior montañosa.

Este gradiente de elevación de norte a sur influye en los patrones de drenaje, el uso de terrenos, la accesibilidad de la transportación y la exposición a amenazas en todo Aguada. Las áreas costeras y los valles más llanos han favorecido históricamente un mayor desarrollo y conectividad, mientras que los sectores más empinados del sur presentan desafíos adicionales relacionados con la estabilidad de taludes y el

acceso. Desde la perspectiva de mitigación de riesgos, las áreas de mayor elevación pueden ser más susceptibles a deslizamientos de terreno y erosión durante eventos de lluvias intensas, mientras que la escorrentía generada en estas zonas altas contribuye a los sistemas de drenaje que fluyen hacia los valles bajos y la llanura costera del municipio.

Mapa 3.Fisiografía

FISIOGRAFÍA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

SPCS PR & VI NAD83

Elevación (Metros)

364.4161

-4.8380

Barrios

Municipio de Aguada

Municipios Colindantes



N

Escala: 1:60,000

0 750 1,500

Metros

3.3.2 Geología

Este territorio incluye porciones de la Caliza de Aguada y de la Formación Cibao. El área municipal restante corresponde a los períodos Paleoceno y/o Eoceno y está compuesta principalmente por limonita, arenisca, conglomerado, lava y toba. El Municipio de Aguada tiene un ancho promedio de aproximadamente 10 millas desde la costa hasta el punto donde se encuentra con las laderas de roca volcánica de la Cordillera Central. (Municipio de Aguada, 2024).

Aguada forma parte de la provincia geológica occidental de Puerto Rico, caracterizada por una combinación de formaciones sedimentarias y volcánicas que reflejan la compleja evolución tectónica de la isla. Las unidades sedimentarias presentes en el municipio, incluyendo la Caliza de Aguada y la Formación Cibao, están asociadas con los antiguos ambientes marinos de deposición de la isla, mientras que la presencia de conglomerados, lava, toba y otros materiales volcánicos hacia el sur indica la influencia de la actividad volcánica y plutónica asociada con el levantamiento de la Cordillera Central. Estas litologías contrastantes contribuyen a variaciones espaciales en la composición de los suelos, la capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas y la estabilidad del terreno, aspectos que constituyen consideraciones relevantes para la planificación de mitigación de riesgos, particularmente en relación con los deslizamientos de terreno, la erosión y el comportamiento de la infiltración subsuperficial.

3.3.3 Hidrografía

El sistema hidrográfico está compuesto por cuerpos de agua superficiales (como ríos y quebradas) y cuerpos de agua subterráneos. Los cuerpos de agua principales son el Río Culebrinas y el Río Grande de Añasco. El Río Culebrinas contiene uno de los tres valles aluviales más grandes del oeste de Puerto Rico. El río nace en Lares, fluye a través de San Sebastián y Moca, y continúa hacia el noreste hasta Aguada, donde desemboca en el Océano Atlántico. Otros cuerpos de agua importantes del municipio, que también forman parte de la cuenca del Río Culebrinas, incluyen los ríos Ingenio, Culebras y Guayabo. (Municipio de Aguada, 2024)

A lo largo de la costa de Aguada sobresale el promontorio conocido como *Boquerón*, ubicado en el barrio Carrizal. Además, el municipio contiene depósitos de manganeso y pequeñas cantidades de cobre. Según el *Atlas of Groundwater Resources of Puerto*

Rico and the U.S. Virgin Islands (1996) del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), la región central de Puerto Rico está clasificada como un acuífero de rocas volcaniclásticas, ígneas y sedimentarias. El atlas indica que los acuíferos de rocas volcaniclásticas, ígneas y sedimentarias son considerados acuíferos menores. Estos acuíferos generalmente producen menos de 10 galones por minuto en los pozos, particularmente en áreas afectadas por intrusiones de rocas plutónicas. El territorio municipal también contiene porciones del acuífero aluvial y del acuífero cársico costero del norte. (Municipio de Aguada, 2024)

El comportamiento hidrológico del municipio también está determinado por la presencia de depósitos aluviales y llanuras de baja elevación que facilitan la recarga natural de las aguas subterráneas e influyen en los patrones de escorrentía superficial. La precipitación estacional contribuye a las fluctuaciones del caudal, particularmente en quebradas intermitentes que se activan durante eventos de lluvias intensas y canalizan el drenaje hacia el sistema del Río Culebrinas. Estas dinámicas hidrológicas desempeñan un papel importante en la retención de humedad en el suelo y la recarga de los acuíferos en todo Aguada.

El Mapa 4 ilustra el sistema hidrográfico del Municipio de Aguada, destacando la extensa red de ríos, quebradas y tributarios que drenan el municipio hacia el Océano Atlántico. Los principales cursos de agua incluyen el Río Culebrinas, el Río Guayabo y el Río Grande de Añasco, así como elementos de drenaje costero como el Caño Madre Vieja y el Caño de Santi Ponce. En conjunto, estos cuerpos de agua forman un denso sistema de drenaje que influye en la hidrología local, los patrones de inundación y el manejo de cuencas hidrográficas en todo el municipio.

El Mapa 5 presenta las principales cuencas hidrográficas asociadas con Aguada. La mayor parte del municipio se encuentra dentro de la Cuenca del Río Culebrinas, mientras que porciones menores del área sur del municipio drenan hacia la Cuenca del Río Grande de Añasco. Estos límites de cuencas ilustran cómo las aguas superficiales generadas dentro de Aguada contribuyen a sistemas regionales de drenaje más amplios que se extienden más allá de los límites municipales.

El Mapa 6 ilustra las subcuencas hidrográficas asociadas con Aguada, incluyendo el Río Guayabo, la Desembocadura del Río Culebrinas, la Quebrada El Gallinero, la Quebrada Las Marías, el Caño de Santi Ponce–Río Grande de Añasco, el Caño La Puente, el Río Humata y las Cuencas Costeras al Este y Oeste de la Desembocadura del Río Culebrinas. Estas subcuencas definen los patrones locales de drenaje y ayudan a identificar cómo se transporta la escorrentía a través del municipio,

proporcionando información útil para la evaluación del riesgo de inundación, el manejo de aguas pluviales y los esfuerzos de protección de cuencas hidrográficas.

Mapa 4. Hidrografía

HIDROGRAFÍA



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

SPCS PR & VI NAD83

Hidrografía
Municipio de Aguada
Municipios Colindantes



N

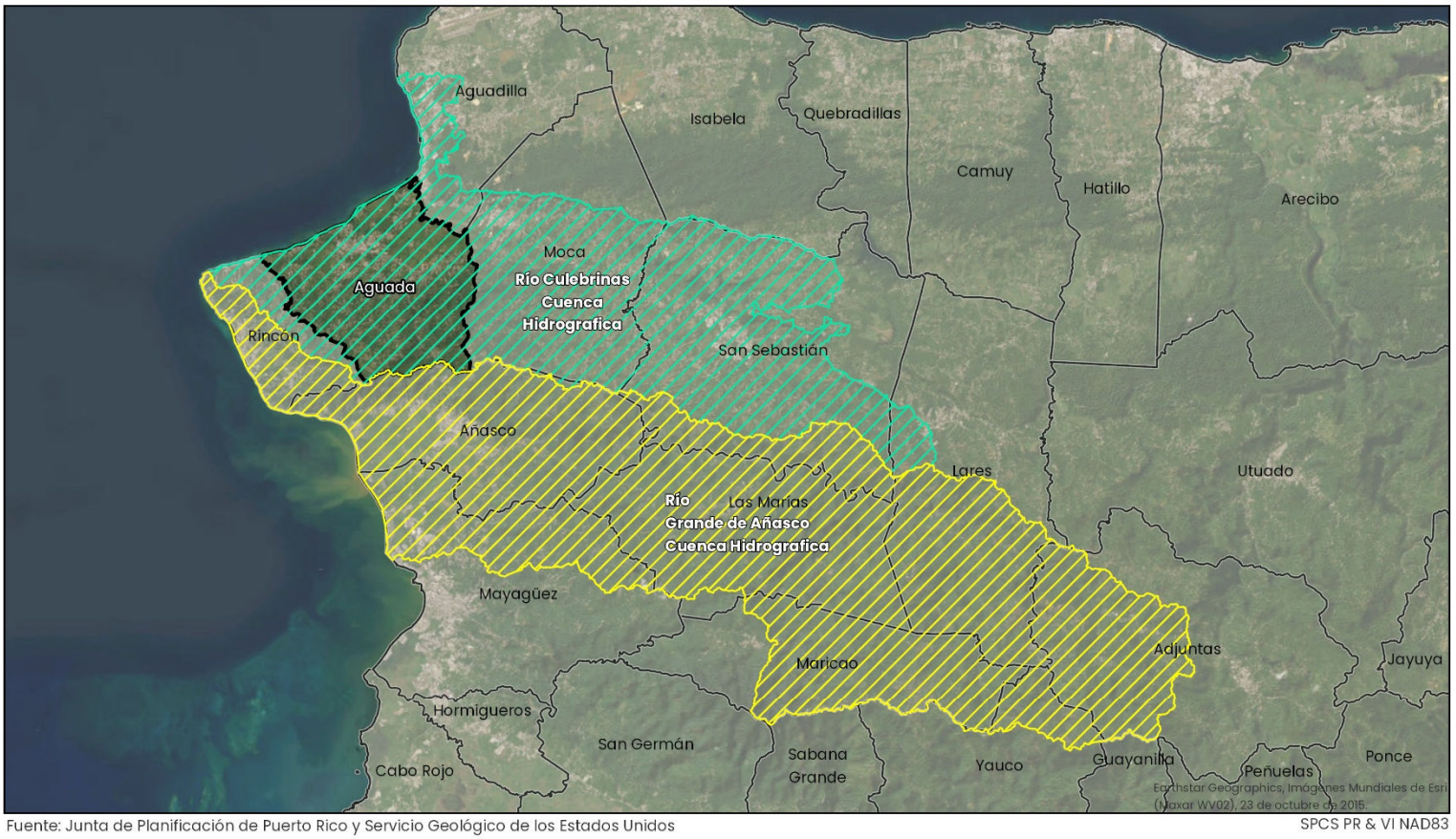
Escala: 1:60,000

0 750 1,500

Metros

Mapa 5. Cuencas Hidrográfica

Cuencas Hidrográfica



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Servicio Geológico de los Estados Unidos

SPCS PR & VI NAD83

Cuenca Hidrográficas

- Río Culebrinas Cuenca Hidrográfica
- Río Grande de Añasco Cuenca Hidrográfica

- Municipio de Aguada
- Municipios Colindantes



N

Escala: 1:300,000

0 4,000 8,000 Metros

Mapa 6. Sub Cuencas Hidrográficas



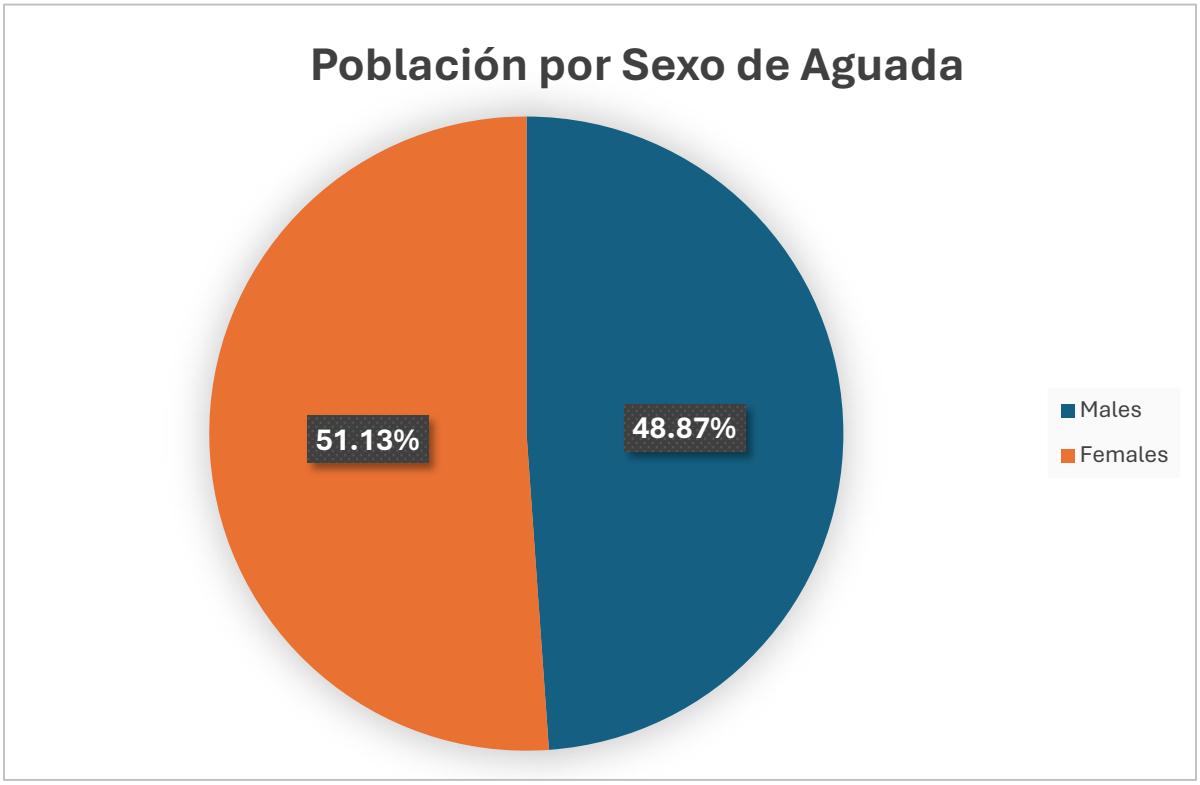
3.4 Demografía

3.4.1 Población Actual

De acuerdo con la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS 2024) de cinco años para el período 2020-2024[2], la población total de Aguada es de 37,758 habitantes. De estos, 18,451 son hombres y 19,307 son mujeres. La distribución porcentual es de 48.87% hombres y 51.13% mujeres. La razón de sexo es de 95.56 hombres por cada 100 mujeres (Oficina del Censo de los Estados Unidos, 2025).

De acuerdo con la ACS 2024, un total de 8,758 personas (23%) en Aguada tenían 65 años o más. Esto constituye casi una cuarta parte de la población total de Aguada. A su vez, 3,782 personas (10.00%) de la población tienen 75 años o más.

Figura 9. Población por Sexo (ACS 2024)



[2] Salvo que se indique lo contrario, todos los datos y análisis provienen del conjunto de datos de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS) de cinco años de 2024 para Aguada.

De acuerdo con la ACS 2024, un total de 8,758 personas (23%) en Aguada tenían 65 años de edad o más. Esto constituye casi una cuarta parte de la población total de Aguada. Por otro lado, 3,782 personas (10.00%) de la población tienen 75 años de edad o más.

3.4.2 Edad

Entre los grupos de menor edad, Aguada cuenta con 6,478 personas (17.10%) menores de 19 años. De estas, 1,950 (5.20%) tienen 9 años o menos. Entre los grupos de mayor edad, Aguada cuenta con 8,758 residentes (23.2%) que tienen 65 años de edad o más. Este LHMP considera a las personas menores de 19 años y mayores de 65 años como poblaciones vulnerables debido a su mayor sensibilidad a los efectos de los desastres naturales. Como resultado, se identifica que 15,236 residentes de Aguada (40.35% de la población) son especialmente vulnerables a los efectos de un desastre natural.

La siguiente tabla distribuye la población actual de Aguada por grupos de edad, según se establece en la Tabla DP05, Estimados Demográficos y de Vivienda de la ACS. La tabla también compara los datos de la ACS 2024 con los de la ACS 2015-2019 (ACS 2019).

Tabla 5. Población por Grupo de Edad: ACS 2024 vs. ACS 2019

Grupo de Edad	Población 2024	Porcentaje 2024	Población 2019	Porcentaje 2019	Cambio Neto	Tasa de Cambio
Menores de 5 años	1,066	2.80%	1,542	4.10%	-476	-30.87%
5 a 9 años	884	2.30%	2,069	5.50%	-1,185	-57.27%
10 a 14 años	2,479	6.60%	1,931	5.10%	548	28.38%
15 a 19 años	2,049	5.40%	2,411	6.40%	-362	-15.01%
20 a 24 años	2,248	6.00%	2,589	6.80%	-341	-13.17%
25 a 29 años	2,476	6.60%	2,499	6.60%	-23	-0.92%
30 a 34 años	2,048	5.40%	2,174	5.70%	-126	-5.80%
35 a 39 años	2,116	5.60%	2,341	6.20%	-225	-9.61%
40 a 44 años	2,753	7.30%	2,355	6.20%	398	16.90%
45 a 49 años	2,307	6.10%	2,493	6.60%	-186	-7.46%
50 a 54 años	2,538	6.70%	2,910	7.70%	-372	-12.78%
55 a 59 años	2,672	7.10%	2,641	7.00%	31	1.17%
60 a 64 años	3,364	8.90%	3,100	8.20%	264	8.52%
65 a 69 años	2,615	6.90%	2,185	5.80%	430	19.68%
70 a 74 años	2,361	6.30%	1,943	5.10%	418	21.51%

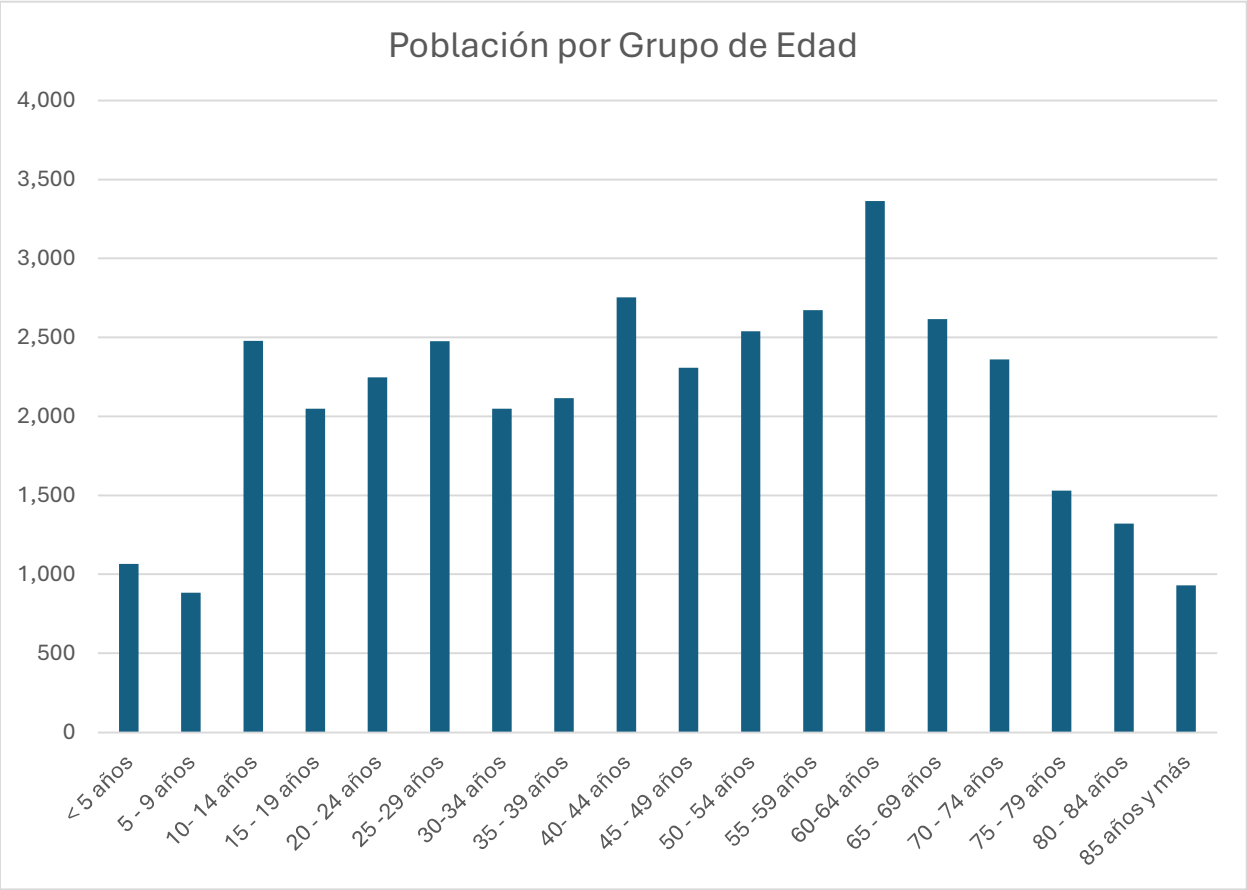
Grupo de Edad	Población 2024	Porcentaje 2024	Población 2019	Porcentaje 2019	Cambio Neto	Tasa de Cambio
75 a 79 años	1,530	4.10%	1,506	4.00%	24	1.59%
80 a 84 años	1,321	3.50%	774	2.00%	547	70.67%
85 años o más	931	2.50%	491	1.30%	440	89.61%
Total	37,758		37,954			

Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

La Tabla 5 muestra que, en Aguada, las mayores tasas de cambio negativas ocurrieron en el grupo de edad de 5 a 9 años (-57.27%), seguido por el grupo de menores de 5 años (-30.87%) y el grupo de 15 a 19 años (-15.01%). En contraste, las mayores tasas de cambio positivas se observaron en el grupo de 85 años o más (+89.61%), seguido por el grupo de 80 a 84 años (+70.67%) y el grupo de 70 a 74 años (+21.51%). En términos generales, el municipio experimentó una disminución total de población de 196 personas, equivalente a -0.52%, entre las estimaciones de la ACS de 2019 y 2024.

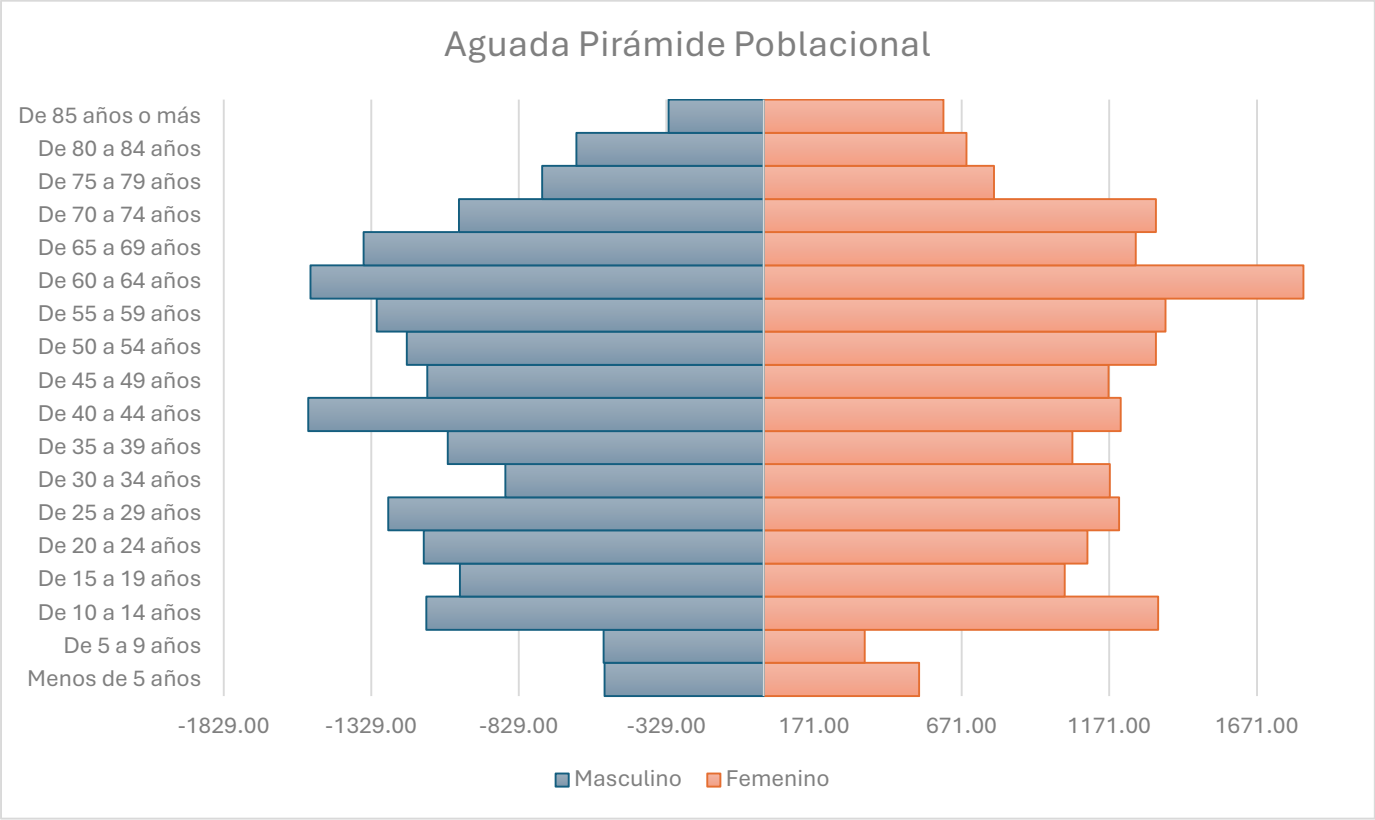
La Figura 10 muestra esta misma distribución por grupos de edad en forma de gráfica de barras, mientras que la Figura 11 presenta la pirámide poblacional, mostrando la distribución de hombres y mujeres entre los distintos grupos de edad. Como se observa en la Figura 11, la pirámide revela una estructura irregular, con una proporción notablemente mayor de adultos mayores en comparación con los grupos más jóvenes, lo que resalta el continuo envejecimiento demográfico del municipio.

Figura 10. Población por Grupo de Edad (ACS 2024)



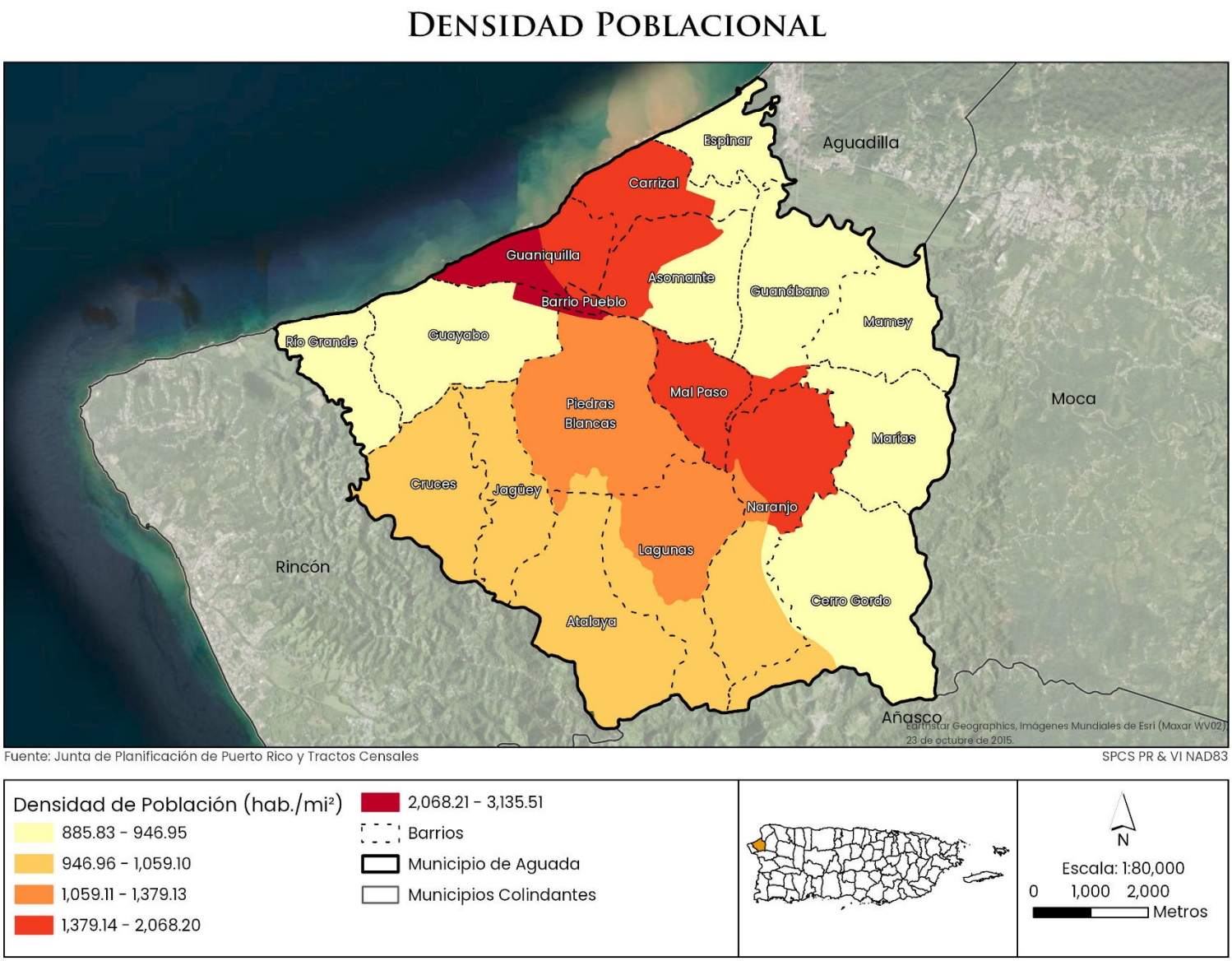
Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

Figura 11: Pirámide Poblacional (2024 ACS)



Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

Mapa 7. Densidad Poblacional según el censo



3.4.3 Características Socioeconómicas

3.4.3.1 Empleo

La Tabla 6 muestra la situación laboral del municipio de acuerdo con la ACS de cinco años para el período 2020-2024.

Tabla 6.Estadísticas Actuales de la Fuerza Laboral[3]

Variable[4]	Estimado	Porcentaje
Población de 16 años o más	33,010	
Fuerza laboral civil	12,813	38.80%
En la fuerza laboral	12,813	38.80%
Empleados	12,166	36.90%
Desempleados	647	2.00%
Fuerzas Armadas	0	0.00%
No en la fuerza laboral	20,197	61.20%
Tasa de desempleo		5.00%

Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

Los datos censales muestran que la población que forma parte de la fuerza laboral en Aguada es menor que la población que no forma parte de la fuerza laboral (38.80% en la fuerza laboral frente a 61.20% fuera de la fuerza laboral). En comparación con la ACS de cinco años para el período 2015-2019, el porcentaje de población en la fuerza laboral ha disminuido (38.80% en 2024 frente a 39.80% en 2019). En comparación con el Estado Libre Asociado de Puerto Rico en su totalidad, la población municipal en la fuerza laboral es menor (38.80% para Aguada frente a 46.40% para Puerto Rico).

---

[3] Tabla DP03 del Censo de los Estados Unidos: Características Económicas Seleccionadas.

[4] De acuerdo con la Oficina del Censo de los Estados Unidos y la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS), los términos *fuerza laboral* y *fuerza laboral civil* están relacionados, pero no son idénticos. La fuerza laboral civil consiste en todas las personas civiles no institucionalizadas de 16 años o más que están empleadas (trabajando o temporalmente ausentes de un empleo) o desempleadas (sin empleo, pero buscando trabajo activamente y disponibles para trabajar). La fuerza laboral es más amplia que la fuerza laboral civil. Incluye a todas las personas de la fuerza laboral civil (empleados y desempleados civiles), además de los miembros en servicio activo de las Fuerzas Armadas de los Estados Unidos. Las poblaciones institucionalizadas son personas que se encuentran en prisiones o instituciones de cuidado especializado.

La ACS 2024 mostró una tasa de desempleo de 5.00% para el municipio. Esto representa una disminución con respecto a la ACS de cinco años para el período 2015-2019 (5.00% en 2024 frente a 11.5% en 2019). En comparación con el Estado Libre Asociado de Puerto Rico en su totalidad, la tasa de desempleo es mayor (5.00% para Aguada frente a 10.7% para Puerto Rico).

3.4.3.2 Empleo por Industria

La siguiente tabla presenta el empleo por industria dentro del municipio, comparando los datos de la ACS de cinco años para el período 2020–2024 con los de la ACS de cinco años para el período 2015–2019. La última columna refleja el cambio porcentual en el empleo por industria entre ambos períodos de encuesta.

Tabla 7.Empleo por Industria: 2024 ACS vs 2019 ACS

Industria	ACS 2024 (Cinco Años)	Porcentaje 2024	ACS 2019 (Cinco Años)	Porcentaje 2019	Tasa de Cambio entre 2024 y 2019[5]
Agricultura, silvicultura, pesca, caza y minería	103	0.80%	31	0.30%	232.26%
Construcción	955	7.80%	1,025	9.10%	-6.83%
Manufactura	1,131	9.30%	1,077	9.60%	5.01%
Comercio al por mayor	301	2.50%	265	2.40%	13.58%
Comercio al detal	1,936	15.90%	1,710	15.20%	13.22%
Transportación, almacenamiento y servicios públicos	518	4.30%	484	4.30%	7.02%
Información	184	1.50%	250	2.20%	-26.40%
Finanzas y seguros, y bienes raíces y arrendamiento	407	3.30%	273	2.40%	49.08%
Servicios profesionales, científicos y de administración, y servicios administrativos y de manejo de desechos	1,686	13.90%	1,362	12.10%	23.79%

[5] La tasa de cambio porcentual se calcula utilizando la siguiente formula:

$$Cambio\ Porcentual = \frac{valor\ nuevo - valor\ original}{valor\ original} \times 100$$

Industria	ACS 2024 (Cinco Años)	Porcentaje 2024	ACS 2019 (Cinco Años)	Porcentaje 2019	Tasa de Cambio entre 2024 y 2019[5]
Servicios educativos, atención médica y asistencia social	1,846	15.20%	2,114	18.80%	-12.68%
Industria	ACS 2024 (Cinco Años)	Porcentaje 2024	ACS 2019 (Cinco Años)	Porcentaje 2019	Tasa de Cambio entre 2024 y 2019
Agricultura, silvicultura, pesca, caza y minería	103	0.80%	31	0.30%	232.26%
Construcción	955	7.80%	1,025	9.10%	-6.83%
Manufactura	1,131	9.30%	1,077	9.60%	5.01%

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

La Tabla 7 muestra las siguientes características de empleo para Aguada:

- La industria con el nivel más alto de empleo en Aguada en 2024 es la de "Servicios educativos, atención médica y asistencia social", ocupando el 15.20% de la fuerza laboral de Aguada. Esto puede explicar la gran cantidad de instalaciones de atención médica identificadas dentro de la jurisdicción del municipio en el análisis de la Línea Vital de Salud y Servicios Médicos en la Sección 3.5.3.
- En comparación con la encuesta de 2019, se observa que la industria de "Servicios educativos, atención médica y asistencia social" también fue la que presentó el nivel más alto de empleo. Sin embargo, esta industria registró el mayor nivel de crecimiento neto negativo entre todas las industrias de Aguada. La tasa porcentual entre 2019 y 2024 representó una variación de -12.68%.
- Las otras dos industrias que ocupan más del 10% de la población empleada son la industria de Comercio al Detal (15.90%) y la industria de Servicios profesionales, científicos y de administración, y servicios administrativos y manejo de desechos (13.90%).
- Las industrias que presentaron crecimiento negativo entre las encuestas de 2019 y 2024 son:
    - Servicios educativos, atención médica y asistencia social (-268 individuos o una tasa de cambio de -12.68%).
    - Artes, entretenimiento, recreación, alojamiento y servicios de alimentos (-449 individuos o una tasa de cambio de -40.45%).
    - Administración Pública (-35 individuos o una tasa de cambio de -4.92%).

    - Información (-66 individuos o una tasa de cambio de -26.40%).
- La industria que registró el mayor crecimiento neto fue la de Servicios profesionales, científicos y de administración, y servicios administrativos y manejo de desechos, con un incremento neto de 324 individuos. Esto representa una tasa de cambio porcentual de 23.79%.
- Otras industrias que registraron una tasa de cambio porcentual positiva son:
    - Agricultura, silvicultura, pesca, caza y minería (72 individuos o una tasa de cambio de 232.26%).
    - Manufactura (54 individuos o una tasa de cambio de 5.01%).
    - Comercio al por mayor (36 individuos o una tasa de cambio de 13.58%).
    - Comercio al detal (226 individuos o una tasa de cambio de 13.22%).
    - Transportación, almacenamiento y servicios públicos (34 individuos o una tasa de cambio de 7.02%).
    - Finanzas y seguros, y bienes raíces y arrendamiento (134 individuos o una tasa de cambio de 49.08%).
    - Servicios profesionales, científicos y de administración, y servicios administrativos y manejo de desechos (324 individuos o una tasa de cambio de 23.79%).
- En términos generales, la población empleada del municipio aumentó en 916 individuos, lo que representa una tasa de cambio de 8.14% entre 2019 y 2024.
- Un dato atípico interesante es la industria de "Agricultura, silvicultura, pesca, caza y minería", que presentó una tasa de cambio de 232.26%; sin embargo, incluso en 2024 esta industria emplea solamente a 103 individuos, o menos del 1% de la población empleada.

3.4.3.3 Nivel de Pobreza

La siguiente tabla muestra el porcentaje estimado del nivel de pobreza para las personas durante los últimos 12 meses. Esta información se utiliza para evaluar el bienestar económico de las personas y las familias. La tabla es esencial para comprender las condiciones económicas de diferentes grupos y para orientar el desarrollo e implementación de políticas dirigidas a reducir la pobreza, así como la vulnerabilidad de la población.

Tabla 8.Poverty Level - 2024 ACS

Población Total[6]	Número de personas por debajo del nivel de pobreza durante los últimos 12 meses	Porcentaje de la población por debajo del nivel de pobreza durante los últimos 12 meses
37,602	17,495	46.50%

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

3.4.3.4 Ingresos

De acuerdo con la ACS 2024, el ingreso mediano por hogar para Aguada fue de $21,501, mientras que el ingreso promedio por hogar fue de $31,531. La siguiente tabla muestra los ingresos y beneficios estimados para los hogares en el municipio.

Tabla 9.Ingresos y Beneficios por Hogar según la ACS 2024

Categoría	Número de Hogares	Porcentaje
Menos de $10,000	2,843	21.70%
$10,000 a $14,999	1,626	12.40%
$15,000 a $24,999	2,866	21.90%
$25,000 a $34,999	1,985	15.20%
$35,000 a $49,999	1,676	12.80%
$50,000 a $74,999	1,013	7.70%
$75,000 a $99,999	615	4.70%
$100,000 a $149,999	183	1.40%
$150,000 a $199,999	203	1.50%
$200,000 o más	90	0.70%
Total de hogares	13,100	100%

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

Esta tabla muestra que el 21.70% de todos los hogares en Aguada tienen ingresos menores de $10,000 al año. Mientras que el 56.00% de los hogares tienen ingresos menores de $25,000 al año. En comparación, para la ACS 2015-2019, el 30.10% de los hogares tienen ingresos menores de $10,000 y el 64.50% de los hogares tienen ingresos menores de $25,000.

[6] Tenga en cuenta que los datos del censo presentan una ligera discrepancia en el total de población reportado en este conjunto de datos y en otros conjuntos de datos.

3.4.3.5 Población con Discapacidades

La Tabla 10 presenta datos sobre las personas que viven con discapacidades basados en las estimaciones de cinco años de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS, por sus siglas en inglés) de 2015-2019 y 2020-2024. El municipio experimentó un aumento neto de 175 personas que viven con una discapacidad, lo que representa un aumento de 1.67 por ciento durante el período. El crecimiento se concentró entre los residentes de mayor edad, con la población de 65 a 74 años aumentando en un 6.72 por ciento y la población de 75 años o más aumentando en un 28.76 por ciento. En contraste, la cantidad de personas con discapacidades disminuyó entre los residentes de 18 a 34 años (-33.69 por ciento) y de 35 a 64 años (-7.50 por ciento). Estos hallazgos son relevantes para la planificación de mitigación de riesgos, ya que los adultos mayores y las personas con discapacidades a menudo enfrentan desafíos adicionales durante la evacuación, el alojamiento en refugios, la respuesta y la recuperación ante eventos de riesgos naturales.

Tabla 10. Población que vive con discapacidades

Grupo de Edad	2024	2019	Cambio Neto	Tasa de Cambio
Menores de 5 años	0	0	0	0
5 a 17 años	298	258	40	15.50%
18 a 34 años	500	754	-254	-33.69%
35 a 64 años	4,600	4,973	-373	-7.50%
65 a 74 años	2,571	2,409	162	6.72%
75 años o más	2,686	2,086	600	28.76%
Población Total que vive con una discapacidad	10,655	10,480	175	1.67%

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024 y ACS 2015-2019

La Tabla 11 proporciona información sobre los hogares en Aguada que reciben asistencia alimentaria, basada en los datos de la Encuesta sobre la Comunidad Estadounidense (ACS, por sus siglas en inglés) de 2020-2024 y 2015-2019 (Oficina del Censo de los Estados Unidos, 2025).

Tabla 11.Población que recibe asistencia alimentaria

Conjunto de Datos	2024	2019	Cambio Neto	Tasa de Cambio
Total de hogares en el municipio	13,100	12,830	270	2.10%

Conjunto de Datos	2024	2019	Cambio Neto	Tasa de Cambio
Hogares que reciben asistencia alimentaria	7,523	6,592	931	14.12%
Porcentaje de hogares que reciben asistencia alimentaria	57.40%	51.40%	_	_

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024 y ACS 2015-2019

Como se muestra en esta tabla, el número de hogares en Aguada que reciben asistencia alimentaria es de 7,523. El número total de hogares que reciben asistencia alimentaria ha aumentado en un 14.12% desde la ACS de 2019. La tabla muestra que el 57.40% de los hogares en Aguada reciben asistencia alimentaria y, por lo tanto, pueden considerarse en situación de inseguridad alimentaria.

3.4.3.6 Cobertura de Seguro de Salud

La Tabla 12 muestra la cobertura de seguro de salud para el municipio según la ACS 2020-2024.

Tabla 12. Datos de Seguro de Salud de la ACS 2024

Variable	Estimado	Porcentaje
Población civil no institucionalizada	37,602	
Con cobertura de seguro de salud	35,691	94.90%
Con seguro de salud privado	11,410	30.30%
Con cobertura pública	26,116	69.50%
Sin cobertura de seguro de salud	1,911	5.10%

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

Los datos muestran que 1,911 personas (5.10%) en Aguada no tienen ningún seguro de salud. Mientras tanto, el 69.50% de la población civil no institucionalizada depende de la cobertura pública de salud. Estos datos serán revisados nuevamente al discutir el riesgo de pandemia/epidemia.

3.4.4 Inventario de Viviendas y Otros Detalles Relacionados

Según la ACS 2024, Aguada tenía un total de 17,824 unidades de vivienda, de las cuales un total de 4,724 estaban desocupadas. Esto constituye el 26.50% del inventario total de viviendas del municipio. Según la ACS 2024, de las 13,100 unidades de vivienda ocupadas, 9,675 (73.90%) unidades estaban ocupadas por sus propietarios y 3,425 (26.10%) por arrendatarios.

La Tabla 13 muestra el año de construcción de las unidades de vivienda por rango.

Tabla 13. ACS 2024 - Unidades de Vivienda por Año de Construcción

Año de Construcción de la Estructura	Unidades de Vivienda	Porcentaje
Construidas en 2020 o después	8	0.00%
Construidas entre 2010 y 2019	743	4.20%
Construidas entre 2000 y 2009	1,693	9.50%
Construidas entre 1990 y 1999	1,990	11.20%
Construidas entre 1980 y 1989	3,297	18.50%
Construidas entre 1970 y 1979	5,979	33.50%
Construidas entre 1960 y 1969	3,083	17.30%
Construidas entre 1950 y 1959	821	4.60%
Construidas entre 1940 y 1949	112	0.60%
Construidas en 1939 o antes	98	0.50%
Total	17,824	100%

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

La ACS 2024 muestra que más de la mitad del inventario de viviendas fue construido entre 1970 y 1999. El Código de Construcción más reciente fue adoptado por el gobierno de Puerto Rico en 2018; antes de eso, la versión más reciente del Código de Construcción fue adoptada en 2011. Esto significa que al menos el 95.80% del inventario de viviendas fue construido antes del código de construcción actual y del inmediatamente anterior.

Por último, la Tabla 14 muestra los vehículos disponibles por unidad de vivienda ocupada.

Tabla 14. ACS 2024 - Vehículos por Unidad de Vivienda Ocupada

Variable	Unidades de Vivienda Ocupadas	Porcentaje
Ningún vehículo disponible	1,638	12.50%
1 vehículo disponible	5,229	39.90%
2 vehículos disponibles	4,384	33.50%
3 o más vehículos disponibles	1,849	14.10%
Total de Unidades de Vivienda Ocupadas	13,100	

Fuente: Oficina del Censo de los Estados Unidos, ACS 2020-2024

La ACS 2024 muestra que existen 1,638 unidades de vivienda que no cuentan con vehículos disponibles. Esto representa un asunto crítico, ya que el patrón de desarrollo

en el municipio es rural y/o suburbano, donde la transportación vehicular es necesario para la movilidad.

3.5 Línea Vital: Seguridad y Protección

La infraestructura se refiere a los sistemas físicos y organizacionales esenciales que apoyan el funcionamiento eficaz de una sociedad o economía. Incluye redes críticas tales como los sistemas de transportación (carreteras, puentes y ferrocarriles), la generación y distribución de energía, el suministro de agua, las telecomunicaciones y otros servicios que sostienen la actividad económica y la vida cotidiana. En conjunto, la infraestructura sirve como el marco fundamental que permite que las comunidades y las economías operen de manera confiable y eficiente (NIST, s.f.). La infraestructura se clasifica comúnmente en dos categorías: infraestructura física e infraestructura institucional.

La infraestructura física se refiere a las instalaciones y redes físicas que sustentan el funcionamiento de una sociedad y economía modernas. Esto incluye sistemas de transportación tales como carreteras, puentes, ferrocarriles y aeropuertos, así como sistemas de agua, redes eléctricas y redes de telecomunicaciones. Estos activos tangibles permiten el movimiento de personas y bienes, la distribución de energía y agua, y la transmisión de información.

La infraestructura institucional se refiere a las instituciones, servicios y sistemas que apoyan la estabilidad económica, la salud pública, el orden social y el desarrollo cultural. Esta categoría incluye instituciones educativas, sistemas de salud, agencias del orden público, servicios de respuesta a emergencias, parques e instalaciones recreativas. A diferencia de la infraestructura física, la infraestructura institucional se caracteriza por marcos organizacionales y servicios centrados en las personas que contribuyen al bienestar comunitario y a una gobernanza eficaz.

Como se describe en la Sección 2.7, FEMA define las Líneas Vitales Comunitarias como los servicios y sistemas más esenciales necesarios para mantener la operación ininterrumpida de las funciones críticas del gobierno y las empresas, a la vez que protegen la salud pública, la seguridad y la estabilidad económica. Estas líneas vitales constituyen los componentes fundamentales de una comunidad y, una vez estabilizadas, permiten que todos los demás sectores de la sociedad funcionen eficazmente. Durante eventos de desastre, cualquier interrupción de estas líneas vitales requiere una acción inmediata y coordinada para restablecer la estabilidad y

reducir los impactos en cascada. En consecuencia, la evaluación de la infraestructura existente se llevará a cabo en conformidad con el marco de Líneas Vitales Comunitarias de FEMA.

El Apéndice G presenta una tabla con los activos de infraestructura considerados críticos para Aguada.

3.5.1 Línea Vital: Seguridad y Protección

El propósito de la Línea Vital de Seguridad y Protección es proteger la vida y la propiedad mientras se mantiene la estabilidad social durante situaciones de emergencia. Esta línea vital se enfoca en reducir los riesgos inmediatos para la seguridad pública y la seguridad personal mediante la operación de agencias de seguridad pública, el acceso controlado a las áreas afectadas y la prevención del crimen, los disturbios civiles y la violencia. También abarca garantizar la seguridad y protección en refugios de emergencia, centros de distribución y otras instalaciones críticas durante las operaciones de respuesta y recuperación ante desastres.

FEMA indica que la interrupción de esta línea vital puede resultar en desorden social y una mayor vulnerabilidad comunitaria, por lo que su pronta restauración constituye una prioridad crítica. Las acciones de respuesta requieren una estrecha coordinación entre las agencias federales, estatales y locales, el despliegue de personal de seguridad, la implementación de medidas de control de tránsito y la protección de la infraestructura crítica.

El Mapa 8 identifica las instalaciones asociadas con la Línea Vital de Seguridad y Protección dentro de Aguada. Estas instalaciones se concentran principalmente cerca del centro urbano, con instalaciones adicionales distribuidas en todo el municipio. Su ubicación apoya la respuesta a emergencias, las operaciones de seguridad pública y las actividades de recuperación posteriores a los desastres.

3.5.2 Línea Vital: Alimentos, Hidratación y Refugio



La Línea Vital de Alimentos, Hidratación y Refugio tiene como propósito garantizar que las poblaciones afectadas por desastres tengan acceso oportuno a necesidades esenciales, incluyendo alimentos, agua potable y refugio seguro. Esta línea vital abarca el suministro de comidas listas para consumir, la distribución de agua, el establecimiento de refugios temporeros y la coordinación con organizaciones gubernamentales y voluntarias para satisfacer las necesidades humanas básicas. Las interrupciones de esta línea vital representan una amenaza inmediata para la vida; por lo tanto, las acciones de respuesta rápida son priorizadas para restablecer la disponibilidad de alimentos y la estabilidad de vivienda lo más pronto posible.

Aguada cuenta con varios refugios de emergencia designados para apoyar las necesidades de alojamiento del municipio durante eventos de desastre. Estas instalaciones están ubicadas en los barrios Guanábano, Piedra Blancas, Asomante, Jaguey y Mal paso, e incluyen la Escuela Eladio Tirado López, Little School Academy, Escuela Juana Rosario, Escuela Lydia Meléndez, Escuela Epifanio Estrada y Escuela Anselmo Villarrubia. La distribución de estos refugios en múltiples barrios ayuda a respaldar las operaciones de refugio de emergencia en diferentes sectores del municipio y proporciona alternativas para alojar a los residentes desplazados durante situaciones de emergencia. La presencia de refugios tanto en áreas centrales como periféricas fortalece la capacidad del municipio para proporcionar vivienda temporera y servicios esenciales para la vida a las poblaciones afectadas.

El Mapa 8 identifica las instalaciones asociadas con la Línea Vital de Alimentos, Hidratación y Refugio dentro de Aguada. Estas instalaciones se concentran cerca de las áreas desarrolladas y los corredores de transportación, mientras que instalaciones adicionales se distribuyen a través del municipio para apoyar las actividades de refugio de emergencia y distribución de recursos durante eventos de desastre.

3.5.3 Línea Vital: Salud y Medicina



El propósito de esta línea vital es garantizar la continuidad de los servicios médicos esenciales y la protección de la salud pública durante emergencias y desastres. Se enfoca en estabilizar la prestación de servicios de salud, garantizar el acceso a hospitales, clínicas, medicamentos y personal de salud, y mantener la capacidad para responder eficazmente a condiciones que amenazan la vida.

FEMA indica que la interrupción de esta línea vital puede tener consecuencias graves; por lo tanto, las acciones prioritarias se enfocan en restaurar las instalaciones médicas, desplegar equipos de respuesta de emergencia, garantizar la disponibilidad de suministros médicos críticos y coordinar esfuerzos entre agencias federales, estatales y locales.

El Mapa 8 identifica las instalaciones asociadas con la Línea Vital de Salud y Medicina dentro de Aguada. Varias instalaciones están ubicadas cerca del centro urbano, mientras que otras se distribuyen a través del municipio, apoyando el acceso a servicios de salud durante condiciones de emergencia y no emergencia.

3.5.4 Línea Vital: Energía



La Línea Vital de Energía está diseñada para garantizar la prestación confiable y segura de electricidad, gas y combustibles esenciales durante emergencias y eventos de desastre. Esta línea vital es fundamental para mantener la operación de instalaciones y servicios críticos, incluidos hospitales, sistemas de agua potable y aguas residuales, telecomunicaciones y otras infraestructuras que dependen de un suministro energético ininterrumpido.

FEMA reconoce que las interrupciones de los servicios energéticos representan una amenaza directa para la seguridad de la vida y la estabilidad comunitaria. En consecuencia, las acciones prioritarias de respuesta incluyen la rápida restauración de la red eléctrica, el despliegue de generadores a instalaciones críticas, la coordinación con los suplidores de combustible y la implementación de medidas temporeras para mantener la continuidad de los servicios. El Mapa 8 ilustra la distribución de las estaciones de gasolina dentro del municipio e indica una notable

falta de instalaciones de abastecimiento de combustible en la porción suroeste de la jurisdicción.

El Mapa 8 identifica las instalaciones asociadas con la Línea Vital de Energía dentro de Aguada. Estas instalaciones forman parte de la infraestructura que apoya los servicios eléctricos y de combustible a través del municipio y son críticas para mantener los servicios esenciales durante las operaciones de respuesta y recuperación ante desastres.

3.5.5 Línea Vital: Comunicaciones

El propósito de esta línea vital es garantizar la disponibilidad y confiabilidad de los sistemas esenciales de comunicación durante emergencias y eventos de desastre. Estos sistemas incluyen redes telefónicas, servicios de internet, radio, televisión y plataformas públicas de alerta y advertencia, todos los cuales son críticos para coordinar actividades de respuesta, difundir información oportuna y mantener la comunicación entre las autoridades y el público.

FEMA indica que la interrupción de la Línea Vital de Comunicaciones puede perjudicar severamente las operaciones de salvamento de vidas y la gestión efectiva de recursos. En consecuencia, las acciones prioritarias incluyen la restauración de la infraestructura de telecomunicaciones, el despliegue de soluciones temporeras de comunicación como sistemas satelitales, garantizar la redundancia dentro de las redes críticas y mantener canales de comunicación accesibles para el público.

El Mapa 8 identifica las instalaciones asociadas con la Línea Vital de Comunicaciones dentro de Aguada. Estas instalaciones apoyan las comunicaciones de emergencia, las actividades de coordinación, las notificaciones públicas y el intercambio de información durante eventos de desastre.

3.5.6 Línea Vital: Transportación

El propósito de la Línea Vital de Transportación es garantizar el movimiento seguro y eficiente de personas, bienes y servicios esenciales durante emergencias y eventos de desastre. Esta línea vital apoya la operación continua o la rápida restauración de rutas de transportación terrestre, aérea y marítima, permitiendo el acceso a recursos críticos tales como alimentos, agua potable,

atención médica y equipo de respuesta a emergencias.

FEMA indica que las interrupciones de los sistemas de transportación afectan directamente la capacidad para salvar vidas y distribuir suministros esenciales. En consecuencia, las acciones prioritarias incluyen la reapertura de carreteras, la reparación de puentes dañados, la restauración de las operaciones aeroportuarias y portuarias, y la coordinación con entidades estatales y privadas para mantener la cadena logística.

El Mapa 9 ilustra la red principal de transportación dentro del Municipio de Aguada. El municipio cuenta con el servicio de la PR-2, el principal corredor de transportación que proporciona conectividad regional con los municipios vecinos y con la región oeste de Puerto Rico en general. Las rutas secundarias, incluyendo la PR-115 y la PR-417, proporcionan conectividad este-oeste y facilitan el acceso entre el centro urbano, las comunidades costeras y los barrios interiores. Numerosas carreteras terciarias se extienden a través del municipio, conectando áreas residenciales y comunidades rurales. Mantener la funcionalidad de estos corredores de transportación es esencial para la respuesta a emergencias, evacuaciones, remoción de escombros y operaciones de recuperación posteriores a desastres.

3.5.7 Línea Vital: Materiales Peligrosos

El propósito de esta línea vital es prevenir liberaciones de materiales peligrosos, controlar derrames y proteger a las comunidades ubicadas cerca de instalaciones industriales, plantas químicas y corredores de transportación de materiales peligrosos.

FEMA indica que la interrupción o falla de la Línea Vital de Materiales Peligrosos puede resultar en consecuencias severas, incluyendo contaminación generalizada y el deterioro de servicios esenciales. En consecuencia, las acciones prioritarias incluyen la identificación de materiales peligrosos, la activación de equipos especializados de respuesta a Materiales Peligrosos (HazMat), la coordinación con agencias federales y estatales, y la implementación de protocolos de respuesta rápida. Aunque los materiales peligrosos pueden estar presentes en todo el municipio, es más probable que los incidentes relacionados con materiales peligrosos ocurran dentro de áreas industriales.

El Mapa 8 identifica las instalaciones asociadas con la Línea Vital de Materiales

Peligrosos dentro de Aguada. Estas instalaciones requieren una planificación de emergencia y coordinación adecuadas para minimizar los posibles impactos asociados con incidentes de materiales peligrosos.

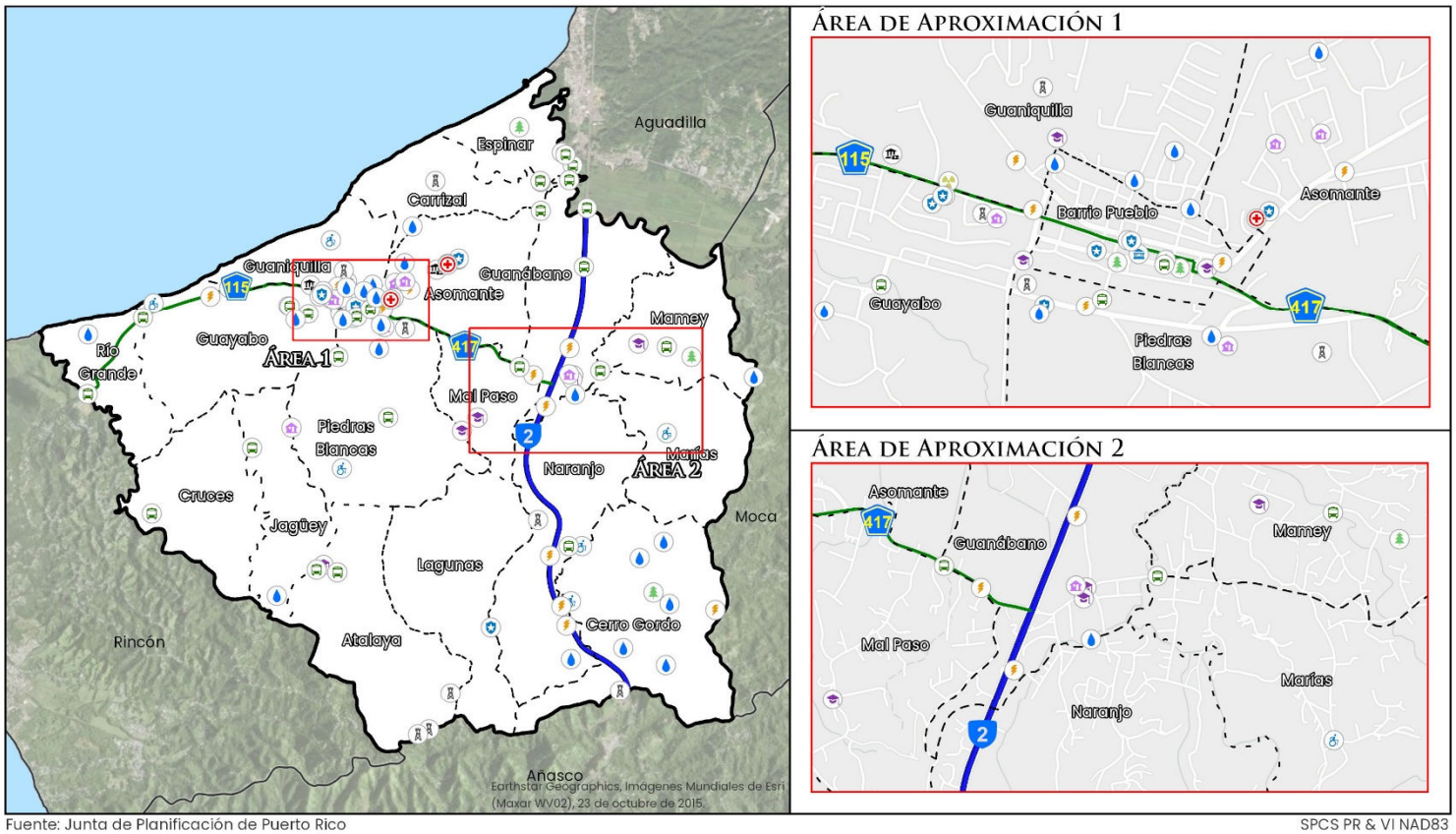
3.5.8 Línea Vital: Sistemas de Agua



Esta línea vital destaca el papel crítico de la infraestructura de agua en la respuesta y recuperación ante desastres. Su objetivo principal es garantizar el acceso confiable y la restauración oportuna de los servicios de agua potable y aguas residuales, los cuales son esenciales para la salud pública, la seguridad y la estabilidad económica. La Línea Vital de Sistemas de Agua está estructurada en torno a dos componentes centrales: Infraestructura de Agua Potable, que incluye la captación, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua; y Manejo de Aguas Residuales, que abarca la recolección, almacenamiento, tratamiento y descarga de aguas residuales. Al priorizar la protección y funcionalidad de los sistemas de agua, FEMA procura mantener las condiciones sanitarias, apoyar los servicios de salud y minimizar los impactos en cascada sobre la seguridad alimentaria y la resiliencia comunitaria en general.

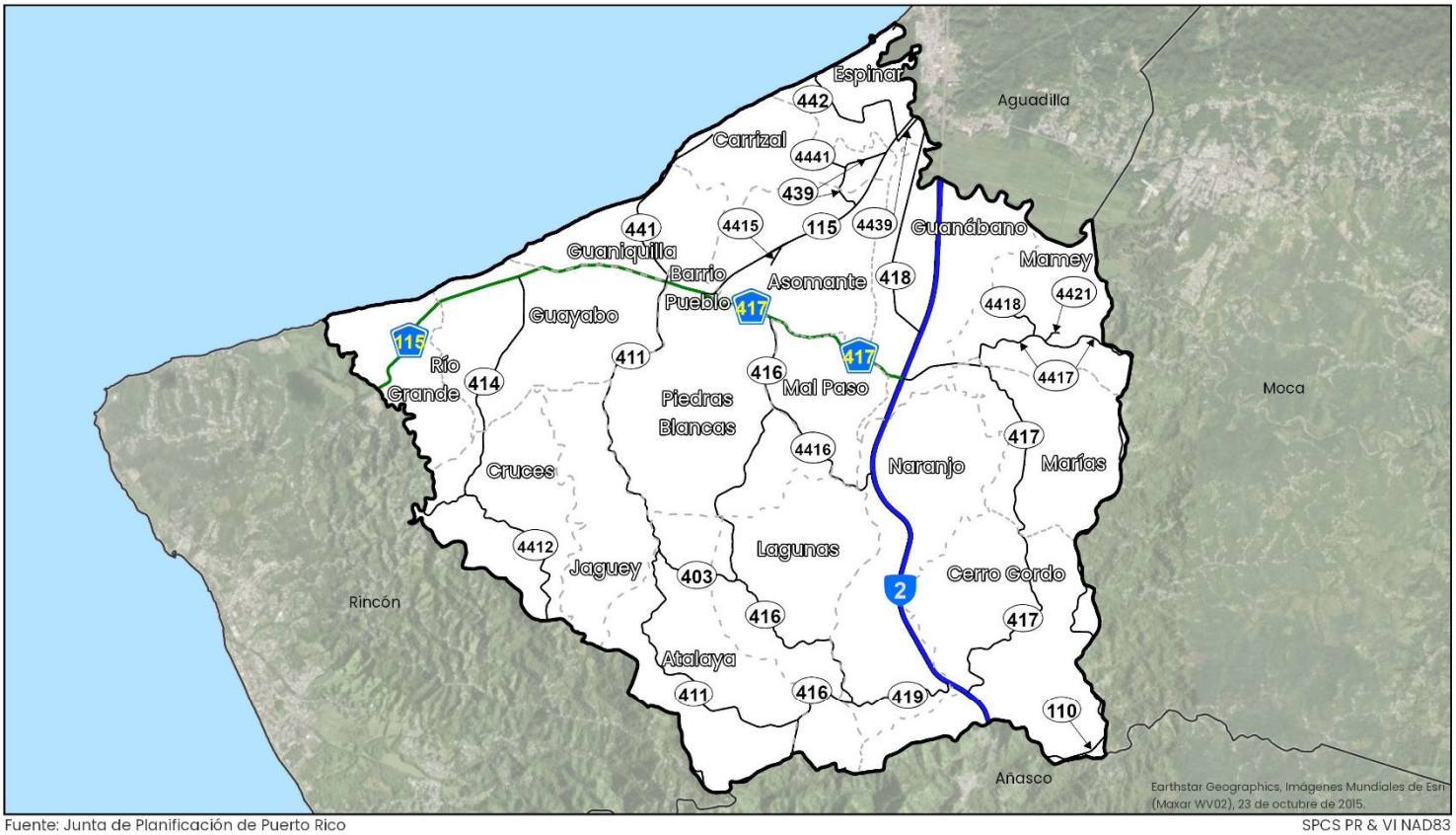
El Mapa 8 muestra las instalaciones del sistema de agua identificadas dentro del Municipio de Aguada. La infraestructura relacionada con el agua se distribuye a través del municipio, incluyendo instalaciones ubicadas dentro del centro urbano, comunidades costeras y barrios interiores. Esta distribución apoya las funciones de suministro de agua y manejo de aguas residuales en todo el municipio mientras provee servicio tanto a poblaciones urbanas como rurales. Proteger estas instalaciones de los impactos de los riesgos es esencial para mantener la salud pública, apoyar las operaciones de emergencia y garantizar la continuidad de los servicios tras eventos de desastre.

Mapa 8. Infraestructura Crítica por Línea Vital



Mapa 9. Carreteras

CARRETERAS



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

SPCS PR & VI NAD83

Identificación de Rutas

- Ruta Primaria
- Ruta Secundaria
- Tertiary Route

- Barrios
- Municipio de Aguada
- Municipios Colindantes



N

Escala: 1:80,000

0 1,000 2,000

Metros

3.6 Desarrollo Reciente (E1-a)

La planificación para la mitigación de riesgos también debe considerar las condiciones futuras de desarrollo. Para evaluar las tendencias de desarrollo anticipadas dentro del municipio, se evaluaron los patrones históricos utilizando datos de permisos de construcción aprobados entre 2020 y 2026. Este período comienza con el año de aprobación del plan de mitigación de riesgos anterior. Debe señalarse que los datos para 2026 están completos hasta el 30 de junio de 2026.

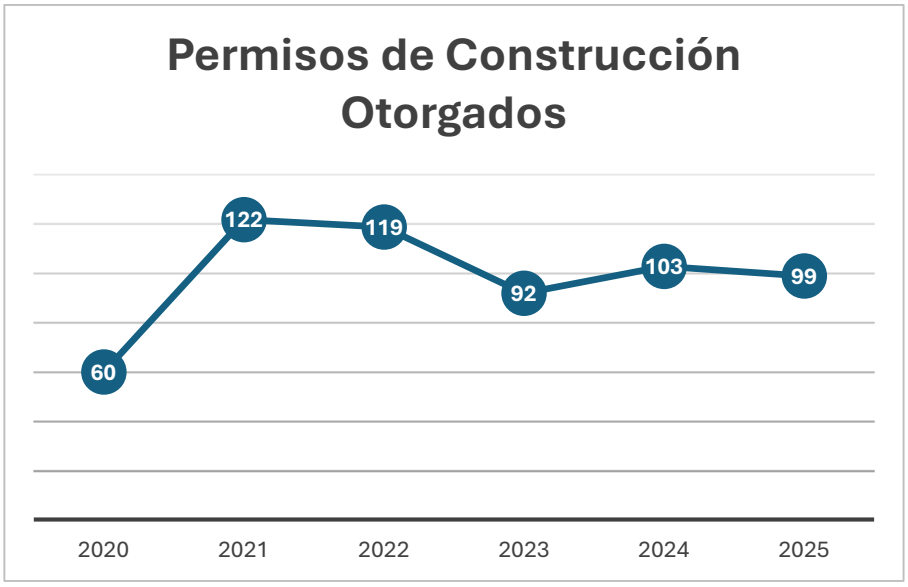
Los datos indican una actividad de construcción fluctuante entre 2020 y 2026. Las aprobaciones de permisos aumentaron de 60 en 2020 a un máximo de 122 en 2021 y permanecieron relativamente altas en 2022 con 119 permisos. La actividad de construcción disminuyó en 2023, cuando se aprobaron 92 permisos, pero se recuperó en 2024 con 103 permisos antes de disminuir nuevamente en 2025 a 99 permisos. Al 30 de junio de 2026, se habían aprobado 60 permisos. Según los datos disponibles, el Municipio de Aguada registra un promedio de aproximadamente 94 permisos de construcción aprobados por año durante el período de 2020 a 2025. La Tabla 15 y la Figura 12 presentan el número de permisos de construcción aprobados entre 2020 y 2026. Los Mapas 10 y 11 ilustran la distribución espacial de estos permisos. Para mejorar la legibilidad, los permisos se representan en dos mapas separados: uno que muestra los permisos emitidos entre 2020 y 2022 y otro que muestra los permisos emitidos entre 2023 y 2026. La actividad de permisos de construcción en Aguada permaneció distribuida por todo el municipio durante el período de 2020 a 2026, reflejando el desarrollo continuo residencial, comercial y de infraestructura. Las ubicaciones de los permisos se concentran principalmente en las porciones norte y central del municipio, particularmente en y alrededor de Barrio Pueblo, Guaniquilla, Guayabo y barrios vecinos, mientras que la actividad de desarrollo también es evidente en el interior rural. Para mejorar la legibilidad de los mapas y permitir una visualización más clara de las ubicaciones individuales de los permisos, los datos se han dividido en dos mapas separados: uno que muestra los permisos emitidos entre 2020 y 2022 y otro que muestra los permisos emitidos entre 2023 y 2026. La distribución espacial de los permisos proporciona una indicación de los patrones de crecimiento reciente y de las áreas donde el desarrollo futuro puede influir en la exposición del municipio a los riesgos naturales.

Tabla 15. Permisos de Construcción Aprobados 2020-2026

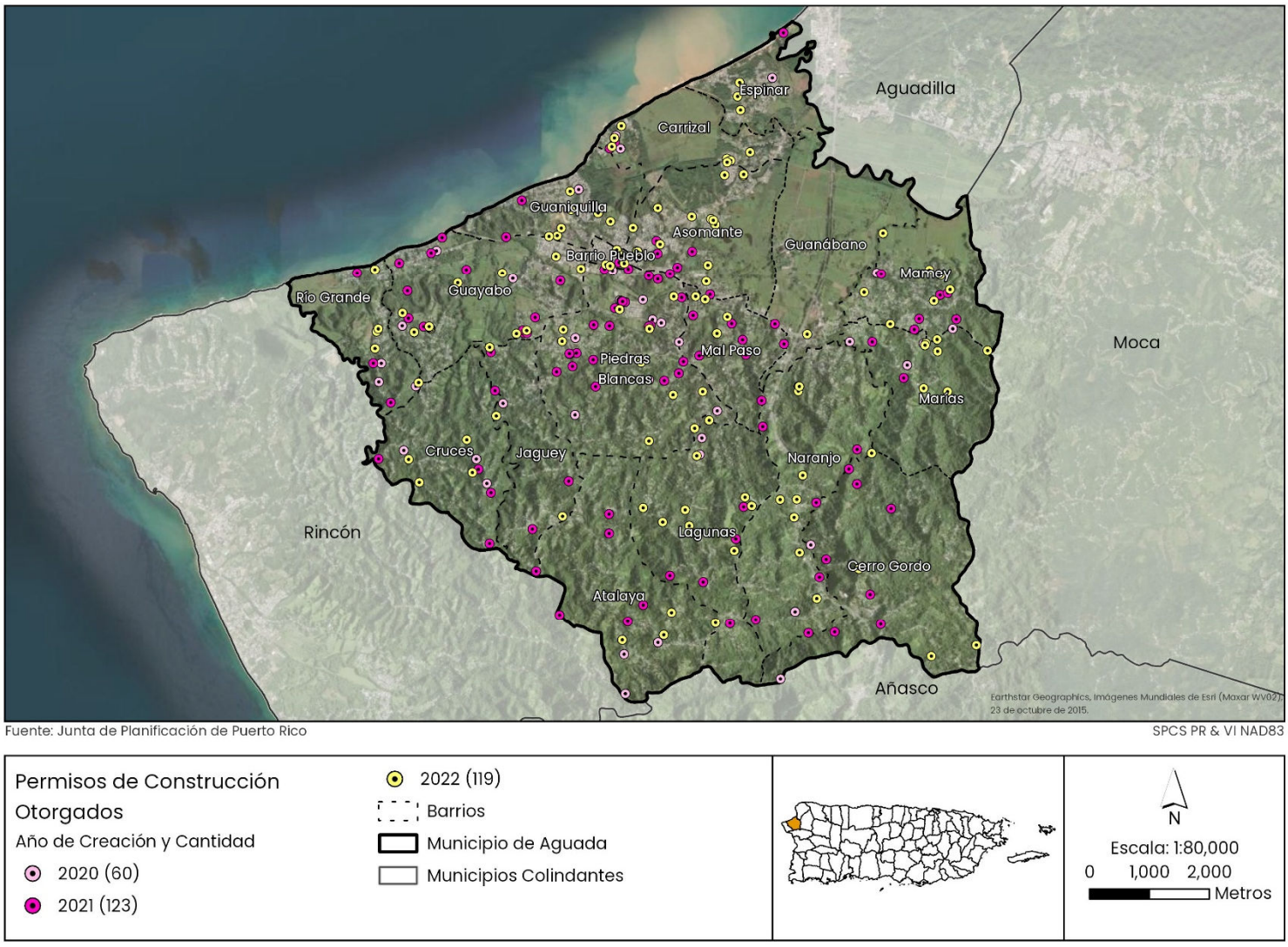
Permisos de Construcción Aprobados 2020-2026	
Años	Permisos Aprobado
2020	60
2021	122
2022	119
2023	92
2024	103
2025	99
2026	60

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

Figura 12. Permisos de Construcción Aprobados entre el 2020 al 2025



Mapa 10. Desarrollo Reciente entre el año 2020 al 2022



Mapa 11. Desarrollo Reciente entre el año 2023 al 2026



4. Perfiles de Riesgos y Evaluación de Riesgos

4.1 Nota sobre la Discusión de los Riesgos

El LHMP de 2020 dividía la discusión de los riesgos considerados en dos secciones separadas y no continuas. Esta disposición hacía que el análisis de los riesgos fuera complicado, ya que el lector tenía que desplazarse constantemente entre dos secciones diferentes de este extenso documento. Con el fin de mejorar esto, este nuevo LHMP presenta tanto el perfil del riesgo como el riesgo asociado en una sola sección.

4.2 Requisitos Reglamentarios

La regulación federal 44 C.F.R. § 201.6(c)(2) establece los requisitos relacionados con la identificación de riesgos y la evaluación de riesgos para los LHMP. El Plan LHMP debe incluir lo siguiente:

- Una evaluación que proporcione la base para identificar las actividades propuestas dirigidas a reducir las pérdidas asociadas con los riesgos identificados. Las evaluaciones locales de riesgos deben proporcionar información suficiente para permitir que la jurisdicción identifique y priorice acciones de mitigación apropiadas para reducir las pérdidas relacionadas con los riesgos identificados. La evaluación de riesgos debe incluir:
    - Una descripción del tipo, ubicación y magnitud de todos los riesgos naturales que puedan afectar la jurisdicción. Debe contener información sobre ocurrencias previas de eventos de riesgo y la probabilidad de riesgos futuros.
    - Una descripción de la vulnerabilidad de la jurisdicción a los riesgos identificados. Esta descripción debe incluir un resumen integral de cada riesgo y su impacto sobre la comunidad. Este Plan debe describir la vulnerabilidad en términos de:
        - El número de estructuras existentes, infraestructura e instalaciones críticas ubicadas dentro de las áreas de riesgo identificadas;
        - Una estimación de las pérdidas monetarias potenciales para las estructuras identificadas como vulnerables, junto con una descripción de la

metodología utilizada para preparar la estimación; y, por último,

- Una descripción general del uso de terrenos y de los patrones de desarrollo dentro de la comunidad para que las opciones de mitigación puedan considerarse en futuras decisiones sobre el uso de terrenos.

- Una descripción de todas las estructuras aseguradas bajo el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés) que hayan experimentado daños repetitivos por diferentes eventos de inundación. Debe indicar explícitamente si la comunidad participa en el NFIP y cumple con sus reglamentos. También debe incluir una tabla que muestre las pérdidas repetitivas de propiedades junto con una tabla de reclamaciones y pérdidas del NFIP.

4.3 Riesgos que Pueden Afectar al Municipio

Para determinar los riesgos que serán abordados en este LHMP, el Municipio revisó e integró información del Plan Estatal de Mitigación de Riesgos de Puerto Rico de 2021, el Plan Local de Mitigación de Riesgos de Aguada de 2020 y los LHMP más recientes de los municipios que comparten límites con Aguada. La siguiente tabla resume los riesgos abordados en estos Planes de Mitigación de Riesgos. Una marca de cotejo "✓" indica que el riesgo fue incluido en el plan correspondiente, mientras que una "✗" denota que no fue incluido.

Tabla 16. Inventarios Históricos de Riesgos

Riesgo	PRSHMP 2026	LHMP de Aguada 2020	Municipios Vecinos
Terremoto/Licuefacción	✓	✓	✓
Deslizamientos	✓	✓	✓
Tsunami	✓	✓	✓
Inundaciones	✓	✓	✓
Marejada Ciclónica	✓	✓	✓
Erosión Costera	✓	✓	✓
Aumento del Nivel del Mar	✓	✓	✓
Vientos Extremos	✓	✓	✓
Calor Extremo	✓	✓	✓
Sequía	✓	✓	✓

Riesgo	PRSHMP 2026	LHMP de Aguada 2020	Municipios Vecinos
Incendios Forestales	✓	✓	✓
Pandemia/Epidemia	✓	✖	✖

Después de revisar los perfiles de riesgo contenidos en estos documentos, el Municipio de Aguada determinó que los siguientes riesgos serán evaluados y analizados como parte del LHMP de 2026:

Tabla 17. Riesgos a ser Incluidos en el LHMP de Aguada 2026

Hazard	Included in Aguada 2026 LHMP?	Comments
Terremoto/Licuefacción	✓	Se incluye debido a la ubicación de Puerto Rico entre importantes fallas geológicas y la actividad sísmica de 2020.
Deslizamientos	✓	Se incluye debido a la alta propensión a deslizamientos de tierra en el territorio de Aguada.
Tsunami	✓	Se incluye debido a la ubicación de Puerto Rico entre importantes fallas geológicas y la actividad sísmica de 2020.
Inundaciones	✓	Se incluye debido a la presencia de extensas zonas inundables en el municipio que albergan infraestructura crítica.
Ciclón Tropical y Vientos Extremos	✓	Se incluye debido a que la región sureste de Puerto Rico ha sido el punto de entrada más recurrente para los huracanes que han tocado tierra en Puerto Rico en la historia registrada. (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2026)
Marejada Ciclónica	✓	Se incluye debido a la presencia de extensas llanuras costeras inundables e infraestructura crítica expuesta a este riesgo.
Modificación Costera a Largo Plazo	✓	Se incluye debido a que existe infraestructura crítica y vidas expuestas a este riesgo.

Hazard	Included in Aguada 2026 LHMP?	Comments
Vientos Extremos	✘	Incluido como parte de la discusión sobre ciclones tropicales.
Calor Extremo	✓	Incluido en el LHMP anterior. Las temperaturas superiores al promedio y la creciente frecuencia de eventos de calor extremo justifican su inclusión continua en el LHMP.
Sequía	✓	Se incluye debido a las sequías de 2014-2016 y a los períodos recientes de sequía moderada.
Incendios Forestales	✓	Los períodos de sequía, altas temperaturas y vegetación combustible han demostrado la vulnerabilidad del municipio a incendios que amenazan la seguridad pública, la propiedad y los recursos naturales.
Pandemia/Epidemia	✓	El municipio de Aguada incluyó este riesgo en el AHMP anterior. Será considerado en la actualización del LHMP debido a la declaración de emergencia por COVID-19 de 2020.
Represa de Alto Potencial de Riesgo	✘	Este riesgo no fue evaluado en este plan ya que el municipio no tiene exposición directa al riesgo dentro de su territorio ni por parte de municipios vecinos.

Para el resto de este documento, los riesgos serán evaluados en el siguiente orden:

Tabla 18. Orden de los Riesgos a ser Evaluados

Clasificación	Riesgo
Riesgos Geológicos	Terremoto
	Deslizamiento
	Tsunami
Riesgos Hidrológicos	Inundación
Riesgos Meteorológicos	Ciclón Tropical y Vientos Extremos
	Marejada Ciclónica
	Calor Extremo
	Sequía
Riesgos Ambientales	Incendios Forestales

Clasificación	Riesgo
	Modificaciones Costeras a Largo Plazo
Riesgos Biológicos	Pandemia/Epidemia
Riesgos Antropogénicos	Represa de Alto Potencial de Riesgo

4.4 Cronología de Eventos

Para evitar la duplicación de datos y facilitar la referencia durante la discusión del perfil de cada riesgo, el lector encontrará una cronología de eventos en la discusión del riesgo correspondiente.

4.5 Metodología de Evaluación de Riesgos

Esta sección describe las metodologías empleadas para evaluar los riesgos identificados. Dado que cada riesgo presenta características, necesidades de datos y niveles de incertidumbre distintos, se utilizaron múltiples enfoques analíticos para garantizar una evaluación de riesgos exhaustiva, precisa e integral.

4.5.1 HAZUS 6.1

HAZUS es una herramienta de evaluación de riesgos basada en Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés), desarrollada por FEMA para estimar las pérdidas potenciales asociadas con los riesgos naturales. El programa utiliza modelos científicos y conjuntos de datos espaciales para evaluar los impactos de eventos tales como terremotos, inundaciones, huracanes y tsunamis sobre los edificios, la infraestructura, la población y la economía local. HAZUS genera estimaciones detalladas de daños físicos, pérdidas económicas y consecuencias sociales, apoyando así la planificación para la mitigación de riesgos, la preparación para emergencias y los esfuerzos de recuperación. Al integrar datos sobre la intensidad del riesgo, la exposición y la vulnerabilidad, HAZUS permite a los responsables de la toma de decisiones priorizar las estrategias de mitigación y asignar los recursos de manera eficaz. Los siguientes riesgos se evaluaron utilizando la plataforma HAZUS 6.1:

- Terremoto
- Ciclón Tropical/Viento Extremo
- Inundación

- Tsunami

4.5.2 Modelación GIS Alternativa

Ciertos riesgos no se modelan actualmente en HAZUS; sin embargo, pueden evaluarse utilizando técnicas alternativas basadas en GIS. Se utilizó ESRI® ArcGIS Pro™ 3.6 para evaluar la vulnerabilidad a los riesgos mediante la incorporación de conjuntos de datos digitales de riesgos y la base de datos de información sobre riesgos descrita anteriormente. Utilizando estas capas de datos espaciales, se estimó la vulnerabilidad mediante la identificación del número de instalaciones críticas y edificios ubicados dentro de áreas propensas a riesgos. Es importante señalar que este método puede sobreestimar los niveles de exposición. En este LHMP, los siguientes riesgos se evaluaron utilizando este enfoque basado en GIS:

- Deslizamientos
- Marejadas Ciclónicas

4.5.3 Evaluación Estocástica de Riesgos

La metodología de evaluación estocástica de riesgos se aplicó para evaluar los riesgos que no son abordados por los modelos de riesgos existentes ni por los análisis basados en GIS. Este método es particularmente apropiado para los riesgos que carecen de límites geográficos definidos y, por lo tanto, no pueden examinarse de manera confiable mediante análisis espaciales. El enfoque permite incorporar las pérdidas anuales estimadas y los datos de impacto; sin embargo, la precisión de los resultados depende en gran medida de la disponibilidad y calidad de los conjuntos de datos subyacentes.

En el caso de este LHMP, los riesgos evaluados utilizando esta metodología son:

- Calor Extremo
- Sequía
- Incendio Forestal
- Pandemia/Epidemia
- Dinámicas Costeras a Largo Plazo

Esta metodología es particularmente apropiada para los riesgos que carecen de límites geográficos claramente definidos y, por lo tanto, no pueden evaluarse

mediante análisis basados en GIS. Permite incorporar las pérdidas anuales estimadas y los datos de impacto; sin embargo, la precisión de la evaluación depende en gran medida de la disponibilidad y calidad de los conjuntos de datos subyacentes.

4.6 Terremoto

4.6.1 Descripción (B1-a)

Un terremoto es un movimiento repentino de la corteza terrestre generado por ondas sísmicas que se propagan hacia afuera en todas las direcciones desde el foco, o punto de origen (FEMA, 1997). El foco es la ubicación dentro de la Tierra donde se inicia el desplazamiento de las rocas a lo largo de una falla, mientras que el epicentro se refiere al punto en la superficie terrestre situado directamente sobre el foco (Red Sísmica de Puerto Rico, 2019). Los terremotos pueden ocurrir debido a cambios de presión dentro de la corteza terrestre, incluyendo el movimiento de placas tectónicas, la ruptura de rocas, la actividad volcánica, los deslizamientos de terreno o el colapso de cavidades subterráneas.

La mayoría de los terremotos resultan de la liberación de tensión acumulada generada por el desplazamiento de rocas a lo largo de fallas dentro de la corteza exterior de la Tierra. Estas fallas generalmente se localizan a lo largo de los límites de las principales placas tectónicas del planeta. Los niveles más altos de inestabilidad tectónica ocurren en los márgenes de placas donde movimientos lentos y opuestos crean una presión sustancial debido a que las placas se desplazan en diferentes direcciones y a velocidades variables. Esta deformación a lo largo de los límites de placas provoca la acumulación de tensión en la roca circundante. Cuando la tensión acumulada supera la resistencia de la roca, ocurre una ruptura, liberando energía almacenada en forma de ondas sísmicas que se propagan hacia afuera y producen un terremoto (NMEAD, 2021).

Los terremotos pueden afectar extensas áreas geográficas, causando decenas de miles de millones de dólares en daños a la propiedad, pérdidas significativas de vidas, numerosas lesiones y una amplia interrupción de la estabilidad social y económica de las comunidades afectadas. La mayoría de los daños estructurales y de las muertes relacionadas con terremotos resultan del colapso de edificios provocado por el movimiento del terreno (NMEAD, 2021). La severidad de los impactos depende de la amplitud y duración del movimiento sísmico, las cuales están influenciadas por factores tales como la magnitud del terremoto, la proximidad a la ruptura de la falla y las condiciones geológicas locales y regionales (NMEAD, 2021). Los peligros

adicionales asociados con los terremotos incluyen deslizamientos de terreno donde masas de suelo y roca se desplazan cuesta abajo y la licuefacción, un proceso mediante el cual los suelos saturados pierden su rigidez y se comportan como un fluido. La licuefacción puede provocar que cimientos y estructuras que dependen de la estabilidad del suelo se desplacen, se inclinen o colapsen.

Puerto Rico está ubicado cerca del límite entre las placas tectónicas de América del Norte y el Caribe, dentro de una zona de subducción donde una placa desciende gradualmente por debajo de la otra. Este entorno tectónico se caracteriza por una actividad sísmica significativa y desplazamiento lateral. El movimiento relativo entre estas dos placas es de aproximadamente 2 centímetros por año (Red Sísmica de Puerto Rico, 2019). Según la Red Sísmica de Puerto Rico, la actividad sísmica en la región se concentra en ocho (8) zonas principales:

- La Fosa de Puerto Rico al norte,
- Las fallas de la pendiente norte y sur de Puerto Rico,
- La "Zona Sombrero", al noreste,
- El Pasaje de la Mona al oeste,
- El Cañón de la Mona al oeste,
- Las depresiones de las Islas Vírgenes y Anegada al este,
- La Fosa de los Muertos al sur,
- En el suroeste de Puerto Rico.

Para describir el tamaño de un terremoto, la sismología utiliza tres (3) términos principales: intensidad, magnitud y aceleración del terreno. La intensidad mide el nivel de sacudida experimentado por las estructuras y el entorno natural en una ubicación específica. Esta varía según la distancia desde el foco del terremoto y la duración de la sacudida. La magnitud se refiere a la cantidad de energía liberada durante el evento, según es registrada por los sismómetros. La aceleración del terreno expresa la fuerza de las ondas sísmicas que actúan sobre el terreno y se utiliza comúnmente para caracterizar la severidad de un terremoto (PRSN, 2019).
Los terremotos pueden generar una variedad de peligros secundarios, incluyendo licuefacción, deslizamientos de terreno, amplificación de ondas sísmicas y tsunamis. Para los propósitos de este análisis, el principal peligro secundario de interés es la licuefacción inducida por terremotos, ya que es una condición para la cual se pueden desarrollar estrategias de mitigación de manera efectiva una vez que las áreas susceptibles son identificadas y cartografiadas. La licuefacción se refiere al proceso mediante el cual ciertos suelos saturados pierden temporalmente su resistencia estructural y se comportan como un fluido denso, reduciendo significativamente su

capacidad de soporte de carga (PRSN, 2019). La licuefacción ocurre típicamente en áreas sustentadas por suelos arenosos de grano medio a fino que se encuentran saturados con agua y son de origen geológico relativamente reciente. Estas condiciones se encuentran principalmente a lo largo de los márgenes de los ríos y dentro de depósitos aluviales del Cuaternario (Q). Otro peligro secundario asociado con los terremotos es la amplificación de las ondas sísmicas. La amplificación de ondas sísmicas ocurre en depósitos aluviales gruesos donde las ondas sísmicas desaceleran, aumentando su oscilación y provocando que el terreno experimente sacudidas más fuertes y prolongadas.

4.6.1.1 Área Afectada (B1-B)

Los siguientes mapas miden la aceleración espectral y el desplazamiento espectral en los escenarios ejecutados de HAZUS.

Aceleración Espectral

La Aceleración Espectral es una medida utilizada principalmente en la ingeniería sísmica para describir cuán fuertemente el movimiento del terreno causado por un terremoto aceleraría una estructura con un período natural específico. Esta medida responde a la pregunta: "Si un edificio (o cualquier estructura) vibra naturalmente en un cierto período, ¿cuánta aceleración experimentaría durante un terremoto?" o qué tan fuerte está empujando el terreno al edificio en un período de vibración específico. Cuanto mayor sea la aceleración espectral, más fuertes serán las fuerzas que actúan sobre la estructura, lo que puede causar fallas estructurales si el edificio no está diseñado para soportarlas (USGS, 2019).

Desplazamiento Espectral

El Desplazamiento Espectral mide qué tan lejos se espera que una estructura se mueva (deforme) durante un terremoto, basado en su período natural de vibración y amortiguación; en otras palabras, responde a la pregunta: "Para un edificio con un período natural determinado, ¿cuál es el desplazamiento máximo que experimentaría durante la sacudida de un terremoto?" (National Institute of Building Sciences, 2020). Además, los mapas a continuación muestran el escenario Hazus para 0.3 segundos y 1.0 segundos. La diferencia está relacionada con la forma en que un terremoto impacta distintos tipos de estructuras según el período natural de vibración del edificio. Los mapas que muestran el escenario de 0.3 segundos pueden afectar edificios que son estructuras bajas y rígidas, como edificios de 1 o 2 pisos. Estos

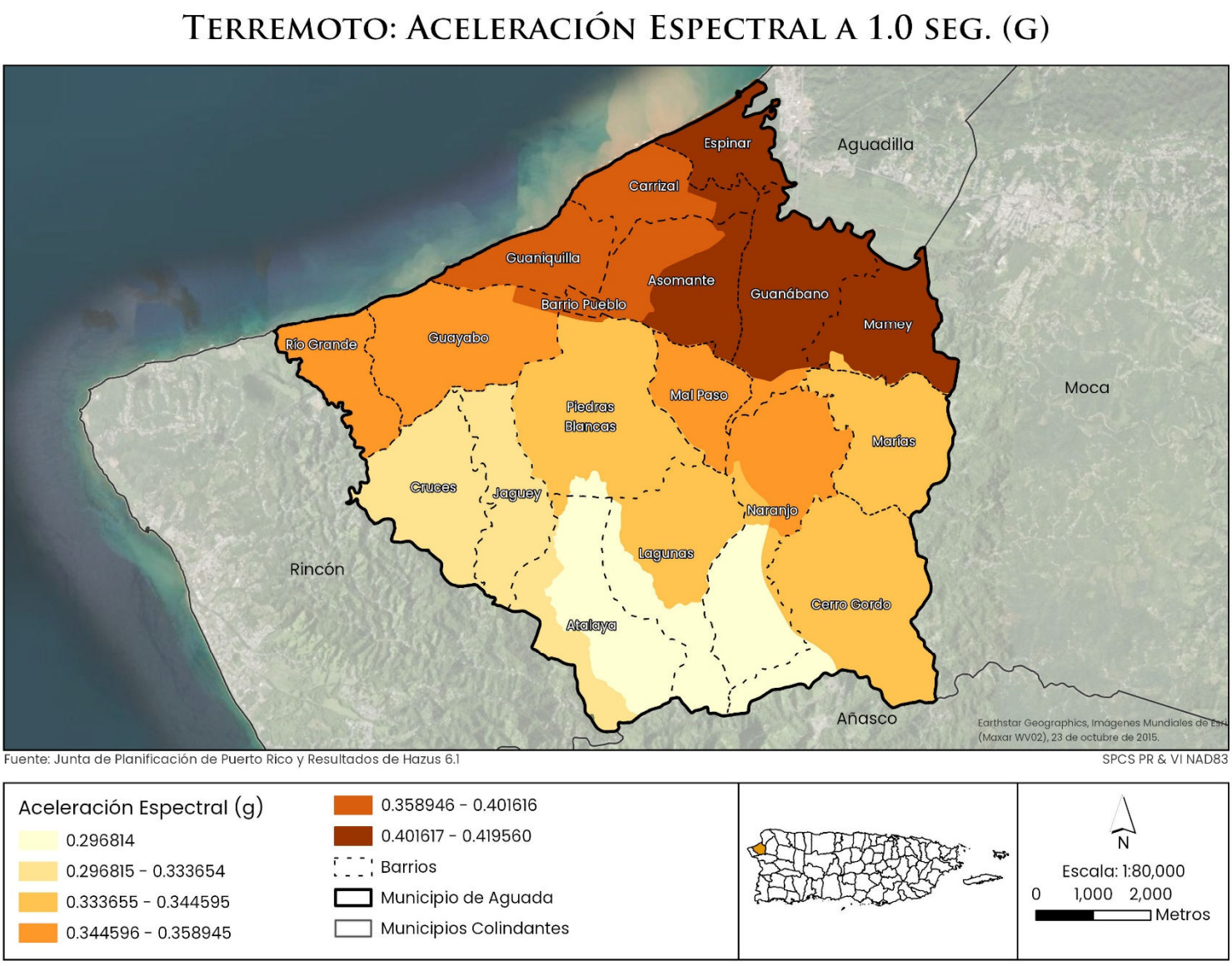
edificios son rígidos, por lo que vibran rápidamente cuando el terreno se sacude. Mientras que el escenario de 1.0 segundos es más importante para edificios que son estructuras más altas y flexibles, como edificios de mediana y gran altura. Estos edificios son más altos y menos rígidos y, por lo tanto, se balancean más lentamente (durante un período más largo) durante un terremoto (FEMA, Hazus Earthquake Model User Guidance, 2024).

El Mapa 12 ilustra la aceleración espectral para un período de 1.0 segundo. La aceleración espectral representa la intensidad del movimiento del terreno que las estructuras pueden experimentar durante un terremoto. El mapa indica variaciones espaciales en el movimiento esperado del terreno en todo el municipio, con algunas áreas exhibiendo valores de aceleración más altos que otras. Las áreas con mayor aceleración espectral pueden estar sujetas a fuerzas sísmicas más intensas y, por lo tanto, pueden experimentar mayores impactos sobre las estructuras y la infraestructura.

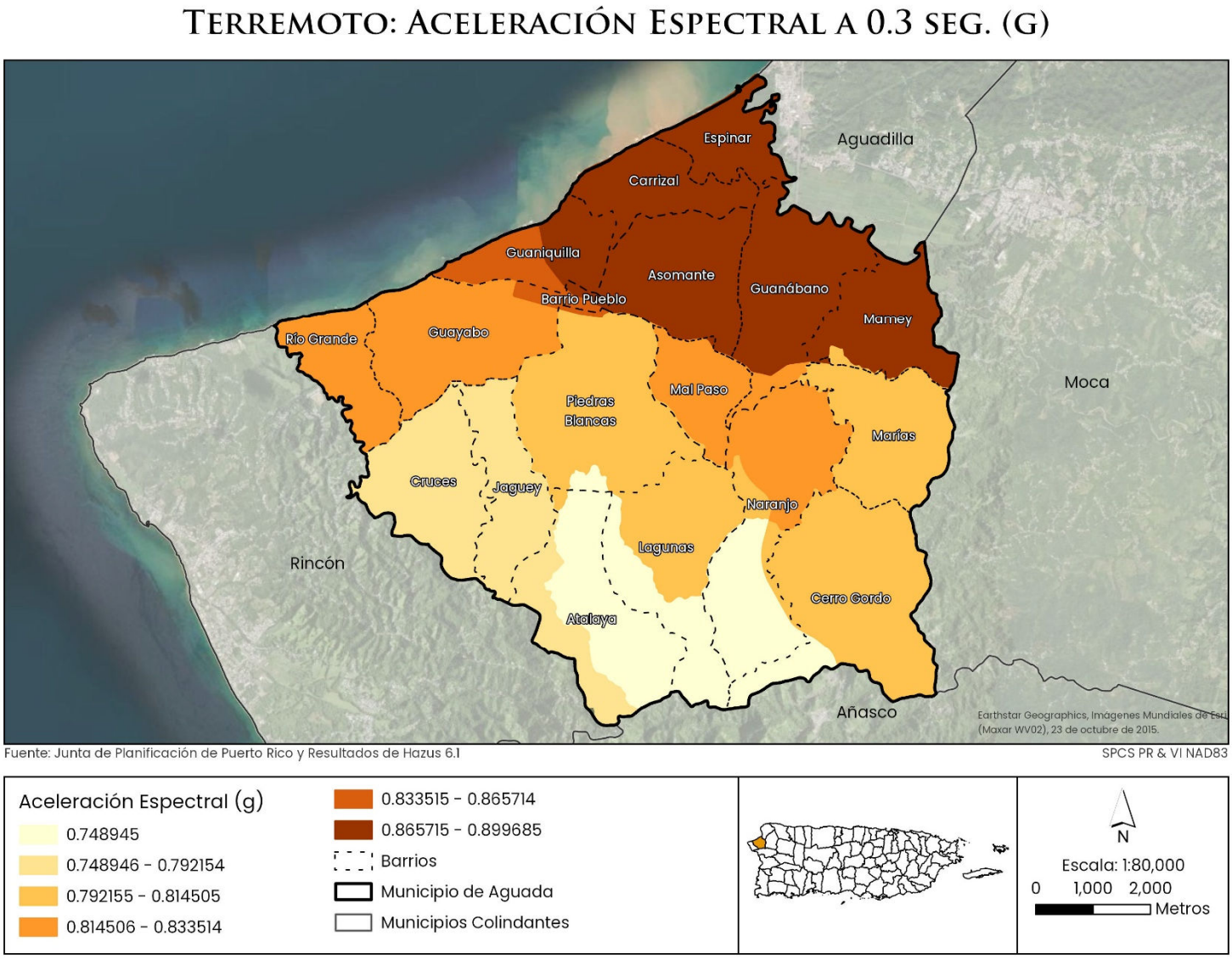
El Mapa 13 ilustra la aceleración espectral para un período de 0.3 segundos. El mapa proporciona una representación adicional del movimiento esperado del terreno durante un terremoto utilizando un período de respuesta estructural diferente. Similar al escenario de 1.0 segundos, el mapa muestra variaciones en la intensidad del movimiento del terreno a través del municipio que pueden afectar el desempeño de diferentes tipos de estructuras durante un evento sísmico.

Los Mapas 14 y 15 ilustran el desplazamiento espectral para períodos de 1.0 segundo y 0.3 segundos, respectivamente. El desplazamiento espectral representa el movimiento esperado de las estructuras durante la sacudida sísmica del terreno. Estos mapas identifican áreas donde puede ocurrir un mayor desplazamiento estructural y proporcionan información adicional para evaluar los posibles impactos de los terremotos. En conjunto, los análisis de aceleración espectral y desplazamiento espectral ayudan a caracterizar la distribución relativa de la amenaza sísmica en todo el municipio y respaldan la identificación de áreas que pueden requerir consideración adicional en futuros esfuerzos de mitigación.

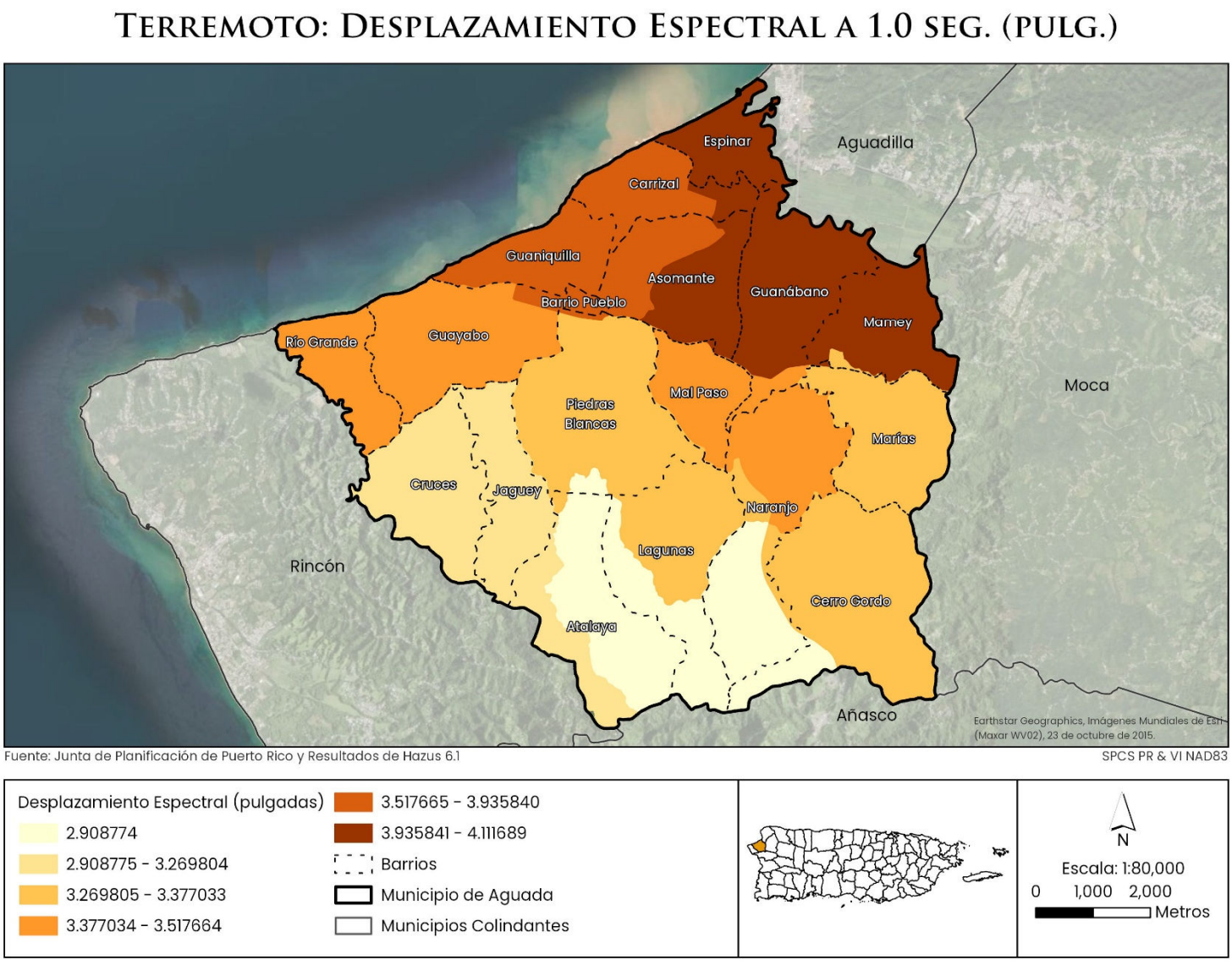
Mapa 12. Terremoto: Aceleración Espectral a 1.0 seg. (g)



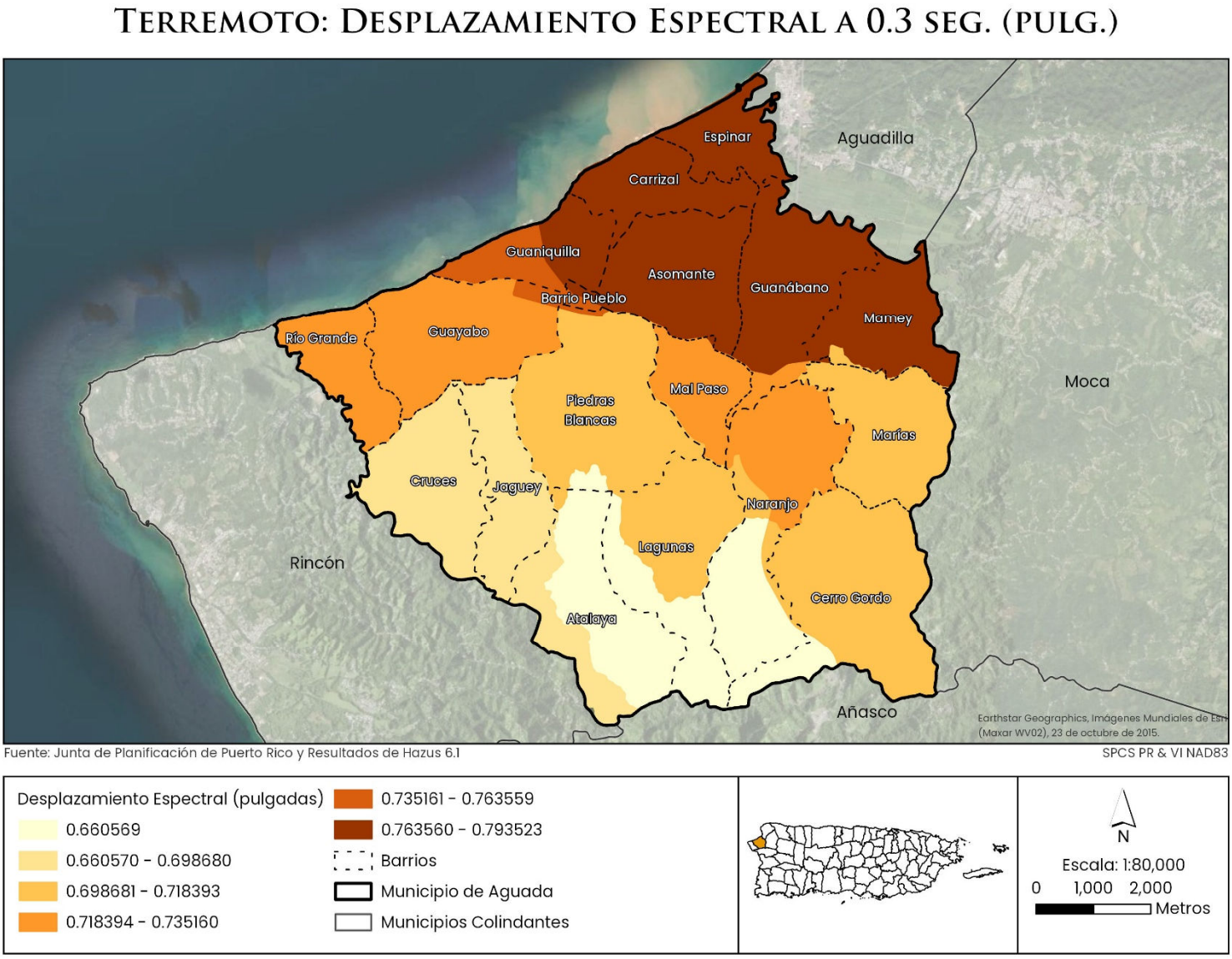
Mapa 13. Terremoto: Aceleración Espectral a 0.3 sec (g)



Mapa 14. Terremoto: Desplazamiento Espectral a 1.0 sec (in)



Mapa 15. Terremoto: Desplazamiento Espectral a 0.3 sec (in)



4.6.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-C)

El tamaño de un terremoto, comúnmente asociado con la Escala de Richter, es ampliamente reconocido, pero frecuentemente mal entendido. El concepto de una escala de magnitud logarítmica fue introducido por primera vez por Charles Richter en la década de 1930 para medir terremotos en el sur de California utilizando registros de alta frecuencia de estaciones sismográficas cercanas. Esta escala original, designada como ML donde la "L" significa "local", eventualmente pasó a conocerse como la magnitud Richter.

A medida que las redes globales de monitoreo sísmico se expandieron, se hizo evidente que el método de Richter era preciso únicamente dentro de rangos específicos de frecuencia y distancia. Para acomodar una gama más amplia de señales sísmicas registradas en todo el mundo, se desarrollaron escalas de magnitud adicionales como extensiones del concepto original de Richter, incluyendo la magnitud de ondas de cuerpo (Mb) y la magnitud de ondas superficiales (Ms). Cada una de estas escalas se aplica a un rango de frecuencia particular y a un tipo de ondas sísmicas específico y, dentro de sus respectivos rangos válidos, proporcionan magnitudes equivalentes a la escala de Richter (USGS, 2024).

Debido a las limitaciones de las escalas ML, Mb y Ms, se desarrolló una escala de aplicación más universal, la magnitud de momento (Mw). Para los terremotos de gran magnitud, Mw proporciona la estimación más precisa y confiable del tamaño de un terremoto.

El momento es una cantidad física proporcional a la cantidad de deslizamiento que ocurre a lo largo de una falla multiplicada por el área de la superficie de la falla que experimenta ruptura. Refleja la energía total liberada por un terremoto. El momento puede derivarse de datos de sismogramas y mediciones geodésicas y posteriormente convertirse en un valor de magnitud utilizando una fórmula estandarizada. La medida resultante, conocida como magnitud de momento, proporciona una estimación consistente y comparable del tamaño de los terremotos a través de todo el rango de magnitudes, capacidad que las escalas anteriores no ofrecen (USGS, 2024). La Tabla 19 a continuación muestra la escala de Momento-Magnitud.

Tabla 19. Escala de Momento-Magnitud

Rango	Descripción
Mw < 3.0	Generalmente no es percibido por las personas.
Mw 3.0 – 4.9	Terremotos menores, a menudo percibidos, pero rara vez causan

Rango	Descripción
	daños.
Mw 5.0 – 5.9	Moderate can cause slight damage to poorly built structures.
Mw 6.0 – 6.9	Strong can cause significant damage in populated areas.
Mw 7.0-7.9	Major, serious damage over large areas.
Mw ≥ 8.0	Great earthquakes, catastrophic damage over very large regions.

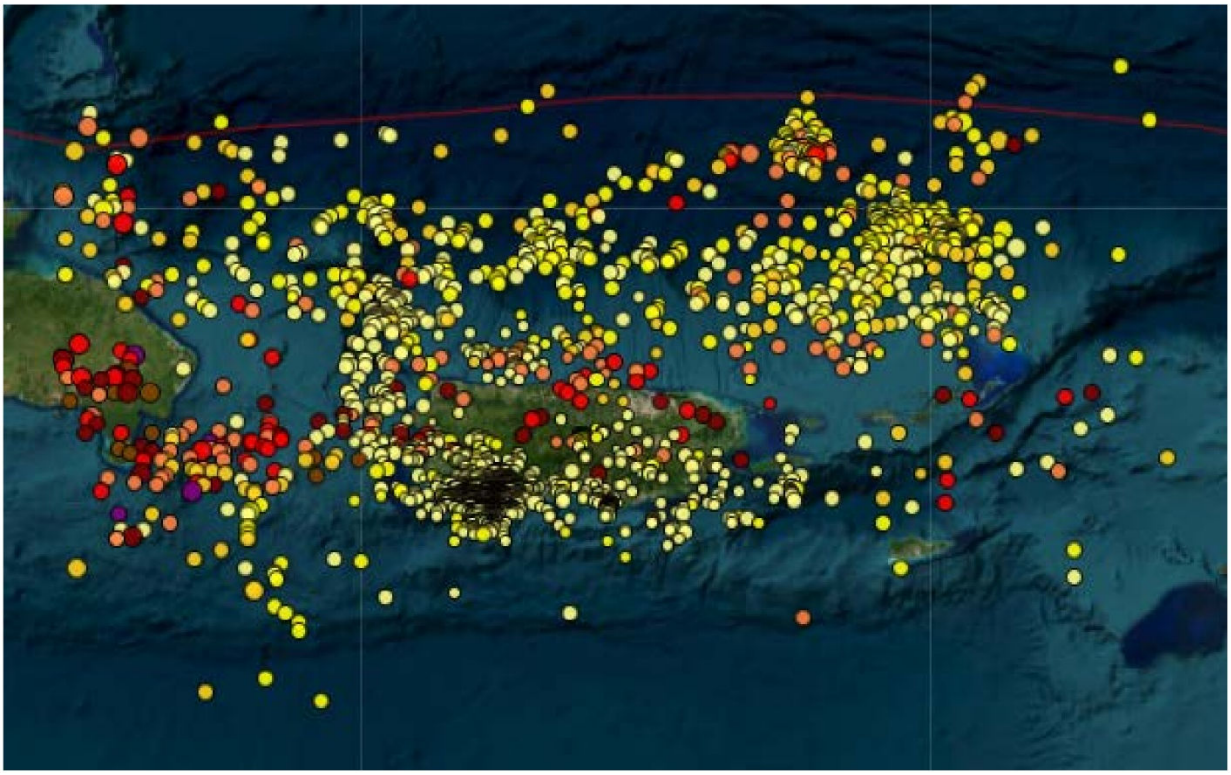
Fuente: USGS, 2025.

4.6.1.3 Eventos Pasados (B1-d)

Los terremotos ocurren de forma natural a diario, y sus impactos aumentan significativamente a medida que incrementa su magnitud. Los eventos de gran magnitud pueden ser particularmente destructivos, causando daños extensos a la propiedad, pérdida de vidas y una severa interrupción en las regiones afectadas. Puerto Rico está ubicado cerca de varias zonas sísmicas activas, incluyendo la Fosa de Puerto Rico, el Cañón de la Mona, la Depresión de Anegada, la Depresión de los Muertos y el sistema de fallas del sur, lo que coloca a la isla en un riesgo elevado de eventos sísmicos. La sismicidad en la región sureste de Puerto Rico está asociada principalmente con las fallas de las Islas Vírgenes y las depresiones de Anegada. En la región suroeste, la actividad está influenciada por la falla Punta Montalva (Roig Silva, 2010), un área que ha experimentado un aumento notable en la actividad sísmica en años recientes (Weilert & Laó-Dávila, 2023).

La Figura 13 es una captura de pantalla obtenida de un informe publicado por la Red Sísmica de Puerto Rico (en español). Este informe ilustra los epicentros de los terremotos registrados en la región de Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos durante 2024 (PRSN, 2025). La escala de colores representa la magnitud, donde los colores más cálidos generalmente indican eventos sísmicos de mayor intensidad y los colores más fríos representan terremotos de menor magnitud.

Figura 13. Captura de pantalla de los epicentros de terremotos de 2024 de la PRSN (PRSN, 2025)



Cronología de Terremotos

La Tabla 20 a continuación muestra la lista cronológica de la actividad sísmica en Puerto Rico para el período de 2012 a 2024, según reportado por la PRSN (PRSN, s.f.).

Tabla 20. Actividad Sísmica en Puerto Rico, 2013-2024

Año	Descripción de los eventos sísmicos
2024	El terremoto más grande de 2024 ocurrió el 14 de mayo de 2024, a las 8:30:11 p.m. (hora local de Puerto Rico). El terremoto de magnitud 5.6 Ml se localizó a 94.3 km al norte-noroeste de Aguadilla (PR), a una profundidad de 7 km. Este terremoto moderado fue sentido ampliamente en todo Puerto Rico, con una intensidad máxima de V (Escala de Intensidad Modificada de Mercalli, MMI) en Aguadilla (PR). Durante 2024 continuaron las réplicas de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico. Esta secuencia comenzó el 28 de diciembre de 2019 con un terremoto de magnitud 4.7 Ml. El evento principal de esta secuencia ocurrió el 7 de enero de 2020 en la región sur de Puerto Rico, a 12.7 km al sur de Guayanilla, con una magnitud de 6.4 Mw. Este fuerte terremoto, a una profundidad de 7 km, tuvo una

Año	Descripción de los eventos sísmicos
	intensidad máxima de VIII en Guánica, Puerto Rico, y causó daños importantes en toda la isla. Desde el inicio de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico en 2019 hasta abril de 2024, se han procesado 27,497 terremotos asociados con esta secuencia. Se han registrado más de 1,688 terremotos sentidos y más de 492 eventos significativos con magnitudes superiores a 3.5. De estos, 42 terremotos tuvieron magnitudes superiores a 4.5.
2023	El terremoto más grande de 2023 ocurrió el 9 de diciembre de 2023, a las 10:27:22 a.m. (hora local de Puerto Rico). El terremoto de magnitud 5.7 Ml se localizó a 192.28 km al este-noreste de San Juan, PR, a una profundidad de 7 km. Este terremoto moderado fue sentido ampliamente en todo Puerto Rico y las Islas Vírgenes, con una intensidad máxima de V (Escala de Intensidad Modificada de Mercalli, MMI) en Saint Thomas (USVI). Durante 2023 continuaron las réplicas de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico. Esta secuencia comenzó el 28 de diciembre de 2019 con un terremoto de magnitud 4.7 Ml. El evento principal de esta secuencia ocurrió el 7 de enero de 2020 en la región sur de Puerto Rico, a 12.7 km al sur de Guayanilla, con una magnitud de 6.4 Mww. Este fuerte terremoto, a una profundidad de 7 km, tuvo una intensidad máxima de VIII en Guánica, Puerto Rico, y causó daños importantes en toda la isla.
2022	La secuencia sísmica en la región sur-suroeste de Puerto Rico, que comenzó el 28 de diciembre de 2019, continúa. Desde su inicio hasta el informe de marzo de 2022 de la Red Sísmica de Puerto Rico, se había registrado un total de 19,436 terremotos asociados con esta secuencia. En dicho informe, se documentaron 1,502 eventos para 2022, de los cuales 30 fueron reportados como sentidos. Las regiones con mayor actividad sísmica durante marzo de 2022 fueron las áreas del sur de Puerto Rico.
2021	El terremoto más grande de 2021 ocurrió el 24 de enero de 2021, a las 7:21:41 p.m. (hora local de Puerto Rico). El terremoto de magnitud 5.4 Ml se localizó a 44.82 km al sureste de Virgin Gorda, BVI, a una profundidad de 94 km. Este terremoto moderado fue sentido ampliamente en todo Puerto Rico y las Islas Vírgenes, con una intensidad máxima de V (Escala de Intensidad Modificada de Mercalli, MMI) en Tórtola, Islas Vírgenes Británicas.
2020	El año 2020 estuvo marcado por una actividad sísmica significativa. Se registró un terremoto de magnitud 5.8 el 6 de enero de 2020, seguido por otro de magnitud 6.4 el 7 de enero de 2020, localizado a 8 km de Indios, Puerto Rico. Es importante aclarar que, desde el evento de magnitud 4.7 registrado el 28 de diciembre de 2019 hasta el 22 de octubre de 2020, aproximadamente más de 1,200 terremotos de magnitud 2.0+ fueron sentidos en la isla. La actividad tectónica en Puerto Rico está dominada por la convergencia entre las placas de Norteamérica y el Caribe, con la isla comprimida entre ambas. Al norte

Año	Descripción de los eventos sísmicos
	de Puerto Rico, la placa de Norteamérica subduce bajo la placa del Caribe a lo largo de la Fosa 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 subduce bajo Puerto Rico en la Depresión de los Muertos. Sin embargo, el terremoto del 6 de enero y otros eventos recientes están ocurriendo en la zona de deformación costa afuera, conectada por la falla Punta Montalva en tierra y el Cañón de Guayanilla mar afuera. Entre el 28 de diciembre de 2019 y el 23 de enero de 2020, el sur de Puerto Rico registró 90 eventos sísmicos de magnitud 4.0 o superior, incluido el terremoto de magnitud 6.5 del 7 de enero de 2020, según el USGS. Estos movimientos sísmicos llevaron a las autoridades estatales a solicitar una declaración de desastre al Presidente de los Estados Unidos. Esta Declaración de Desastre fue emitida el 16 de enero de 2020 bajo el número DR-4473. El Municipio de Aguada no fue incluido entre los municipios designados para recibir fondos de Asistencia Individual de FEMA.
2019	Durante 2019, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 6,510 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63.5°O–69°O). En comparación con 2018 (3,974 terremotos), la sismicidad detectada y localizada en 2019 aumentó. El año 2019 terminó con 2,536 terremotos más que el año anterior. En 2019, el mes con mayor actividad fue diciembre con 1,291 terremotos, mientras que agosto tuvo la menor sismicidad con 303 terremotos. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2019 fue el Cañón de la Mona con 1,288 eventos sísmicos, seguida por la región sur de Puerto Rico con 885 terremotos. Las profundidades de los terremotos oscilaron entre 1 km y 191 km, y las magnitudes variaron de 0.34 Md a 6.0 Mw. Del total de terremotos en 2019, 70 fueron reportados como sentidos. El 28 de diciembre de 2019 comenzó un período activo de actividad sísmica con un terremoto de magnitud 4.7, seguido varias horas después por otro de magnitud 5.0 al sur de la isla.
2018	Durante 2018, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,974 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63.5°O–69°O). En comparación con 2017 (3,129 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en 845 terremotos más que el año anterior. En 2018, el mes con mayor actividad fue diciembre con 549 terremotos, mientras que febrero tuvo la menor sismicidad con 227 terremotos. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2018 fue la región sur de Puerto Rico con 412 eventos sísmicos, seguida por la Zona de Falla 19°N con 349 terremotos. Las profundidades de los terremotos oscilaron entre 2 km y 185 km, y las magnitudes variaron de 0.63 Md a 4.67 Md. Del total de terremotos en 2018, 29 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2017	Durante 2017, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,129 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes (nuestra área de

Año	Descripción de los eventos sísmicos
	responsabilidad sísmica, entre las latitudes 17°N–20°N y longitudes 63.5°O–69°O). En comparación con 2016 (3,948 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 20%, lo que representa 819 terremotos menos que el año anterior. En 2017, el mes con mayor actividad fue abril con 518 terremotos, mientras que octubre tuvo la menor actividad sísmica con 48 eventos. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2017 fue la Zona Sísmica Sombrero con 856 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 327 terremotos. Las profundidades de los terremotos oscilaron entre 1 km y 180 km, y las magnitudes variaron de 0.85 Md a 4.8 Mb. Del total de terremotos en 2017, 24 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2016	Durante 2016, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,947 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. En comparación con 2015 (3,235 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 22.0%, o 712 terremotos más que el año anterior. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2016 fue la Zona Sísmica Sombrero con 973 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 497 terremotos. Las profundidades oscilaron entre 1 km y 177 km y las magnitudes entre 0.76 Md y 4.6 Ml. Del total de terremotos en 2016, 28 fueron reportados como sentidos dentro de nuestra área de responsabilidad.
2015	Durante 2015, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,235 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. En comparación con 2014 (3,420 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 5.4%, o 185 terremotos menos que el año anterior. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2015 fue la Zona Sísmica Sombrero con 588 eventos sísmicos, seguida por la Zona de Falla 19°N con 477 terremotos. Las profundidades oscilaron entre 1 km y 211 km y las magnitudes variaron entre 0.80 Md y 4.80 Md. Del total de terremotos en 2015, 23 fueron reportados como sentidos dentro del área de responsabilidad.
2014	Durante 2014, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 3,420 terremotos en el Área de Responsabilidad (AOR) conocida como la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. En comparación con 2013 (2,293 terremotos), la sismicidad detectada y localizada aumentó en un 49%, equivalente a 1,127 terremotos más que el año anterior. De la sismicidad total de 2014, 29 terremotos (0.85%) fueron reportados como sentidos. Las magnitudes variaron de 1.0 a 6.4 y las profundidades entre 1 km y 182 km. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2014 fue la Zona de Falla 19°N con 905 eventos sísmicos, seguida por la Zona Sísmica Sombrero con 483 terremotos.
2013	Durante 2013, la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) localizó un total de 2,293 terremotos en la región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. En comparación con 2012 (2,852 terremotos), la sismicidad detectada y localizada disminuyó en un 20%, equivalente a 559 terremotos menos que el año anterior.

Año	Descripción de los eventos sísmicos
	De la sismicidad total de 2013, 44 terremotos (1.92%) fueron reportados como sentidos. Las magnitudes variaron entre 1.0 y 5.12 y las profundidades entre 1 km y 182 km. La región con la mayor sismicidad registrada durante 2013 fue la Zona Sísmica Sombrero con 504 eventos sísmicos, seguida por la Plataforma de las Islas Vírgenes con 246 terremotos. A través de su programa educativo, la PRSN alcanzó a 14,099 personas en Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos y Británicas durante 2013.

Secuencia Sísmica de 2020

A principios de enero de 2020, Puerto Rico experimentó una secuencia sísmica significativa que comenzó con una serie de sismos precursores y culminó en un terremoto de gran magnitud el 7 de enero. El sismo principal registró una magnitud de 6.4 Mw y ocurrió a lo largo de la costa sur de la isla, afectando severamente a los municipios de Guayanilla, Ponce y Yauco. Este evento fue precedido por un terremoto de magnitud 5.8 Mw el 6 de enero, que ya había causado preocupación generalizada y daños estructurales considerables (USGS, s.f.). La actividad sísmica estuvo asociada con la compleja interacción entre las placas tectónicas del Caribe y de Norteamérica, una región caracterizada por zonas de subducción y sistemas de fallas activos. El movimiento resultante se sintió en toda la isla, ocasionando interrupciones en el servicio eléctrico, cierres de escuelas y el colapso de numerosas estructuras, incluidos edificios residenciales y públicos.

Las secuelas del terremoto ocasionaron daños extensos a viviendas e infraestructura crítica, desplazando a miles de residentes y dando lugar a una declaración federal de emergencia. La región sur experimentó réplicas prolongadas, algunas de las cuales superaron la magnitud 5.0 y continuaron durante semanas, intensificando la preocupación pública y provocando interrupciones sostenidas. Este evento subrayó la elevada vulnerabilidad de Puerto Rico ante los peligros sísmicos y destacó la importancia de las medidas de preparación y las prácticas de construcción resiliente. El incidente recibió una Declaración Presidencial de Desastre en virtud de la Ley Stafford (DR-4473-PR) (FEMA, s.f.). Aunque el Municipio de Aguada no fue designado para recibir Asistencia Pública bajo esta declaración, fue incluido para recibir Asistencia Individual, lo que refleja los impactos experimentados por los residentes tras el evento. Si bien los daños más severos ocasionados por el terremoto ocurrieron en la región sur de Puerto Rico, el evento subrayó la vulnerabilidad de todos los municipios ante los peligros sísmicos y la importancia de las medidas de preparación,

las prácticas de construcción resiliente y la planificación de emergencias. Aguada reconoce que la ubicación de Puerto Rico a lo largo de límites tectónicos activos coloca a todas las jurisdicciones en riesgo de sufrir eventos sísmicos capaces de causar daños significativos e interrupciones en la vida cotidiana.

Según la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN), desde el inicio de la secuencia sísmica del sur-suroeste de Puerto Rico en 2019 hasta abril de 2024, se registró y procesó un total de 27,497 terremotos asociados con esta secuencia. De estos eventos, más de 1,688 fueron reportados como sentidos y más de 492 registraron magnitudes superiores a 3.5. Además, 42 terremotos alcanzaron magnitudes superiores a 4.5.

4.6.1.4 Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e)

A diferencia de los peligros atmosféricos, los terremotos no pueden predecirse con las capacidades científicas actuales. Sin embargo, los avances en la sismología permiten desarrollar pronósticos probabilísticos. Los registros históricos indican que Puerto Rico ha experimentado cuatro grandes terremotos destructivos desde 1670, específicamente en 1670, 1787, 1867 y 1918. Esta secuencia sugiere un intervalo de recurrencia que oscila entre 51 y 117 años, con un intervalo promedio de aproximadamente 83 años para eventos significativos. Sin embargo, es importante señalar que cada uno de estos terremotos se originó en sistemas de fallas diferentes; por lo tanto, este registro por sí solo no puede utilizarse para establecer una tasa de recurrencia precisa.

Para análisis más exhaustivos, se examinan mapas geológicos de zonas específicas con el fin de identificar fallas activas y otras características estructurales pertinentes. Luego, estos conjuntos de datos se correlacionan con las distribuciones históricas de intensidad sísmica, los modelos de atenuación sísmica y los registros estadísticos. Este enfoque integrado produce mapas de áreas sísmicamente activas que delimitan regiones con distintos niveles de potencial de actividad sísmica fuerte. La identificación de estas zonas de alto riesgo es esencial para una planificación informada del uso del terreno y una preparación eficaz para emergencias.

En el caso de Puerto Rico, la PRSN cita un estudio probabilístico de peligro sísmico realizado en 1987 por el Dr. William McCann, que estimó una probabilidad de entre 33% y 50% de que ocurriera un terremoto fuerte (intensidad VII o superior en la Escala Modificada de Mercalli) en varias partes de la isla dentro de un período de 50 años (PRSN, 2025).

Investigaciones adicionales realizadas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos en 2003 identificaron un área al oeste-suroeste de Puerto Rico como la región con mayor probabilidad de experimentar terremotos fuertes en la isla. Este análisis probabilístico no considera peligros secundarios, como tsunamis, licuefacción o amplificación de ondas sísmicas, que afectan predominantemente las áreas costeras bajas y las zonas de gran elevación susceptibles a deslizamientos.

4.6.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b)

4.6.2.1 Pérdidas Estimadas

Exposición Municipal

La Tabla 21 presenta la exposición estimada del Municipio de Aguada a los peligros sísmicos basada en la metodología del Índice Nacional de Riesgo (NRI) de FEMA. La exposición representa el valor total de los activos y la población potencialmente afectados por un futuro evento sísmico dentro del municipio.

Es importante señalar que, aunque asignar un valor monetario exacto a la vida humana es inherentemente complejo, FEMA convierte la exposición de la población en una estimación económica utilizando una metodología de equivalencia poblacional basada en el Valor Estadístico de la Vida (VSL, por sus siglas en inglés). Bajo este enfoque, a cada fatalidad, o al equivalente de diez lesiones, se le asigna un valor de pérdida económica de $13.7 millones, lo que refleja la estimación del VSL ajustada por inflación de FEMA. Posteriormente, todas las cifras de pérdidas históricas se ajustan a dólares de diciembre de 2024 para contabilizar la inflación.

Según los conjuntos de datos HAZUS 6.1 y el Índice Nacional de Riesgo de FEMA, Aguada tiene una exposición total estimada a terremotos de aproximadamente $447.3 mil millones. Esta estimación incluye aproximadamente $4.96 mil millones en exposición de edificaciones y $442.38 mil millones en exposición equivalente de la población. El municipio abarca aproximadamente 31.26 millas cuadradas de área potencialmente afectada y una exposición poblacional de 38,136 residentes. Estos resultados demuestran la significativa exposición de la población, las edificaciones y la infraestructura crítica del municipio a futuros eventos sísmicos.

La Tabla 21 resume la exposición del municipio a terremotos según se informa en el Índice Nacional de Riesgo de FEMA.

Tabla 21. Exposure to Earthquake Hazard

Exposición - Área Impactada (mi²)	Exposición - Valor de las Edificaciones	Exposición - Población	Exposición - Equivalencia de la Población	Exposición - Total
31.26	$4,957,801,000	38,136	$442,377,600,000	$447,335,401,000

Fuente: Índice Nacional de Riesgo (NRI) de FEMA

Pérdida Anual Esperada

El análisis de terremotos HAZUS de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA) proporciona estimaciones de las Pérdidas Anualizadas por Terremotos, definidas como el impacto económico promedio anual a largo plazo de los terremotos sobre el inventario general de edificaciones dentro de un área geográfica determinada, así como estimaciones anualizadas de pérdidas de población.

La Pérdida Anualizada por Terremotos se calcula utilizando el Método de Sumas de Riemann, que promedia las pérdidas anuales asociadas con múltiples períodos de retorno y luego multiplica cada pérdida promedio por su correspondiente probabilidad diferencial para producir una única estimación de pérdida para cada sector censal. (FEMA, *National Risk Index Data - Technical Documentation*, 2025).

La pérdida anual esperada para cada sector censal o jurisdicción representa el impacto económico promedio anual, expresado en dólares, que se anticipa como resultado de eventos de peligros naturales. Según los conjuntos de datos HAZUS 6.1 y el Índice Nacional de Riesgo de FEMA, el Municipio de Aguada tiene una Pérdida Anual Esperada estimada de aproximadamente $9.3 millones asociada a los peligros sísmicos, incluyendo $5.1 millones en pérdidas de edificaciones y $4.1 millones en pérdidas equivalentes de población, según se resume en la Tabla 22. Estas pérdidas reflejan el riesgo económico a largo plazo que los terremotos representan para el municipio.

Tabla 22. Pérdida Anual Esperada por Terremotos

Pérdida Anual Esperada - Valor de las Edificaciones	Pérdida Anual Esperada - Población	Pérdida Anual Esperada - Equivalencia de la Población	Pérdida Anual Esperada - Total
$5,126,799	0.36	$4,128,078	$9,254,877

Fuente: Índice Nacional de Riesgo (NRI) de FEMA

4.6.2.2 Infraestructura Crítica y Líneas Vitales

Los terremotos pueden afectar las líneas vitales de una comunidad de las siguientes maneras:

- **Seguridad y Protección** – Un terremoto puede provocar la falla estructural de instalaciones críticas como estaciones de policía y bomberos, generar una mayor demanda de operaciones de búsqueda y rescate y ocasionar el desplazamiento de población que requiera refugio de emergencia. Estas condiciones también pueden crear desafíos para mantener el orden público y garantizar la seguridad de la comunidad.
- **Alimentos, Hidratación y Refugio** – Un evento sísmico puede causar daños a las plantas de tratamiento de agua y a los sistemas de distribución, resultando en contaminación o pérdida de agua potable. Las interrupciones en las rutas de transportación y en las instalaciones de almacenamiento también pueden interrumpir las cadenas de suministro de alimentos. Los daños estructurales generalizados pueden aumentar la demanda de refugios temporeros. Además, la pérdida de capacidad de refrigeración puede provocar un deterioro significativo de los productos perecederos.
- **Salud y Servicios Médicos:** – Los hospitales y las clínicas pueden experimentar daños estructurales o una reducción en su capacidad operacional durante un terremoto. Un aumento repentino en las lesiones que requieren atención médica de emergencia puede sobrecargar las instalaciones de atención médica existentes. También pueden ocurrir interrupciones en las cadenas de suministro farmacéutico y en la logística médica. Además, las condiciones sanitarias comprometidas en los refugios de emergencia pueden aumentar el riesgo de brotes de enfermedades.
- **Energía** – Los daños a centrales eléctricas, subestaciones y líneas de transmisión pueden provocar interrupciones generalizadas del servicio eléctrico. Las rupturas en líneas de gas pueden crear riesgos de incendios y explosiones. Las interrupciones en la cadena de suministro de combustible también pueden dificultar la operación de generadores y vehículos de respuesta a emergencias.
- **Comunicaciones** – Los daños a torres celulares, cables de fibra óptica y centros de comunicaciones pueden ocasionar una pérdida significativa de conectividad. El aumento de llamadas de emergencia puede sobrecargar las redes de telecomunicaciones, degradando aún más la disponibilidad del servicio. Estas interrupciones pueden afectar la coordinación entre las

agencias de respuesta a emergencias y dificultar la difusión oportuna de información crítica.

- **Transportación** – El colapso o daño severo de carreteras, puentes y túneles puede restringir significativamente la movilidad. Los aeropuertos y puertos marítimos pueden quedar inoperables debido a daños en pistas o muelles. Los sistemas ferroviarios, incluido el Tren Urbano, también pueden verse afectados debido a la deformación de las vías o a deslizamientos de terreno.
- **Materiales Peligrosos** – Un terremoto puede causar derrames en instalaciones industriales, plantas químicas o tanques de almacenamiento, aumentando el riesgo de contaminación ambiental que afecte el aire, el suelo y los recursos hídricos. Además, los daños a instalaciones que contienen materiales peligrosos pueden provocar incendios o explosiones.
- **Sistemas de Agua** – La rotura de tuberías principales de agua y líneas de alcantarillado puede ocasionar inundaciones localizadas y contaminación. Dichos daños también pueden reducir la capacidad para combatir incendios debido a la disminución de la presión del agua y provocar interrupciones a largo plazo en la recolección de aguas residuales y los servicios de saneamiento.

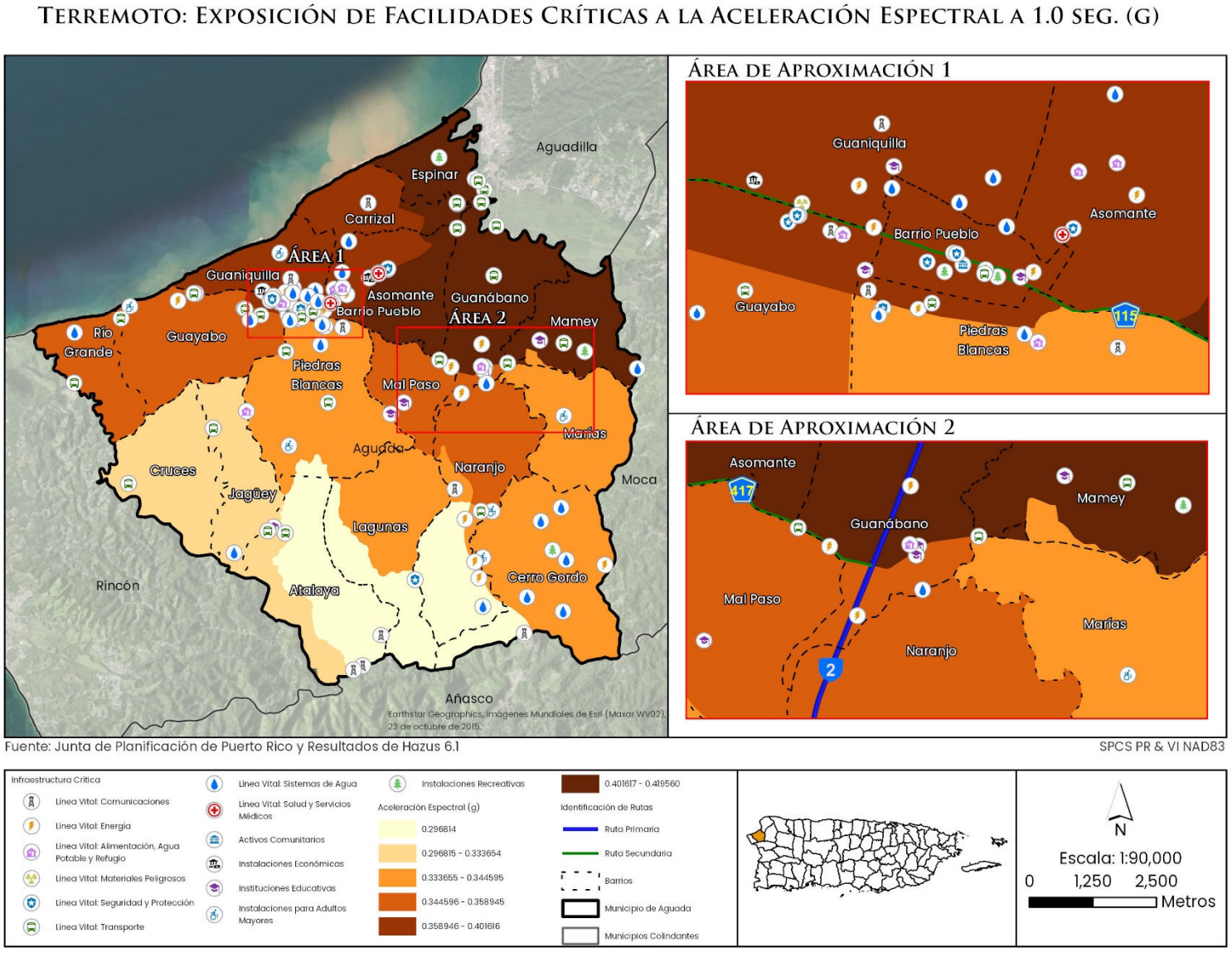
Los Mapas 16 y 17 muestran las ubicaciones identificadas de infraestructura crítica en relación con las áreas de aceleración espectral presentadas en la Sección 4.6.1.

Estos mapas muestran que muchas instalaciones críticas están ubicadas en áreas de alta aceleración espectral, particularmente dentro y alrededor de los barrios Pueblo, Asomante, Guaniquilla, Guanábano, Carrizal y Mamey. La mayor concentración de instalaciones se localiza cerca del centro urbano municipal, donde convergen múltiples líneas vitales, incluidas las instalaciones de salud y medicina, seguridad pública, instituciones educativas, activos de transportación, infraestructura de comunicaciones e instalaciones del sistema de agua.

Los Mapas 16 y 17 también muestran que varias instalaciones críticas asociadas con las líneas vitales de Salud y Medicina, Seguridad y Protección, Alimentos, Hidratación y Refugio, Transportación, Comunicaciones y Sistemas de Agua están ubicadas dentro de las áreas de mayor aceleración espectral. La concentración de infraestructura crítica dentro de estas áreas resalta el potencial de que los terremotos afecten simultáneamente múltiples líneas vitales de la comunidad y enfatiza la importancia de la preparación, la planificación para la continuidad de las operaciones y las medidas de mitigación dirigidas a reducir los riesgos para los servicios públicos esenciales.

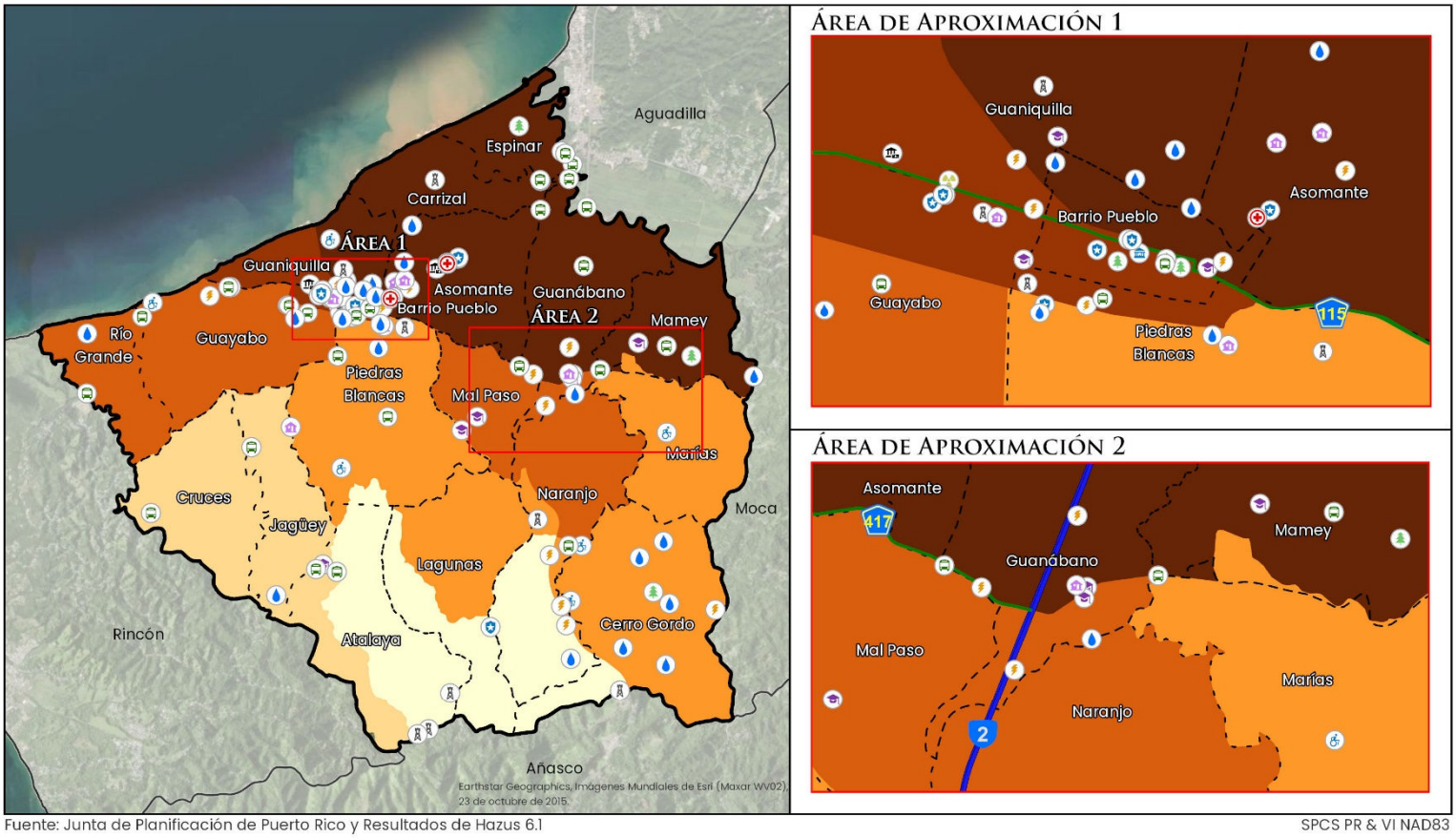
En el caso de Aguada, no existe una diferencia significativa entre las áreas cubiertas por los valores más altos de aceleración espectral en los escenarios de 1.0 segundo y 0.3 segundos, ya que ambos análisis identifican las porciones norte y urbanizadas del municipio como las áreas con la mayor concentración de instalaciones críticas expuestas.

Mapa 16. Terremoto: Exposición de las Instalaciones Críticas a la Aceleración Espectral a 1.0 s (g)



Mapa 17. Terremoto: Exposición de las Instalaciones Críticas a la Aceleración Espectral a 0.3 s (g)

Terremoto: Exposición de Facilidades Críticas a la Aceleración Espectral a 0.3 seg. (g)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83



4.6.2.3 Vulnerabilidades Sociales

La vulnerabilidad social a los terremotos en Puerto Rico está determinada por altos niveles de pobreza, infraestructura envejecida y acceso limitado a recursos esenciales, factores que afectan de manera desproporcionada la capacidad de las comunidades para resistir y recuperarse de eventos sísmicos. Muchos residentes enfrentan desventajas acumulativas, tales como discapacidad, bajos niveles de escolaridad y acceso limitado a vehículos, que reducen su capacidad para evacuar, acceder a información o asegurar asistencia después de un terremoto destructivo. La investigación sobre la gobernanza de desastres también demuestra que el abandono gubernamental sistémico y la inseguridad energética intensifican los impactos de los desastres, dejando a las comunidades con menos mecanismos de resiliencia tras los terremotos.

La literatura sobre desastres en Puerto Rico identifica desigualdades estructurales de larga duración que incrementan la vulnerabilidad, incluyendo la marginación política y económica que limita la recuperación a largo plazo y exacerba la acumulación de riesgo frente a múltiples amenazas. Las evaluaciones federales también concluyen que muchos sectores censales presentan puntuaciones elevadas de vulnerabilidad social (U.S. Census Bureau, 2024), (U.S. Census Bureau, 2025), lo que significa que los impactos de un terremoto probablemente se entrelacen con una fragilidad socioeconómica más amplia. En conjunto, estos factores demuestran que los terremotos en Puerto Rico representan no solo una amenaza física, sino también un profundo desafío social vinculado a condiciones históricas, económicas y de infraestructura que generan resultados desiguales ante los desastres. Para más detalles sobre las Vulnerabilidades Sociales, consulte la Sección 3.4.

No obstante, la clasificación del territorio municipal en áreas de aceleración espectral presentada en la Sección 4.6.1, esta versión del LHMP será más conservadora que la versión anterior y considerará a toda la población de Aguada igualmente vulnerable al peligro natural de terremotos.

Los Mapas 18 y 19 muestran la exposición de la población del municipio a terremotos por barrio para eventos de aceleración espectral de 1.0 seg. (g) y 0.3 seg. (g). Los niveles más altos de exposición poblacional se concentran en la porción norte del municipio, particularmente en los barrios Asomante, Carrizal, Espinar, Guanábano, Guaniquilla, Pueblo y Mamey, donde se presentan los valores más altos de aceleración espectral. Se observan niveles moderados de exposición en porciones de Guayabo, Río Grande de Añasco, Mal Paso, Naranjo y Marías, mientras que los niveles

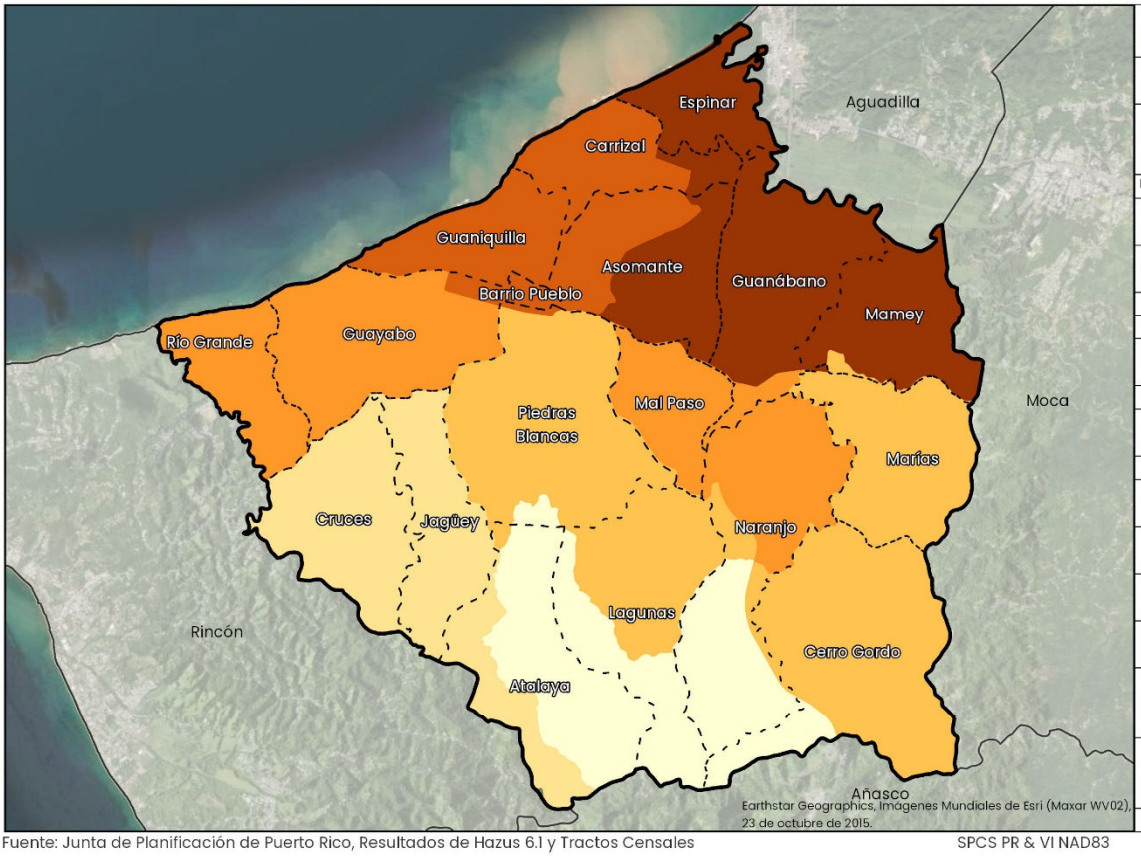
más bajos de exposición generalmente se ubican en los barrios del sur de Atalaya, Cruces y Lagunas.

Los mapas indican que una parte sustancial de la población de Aguada reside dentro de áreas clasificadas como zonas de aceleración espectral Alta, Muy Alta o Extrema. Estos resultados resaltan el potencial de que futuros terremotos afecten a una porción significativa de la población del municipio y subrayan la importancia de las medidas de mitigación, la preparación para emergencias y los esfuerzos de educación pública dirigidos a reducir el riesgo sísmico.

Se observan patrones de exposición similares tanto en los escenarios de 1.0 segundos como de 0.3 segundos, lo que indica que las porciones norte y más urbanizadas de Aguada continúan siendo las áreas con la mayor concentración de población expuesta a los peligros sísmicos.

Mapa 18. Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 1.0 seg (g)

Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 1.0 seg. (g)



Barrios	Categoría de Riesgo	Población
Asomante	Extrema	944
	Muy Alta	1,586
Atalaya	Baja	779
	Media	46
	Muy Baja	1,615
Barrio Pueblo	Muy Alta	261
Carrizal	Extrema	181
	Muy Alta	1,899
Cerro Gordo	Media	2,585
	Muy Baja	340
Cruces	Baja	1,873
Espinar	Extrema	768
Guanábano	Extrema	1,674
	Alta	286
Guaniquilla	Muy Alta	2,832
Guayabo	Alta	1,966
	Muy Alta	320
Jagüey	Baja	1,418
Lagunas	Media	1,919
	Muy Baja	966
Mal Paso	Extrema	8
	Alta	1,624
Mamey	Extrema	1,249
	Media	39
Marías	Extrema	9
	Media	1,604
Naranjo	Alta	2,382
	Media	307
	Muy Baja	1,101
Piedras Blancas	Media	3,681
	Muy Alta	106
	Muy Baja	79
Río Grande	Alta	991

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83

Aceleración Espectral (g)
- 0.296814 (Muy Baja)
- 0.296815 - 0.333654 (Baja)
- 0.333655 - 0.344595 (Media)
- 0.344596 - 0.358945 (Alta)
- 0.358946 - 0.401616 (Muy Alta)
- 0.401617 - 0.419560 (Extrema)
- Barrios
- Municipio de Aguada
- Municipios Colindantes



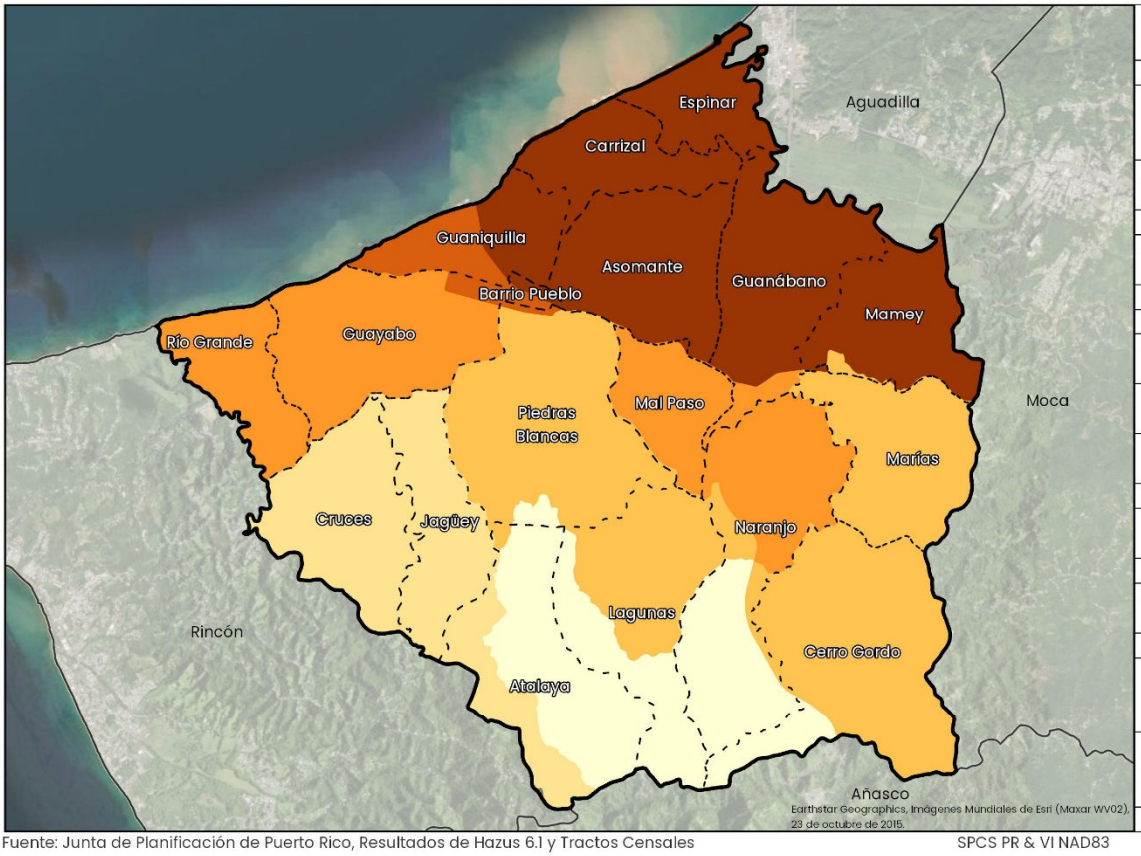
N

Escala: 1:80,000

0 1,000 2,000 Metros

Mapa 19. Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 0.3 seg (g)

Terremoto: Exposición de la Población a la Aceleración Espectral a 0.3 seg. (g)



Barrios	Categoría de Riesgo	Población
Asomante	Extrema	2,529
Atalaya	Media	46
	Muy Baja	1,614
	Baja	778
Barrio Pueblo	Extrema	114
	Muy Alta	147
Carrizal	Extrema	2,079
Cerro Gordo	Media	2,584
	Muy Baja	339
Cruces	Baja	1,873
Espinar	Extrema	768
Guanábano	Extrema	1,674
	Alta	286
Guaniquilla	Extrema	1,217
	Muy Alta	1,614
Guayabo	Muy Alta	319
	Alta	1,966
Jagüey	Baja	1,418
Lagunas	Media	1,919
	Muy Baja	966
Mal Paso	Alta	1,623
Mamey	Extrema	1,248
	Media	39
Marías	Media	1,604
Naranjo	Alta	2,381
	Media	307
	Muy Baja	1,101
Piedras Blancas	Muy Alta	105
	Media	3,681
	Muy Baja	79
Río Grande	Alta	991

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83

Aceleración Espectral (g)
- 0.748945 (Muy Baja)
- 0.748946 - 0.792154 (Baja)
- 0.792155 - 0.814505 (Media)
- 0.814506 - 0.833514 (Alta)
- 0.833515 - 0.865714 (Muy Alta)
- 0.865715 - 0.899685 (Extrema)
- Barrios
- Municipio de Aguada
- Municipios Colindantes



N

Escala: 1:80,000

0 1,000 2,000 Metros

4.6.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Los terremotos pueden producir una amplia variedad de impactos sobre los recursos naturales y culturales:

- Deslizamientos de Terreno e Inestabilidad del Suelo: La actividad sísmica puede desencadenar deslizamientos de terreno, desprendimientos de rocas y licuefacción del suelo, alterando las formas naturales del terreno y dañando los hábitats ecológicos.
- Calidad del Agua e Hidrología: El movimiento del terreno puede modificar los cauces de los ríos, afectar los acuíferos y aumentar la sedimentación en los cuerpos de agua, lo que puede degradar la calidad del agua y alterar los ecosistemas acuáticos.
- Vegetación y Vida Silvestre: La deformación del terreno y los peligros secundarios asociados, como inundaciones o incendios, pueden provocar pérdida de hábitat, fragmentación y efectos adversos sobre la biodiversidad.
- Ambientes Costeros y Marinos: Los terremotos submarinos pueden generar tsunamis, resultando en erosión costera, degradación de arrecifes de coral y deterioro de ecosistemas marinos y estuarinos.

Mientras que los siguientes daños pueden ocurrir a los Recursos Culturales:

- Las fuerzas sísmicas pueden causar daños estructurales significativos o el colapso total de estructuras patrimoniales, sitios arqueológicos y monumentos.
- Museos y Archivos: Los terremotos pueden provocar la pérdida, daños o deterioro de artefactos, materiales archivísticos y colecciones debido a fallas estructurales o protección sísmica insuficiente.
- Identidad Comunitaria y Turismo: Los daños a sitios de importancia cultural pueden debilitar la identidad comunitaria y reducir la actividad turística, afectando así la estabilidad económica local.

En el caso de Aguada, el centro histórico urbano en el Barrio Pueblo está ubicado dentro de un área caracterizada por valores altos a muy altos de aceleración espectral. Como resultado, futuros eventos sísmicos podrían afectar edificios históricos, instalaciones públicas, puntos de referencia comunitarios y otros recursos culturales concentrados dentro del núcleo urbano tradicional del municipio. Estos recursos incluyen la Parroquia San Francisco de Asís, el centro histórico urbano y la Ermita de Espinar en el Barrio Espinar. La Ermita de Espinar es particularmente

significativa por ser uno de los sitios religiosos más antiguos de Puerto Rico, con orígenes que datan de principios del siglo XVI. Los daños a estos recursos podrían resultar en la pérdida de bienes culturales e históricos irremplazables, afectando negativamente el patrimonio arquitectónico, la identidad cultural y los recursos turísticos del municipio.

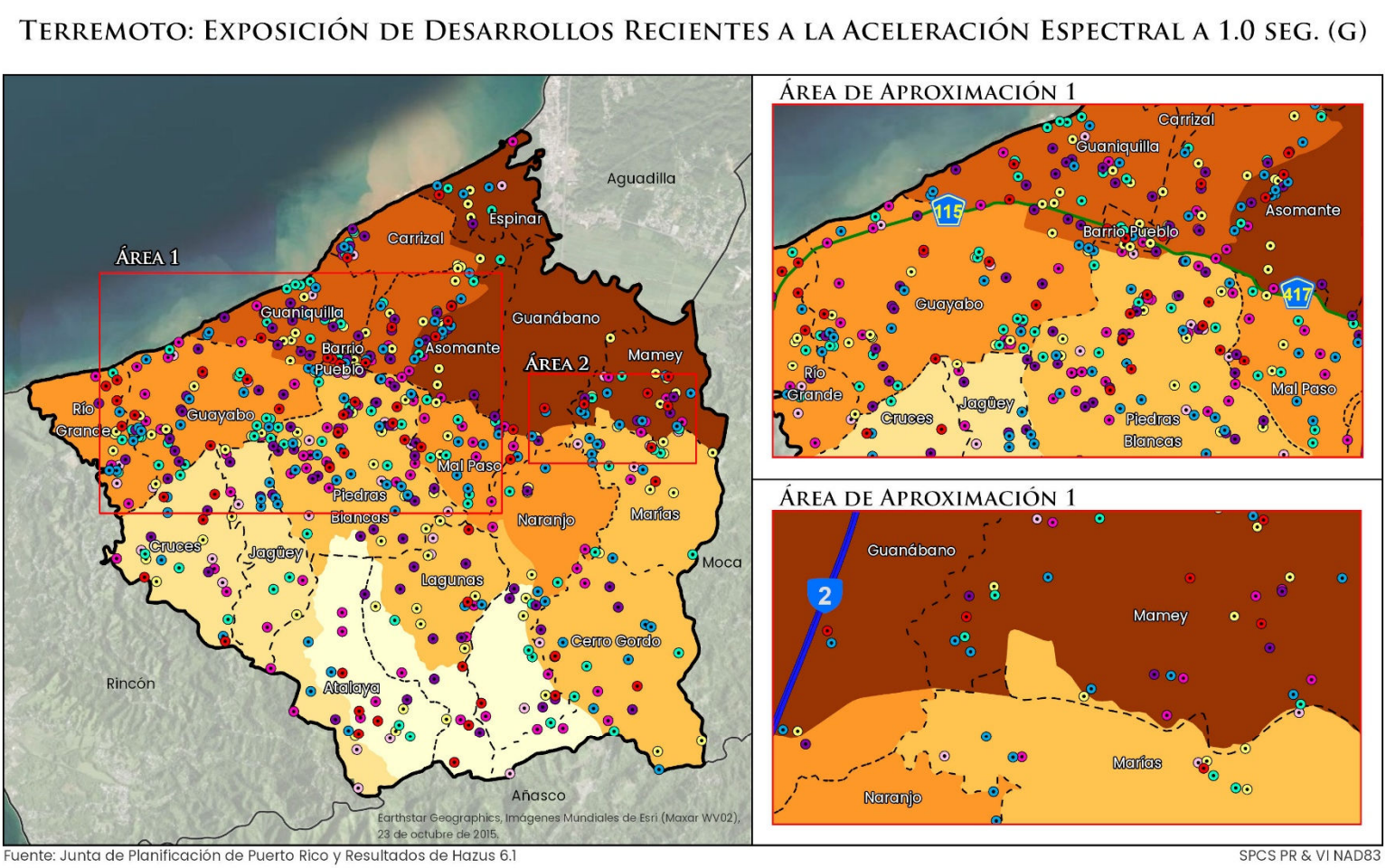
4.6.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

Se espera que el desarrollo futuro dentro de Aguada continúe principalmente en los barrios del norte y centro del municipio, donde ha ocurrido gran parte de la actividad reciente de desarrollo. Los Mapas 20 y 21 indican que una porción sustancial del desarrollo completado entre 2020 y 2026 se encuentra dentro de áreas caracterizadas por valores altos a muy altos de aceleración espectral bajo los escenarios de terremoto de 1.0 seg (g) y 0.3 seg (g).

La Sección 3.6 anterior discutió el número de permisos de construcción emitidos en el Municipio. Los Mapas 20 y 21 muestran que el desarrollo reciente se concentra en los barrios Pueblo, Asomante, Guaniquilla, Carrizal, Guanábano y Mamey, muchos de los cuales corresponden a áreas donde se espera que ocurra un mayor nivel de sacudimiento del terreno durante futuros eventos sísmicos. A medida que continúe el desarrollo en estas áreas, activos residenciales, comerciales, institucionales y de infraestructura adicionales podrían quedar expuestos a peligros sísmicos.

Los patrones de exposición similares observados en ambos escenarios de aceleración espectral sugieren que el crecimiento futuro podría continuar ocurriendo en áreas con riesgo sísmico elevado. En consecuencia, el cumplimiento continuo de las normas de diseño sísmico, las prácticas de planificación del uso de terrenos, los requisitos de los códigos de construcción y las medidas de mitigación de riesgos será esencial para reducir las pérdidas futuras relacionadas con terremotos y fortalecer la resiliencia comunitaria.

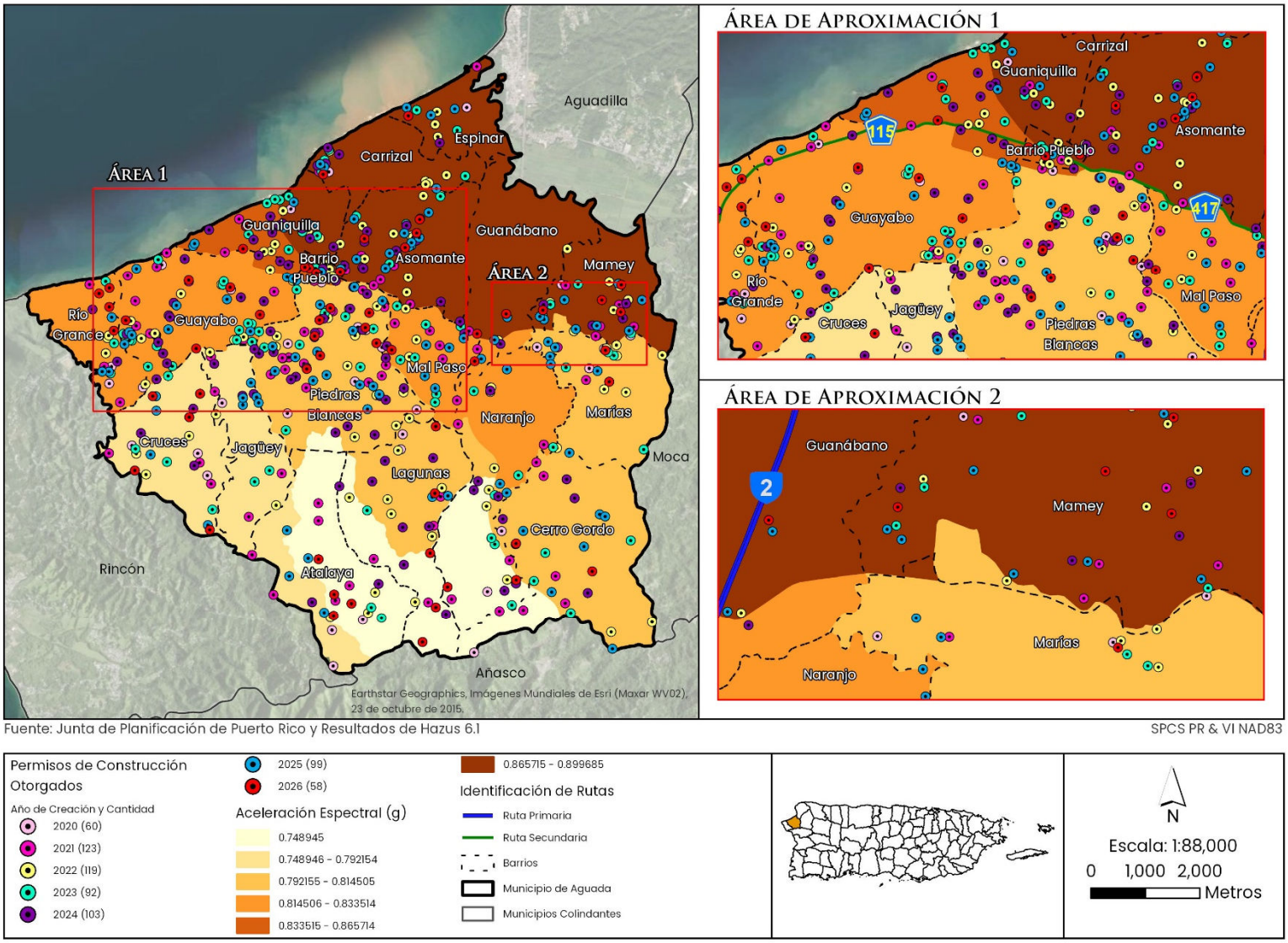
Mapa 20. Terremoto: Exposición del Desarrollo Reciente a la Aceleración Espectral a 1.0 seg. (g)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

Mapa 21. Terremoto: Exposición del Desarrollo Reciente a la Aceleración Espectral a 0.3 seg. (g)



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

4.7 Deslizamientos

4.7.1 Descripción (B1-a)

Los deslizamientos de terreno son un proceso geomorfológico natural caracterizado por el movimiento descendente de suelo, roca o escombros debido a la inestabilidad del terreno. Estos eventos ocurren cuando las condiciones ambientales se combinan de tal manera que las fuerzas gravitacionales que actúan sobre los materiales superficiales exceden su resistencia natural. El término deslizamiento de terreno abarca múltiples tipos de desplazamiento del terreno, incluidos desprendimientos de rocas, fallas de taludes y flujos de escombros, todos los cuales representan riesgos significativos para la vida y la propiedad. Tales movimientos pueden obstruir rutas de transportación y arrastrar vegetación, viviendas, puentes, vehículos y otra infraestructura, causando interrupciones y daños extensos (FEMA, 1997).

Las lluvias prolongadas e intensas asociadas con sistemas meteorológicos, tales como ondas tropicales, vaguadas y ciclones tropicales, constituyen uno de los principales detonantes de eventos de deslizamientos de terreno. Además, el crecimiento poblacional y la expansión de construcciones informales aumentan la exposición del municipio a los peligros de deslizamientos. Los sistemas de suministro de agua potable y de aguas residuales, incluidas las tuberías sanitarias, fosas sépticas y sistemas de alcantarillado pluvial, ya sean debidamente autorizados o instalados informalmente, también pueden agravar la inestabilidad de los taludes. La probabilidad de deslizamientos aumenta significativamente cuando estos sistemas presentan fugas o están inadecuadamente ubicados o construidos (USGS, s.f.).

Múltiples factores contribuyen al desarrollo de deslizamientos de terreno, incluidos el tipo de suelo, la pendiente del terreno, el grado de saturación del suelo, los procesos de erosión, la presencia de depresiones o cavidades subterráneas, las actividades humanas y los eventos sísmicos. El *Building Performance Assessment Report (BPAR)* preparado después del Huracán Georges advierte que "los deslizamientos de terreno se convertirán en un problema importante en el futuro a medida que se construyan más viviendas y ocurra más desarrollo en áreas susceptibles a estos riesgos". Esta observación resalta la creciente vulnerabilidad asociada con el desarrollo continuo en zonas de alto riesgo (FEMA, 1997).

Muchos de los deslizamientos de terreno en Puerto Rico pertenecen a un subtipo

específico conocido como flujo de escombros. Estos eventos generalmente ocurren en áreas montañosas con pendientes pronunciadas durante períodos de lluvia intensa. A medida que el agua de lluvia se infiltra en el terreno, el suelo se satura y la capa subyacente pierde su cohesión. Esta pérdida de estabilidad provoca que el material se desprenda, a menudo en la interfaz donde el subsuelo se encuentra con la roca base, resultando en un flujo rápido pendiente abajo de suelo, roca y agua.

Existen muchos tipos de deslizamientos de terreno; sin embargo, aquellos específicamente relacionados con suelos saturados por agua incluyen los siguientes (PREMB, 2021):

- Deslizamiento Lento: Movimiento gradual y sostenido pendiente abajo de suelo o roca. Estos eventos suelen identificarse por troncos de árboles desplazados, cercas y muros de contención deformados o torcidos, y postes o estructuras inclinadas.
- Flujo de Escombros: Movimiento rápido de una masa en la cual suelo suelto, rocas y material orgánico se combinan con agua infiltrada y aire para formar un flujo denso y viscoso que se desplaza rápidamente cuesta abajo.
- Avalancha de Escombros: Forma extremadamente rápida o muy rápida de flujo de escombros, caracterizada por alta velocidad y considerable potencial destructivo.
- Flujo de Lodo: Masa de movimiento rápido compuesta por material saturado de agua que contiene al menos un 50 por ciento de partículas de arena, limo y arcilla.

4.7.1.1 Área Afectada (B1-B)

Según los datos de susceptibilidad a deslizamientos de terreno obtenidos del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), el Municipio de Aguada presenta un patrón espacial distintivo de peligro por deslizamientos, con una susceptibilidad que generalmente aumenta desde las áreas costeras del norte hacia el terreno más escarpado de las porciones central y sur del municipio. Las áreas de baja susceptibilidad se localizan predominantemente en los sectores del norte, mientras que las zonas de susceptibilidad moderada, alta y muy alta se concentran en áreas caracterizadas por pendientes más pronunciadas y una topografía más compleja. Estas condiciones aumentan el potencial de fallas de taludes, particularmente durante períodos de lluvias intensas o prolongadas. La identificación de la distribución de la susceptibilidad a deslizamientos de terreno en todo el municipio es esencial para orientar las estrategias de mitigación de riesgos, la planificación del uso de

terrenos, la protección de infraestructura y los esfuerzos de manejo de emergencias.

Mapa 22. Susceptibilidad a deslizamientos



4.7.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-C)

Los deslizamientos de terreno generalmente ocurren en áreas montañosas y escarpadas durante períodos de lluvias intensas o prolongadas. A medida que el agua se infiltra en el terreno, el suelo se satura, debilitando los sistemas naturales de drenaje y reduciendo la capacidad estructural del terreno, lo que eventualmente puede provocar la falla de los taludes. Ciertas áreas son inherentemente más susceptibles a los deslizamientos de terreno que otras, particularmente aquellas con mayores gradientes de pendiente. La vegetación desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la cohesión del suelo y la reducción de la erosión superficial; por lo tanto, los taludes sin cobertura vegetal generalmente son más propensos a la inestabilidad.

La estabilidad de los taludes está influenciada por varios factores, incluidos la elevación, la inclinación, la cobertura vegetal y la geología subyacente. En general, los aumentos en la altura y pendiente de los taludes se correlacionan con una mayor probabilidad de inestabilidad del terreno. A continuación, se presentan factores clave que contribuyen a la ocurrencia de deslizamientos de terreno:

- La base de taludes inclinados.
- Áreas cercanas a pequeñas depresiones donde converge el drenaje.
- Áreas donde la porción inferior de los taludes está compuesta por material de relleno.
- La base o la cresta de un talud muy empinado.
- Lugares con historial de deslizamientos de terreno previos.
- Laderas desarrolladas donde existen sistemas sépticos.
- Taludes empinados sustentados por suelos ricos en arcilla.
- Colinas o laderas con inclinaciones mayores de 12 grados y elevaciones superiores a 300 metros.

Las categorías de peligro se derivan del índice de clasificación del USGS, el cual evalúa las características de pendiente y suelo según las definiciones establecidas por la agencia. La siguiente tabla presenta estas categorías, baja, moderada, alta y muy alta, y describe los niveles de peligro correspondientes.

Tabla 23. Categorías de Riesgo por Deslizamientos de Terreno

Categoría	Descripción
Baja	Áreas con pendientes mínimas y suelos estables; los deslizamientos de terreno son poco probables excepto bajo condiciones extremas.

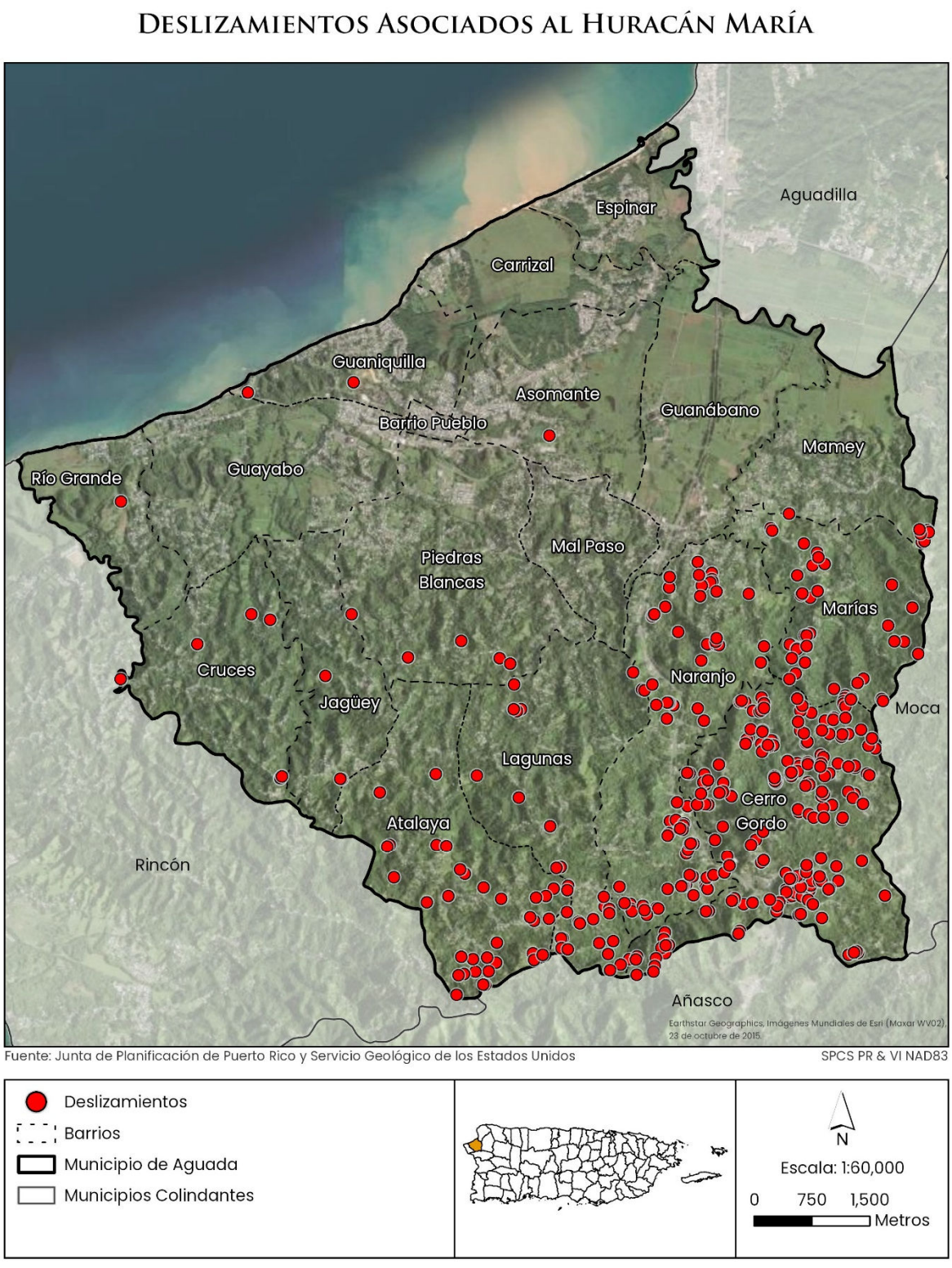
Categoría	Descripción
Moderada	Áreas con cierta susceptibilidad; los deslizamientos de terreno pueden ocurrir durante lluvias prolongadas o intensas.
Alta	Áreas con susceptibilidad significativa; los deslizamientos de terreno son probables durante lluvias fuertes o actividad sísmica.
Muy Alta	Áreas extremadamente propensas a deslizamientos de terreno; ocurren eventos frecuentes durante tormentas o terremotos.

4.7.1.3 Eventos Pasados

Como se señaló anteriormente, los deslizamientos de terreno están frecuentemente asociados con eventos de lluvias intensas. El Mapa 23 ilustra los deslizamientos de terreno reportados después del Huracán María en 2017, los cuales generalmente corresponden a las áreas identificadas con mayor susceptibilidad a deslizamientos. La mayor concentración de deslizamientos reportados ocurrió en las porciones sur y sureste del municipio, particularmente en los barrios Marías, Naranjo, Lagunas, Atalaya y Mamey, donde predominan terrenos más escarpados y condiciones montañosas.

En contraste, se reportaron relativamente pocos deslizamientos de terreno dentro de los barrios más urbanizados y costeros de Pueblo, Guaniquilla, Carrizal, Espinar, Río Grande de Añasco y algunas porciones de Guayabo. La distribución espacial de los deslizamientos de terreno posteriores al Huracán María demuestra la fuerte relación entre las condiciones de pendiente, las lluvias intensas y la ocurrencia de deslizamientos, destacando la mayor vulnerabilidad de las áreas elevadas del municipio ante futuras fallas de taludes inducidas por precipitaciones.

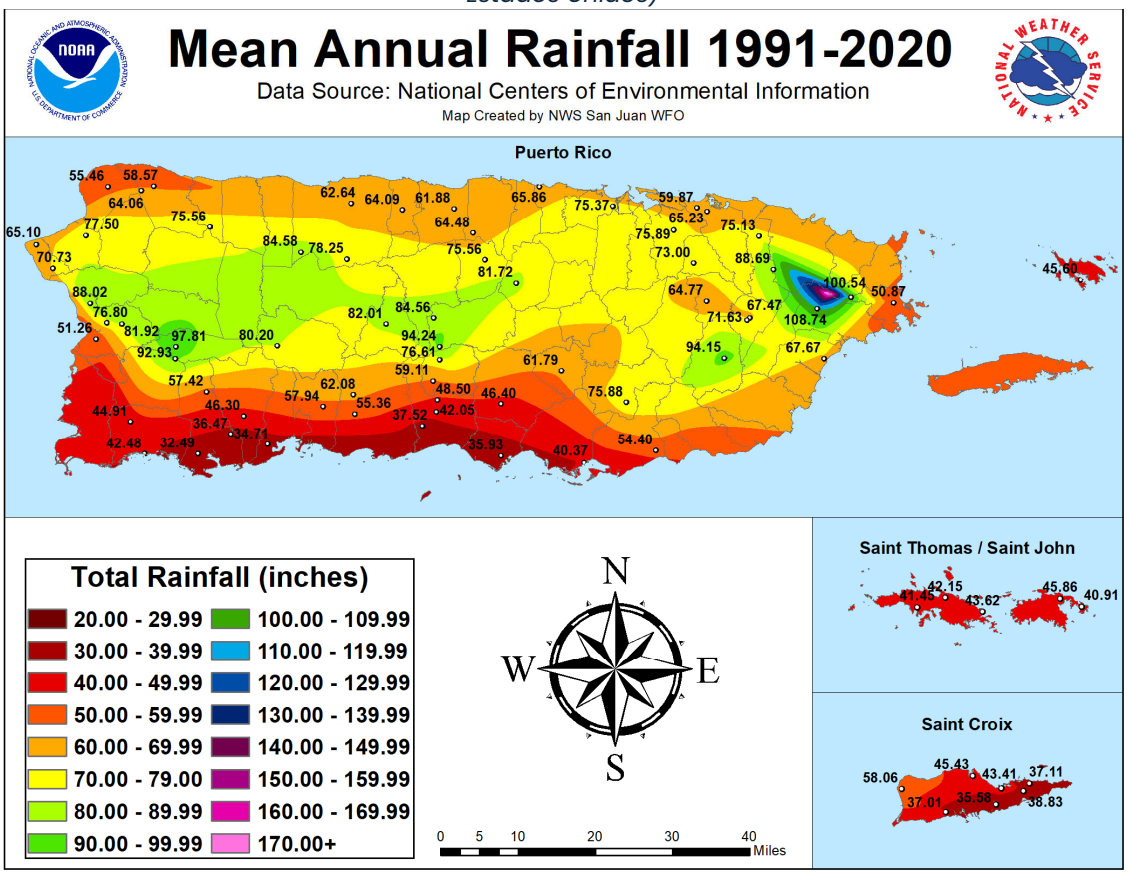
Mapa 23. Deslizamientos de Terreno Reportados en las Secuelas del Huracán María



4.7.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros

Aunque los deslizamientos de terreno también pueden ocurrir como resultado de terremotos o actividades humanas, la mayoría de los deslizamientos en Puerto Rico son desencadenados por la lluvia. Como se discutió anteriormente, estos eventos pueden ocurrir durante cualquier tipo de evento de precipitación. La Figura 14 presenta la Precipitación Media Anual para Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos durante el período de 1991 a 2020. El Municipio de Aguada se encuentra completamente dentro de una zona que recibe entre 70 y 79 pulgadas de lluvia al año. Dado estos niveles de precipitación, se espera que los deslizamientos de terreno continúen ocurriendo en el municipio.

Figura 14. Precipitación Anual Promedio 1991-2020 (Puerto Rico e Islas Vírgenes de los Estados Unidos)



Fuente: NOAA, https://www.weather.gov/sju/climo_pr_usvi_normals

4.7.2 Análisis de Riesgo

4.7.2.1 Pérdidas Estimadas

En el Municipio de Aguada, al igual que en muchas otras partes de Puerto Rico, los deslizamientos de terreno ocurren con mayor frecuencia durante o inmediatamente después de tormentas importantes que producen lluvias intensas y prolongadas. Los deslizamientos inducidos por la lluvia están estrechamente relacionados con sistemas meteorológicos severos o eventos consecutivos de precipitación que saturan los suelos empinados y vulnerables.

En la actualidad, no existen modelos estandarizados para cuantificar las pérdidas estructurales o de contenido resultantes de deslizamientos de terreno u otros eventos de movimiento en masa. En consecuencia, los índices de susceptibilidad del USGS fueron aplicados de manera empírica utilizando la mejor información disponible para estimar los posibles impactos de estas amenazas en Aguada. Estos índices clasifican el riesgo en cuatro niveles: bajo, moderado, alto y muy alto. Debido a las limitaciones de los datos, actualmente no es posible calcular las pérdidas monetarias asociadas con daños a edificaciones.

4.7.2.2 Infraestructura Crítica y Líneas Vitales

Los deslizamientos de terreno pueden afectar las Líneas Vitales de FEMA de las siguientes maneras:

- Seguridad y Protección: Los deslizamientos de terreno pueden atrapar, lesionar o causar la muerte de personas mediante el movimiento rápido de escombros, dificultar las operaciones de rescate y crear riesgos para la vida cuando los servicios de emergencia quedan aislados o dañados (Center for Disaster Resilient Communities, s.f.).
- Alimentos, Hidratación y Refugio: Los deslizamientos de terreno pueden destruir viviendas y áreas agrícolas, provocando desplazamientos y un aumento de la inseguridad alimentaria. También pueden interrumpir los sistemas locales de agua y saneamiento, aumentando los riesgos de contaminación, especialmente en entornos de refugios temporeros (IFRC, 2023).
- Salud y Servicios Médicos: Los deslizamientos de terreno pueden causar lesiones directas, como traumas o asfixia, mientras que los impactos a más largo plazo pueden incluir brotes de enfermedades transmitidas por el agua y

por vectores, así como estrés psicológico y trauma entre los sobrevivientes (Center for Disaster Resilient Communities, s.f.).

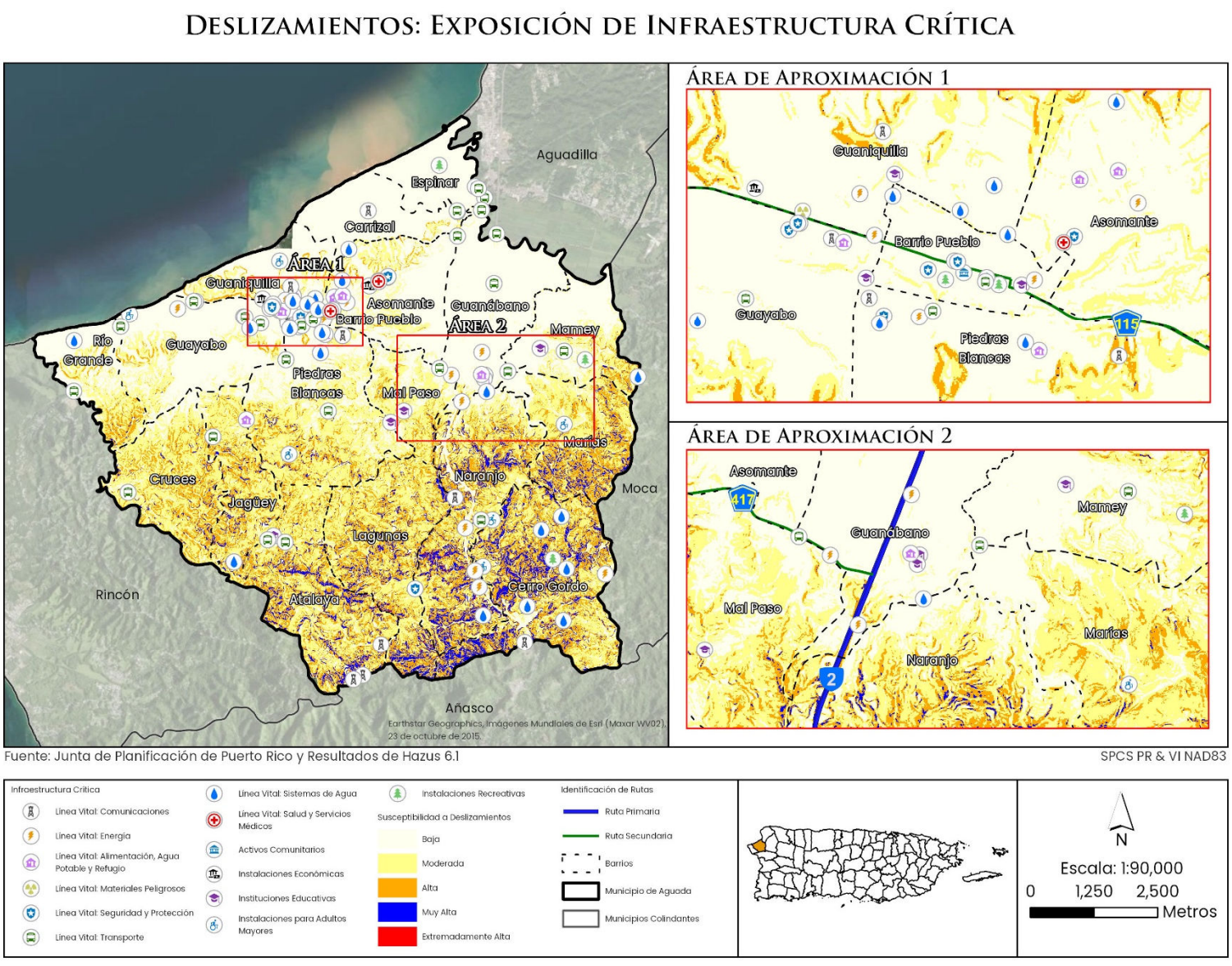
- Energía: Los deslizamientos de terreno pueden causar daños severos a líneas eléctricas, subestaciones y sistemas de suministro de combustible, provocando interrupciones generalizadas del servicio eléctrico que dificultan tanto los servicios públicos como las operaciones de respuesta a emergencias.
- Comunicaciones: Los daños a cables de comunicación, la caída de postes de servicios públicos y el acceso restringido a infraestructura de telecomunicaciones pueden interrumpir los sistemas de alerta y advertencia, dificultar la coordinación entre los respondedores de emergencia y afectar las redes de información pública.
- Transportación: Los deslizamientos de terreno pueden volver intransitables o destruir completamente carreteras, vías férreas, puentes y túneles a medida que los escombros obstruyen rutas críticas, limitando severamente la movilidad del público y restringiendo el acceso de los servicios de respuesta a emergencias.
- Materiales Peligrosos: Los deslizamientos de terreno pueden romper estructuras de contención, tuberías, tanques de almacenamiento o instalaciones industriales, provocando la liberación de sustancias químicas peligrosas o contaminantes y potencialmente desencadenando emergencias por materiales peligrosos (HAZMAT) (FEMA, 2024).
- Sistemas de Agua: Los deslizamientos de terreno pueden dañar tomas de agua, plantas de tratamiento, líneas de distribución y sistemas de recolección y tratamiento de aguas residuales, provocando contaminación, reducción de la presión del agua e interrupciones significativas en el servicio (IFRC, 2023).

El Mapa 24 muestra la infraestructura crítica identificada que podría verse afectada por deslizamientos de terreno. La mayor parte de la infraestructura crítica del municipio se concentra dentro y alrededor del centro urbano de Aguada, incluyendo los barrios Pueblo, Asomante, Guaniquilla y Carrizal, donde la susceptibilidad a deslizamientos generalmente es baja a moderada.

Las áreas de susceptibilidad alta y muy alta a deslizamientos de terreno se localizan principalmente en las porciones sur y sureste del municipio, particularmente en Marías, Naranjo, Cerro Gordo, Atalaya, Lagunas y porciones de Mamey. Aunque existen menos instalaciones críticas ubicadas dentro de estas áreas, varios corredores de transportación y activos de servicios públicos atraviesan zonas susceptibles a fallas de taludes.

La línea vital más vulnerable ante un evento de deslizamiento de terreno es Transportación, ya que las fallas de taludes podrían obstruir las carreteras que conectan el centro urbano y las áreas costeras del norte con los barrios del sur y sureste del municipio. Tales interrupciones podrían limitar el acceso a instalaciones críticas, servicios de emergencia, servicios públicos y comunidades circundantes, particularmente durante o después de eventos importantes de lluvia.

Mapa 24. Deslizamientos de Terreno: Exposición de la Infraestructura Crítica



4.7.2.3 Vulnerabilidades Sociales

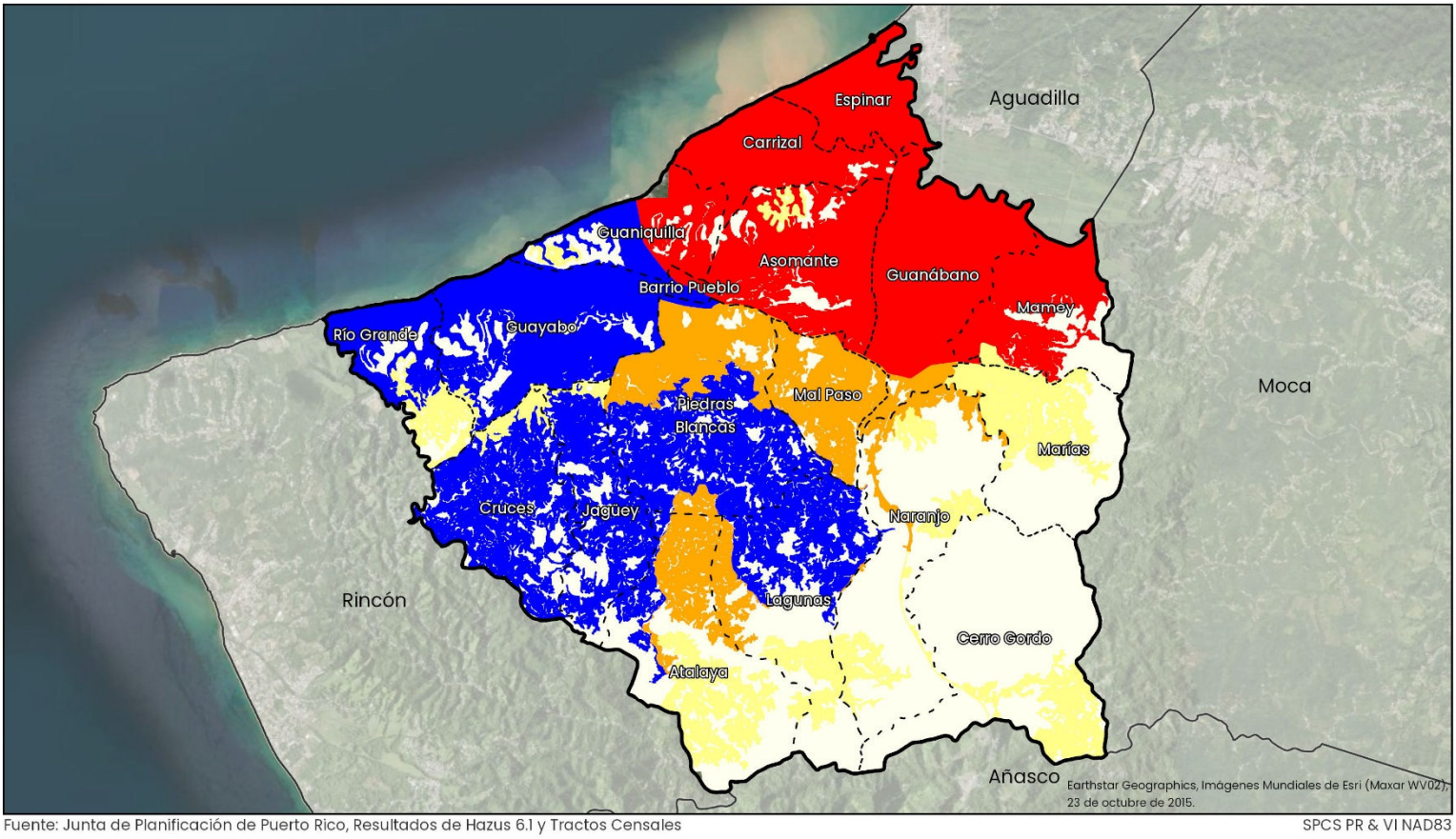
La vulnerabilidad social a los deslizamientos de terreno en Puerto Rico es el resultado de la topografía, la pobreza, el envejecimiento de la población, la fragilidad de la infraestructura y el aislamiento geográfico, factores que influyen en la gravedad de los impactos tras tormentas mayores o eventos sísmicos. Los análisis académicos y federales demuestran consistentemente que los deslizamientos de terreno afectan de manera desproporcionada a las comunidades que ya enfrentan dificultades relacionadas con el acceso a la transportación, servicios de salud, estabilidad económica y capacidad de respuesta ante emergencias. Atender estas vulnerabilidades requiere estrategias de mitigación que integren análisis espaciales de riesgo, indicadores de vulnerabilidad social, planificación basada en las comunidades y fortalecimiento de la infraestructura adaptado a municipios rurales y montañosos (West, Rodríguez Cruz, & Hughes, 2023).

De particular preocupación es que los residentes rurales suelen depender de una sola carretera, la cual puede ser destruida u obstruida por fallas de taludes, aislando comunidades completas. Los grupos focales realizados en el municipio de Utuado señalaron que los deslizamientos de terreno interrumpían el acceso a instalaciones médicas, servicios de respuesta a emergencias e incluso al agua y alimentos, en ocasiones durante meses. Esta situación también puede ocurrir en este municipio. Esto crea condiciones inmediatas que amenazan la vida de las personas con condiciones de salud, limitaciones de movilidad o necesidades médicas de emergencia (West, Rodríguez Cruz, & Hughes, 2023).

Según el Mapa 25, las áreas de alta susceptibilidad a deslizamientos de terreno coinciden con las zonas que presentan menores densidades poblacionales.

Mapa 25. Deslizamientos: Exposición de la Población a la Susceptibilidad de Deslizamientos de Terreno

Deslizamientos: Exposición de la Población



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Tractos Censales

SPCS PR & VI NAD83

Población en Riesgo
- 0 - 108
- 109 - 477
- 478 - 1,041
- 1,042 - 2,367
- 2,368 - 4,202
- Barrios
- Municipio de Aguada
- Municipios Colindantes



N

Escala: 1:80,000

0 1,000 2,000 Metros

4.7.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Los deslizamientos de terreno se encuentran entre los peligros naturales más destructivos, produciendo impactos que se extienden mucho más allá de los daños físicos inmediatos que ocasionan (Eliot, Cloyd, & Philbin, 1994). Sus efectos sobre los recursos naturales son profundos y, con frecuencia, irreversibles. Cuando ocurre un deslizamiento de terreno, extensas áreas de vegetación son arrancadas o sepultadas, provocando la pérdida de hábitats críticos y una disminución de la biodiversidad. El desplazamiento del suelo no solo elimina capas fértiles esenciales para la agricultura, sino que también introduce grandes volúmenes de sedimentos en ríos y embalses. Esta sedimentación degrada la calidad del agua, altera los ecosistemas acuáticos y puede comprometer los suministros de agua potable. Además, los deslizamientos de terreno modifican con frecuencia los sistemas hidrológicos al bloquear cauces fluviales, creando represas temporeras que aumentan el riesgo de inundación y alteran los patrones de recarga de aguas subterráneas.

La dimensión cultural de los impactos de los deslizamientos de terreno es igualmente significativa. Los sitios arqueológicos, monumentos históricos y paisajes de importancia cultural son altamente vulnerables al enterramiento o destrucción durante estos eventos. Estas pérdidas son irremplazables, ya que eliminan vínculos tangibles con el pasado y reducen el patrimonio cultural. En muchas regiones, los deslizamientos de terreno han dañado estructuras centenarias, incluidas iglesias, edificaciones coloniales y sitios sagrados, lo que ha resultado en costosos esfuerzos de restauración o pérdidas permanentes. Más allá de los daños físicos, la alteración de paisajes culturales, como terrazas agrícolas o áreas ceremoniales, debilita la identidad comunitaria y las tradiciones profundamente vinculadas al territorio. Económicamente, estos impactos repercuten en las economías locales que dependen del turismo cultural, reduciendo el número de visitantes y los ingresos de las comunidades que dependen de actividades relacionadas con el patrimonio.

A diferencia de los barrios del sur y sureste del municipio, donde se concentra la mayor susceptibilidad a deslizamientos de terreno, los principales recursos históricos y culturales de Aguada, incluidos el centro histórico urbano en el Barrio Pueblo, la Parroquia San Francisco de Asís y la Ermita de Espinar, generalmente se localizan dentro de áreas de susceptibilidad baja a moderada a deslizamientos de terreno. Como resultado, estos recursos se consideran menos vulnerables a los peligros por deslizamientos de terreno que las instalaciones e infraestructuras ubicadas en el interior montañoso del municipio.

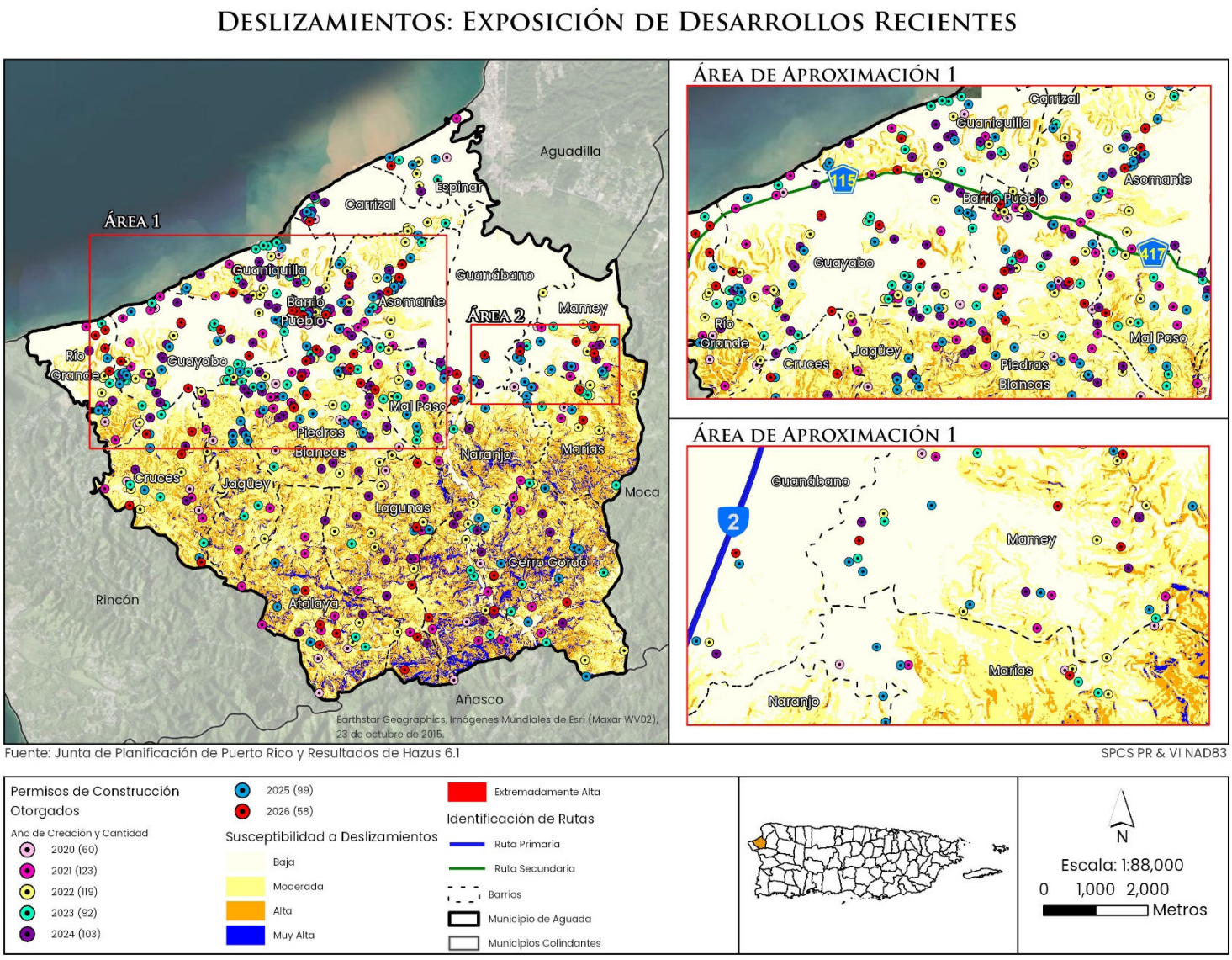
4.7.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

La Sección 3.6 anterior discutió el número de permisos de construcción emitidos dentro del Municipio. El Mapa 26 ilustra la distribución espacial de los permisos de construcción emitidos entre 2020 y 2026 en relación con las áreas de susceptibilidad a deslizamientos de terreno. En conjunto, estos hallazgos indican que la exposición futura a los peligros por deslizamientos de terreno probablemente no disminuirá a corto plazo, ya que el desarrollo continúa en porciones del municipio vulnerables a fallas de taludes.

El mapa muestra que la mayor parte del desarrollo reciente ha ocurrido dentro de las porciones norte y central de Aguada, particularmente en y alrededor de los barrios Pueblo, Asomante, Guaniquilla, Carrizal, Guayabo y Guanábano, donde la susceptibilidad a deslizamientos de terreno es generalmente baja a moderada. Sin embargo, también se ha producido desarrollo en áreas de mayor susceptibilidad a deslizamientos de terreno en los barrios del sur y sureste del municipio, incluyendo porciones de Mamey, Marías, Naranjo, Lagunas, Atalaya y Cerro Gordo. Estas áreas contienen pendientes más pronunciadas y condiciones topográficas que pueden aumentar el potencial de deslizamientos inducidos por lluvias.

A medida que continúe el crecimiento futuro, activos residenciales, comerciales, institucionales y de infraestructura adicionales podrían quedar expuestos a peligros por deslizamientos de terreno. El cumplimiento continuo de las reglamentaciones de uso de terrenos, los controles de desarrollo y las prácticas apropiadas de estabilización de taludes y drenaje será importante para reducir las pérdidas futuras relacionadas con deslizamientos de terreno y fortalecer la resiliencia comunitaria. La incorporación de mejores prácticas de manejo, tales como el manejo de vegetación, la reforestación, las técnicas de bioingeniería y las medidas de control de erosión, también puede contribuir a reducir la inestabilidad de los taludes y mejorar la resiliencia a largo plazo en las áreas susceptibles.

Mapa 26. Deslizamientos: Exposición de desarrollos recientes



4.8 Tsunami

4.8.1 Descripción (B1-a)

Un tsunami o maremoto es una serie de olas generalmente causadas por un desplazamiento vertical del fondo oceánico como resultado de un terremoto submarino. Los tsunamis también pueden ser provocados por deslizamientos submarinos o erupciones volcánicas en una región específica. Las características de un tsunami varían dependiendo de si la ola se desplaza en aguas profundas o se aproxima a la costa. En aguas profundas, estas olas pueden viajar a velocidades de hasta 500 millas por hora y presentarse como olas bajas, generalmente de menos de un pie sobre el nivel del mar, pasando a menudo desapercibidas para las embarcaciones en alta mar. La distancia entre las crestas de las olas suele ser muy amplia. A medida que las olas se acercan a las áreas costeras, su velocidad disminuye significativamente mientras su altura aumenta dramáticamente debido a que la frecuencia de la ola aumenta a medida que disminuye su amplitud. Este fenómeno puede producir olas masivas que, en ocasiones, superan los 98 pies de altura. Sin embargo, los tsunamis suelen manifestarse como aumentos repentinos y significativos del nivel del mar a lo largo de la costa, semejantes a una poderosa marea que avanza tierra adentro.

Pueden existir señales de advertencia adicionales que precedan a un tsunami. Estas incluyen un retroceso notable del mar, donde el agua se aleja de la costa, o un aumento rápido y excesivo del nivel del mar en las zonas costeras. Típicamente, puede escucharse un fuerte rugido proveniente del océano, similar al sonido de una aeronave volando a baja altura. También pueden producirse otros ruidos cuando las potentes olas impactan arrecifes, rocas y objetos arrastrados por la corriente.

Aunque el peligro por tsunamis no puede prevenirse, los municipios pueden implementar medidas de mitigación mediante la preparación individual y colectiva, mantener sistemas de alerta para advertir a las comunidades vulnerables y garantizar una respuesta efectiva tras un evento de esta naturaleza. En Puerto Rico, los esfuerzos han sido coordinados bajo el Programa Nacional de Mitigación de Riesgo por Tsunamis (NTHMP, por sus siglas en inglés) en la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez (UPRM) y por IOCARIBE de la UNESCO para las áreas regionales. Este programa tiene como objetivo reducir los impactos de los tsunamis mediante la evaluación de desastres, la orientación sobre mensajes de alerta y estrategias de mitigación. El NTHMP desarrolla mapas de inundación por tsunami, difunde

información a través de los medios para simulacros comunitarios y promueve el conocimiento de eventos pasados. Los esfuerzos de mitigación incluyen mejorar la divulgación de información, reducir riesgos, crear planes de evacuación, producir materiales educativos e implementar el Programa Tsunami Ready de NOAA, entre otras iniciativas.

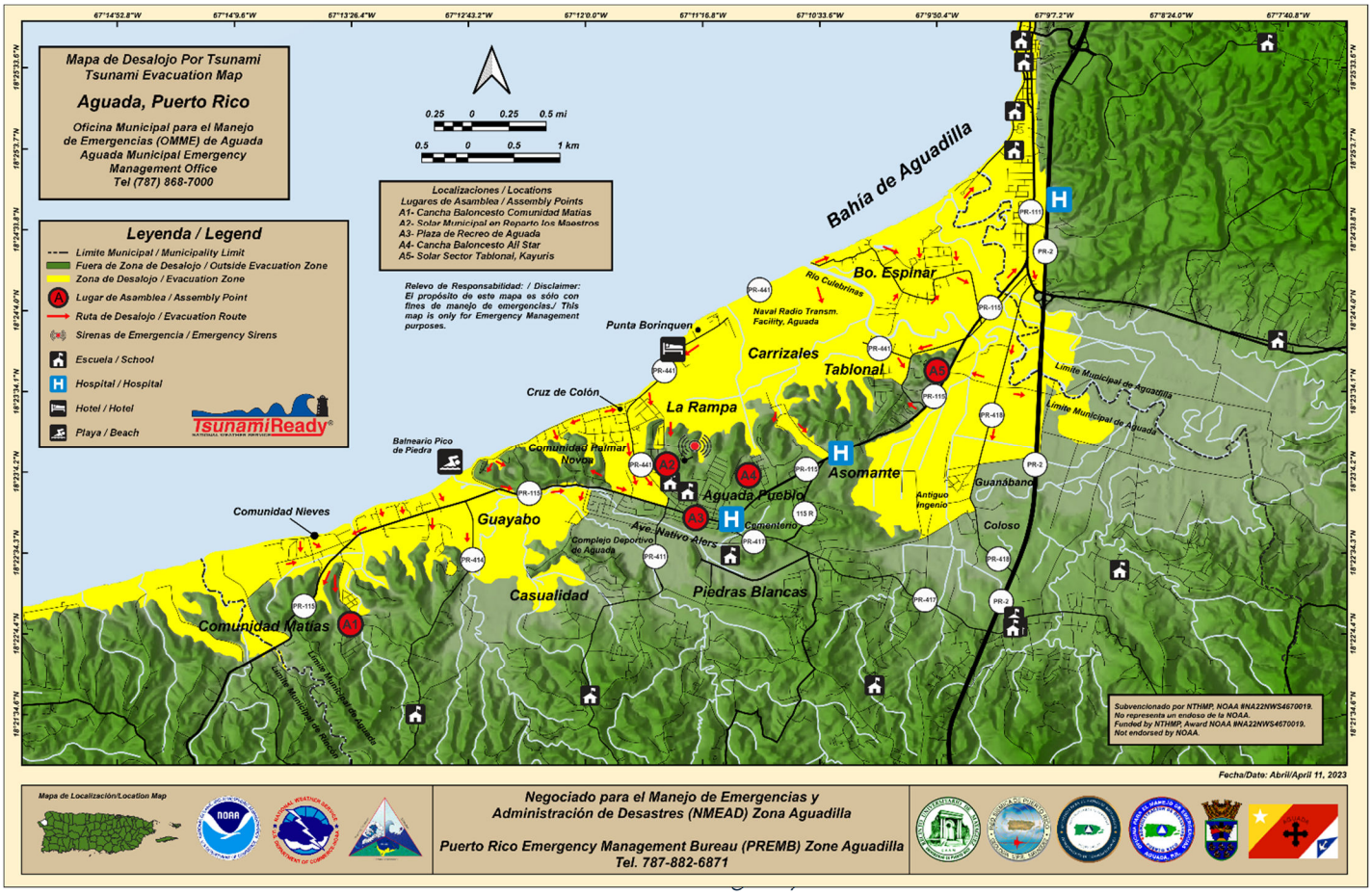
4.8.1.1 Área Afectada (B1-B)

El Mapa de Evacuación por Tsunami de Aguada presentado en la Figura 15 identifica las áreas bajas del municipio vulnerables a la inundación por tsunami. La zona de evacuación, resaltada en amarillo, se extiende a través de gran parte del sector norte de Aguada e incluye comunidades como Matías, Guayabo, La Rampa, Carrizales, Tablonal, Asomante y Espinar. Las áreas mostradas en color verde representan elevaciones más altas que generalmente se encuentran fuera de la zona de evacuación y sirven como lugares más seguros durante una emergencia por tsunami.

La Figura 15 presenta las rutas de evacuación designadas, marcadas con flechas rojas, que dirigen a residentes y visitantes tierra adentro hacia áreas de mayor elevación. Cinco puntos oficiales de reunión (A1-A5) están estratégicamente distribuidos a través del municipio para apoyar las operaciones de respuesta a emergencias y seguridad pública. También se identifican instalaciones críticas, incluidas hospitales, escuelas, hoteles, playas y sirenas de emergencia, para apoyar la preparación, la planificación de evacuaciones y la coordinación de emergencias.

En términos generales, el mapa destaca la vulnerabilidad a tsunamis a lo largo del corredor norte de baja elevación de Aguada, particularmente en las comunidades ubicadas cerca de las carreteras PR-115, PR-441 y PR-442. La estrategia de evacuación se enfoca en trasladar a residentes y visitantes fuera de estas áreas de riesgo hacia terrenos más elevados tierra adentro y hacia los puntos de reunión designados tras una advertencia de tsunami o un evento sísmico significativo.

Figura 15. Mapa de evacuación en un evento de Tsunami



4.8.1.2 *Risk Magnitude (B1-C)*

Los eventos de tsunami se encuentran entre los desastres naturales más severos. Entre los peligros asociados con un evento de tsunami se encuentran los siguientes:

- **Inundación de áreas costeras bajas:** Esto ocurre cuando las olas de tsunami penetran tierra adentro, causando destrucción de propiedades y fatalidades por ahogamiento.
- **Daños a propiedades y edificaciones costeras:** Las viviendas y estructuras ubicadas cerca de la costa pueden sufrir daños severos, quedando inhabitables. Además, estas olas provocan una erosión costera significativa y socavan los cimientos de las edificaciones al arrastrar arena y suelo, aumentando su alcance y fuerza.

- **Escombros flotantes y objetos de gran tamaño:** Un tsunami puede transportar escombros e incluso embarcaciones grandes tierra adentro, creando peligros adicionales y potencialmente causando accidentes mayores y tragedias adicionales.

Aunque este fenómeno natural se desplaza lentamente a través del océano, la fuerza de las olas de un tsunami puede causar miles de muertes y daños extensos a la propiedad, incluyendo viviendas, instalaciones críticas e infraestructura municipal. Si la perturbación se origina cerca de un área costera, el tsunami puede devastar la comunidad en cuestión de minutos (NOAA, s.f.). El desarrollo e implementación de un sistema de alerta temprana es esencial para mitigar o reducir los impactos de tales eventos. Asimismo, es fundamental que las comunidades vulnerables a los tsunamis estén preparadas para responder de manera rápida y efectiva una vez se emita una alerta (NOAA, s.f.).

En 1995, el Congreso de los Estados Unidos designó a NOAA para liderar el Programa Nacional de Mitigación de Riesgo por Tsunami (NTHMP). Este programa representa una alianza federal-estatal que incluye a NOAA, FEMA, el Servicio Geológico de los Estados Unidos y 28 estados y territorios. Su objetivo principal es reducir los impactos de los tsunamis en las costas de los Estados Unidos mediante actividades tales como educación y concienciación pública, planificación a nivel comunitario, evaluaciones de riesgo para áreas específicas y orientación sobre alertas de tsunami (NOAA, s.f.).
El Programa TsunamiReady, creado por el Servicio Nacional de Meteorología de NOAA, tiene como objetivo minimizar la pérdida de vidas y propiedades a causa de tsunamis y promover la preparación. En Puerto Rico, la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) administra fondos tanto para el NTHMP como para el Programa TsunamiReady, en coordinación con la Oficina de Pronósticos del NWS en San Juan, FEMA, PREMB, las Oficinas Municipales para el Manejo de Emergencias (OMME) y las comunidades locales.

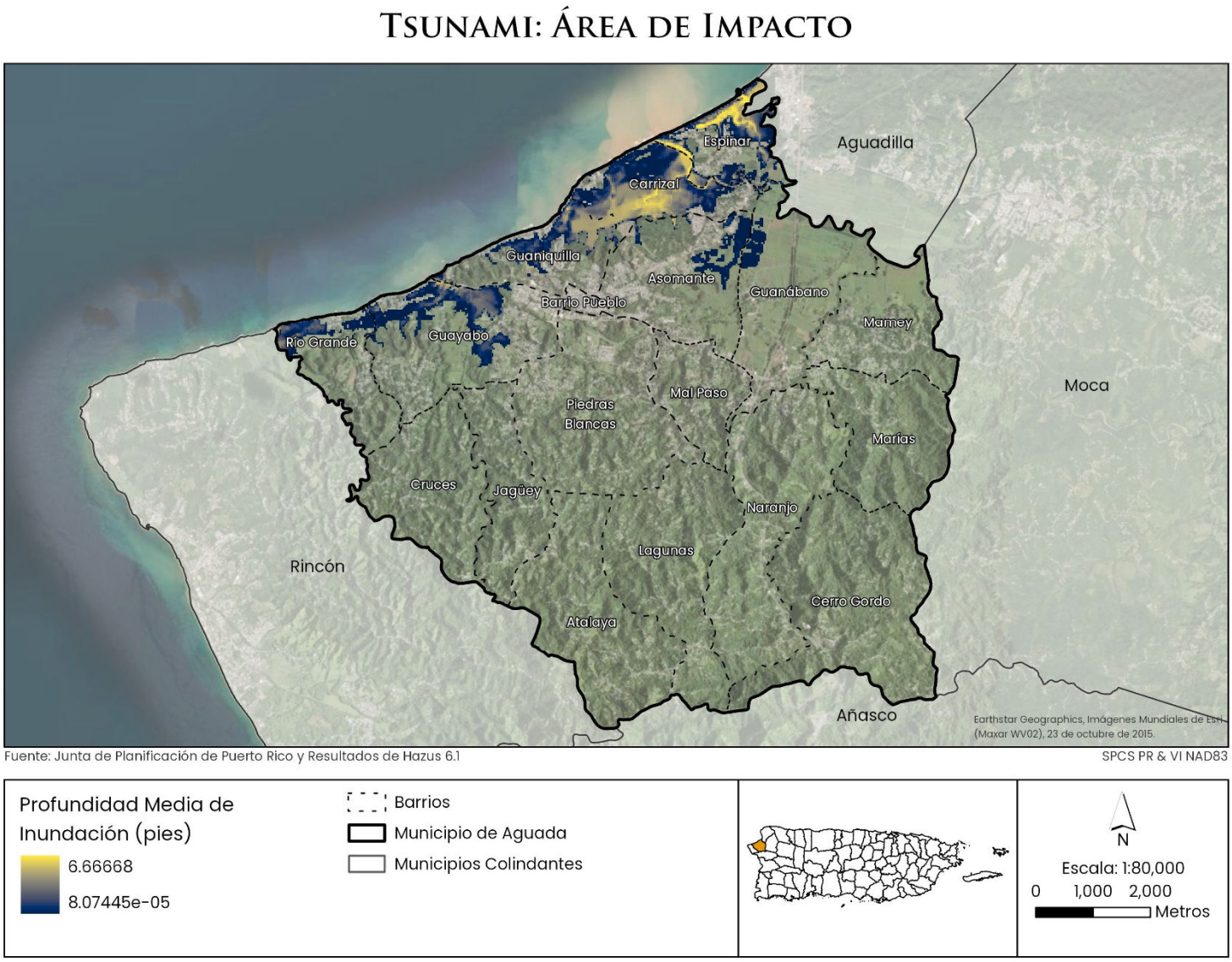
Actualmente, 46 municipios de la isla participan en el Programa TsunamiReady, incluido Aguada, que cuenta tanto con un mapa de evacuación por tsunami como con la certificación TsunamiReady.

El Mapa 27 muestra el área modelada de inundación por tsunami concentrada a lo largo de la llanura costera norte de Aguada, particularmente dentro de los barrios costeros de Espinar, Carrizal, Guaniquilla, Río Grande de Añasco y porciones de Guayabo y Pueblo. El mapa indica que la inundación por tsunami generalmente se limita a las áreas costeras de baja elevación, mientras que los sectores centrales y

del sur del municipio se encuentran fuera del área proyectada de impacto debido a sus mayores elevaciones y mayor distancia de la costa.

El Mapa 28 muestra el flujo de momento (*momentum flux*) de tsunami modelado concentrado en las mismas áreas costeras del norte identificadas en el análisis de inundación, incluyendo Espinar, Carrizal, Guaniquilla, Río Grande de Añasco y porciones de Guayabo y Pueblo. Se espera que estas áreas experimenten las mayores fuerzas de flujo del tsunami, lo que indica un mayor potencial de daños a estructuras e infraestructura expuestas. En contraste, los sectores centrales y del sur del municipio permanecen en gran medida fuera de la zona proyectada de mayor impacto debido a sus elevaciones más altas y su ubicación tierra adentro.

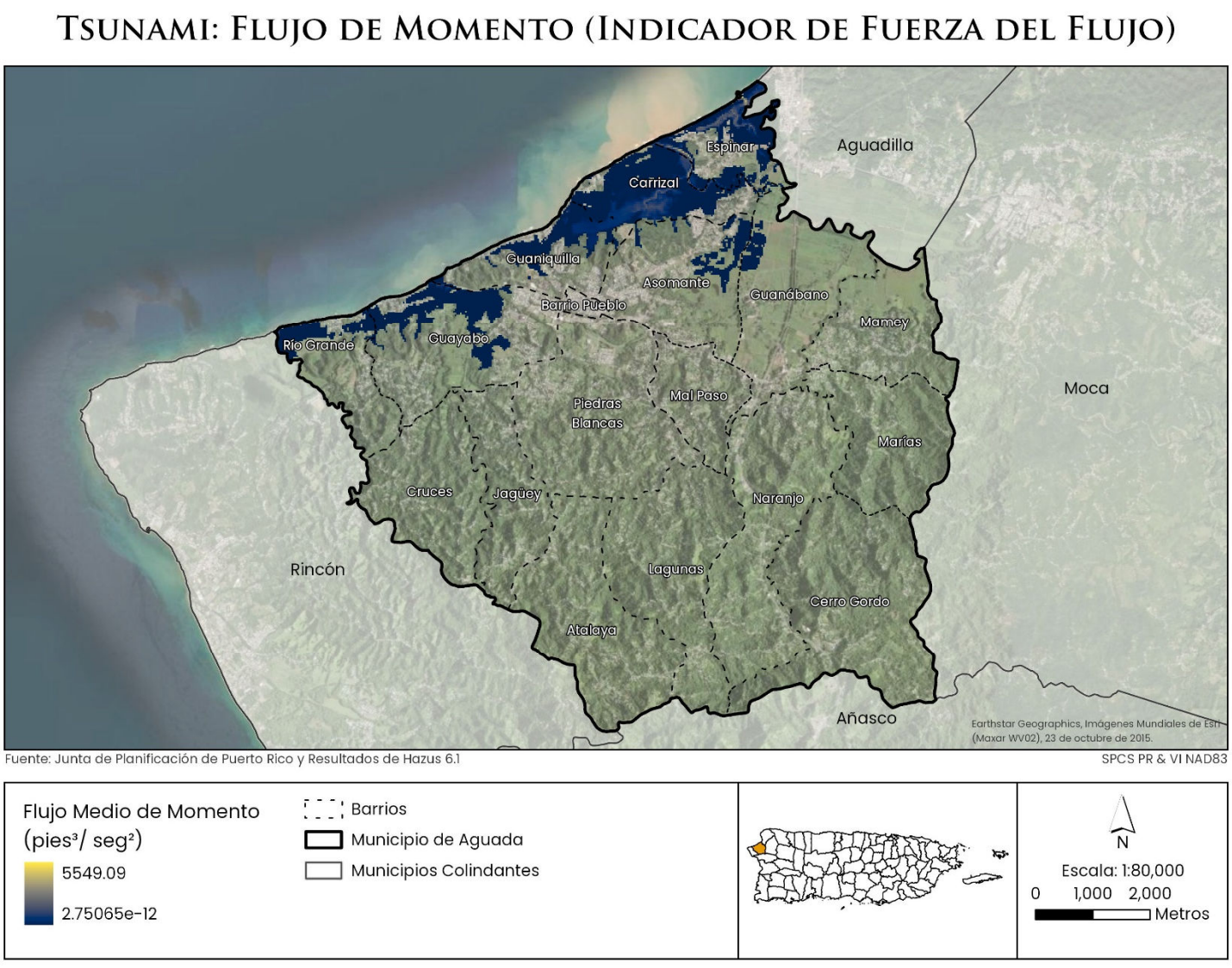
Mapa 27. Tsunami: Área de impacto



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

Mapa 28. Tsunami: Flujo de Momento (Indicador de la Fuerza del Flujo)



4.8.1.3 Eventos Pasados (B1-D)

La siguiente tabla muestra los eventos de tsunami más recientes registrados en Puerto Rico.

Tabla 24. Eventos de Tsunami en Puerto Rico

Evento de Tsunami	Descripción
1946 Tsunami	En Puerto Rico, el mar retrocedió en Aguadilla (24 m) y Mayagüez (76 m) antes de regresar como olas destructivas. La combinación del terremoto y el tsunami resultó en 75 muertes y dejó a 20,000 personas sin hogar. En San Juan, el tsunami fue registrado por un mareógrafo 35 minutos después del terremoto, tras una segunda sacudida (Ms 7.9) casi tan fuerte como el terremoto del 4 de agosto, pero localizada aproximadamente 100 km al noroeste. Las olas también fueron detectadas en lugares distantes, con tiempos de viaje de 2:02 horas hacia Bermudas, 4:02 horas hacia Daytona Beach y 4:42 horas hacia Atlantic City (Lander, Whiteside, & Lockridge, 2002).
1918 Tsunami	El 11 de octubre de 1918, Puerto Rico experimentó uno de los terremotos más poderosos de su historia. Los informes oficiales indican que 116 personas perdieron la vida y las pérdidas económicas fueron estimadas en $4 millones, el doble del presupuesto anual de la isla en aquel momento. El terremoto generó un tsunami que impactó la costa oeste de la isla pocos minutos después del sismo inicial. Las olas alcanzaron alturas de hasta 20 pies en el extremo noroeste de la isla, apareciendo casi inmediatamente después del terremoto. Aproximadamente 40 de las muertes fueron atribuidas al propio tsunami (PRSN, 2025). En todas las áreas donde se observó la ola, los testigos reportaron que el mar retrocedió primero, exponiendo arrecifes y porciones del fondo marino nunca antes visibles, incluso durante las mareas más bajas. Posteriormente, el agua regresó alcanzando niveles igualmente elevados. En algunos lugares, la gran ola fue seguida por una o dos olas más pequeñas y, en bahías cerradas, el agua permaneció agitada durante algún tiempo. En Punta Borinquen, en Aguadilla, el farero informó que el agua comenzó a retirarse durante el terremoto y posteriormente se elevó hasta 15 pies. Cerca de Punta Aguejereada, la ola alcanzó entre 18 y 20 pies de altura, llegando entre 4 y 7 minutos después del terremoto. En Aguadilla, 32 personas murieron ahogadas y cerca de 300 viviendas costeras fueron destruidas. El tsunami llegó a Mayagüez aproximadamente 20 minutos después del terremoto, con una altura aproximada de 5 pies (PRSN, 2025).
1867 Tsunami	On November 18, an earthquake of magnitude 7.3 was felt strongly in the

Evento de Tsunami	Descripción
	Virgin Islands and the eastern region of Puerto Rico. The epicenter was in the Anegada Passage, between the islands of St. Thomas, St. Croix, and Vieques. The resulting tsunami reached heights of nearly 20 feet in St. El 18 de noviembre, un terremoto de magnitud 7.3 fue sentido con intensidad en las Islas Vírgenes y en la región oriental de Puerto Rico. El epicentro se ubicó en el Pasaje de Anegada, entre las islas de Saint Thomas, Saint Croix y Vieques. El tsunami resultante alcanzó alturas cercanas a 20 pies en Saint Thomas y Saint Croix. En San Juan y Arroyo, los niveles del agua aumentaron aproximadamente entre 0.9 y 1.5 metros, acompañados por una actividad significativa del oleaje cerca de las Islas de Vieques. En Fajardo solo se documentó una ola menor, mientras que en Yabucoa ocurrió un marcado retiro del mar antes de una ola de retorno que penetró aproximadamente 137 metros tierra adentro (Lander, Whiteside, & Lockridge, 2002). No se registraron muertes (Castro Rivera, Proyecto 1867, s.f.).

4.8.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e)

La ocurrencia de un tsunami no puede predecirse ni determinarse con precisión en cuanto a su momento de ocurrencia. Sin embargo, debido a que los tsunamis están estrechamente asociados con eventos sísmicos, como los terremotos, su probabilidad futura depende de la probabilidad de que ocurra actividad sísmica en el futuro. Los estudios de vulnerabilidad han estimado una probabilidad de entre 33% y 50% de experimentar sacudidas sísmicas fuertes (Intensidad VII o superior en la Escala Modificada de Mercalli) en diferentes partes de la isla dentro de un período de 50 años (PRSN, s.f.). En consecuencia, dado que las áreas de mayor actividad sísmica alrededor de Puerto Rico se encuentran bajo el agua al noroeste, sureste y suroeste de la isla, es plausible que el próximo terremoto significativo pueda generar un tsunami.

Los terremotos y los tsunamis son fenómenos relativamente poco frecuentes, y no todos los terremotos generan tsunamis. No obstante, cuando ocurre un terremoto importante bajo el fondo oceánico, la probabilidad de que se produzca un tsunami aumenta considerablemente. Esto implica que la probabilidad de un tsunami está directamente correlacionada con la probabilidad de un terremoto fuerte, particularmente en las áreas costeras. Esta probabilidad constituye un parámetro clave para la clasificación del riesgo, basado en registros históricos y en las aportaciones de los comités de planificación y estudios existentes.

4.8.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b)

4.8.2.1 Pérdidas Estimadas

El Índice Nacional de Riesgo (NRI) de FEMA proporciona estimaciones de exposición a tsunamis y pérdidas anuales esperadas para el municipio. La exposición representa el valor de las edificaciones y de la población ubicadas dentro de áreas potencialmente afectadas por un evento de tsunami.

Aunque los peligros por tsunami en Aguada se limitan principalmente a la llanura costera norte del municipio, el análisis de exposición indica que una cantidad significativa de desarrollo y población se encuentra dentro del área modelada de inundación. Las comunidades residenciales, negocios, corredores de transportación e infraestructura de servicios públicos ubicados cerca de la costa contribuyen a un valor total de exposición que excede los $665 millones en activos de edificaciones. Además, aproximadamente 3,974 residentes se encuentran dentro del área potencialmente afectada, lo que destaca la importancia de la planificación de evacuación y la preparación pública.

La Tabla 25 resume la exposición del municipio a los peligros por tsunami.

Tabla 25. Exposición a Tsunamis

Exposición - Área Impactada (mi²)	Exposición - Valor de las Edificaciones	Exposición - Población	Exposición - Equivalencia de la Población	Exposición - Total
1.009811	$665,710,022	3,973.661205	$46,094,469,986	$46,760,180,009

La pérdida anual esperada para cada sector censal o jurisdicción representa el impacto económico promedio anual, expresado en dólares, anticipado como resultado de eventos de peligros naturales. La Tabla 26 presenta las pérdidas anuales esperadas relacionadas con tsunamis tanto para edificaciones como para la población.

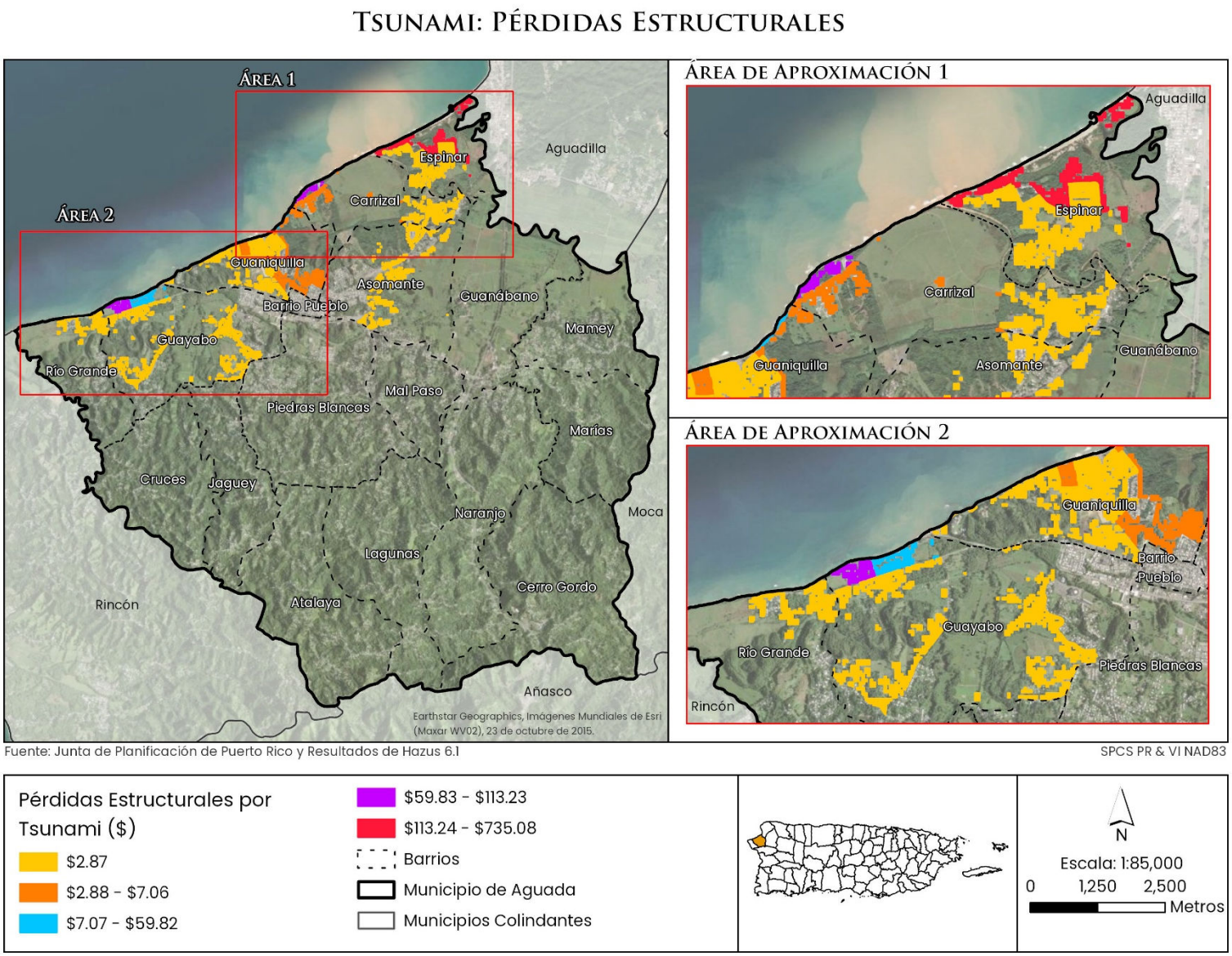
.

Tabla 26. Pérdida Anual Esperada por Tsunami

Pérdida Anual Esperada - Valor de las Edificaciones	Pérdida Anual Esperada - Población	Pérdida Anual Esperada - Equivalencia de la Población	Pérdida Anual Esperada - Total
$371	0.000014	$161	$532

El Mapa 29 ilustra las pérdidas estructurales estimadas relacionadas con tsunamis en todo Aguada. Las pérdidas proyectadas más altas se concentran en porciones de los barrios costeros del norte, particularmente en Espinar y áreas costeras adyacentes, donde la combinación del potencial de inundación por tsunami y la presencia de propiedades desarrolladas resulta en mayores estimaciones de daños. También se identifican pérdidas estructurales moderadas en las secciones costeras de Guaniquilla, Carrizal y Río Grande de Añasco, mientras que las porciones central y sur del municipio muestran poca o ninguna pérdida estructural proyectada debido a sus mayores elevaciones y menor exposición a los peligros por tsunami. Estos resultados indican que los daños potenciales relacionados con tsunamis están principalmente asociados con las áreas costeras bajas donde se concentran las edificaciones y la infraestructura.

Mapa 29. Tsunami: Pérdidas Estructurales



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

4.8.2.2 Infraestructura Crítica y Líneas Vitales

Un evento de tsunami representa una amenaza severa y en cascada para el funcionamiento de la comunidad debido a su rápida ocurrencia, inundación extensa, fuertes corrientes y la transportación masiva de escombros. Los tsunamis pueden interrumpir significativamente todas las Líneas Vitales Comunitarias de FEMA, tanto de forma inmediata como durante prolongados períodos de recuperación. Los impactos sobre las líneas vitales suelen ser interdependientes, generando efectos acumulativos que dificultan las labores de respuesta, socorro y recuperación a largo plazo (FEMA, 2021).

- **Seguridad y Protección**: La línea vital de Seguridad y Protección se ve gravemente comprometida durante eventos de tsunami debido a las inundaciones repentinas, los escombros y el tiempo limitado para la evacuación. Las agencias del orden público, los servicios de bomberos y los refugios de emergencia pueden resultar dañados o quedar inaccesibles debido a la inundación o la erosión costera. Con frecuencia se requieren operaciones de búsqueda y rescate a gran escala, lo que ejerce una fuerte presión sobre los respondedores de emergencia mientras las rutas de acceso permanecen obstruidas por escombros, estructuras colapsadas o carreteras destruidas por el agua. Además, los daños a instalaciones correccionales y las interrupciones en las comunicaciones pueden aumentar los riesgos secundarios para la seguridad pública (NOAA, s.f.).
- **Alimentos, Hidratación y Refugio**: Los impactos de un tsunami frecuentemente contaminan los sistemas de agua potable debido a la intrusión de agua salada, liberaciones químicas y daños a las instalaciones de tratamiento. Los sistemas de distribución de alimentos pueden verse interrumpidos debido a almacenes inundados, daños a los puertos y pérdida de capacidad de refrigeración. El inventario de viviendas en las áreas costeras y de baja elevación es particularmente vulnerable; comunidades completas pueden ser destruidas o declaradas inhabitables debido a daños estructurales o contaminación por moho. Como resultado, grandes poblaciones desplazadas requieren atención masiva, refugio y soluciones de vivienda a largo plazo, generando una presión significativa sobre los recursos locales y regionales (FEMA, 2020).
- **Salud y Servicios Médicos**: Los sistemas de salud enfrentan desafíos inmediatos después de un tsunami, incluidos daños físicos a hospitales y clínicas, pérdida del servicio eléctrico y acceso limitado para pacientes y personal médico. Son comunes los aumentos repentinos en la demanda de

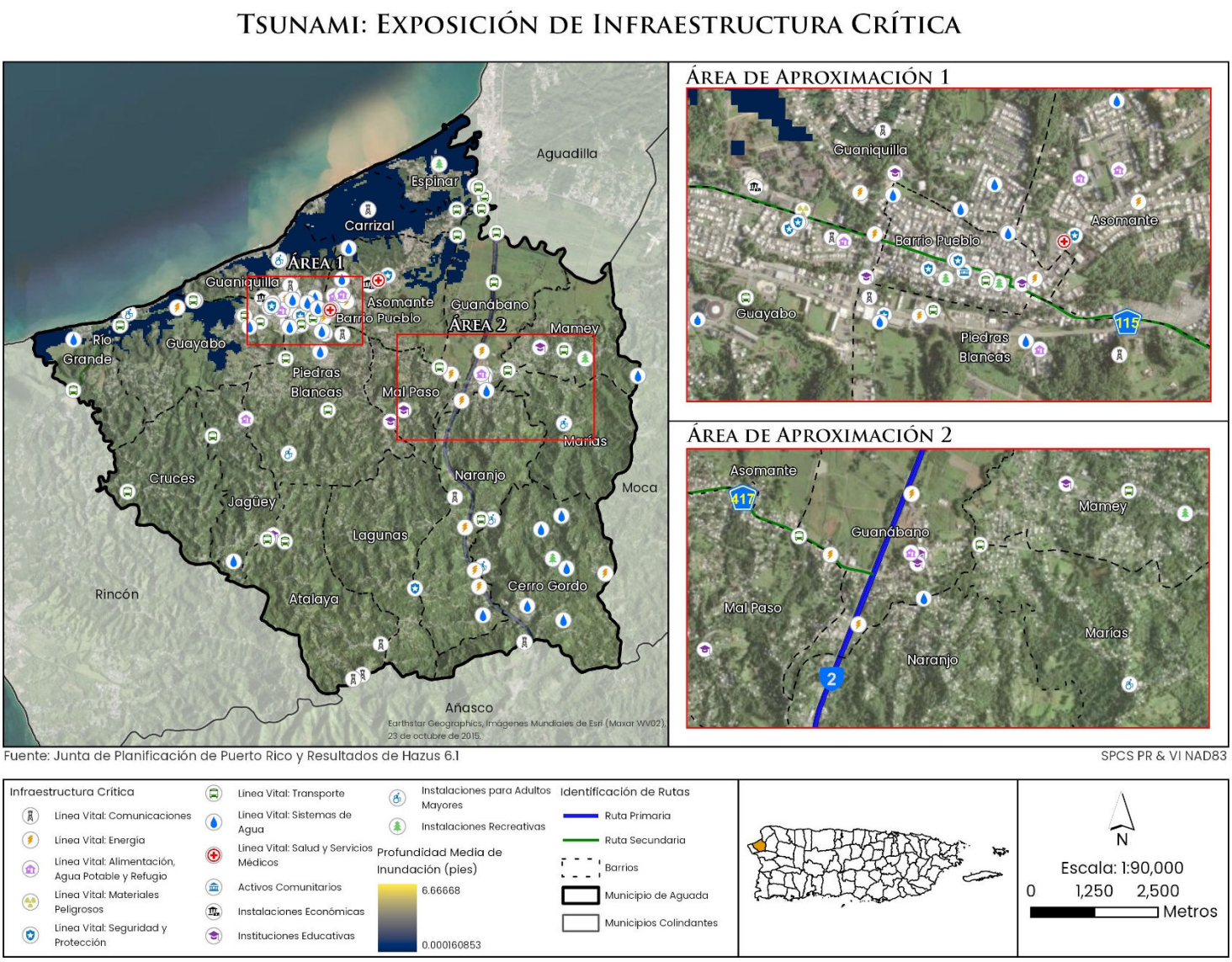
atención médica debido a ahogamientos, traumas y lesiones relacionadas con la exposición. Los riesgos para la salud pública aumentan a medida que el agua estancada y los escombros contribuyen a la transmisión de enfermedades, mientras que las interrupciones continuas en los sistemas de agua y saneamiento exacerban las vulnerabilidades sanitarias. Los impactos a largo plazo sobre la salud mental también son frecuentes entre las poblaciones afectadas y los respondedores de emergencia (FEMA, 2017; Organización Mundial de la Salud, 2019).

- **Energía**: Las subestaciones eléctricas, instalaciones de almacenamiento de combustible e infraestructura de distribución ubicadas en áreas costeras o de baja elevación presentan un alto riesgo de inundación y daños por corrosión durante eventos de tsunami. Las interrupciones del servicio eléctrico pueden prolongarse durante períodos extensos, afectando todas las demás líneas vitales, tales como el tratamiento de agua, la prestación de servicios de salud, las telecomunicaciones y las operaciones de emergencia. Las interrupciones en el suministro de combustible pueden dificultar la remoción de escombros, la respuesta a emergencias y la operación de generadores, retrasando aún más los esfuerzos de recuperación (FEMA, 2017).
- **Comunicaciones**: Las olas de tsunami y las inundaciones asociadas pueden dañar líneas de fibra óptica, torres celulares e instalaciones de conmutación, provocando pérdidas generalizadas de comunicaciones de voz y datos. Estas interrupciones afectan las notificaciones de emergencia, el conocimiento situacional, la coordinación interagencial y la difusión de información al público. Las fallas de comunicación durante las fases de evacuación y respuesta pueden aumentar significativamente el riesgo para la vida y complicar las operaciones de rescate (FEMA, 2020).
- **Transportación**: Los sistemas de transportación se encuentran entre las líneas vitales más afectadas durante eventos de tsunami. Carreteras, puentes, puertos, líneas ferroviarias y aeropuertos pueden resultar destruidos, socavados u obstruidos por escombros y sedimentos. Las instalaciones portuarias son particularmente vulnerables y pueden experimentar cierres prolongados, afectando las cadenas de suministro regionales y la recuperación económica. Las redes de transportación afectadas limitan la evacuación, el acceso de emergencia y la entrega de suministros críticos durante las operaciones de respuesta y recuperación (NOAA, 2023).
- **Sistemas de Agua**: La infraestructura de agua potable y aguas residuales es altamente susceptible a daños por tsunami debido a inundaciones, roturas de tuberías, fallas en estaciones de bombeo y contaminación por agua salada y materiales peligrosos. Las fallas en los sistemas de aguas residuales pueden

generar contaminación ambiental y riesgos para la salud pública. La restauración del servicio de agua suele ser compleja y prolongada, particularmente cuando la infraestructura subterránea ha sido desplazada o corroída por la exposición al agua salada (FEMA, 2017).

Mapa 30 ilustra la ubicación de la infraestructura crítica y de las instalaciones asociadas a las líneas vitales comunitarias en relación con el área de impacto por tsunami en Aguada. El mapa indica que varias instalaciones asociadas a las líneas vitales de Seguridad y Protección, Salud y Medicina, Alimentación, Hidratación y Refugio, Energía, Transporte, Comunicaciones y Sistemas de Agua se encuentran dentro o cerca de áreas potencialmente expuestas a inundación por tsunami. La mayor concentración de instalaciones expuestas se observa en la porción norte del municipio, particularmente en y alrededor de los barrios Guaniquilla, Barrio Pueblo, Asomante, Carrizal y Espinar, los cuales coinciden con el área principal de impacto por tsunami. Entre las instalaciones expuestas más destacadas se encuentran el Centro de Servicios Múltiples Campea, el Hogar de Ancianos María Isabel, los Aguada Elderly Apartments, una torre de comunicaciones costera y segmentos de la PR-115 junto con las vías de acceso asociadas que sirven a las comunidades costeras. Las áreas residenciales de Espinar, Carrizal, Guaniquilla y otros sectores costeros de baja elevación también se encuentran dentro de la zona potencial de inundación. La presencia de comunidades residenciales, poblaciones envejecientes e infraestructura crítica de líneas vitales dentro de la zona de impacto por tsunami resalta el potencial de impactos significativos sobre la seguridad de vida, las operaciones de evacuación, las comunicaciones de emergencia y los servicios comunitarios durante un evento de tsunami.

Mapa 30. Tsunami: Exposición de la Infraestructura Crítica



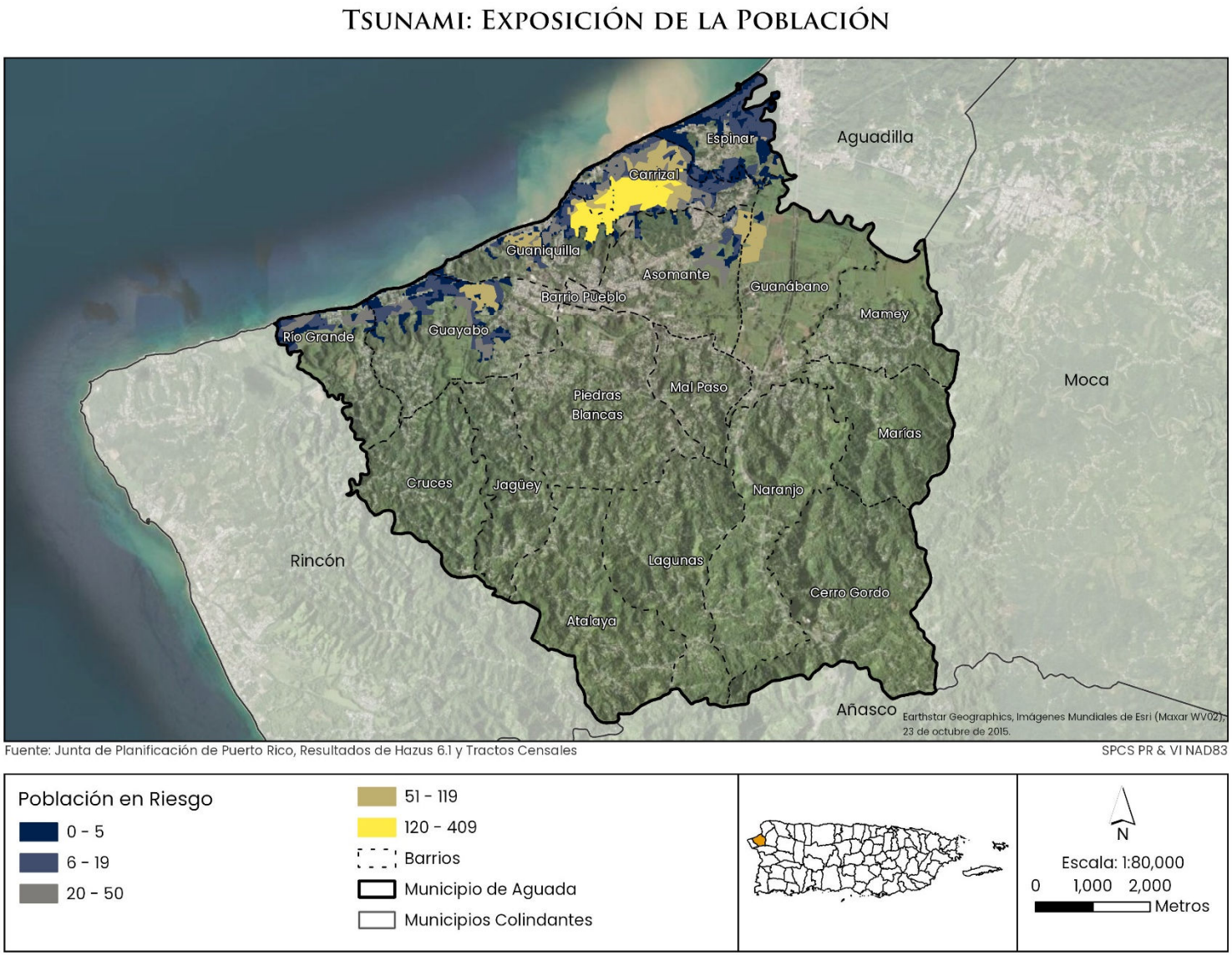
4.8.2.3 Vulnerabilidades Sociales

La vulnerabilidad social durante un evento de tsunami refleja las condiciones sociales, económicas y de salud preexistentes que influyen en la manera en que las personas y las comunidades se preparan, responden y se recuperan de peligros costeros de rápida ocurrencia. Investigaciones realizadas por académicos en los Estados Unidos demuestran que las poblaciones de bajos ingresos, con acceso limitado a la transportación y que residen en zonas costeras propensas a peligros enfrentan un riesgo desproporcionadamente mayor durante las evacuaciones por tsunami

(Cutter, Boruff, & Shirley, 2003). Los adultos mayores y las personas con discapacidades son particularmente vulnerables debido a su movilidad reducida, dependencia de sistemas médicos y de apoyo social, y dificultades para acceder oportunamente a advertencias y asistencia para la evacuación (Peek & Stough, 2010). Los estudios sobre resiliencia comunitaria demuestran además que una comunicación inadecuada del riesgo, la falta de conocimiento sobre los peligros y una planificación institucional deficiente pueden amplificar significativamente los impactos de los desastres, incluso cuando la exposición física es similar (Norris, Stevens, Pfefferbaum, Wyche, & Pfefferbaum, 2007). Las barreras lingüísticas y el aislamiento social pueden retrasar las acciones de protección, aumentando el riesgo de mortalidad y lesiones durante eventos de tsunami con tiempos de respuesta limitados. En conjunto, estos factores producen resultados desiguales ante los desastres y resaltan la importancia de incorporar consideraciones de vulnerabilidad social en la preparación para tsunamis y la planificación de emergencias.

El Mapa 31 ilustra la exposición de la población a los peligros por tsunami en Aguada. El análisis indica que las mayores concentraciones de población en riesgo se localizan dentro de la zona costera norte del municipio, particularmente en el sector de Carrizal, donde los valores de exposición superan las 120 personas en algunas áreas. También existen otras áreas con población expuesta a lo largo de comunidades costeras de baja elevación, mientras que las porciones interiores y del sur del municipio presentan poca o ninguna exposición poblacional a tsunamis. Esta distribución refleja la concentración del desarrollo residencial cerca de la costa y destaca la importancia de la planificación de evacuaciones y los esfuerzos de educación y concienciación pública en los vecindarios costeros.

Mapa 31. Tsunami: Exposición de la Población



4.8.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Las olas de un tsunami erosionan las áreas costeras, desgastando playas, dunas y acantilados, y modificando la geomorfología mediante la redistribución de sedimentos. También eliminan vegetación costera, incluidos manglares, marismas y bosques costeros, debilitando severamente las barreras ecológicas naturales frente a futuros eventos y alterando hábitats de vida silvestre. Los ecosistemas sumergidos,

como los arrecifes de coral y las praderas de yerbas marinas, sufren daños mecánicos o quedan cubiertos por escombros y sedimentos, reduciendo la biodiversidad y afectando negativamente las pesquerías (Institute for Environmental Research and Education, 2025).

La intrusión de agua salada contamina los ecosistemas de agua dulce y los acuíferos, comprometiendo los suministros de agua potable y las actividades agrícolas. Tierra adentro, los peces y otros organismos acuáticos suelen ser desplazados o perecen debido a los cambios abruptos en la salinidad, la fuerza de las olas y la sedimentación. Estudios del tsunami de Tōhoku de 2011 demostraron cambios en la estructura de los sedimentos del fondo marino que afectaron la actividad de los invertebrados bentónicos a lo largo del tiempo, destacando las consecuencias ecológicas duraderas. En general, estos efectos pueden requerir años o incluso décadas para su recuperación, especialmente cuando se combinan con una menor complejidad del hábitat y condiciones físicas alteradas (Institute for Environmental Research and Education, 2025).

El patrimonio cultural en las regiones costeras, incluidos los pueblos históricos, monumentos y sitios arqueológicos, se ve profundamente afectado. En Aguada, recursos históricos y culturales como la Ermita de Espinar, un importante monumento que refleja la herencia religiosa, cultural y colonial temprana del municipio, también pueden ser vulnerables a inundaciones relacionadas con tsunamis, la acción de las olas, el impacto de escombros y la erosión costera. La destrucción física suele ocurrir como resultado de la fuerza de las olas, las inundaciones, el impacto de escombros y la inundación prolongada. Los edificios y monumentos pueden colapsar o sufrir fallas estructurales, mientras que los artefactos y las prácticas culturales intangibles pueden perderse de manera irreversible (Okamura et al., 2013).

4.8.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

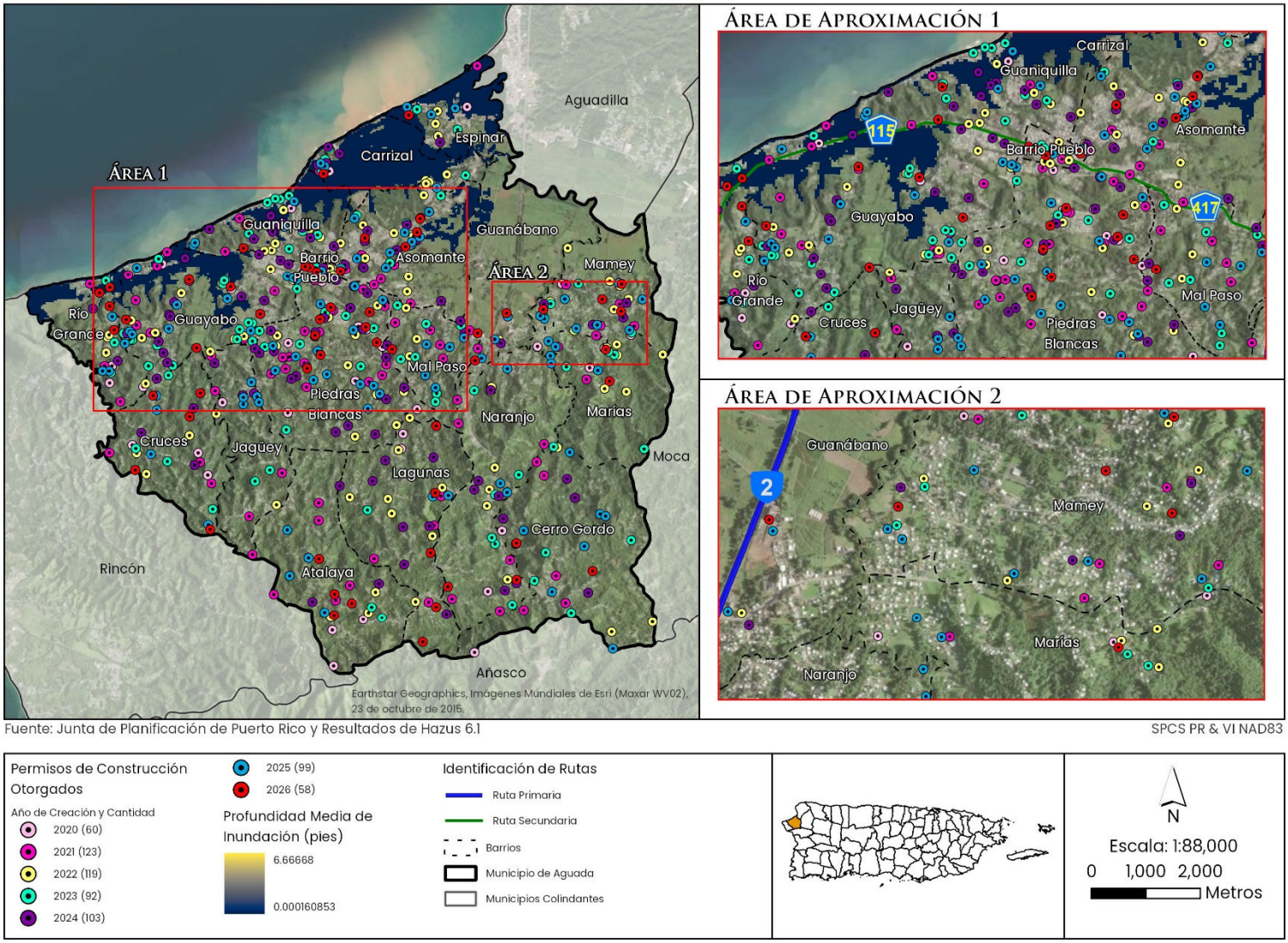
Las condiciones futuras relacionadas con el peligro de tsunami en Aguada están influenciadas por los patrones continuos de desarrollo y la ubicación de nuevas construcciones en relación con las áreas susceptibles a inundación por tsunami. A medida que continúa el desarrollo residencial, comercial e institucional, la cantidad de personas, estructuras y activos expuestos a futuros eventos de tsunami podría aumentar. Comprender dónde ocurre el desarrollo reciente proporciona información sobre posibles cambios en la vulnerabilidad y exposición a lo largo del tiempo.

El Mapa 32 muestra los permisos de construcción aprobados en Aguada entre 2020 y

2026 en relación con el área de impacto por tsunami. El mapa indica que una porción del desarrollo reciente ha ocurrido dentro de áreas potencialmente expuestas a inundación por tsunami, particularmente a lo largo del sector costero norte del municipio. Los permisos de construcción están distribuidos dentro del área de impacto por tsunami, incluyendo porciones de los barrios Guaniquilla, Pueblo, Carrizal, Espinar y Asomante. Este patrón sugiere que la exposición dentro de las áreas propensas a tsunamis podría aumentar con el tiempo a medida que continúe el desarrollo en estas localidades.

La concentración de permisos recientes dentro y adyacentes al área de impacto por tsunami resalta la importancia de incorporar la concienciación sobre peligros, la planificación de evacuaciones y las prácticas de desarrollo resiliente en las futuras decisiones sobre uso de terrenos y desarrollo.

Mapa 32. Tsunami: Exposición del Desarrollo Reciente



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Resultados de Hazus 6.1

SPCS PR & VI NAD83

4.9 Inundaciones

4.9.1 Descripción (B1-a)

Las inundaciones, generalmente causadas por lluvias excesivas (FEMA, 1997), se clasifican en dos categorías principales: inundaciones generales e inundaciones repentinas.

- **Las inundaciones generales** son eventos de larga duración que pueden extenderse por varios días e incluyen inundaciones fluviales, costeras y urbanas. Las inundaciones costeras están asociadas con marejadas ciclónicas, oleaje y lluvias intensas generadas por huracanes y tormentas tropicales, mientras que las inundaciones urbanas resultan de la alteración del drenaje natural debido al desarrollo urbano. Las inundaciones fluviales ocurren cuando los ríos se desbordan debido a una escorrentía excesiva causada por lluvias o fallas estructurales, provocando que el agua se derrame sobre los terrenos circundantes. Las inundaciones repentinas a menudo se originan por tormentas estacionarias, huracanes o fallas de represas, afectando tanto áreas montañosas como zonas urbanizadas.
- **Las inundaciones repentinas** ocurren cuando lluvias prolongadas caen sobre una cuenca hidrográfica (cuenca de drenaje). Estas últimas resultan de precipitaciones intensas durante un corto período en áreas específicas. La magnitud de los eventos de inundaciones repentinas depende de factores tales como la topografía y fisiografía de la cuenca, los patrones meteorológicos, la saturación del suelo y la impermeabilidad de la superficie. Las inundaciones repentinas se originan principalmente por tormentas de desplazamiento lento sobre áreas específicas o por lluvias intensas asociadas con huracanes y tormentas tropicales (NMEAD, 2021). Sin embargo, también pueden ocurrir tras el colapso de represas o diques en cuestión de minutos u horas, debido a lluvias extremas o a la liberación repentina de agua desde cuencas de retención u otras instalaciones de control de aguas pluviales. Aunque son más frecuentes en corrientes de montaña, estos eventos pueden ocurrir en áreas urbanas donde las superficies impermeables limitan la infiltración.

La inundación periódica de terrenos adyacentes a ríos, quebradas y costas, conocida como llanuras de inundación, es un fenómeno natural predecible basado en intervalos de recurrencia. Estos intervalos representan el tiempo promedio, en años,

entre eventos de igual o mayor magnitud. Cuanto mayor sea el intervalo de recurrencia, mayor será la magnitud del evento, lo que implica un aumento significativo del riesgo y de la extensión del área afectada. Las llanuras de inundación se inundan periódicamente de acuerdo con intervalos de recurrencia, definidos como el tiempo promedio entre eventos de igual magnitud. Por ejemplo, una inundación de 100 años tiene una probabilidad anual del 1 %, mientras que una inundación de 500 años corresponde a una probabilidad del 0.2 %. Estas frecuencias se calculan mediante análisis estadísticos de registros históricos de caudales y eventos extremos.

La Tabla 27 muestra las diferentes clasificaciones de zonas de inundación para Puerto Rico adoptadas por la JPPR (PRPB, 2021).

Tabla 27. Zonas de Inundación de Puerto Rico

Zona de Inundación	Descripción
Zona A	Área Especial de Riesgo de Inundación con un período de recurrencia de 100 años determinado mediante metodologías aproximadas, sin elevación base de inundación ni cauce de inundación reglamentario determinados.
Zona AE	Áreas Especiales de Riesgo de Inundación con un período de recurrencia de 100 años determinado mediante metodologías detalladas con elevaciones base de inundación indicadas. Dependiendo del alcance del estudio, puede incluir la determinación del cauce de inundación reglamentario.
Zona AO/AH	Áreas Especiales de Riesgo de Inundación Somera con un período de recurrencia de cien (100) años y una profundidad base de inundación que fluctúa entre 0.30 metros (un (1) pie) y 0.91 metros (tres (3) pies). Las profundidades promedio de inundación se obtienen mediante análisis hidráulicos detallados.
Zona A99	Áreas propensas a inundaciones por un evento de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del uno por ciento (1%). Estas áreas especiales se encuentran dentro de un sistema de protección o control de inundaciones donde se ha logrado suficiente progreso en su construcción, aunque no se haya completado, alcanzándose avances estatutarios específicos para completarlo. Esta zona no detalla elevaciones base de inundación ni profundidades de inundación, por lo que se recomienda utilizar, de ser necesario, la elevación de inundación previa para la Zona 99. Se aplican los requisitos obligatorios para la compra de seguro contra inundaciones.
Zona D	Área de inundación no determinada, pero posible.
Zona VE	Área costera de alto riesgo de inundación con un período de recurrencia

Zona de Inundación	Descripción
	de 100 años, con velocidad y energía (marejada ciclónica) y una elevación base de inundación determinada.
Zona X sombreada	Área de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 0.2% o la inundación de 100 años con una profundidad de agua menor de 0.3 metros, con áreas de drenaje menores de 2.6 kilómetros cuadrados o áreas protegidas por diques contra la inundación de 100 años.
Zona X (sin sombrear)	Área determinada como fuera de la zona de inundación de la tormenta de 500 años.

4.9.1.1 Área Afectada (B1-B)

Mapas de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM)

Las áreas de riesgo de inundación dentro de Aguada se concentran principalmente en la porción norte del municipio y se extienden a través de varios barrios, incluidos Río Grande de Añasco, Guayabo, Guaniquilla, Pueblo, Carrizal, Espinar, Asomante, Guanábano y Mamey. Áreas más pequeñas de riesgo de inundación también se extienden tierra adentro a lo largo de corredores de drenaje cartografiados.

El Mapa 33 ilustra las zonas de riesgo de inundación cartografiadas por FEMA dentro del Municipio de Aguada. Las áreas en azul claro representan el área de riesgo de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 1 por ciento (llanura de inundación de 100 años), las áreas en color anaranjado representan el área de riesgo de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 0.2 por ciento (llanura de inundación de 500 años), y las áreas rayadas en rojo identifican el cauce de inundación reglamentario de FEMA.

Las áreas de riesgo de inundación cartografiadas se distribuyen a través de una porción sustancial del sector norte del municipio y están presentes tanto en áreas costeras como interiores. La mayor concentración de áreas de riesgo de inundación ocurre a lo largo de la zona costera norte, particularmente dentro de los sectores de Carrizal, Espinar, Guaniquilla, Pueblo, Asomante, Guanábano y Mamey. Áreas adicionales de riesgo de inundación se extienden tierra adentro a lo largo de elementos de drenaje en toda la mitad norte del municipio.

Las áreas de riesgo de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 0.2 por ciento generalmente se encuentran adyacentes a porciones del área de riesgo

de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 1 por ciento, mientras que el cauce de inundación reglamentario se concentra en segmentos específicos de la llanura de inundación cartografiada. En general, el mapa indica que los riesgos de inundación afectan una amplia zona del norte de Aguada y están asociados tanto con áreas costeras como con corredores de drenaje interiores.

Las Figuras 16 a 19 muestran varios FIRMette que presentan áreas específicas de inundación en el Municipio.

- La Figura 16 muestra áreas de riesgo de inundación costera designadas por FEMA a lo largo de la costa noroeste de Aguada. Las zonas de inundación VE y AO cartografiadas están asociadas con inundación costera, marejada ciclónica y acción de oleaje que afectan terrenos costeros de baja elevación. Los impactos potenciales incluyen propiedades residenciales, carreteras locales e infraestructura costera ubicadas cerca de la costa del Océano Atlántico. Las inundaciones costeras generadas por huracanes y tormentas tropicales pueden resultar en inundación, erosión e interrupción temporal del acceso a comunidades e instalaciones cercanas.
- La Figura 17 muestra áreas de riesgo de inundación asociadas con la llanura de inundación del Río Guayabo en el norte de Aguada. La llanura de inundación de Zona AE y el cauce de inundación reglamentario cartografiados se extienden a través de áreas desarrolladas cercanas a la costa, afectando comunidades residenciales, carreteras locales e infraestructura pública ubicadas adyacentes al corredor del río. Durante eventos importantes de lluvia, el desbordamiento del Río Guayabo puede provocar inundación de carreteras, acceso restringido y daños a propiedades cercanas. La proximidad de la llanura de inundación a la costa puede aumentar aún más el riesgo de inundación debido a limitaciones de drenaje y a la influencia de tormentas costeras.
- La Figura 18 muestra el cauce de inundación del Río Guayabo y la llanura de inundación circundante que afecta una zona altamente desarrollada del norte de Aguada. El área de riesgo de inundación de Zona AE cartografiada abarca vecindarios residenciales, establecimientos comerciales, calles locales e importantes instalaciones comunitarias, incluido el Coliseo Ismael “Chavalillo” Delgado. Las inundaciones a lo largo del corredor del Río Guayabo pueden interrumpir la transportación, las operaciones municipales, las actividades de respuesta a emergencias y el acceso a servicios comunitarios críticos. La figura también muestra la Casa Alcaldía de Aguada y la plaza pública ubicadas fuera del área cartografiada de riesgo de inundación, indicando que estos

importantes activos gubernamentales y comunitarios se encuentran fuera de los límites de la llanura de inundación designada por FEMA. Debido a la concentración de desarrollo dentro de la llanura de inundación, esta área representa una de las ubicaciones más significativas de riesgo de inundación fluvial del municipio.

- La Figura 19 muestra áreas de riesgo de inundación designadas por FEMA asociadas con la cuenca baja del Río Culebrinas y el sistema de drenaje costero del Caño Madre Vieja en el norte de Aguada. El mapa identifica extensas áreas de llanura de inundación de Zona AE y un cauce de inundación reglamentario que se extiende a través de los terrenos de baja elevación ubicados entre el Río Culebrinas al oeste y el Caño Madre Vieja al este. Los impactos potenciales incluyen propiedades residenciales, corredores de transportación y otra infraestructura ubicada dentro de la llanura de inundación cartografiada. Durante eventos importantes de lluvia y ciclones tropicales, el desbordamiento del Río Culebrinas y de los canales de drenaje adyacentes puede combinarse con inundaciones costeras para aumentar las profundidades de inundación, restringir el acceso y afectar a las comunidades cercanas.

Mapa 33. Zonas de Riesgo de Inundación



Figura 16. Área de Riesgo de Inundación Costera del Noroeste

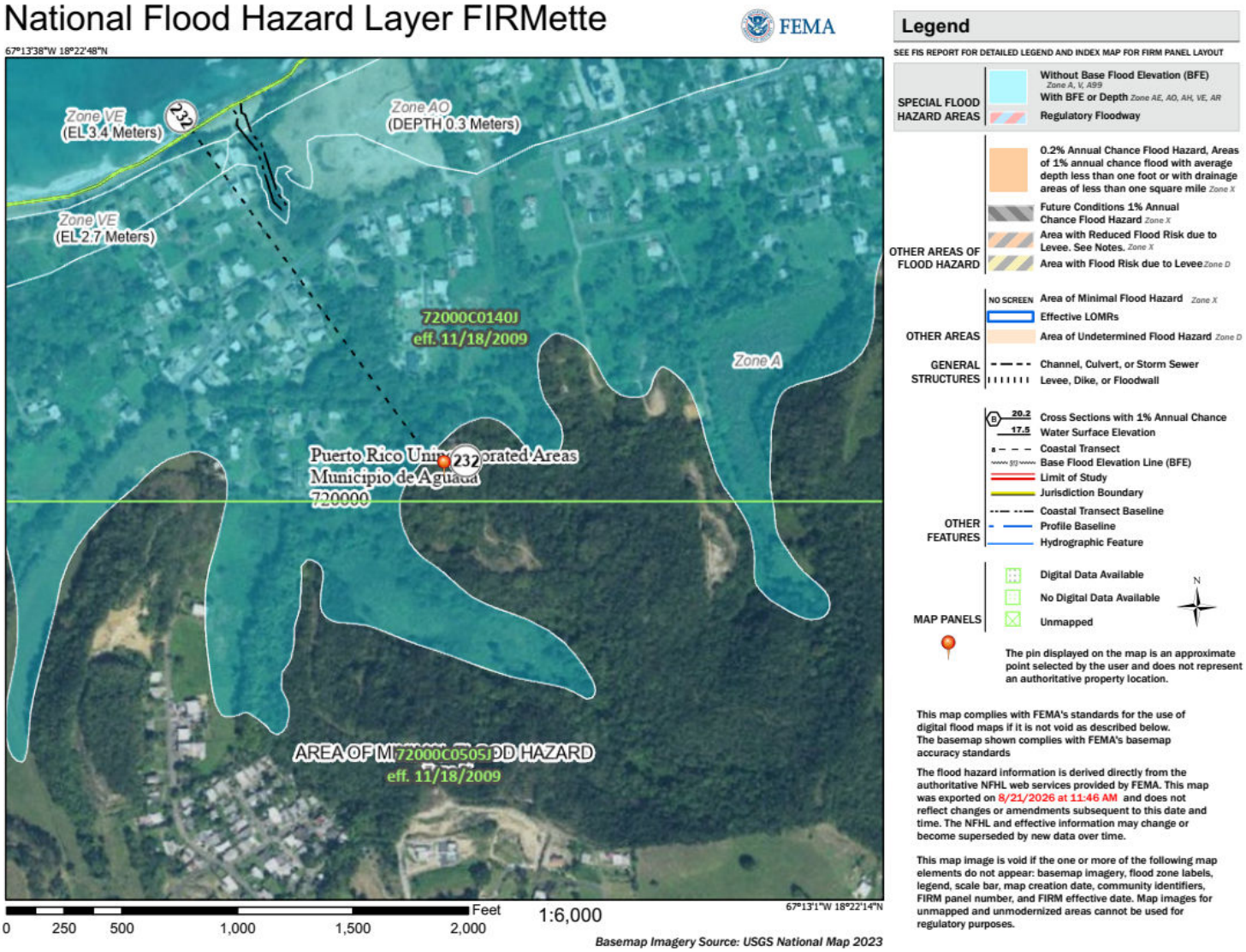


Figura 17. Cauce de Inundación del Río Guayabo

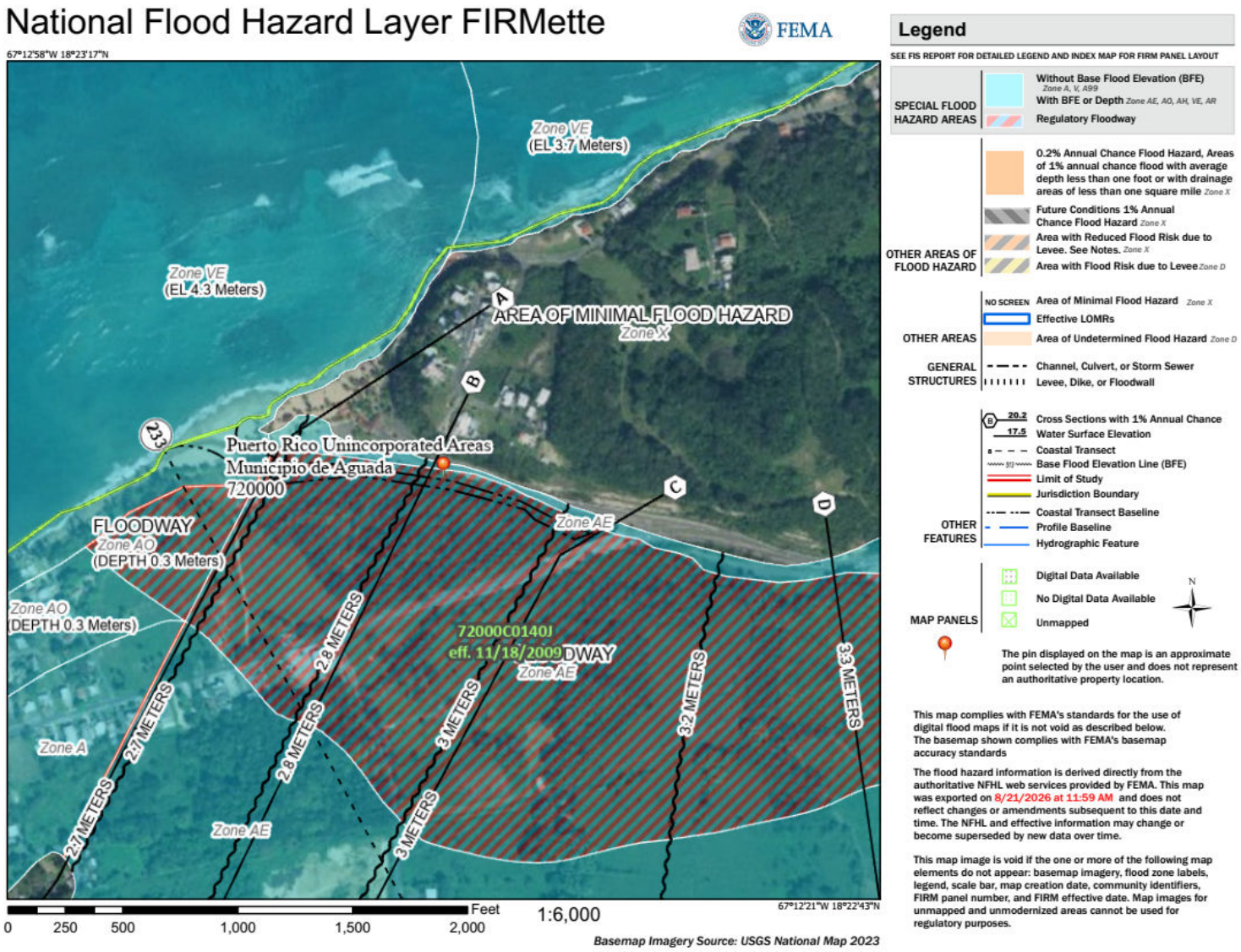


Figura 18. Llanura de Inundación Urbana del Río Guayabo

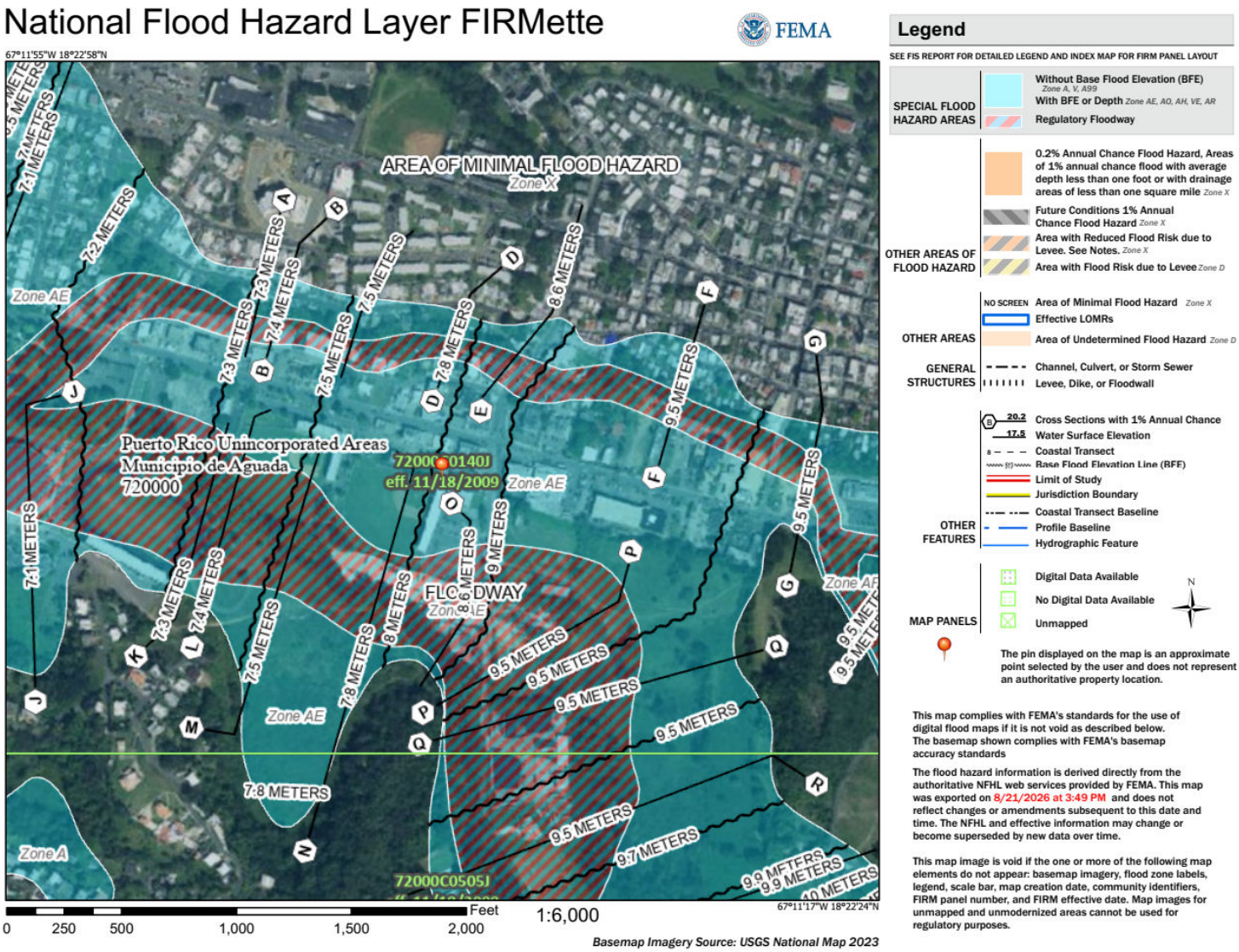
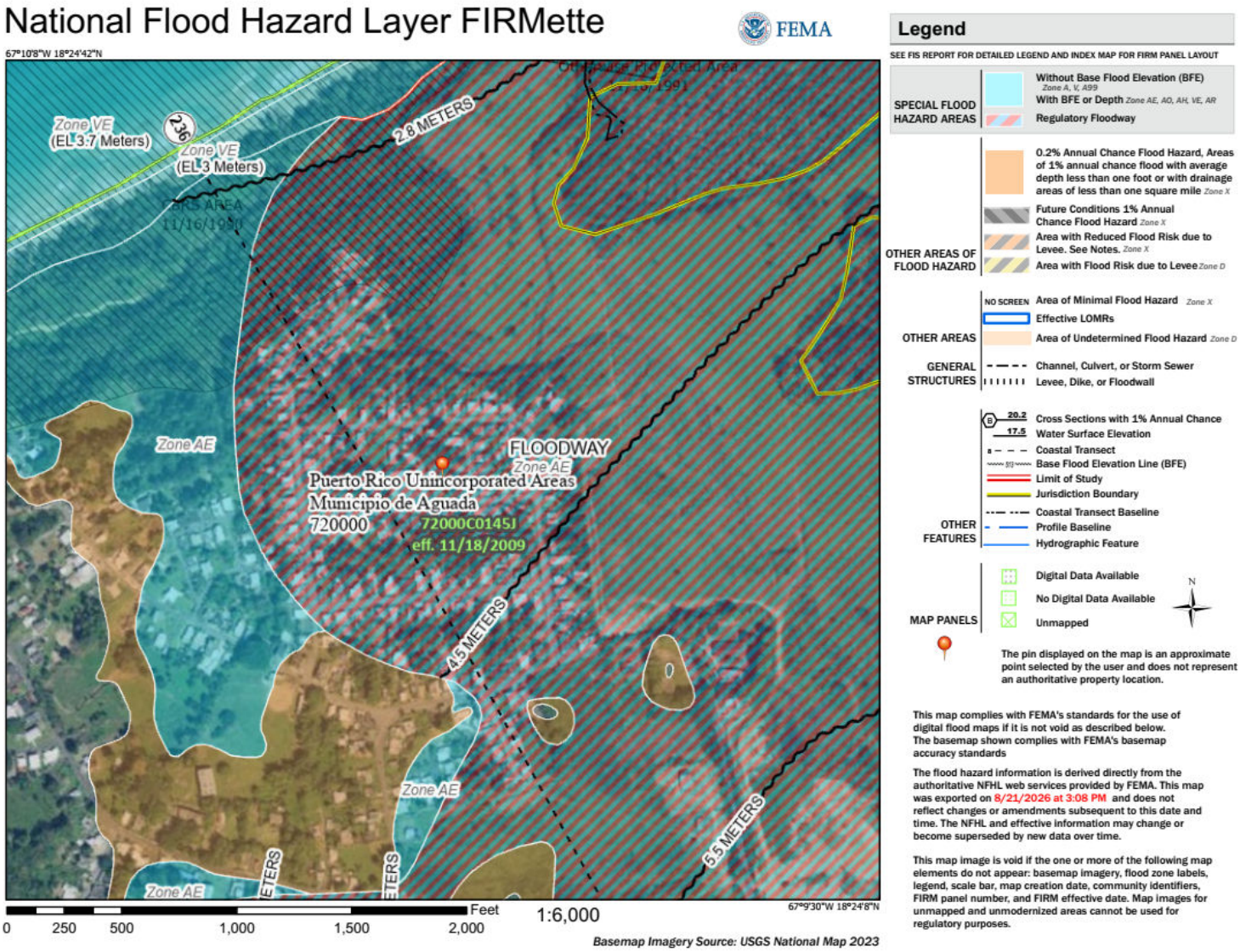


Figura 19. Llanura de Inundación del Río Culebrinas y del Caño Madre Vieja



Elevación Base de Inundación Asesorada (ABFE)

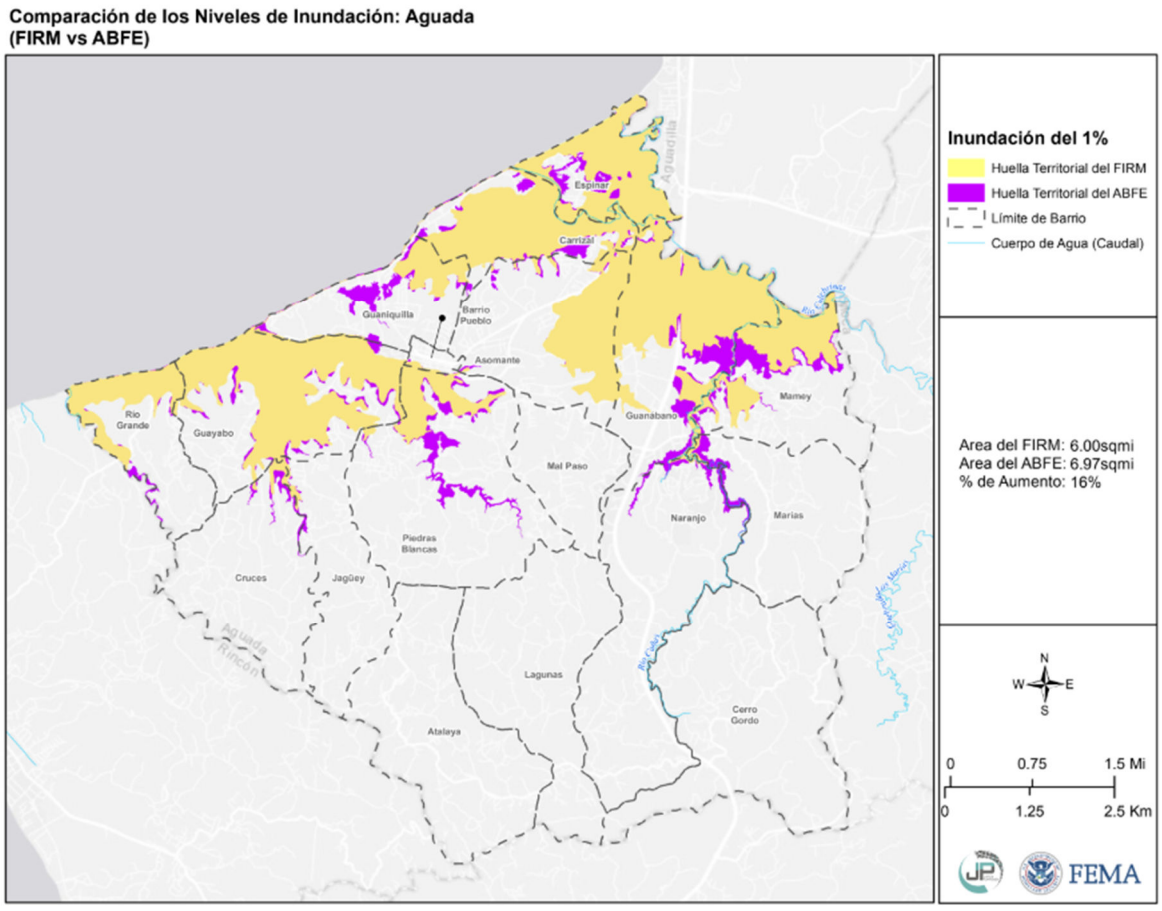
Asimismo, FEMA utiliza otro tipo de mapa con el propósito de desarrollar reglamentaciones y permisos de construcción conocido como los Mapas de Elevación Base de Inundación Asesorada (ABFE). Los ABFE se desarrollan después de la ocurrencia de un evento atmosférico de alto impacto, y se toman en consideración varios factores relacionados con el análisis de ingeniería más reciente para determinar si es necesario realizar un análisis. Algunos de los factores considerados en el análisis incluyen la antigüedad del análisis, el territorio cubierto por el análisis y los modelos/datos de ingeniería utilizados en el análisis. Se han producido ABFE para estados como Mississippi (Huracán Katrina), Nueva York y Nueva Jersey (Huracán Sandy). Tras el paso del Huracán María por Puerto Rico en 2017, y debido a la disponibilidad de mejores datos, FEMA desarrolló ABFE para Puerto Rico. Cabe señalar que la Junta de Planificación de Puerto Rico adoptó los ABFE de manera de emergencia en marzo de 2018. Actualmente, Puerto Rico cuenta con dos (2) tipos de mapas de inundación: los FIRM (2009), que se utilizan únicamente para las tarifas de seguros contra inundaciones, y los ABFE (2018), que se utilizan para regular la construcción en la Isla.

Para fines comparativos, esta subsección incluye la diferencia en la extensión de terreno afectado por inundaciones según los FIRM previos al Huracán María en septiembre de 2017 y los ABFE desarrollados por FEMA para Puerto Rico. Después del Huracán María en 2017, las áreas designadas como propensas a inundaciones en toda la Isla aumentaron en un 20 %. Así, esto reflejó un aumento de 41 %.

La siguiente figura (en español) ilustra la diferencia entre la extensión de la llanura de inundación representada en los Mapas de Tasas de Seguro contra Inundaciones (FIRM) previos al Huracán María y los mapas de Elevación Base de Inundación Asesorada (ABFE) desarrollados después del huracán para el evento de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 1 % (inundación de 100 años). En el Municipio de Aguada, la cartografía ABFE refleja un aumento aproximado de 16 % en las áreas propensas a inundación, de 6.00 millas cuadradas a 6.97 millas cuadradas. Este aumento indica que las áreas expuestas a inundaciones son más extensas de lo que se había identificado previamente y exceden las reflejadas en el Plan de Mitigación de Riesgos anterior del municipio. Las áreas recién identificadas como propensas a inundación incluyen expansiones de zonas de inundación existentes, así como áreas adicionales a lo largo del Río Grande de Añasco, el Río Culebrinas y varios arroyos tributarios a través del municipio, particularmente en los barrios Guanábano, Naranjo, Carrizal y Espinar. Estos cambios son especialmente evidentes a lo largo de

corredores de drenaje interiores y porciones de la llanura costera, resaltando un aumento en el potencial de impactos por inundación en áreas que anteriormente no se identificaban como en riesgo.

Figura 20. ABFE vs FIRM 1% (100 years)



Según las instrucciones de la JPPR, el análisis de peligros se realizó utilizando los mapas ABFE.

Modelación HAZUS

La identificación de las fuentes de inundación y la estimación de pérdidas por peligros se realizaron utilizando la plataforma Hazus de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), una herramienta estandarizada a nivel nacional para la evaluación de riesgos por amenazas múltiples. El módulo de inundaciones de Hazus se utilizó para delinear corrientes en áreas donde no se han desarrollado estudios de ingeniería y también para estimar las posibles pérdidas monetarias asociadas con

daños estructurales.

Los datos de entrada incluyeron cuadrículas de profundidad producidas por un estudio de Ingeniería de Nivel Base (BLE) en 2018 después de los huracanes Irma y María. Este estudio BLE no evaluó todas las fuentes potenciales de inundación fluvial, por lo que se desarrolló modelación adicional utilizando la hidrología e hidráulica de Hazus para evaluar otras pérdidas potenciales asociadas con corrientes que poseen áreas de drenaje de una milla cuadrada o más.

Los datos topográficos utilizados por Hazus para los cálculos de profundidad y la estimación de daños procedieron del Modelo Digital de Elevación (DEM) continuo de 1/3 de segundo de arco del Programa de Elevación 3D (3DEP) del USGS, con una resolución aproximada de 10 pies. Este conjunto de datos proporciona cobertura actual de Puerto Rico y sus islas circundantes.

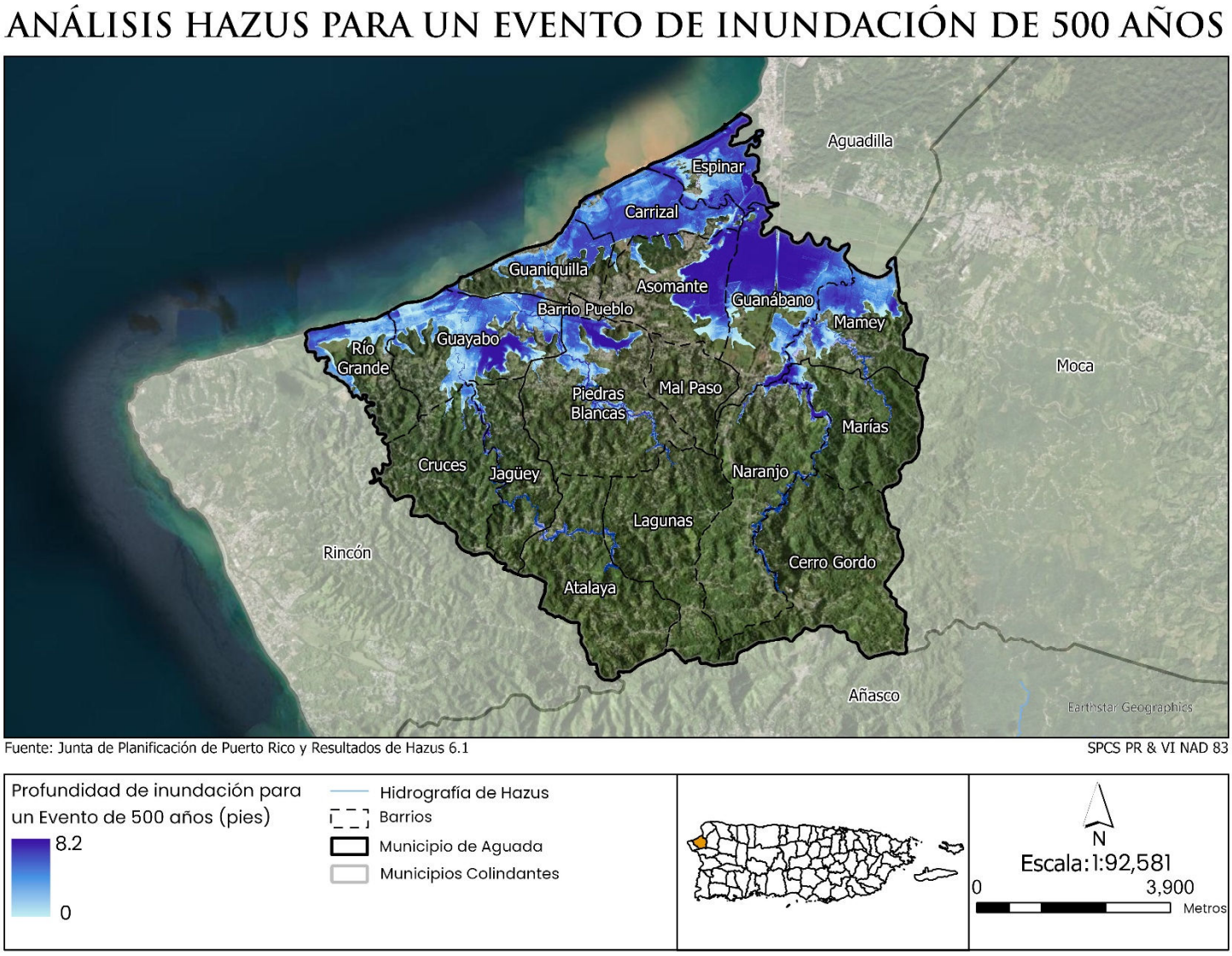
El DEM continuo 3DEP para Puerto Rico se deriva de dos esfuerzos de recopilación de datos lidar: un levantamiento lidar del USGS realizado entre 2016 y 2017 y un levantamiento lidar posterior al Huracán María realizado por el USGS en 2018. La recopilación de 2018, realizada después de los cambios geomorfológicos costeros significativos causados por el Huracán María, representa los datos de terreno más actualizados disponibles para la isla y constituye la base principal de la capa de elevación 3DEP utilizada en este análisis.

Las áreas documentadas en los mapas incluidos dentro del LHMP pueden presentar corrientes delineadas, pero sin cuadrículas de profundidad asociadas. Debido a la inconsistencia de las ecuaciones de regresión disponibles y de otros datos necesarios para el cálculo del riesgo de inundación y las pérdidas mediante los modelos hidrológicos e hidráulicos de Hazus, algunas corrientes que fueron delineadas no pudieron completarse durante las ejecuciones de modelación. Estas áreas de corrientes podrían requerir evaluación en futuros estudios de inundación y para la identificación de posibles riesgos de inundación; sin embargo, debido a la falta de datos, no pudieron incluirse en los estudios de Hazus.

El siguiente mapa muestra los resultados de la modelación de inundaciones de Hazus para el evento de inundación de 500 años. El análisis más actualizado de Hazus indica que los impactos por inundación pueden extenderse más allá de las áreas identificadas en la cartografía ABFE, particularmente a lo largo de los principales corredores de drenaje y áreas costeras de baja elevación. Las mayores profundidades de inundación se concentran en la porción norte del municipio,

incluyendo sectores de los barrios Espinar, Carrizal, Guanábano y Guaniquilla, así como a lo largo de secciones del Río Grande de Añasco y otras corrientes tributarias. También se identifican áreas adicionales propensas a inundaciones a lo largo de redes de drenaje interiores que se extienden por Naranjo, Marías y los barrios circundantes. Estos resultados destacan el potencial de impactos extensos por inundación durante eventos extremos y proporcionan una evaluación más integral de las áreas que podrían estar expuestas a riesgos futuros de inundación.

Mapa 34. Análisis de Hazus para el Evento de Inundación de 500 Años



4.9.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-C)

Los eventos de inundación pueden representar una de las amenazas atmosféricas más severas, ya que no existe otro evento a nivel mundial que cause una mayor pérdida de vidas humanas (FEMA, 1997). Esto se debe a la alta frecuencia de este tipo de eventos y a la falta de concienciación de la población respecto a la magnitud de los daños que pueden causar, tanto en términos de daños físicos como materiales. Cabe señalar que la mayoría de las declaraciones de desastre en los Estados Unidos están relacionadas con eventos de inundación. La mayoría de los incidentes relacionados con inundaciones involucran personas arrastradas por corrientes de agua de rápido movimiento junto con sus vehículos (FEMA, 1997). Cada año, la devastación causada por las inundaciones resulta en miles de millones de dólares en pérdidas de activos. Las áreas altamente urbanizadas con poblaciones densas son particularmente vulnerables a las inundaciones repentinas, ya que la construcción de edificios, carreteras y estacionamientos crea superficies impermeables, reduciendo la capacidad natural del terreno para absorber agua (NSWL, s.f.).

Las inundaciones son el desastre natural más común y ocurren cuando el agua se desborda e inunda terrenos que normalmente permanecen secos. Con frecuencia son provocadas por lluvias intensas, deshielo rápido o marejadas ciclónicas asociadas con ciclones tropicales o tsunamis en regiones costeras.

Las inundaciones pueden causar una destrucción extensa, incluyendo pérdida de vidas humanas y daños severos a viviendas, propiedades e infraestructura crítica de salud pública. Entre 1998 y 2017, las inundaciones afectaron a más de 2 mil millones de personas en todo el mundo. Las personas que viven en llanuras de inundación, en edificaciones mal construidas o sin acceso a sistemas de alerta y conocimiento de los peligros son las más vulnerables (WHO, 2025).

Tres tipos comunes de inundaciones incluyen:

- Inundaciones repentinas: Resultan de lluvias intensas y repentinas que elevan rápidamente los niveles de agua, sobrepasando la capacidad de ríos, quebradas, canales o carreteras.
- Inundaciones fluviales: Ocurren cuando lluvias prolongadas o el deshielo provocan que los ríos excedan su capacidad.
- Inundaciones costeras: Son causadas por marejadas ciclónicas asociadas con ciclones tropicales o tsunamis.

En cuanto al impacto sobre la vida, la propiedad y las operaciones, las inundaciones provocan pérdida de vidas humanas y daños a la propiedad, incluyendo residencias, edificios, infraestructura, agricultura y sistemas de saneamiento y drenaje. Después de un evento de inundación, sus efectos pueden incrementar la incidencia de diversas enfermedades, como la leptospirosis, y provocar aumentos en la contaminación del agua (Malilay, 2000).

Según un informe de la Oficina de Presupuesto del Congreso (CBO), "Durante los últimos 10 años, los daños causados por inundaciones en los Estados Unidos han promediado $46 mil millones por año (en dólares de 2023)" (CBO, 2024). Esta estimación incluye costos tales como:

- El reemplazo de propiedades residenciales y comerciales;
- Reparaciones o reconstrucción de infraestructura pública;
- Medidas de respuesta a emergencias;
- Costos asociados con la pérdida continua del uso de la propiedad (por ejemplo, la provisión de vivienda temporal);
- Pérdidas comerciales resultantes de interrupciones de negocios; y
- Daños a cultivos, ganado y recursos forestales" (CBO, 2024).

Aunque la efectividad de los proyectos de adaptación varía, las estimaciones del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos indican que aproximadamente dos tercios de sus proyectos, excluyendo aquellos en el sexto superior e inferior de las relaciones beneficio-costo, se espera que reduzcan los daños por inundación entre $2 y $6 por cada dólar invertido durante una vida útil del proyecto de 50 años (CBO, 2024).

4.9.1.3 Eventos Pasados (B1-d)

En su mayoría, los eventos de inundación en Puerto Rico están relacionados con sistemas tropicales (ondas tropicales, depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes). En consecuencia, los peligros de inundación ocurren con mayor frecuencia durante la temporada de huracanes del Atlántico, la cual se extiende del 1 de junio al 30 de noviembre.

Sin embargo, los eventos de inundación pueden ocurrir fuera de este período, como se demuestra en el caso de las Inundaciones de abril-mayo de 2024, las inundaciones de febrero de 2022 y las Inundaciones del Día de Reyes de 1992. La siguiente tabla resume los principales eventos de inundación durante el período de 2010 a 2025.

Tabla 28. Principales eventos de inundación en Puerto Rico, 2010-2025

Evento	**Fecha**	**Número de Declaración de Desastre**	¿ Aguada fue Incluida?	Description
Tormenta Tropical Ernesto	14/08/2024 – 16/08/2024	DR-4850-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	El movimiento lento de la tormenta y un ambiente con abundante humedad contribuyeron a precipitaciones prolongadas, particularmente en los municipios centrales y orientales. Algunas zonas del centro de Puerto Rico registraron entre 12 y 14 pulgadas de lluvia en áreas localizadas.
Tormentas Severas, Inundaciones, Deslizamientos de Tierra y Deslizamientos de Lodo en Puerto Rico	29/04/2024 – 10/05/2024	DR-4805-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	En abril de 2024, Puerto Rico fue impactado por una serie de tormentas severas que produjeron precipitaciones intensas y prolongadas. Algunas áreas recibieron más de 10 pulgadas de lluvia, provocando inundaciones generalizadas y deslizamientos de tierra. Los municipios centrales y occidentales experimentaron el desbordamiento de ríos, incluyendo los ríos Manatí y Cibuco, que inundaron carreteras como la PR-2. Las áreas urbanas, especialmente en el suroeste (Cabo Rojo, Mayagüez y Ponce), enfrentaron avisos de inundaciones repentinas a medida que fuertes aguaceros vespertinos sobrepasaron la capacidad de los sistemas de drenaje. Las aguas de inundación convirtieron las calles en corrientes torrenciales, atrapando residentes en los techos de sus viviendas y

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿ Aguada fue Incluida?	Description
				provocando evacuaciones de emergencia en más de 20 municipios.
Huracán Fiona	17/09/2022 – 21/09/2022	DR-4671-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia Individual: Sí	El Huracán Fiona impactó Puerto Rico en septiembre de 2022, desencadenando lluvias torrenciales de hasta 31.22 pulgadas en un período de 72 horas en Ponce, una cantidad casi comparable a la acumulación observada durante el Huracán María. Este diluvio provocó inundaciones catastróficas, con acumulaciones de entre 7 y 20 pulgadas en gran parte de la Isla y sectores localizados que superaron las 30 pulgadas.
Tormenta Severa, Inundaciones y Deslizamientos de Tierra en Puerto Rico	04/02/2022 – 06/02/2022	DR-4649-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	En febrero de 2022, Puerto Rico experimentó una tormenta severa que produjo lluvias intensas y prolongadas, causando inundaciones generalizadas en toda la Isla. Las precipitaciones oscilaron entre 3 y 10 pulgadas en muchas áreas, con máximos localizados de hasta 16 pulgadas en Toa Alta. Las intensas lluvias sobrecargaron los sistemas de drenaje y provocaron inundaciones urbanas en San Juan, Guaynabo y pueblos costeros como Dorado y Vega Baja. Los ríos se salieron de sus cauces, inundando carreteras y aislando comunidades, mientras que los deslizamientos de tierra agravaron los daños en las regiones montañosas. Los equipos de emergencia emitieron advertencias de inundaciones repentinas y realizaron

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿ Aguada fue Incluida?	Description
				evacuaciones a medida que viviendas y comercios quedaron bajo el agua.
Tormenta Severa e Inundaciones en Puerto Rico	13/09/2020	DR-4571-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	Puerto Rico fue azotado por una tormenta severa e inundaciones el 13 de septiembre de 2020, lo que resultó en daños extensos por inundación e interrupciones en la infraestructura. Las lluvias torrenciales sobrepasaron los sistemas de drenaje y causaron el desbordamiento de ríos en áreas como Arecibo, donde una vivienda fue destruida, más de 100 sufrieron daños mayores y más de 20 experimentaron inundaciones menores. Carreteras y puentes quedaron inundados o dañados, aislando comunidades y dificultando los esfuerzos de respuesta de emergencia. Las aguas de inundación afectaron viviendas e instalaciones públicas, lo que provocó órdenes de evacuación y avisos de inundación repentina en varios municipios.
Tormenta Tropical Isaías	29/07/2020 – 30/07/2020	DR-4560-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: Sí	Aunque el centro de la Tormenta Tropical Isaías no tocó tierra en la Isla, el sistema dejó una gran cantidad de lluvia a su paso, provocando inundaciones en todo Puerto Rico. Se registraron acumulaciones de lluvia de hasta 10 pulgadas alrededor de la Isla.
Huracán María	20/09/2017	DR-4339-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia Individual: Sí	El Huracán María produjo algunas de las inundaciones más severas jamás experimentadas en Aguada. Las lluvias intensas y prolongadas provocaron el desbordamiento de ríos y quebradas, inundando áreas residenciales, carreteras y

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿ Aguada fue Incluida?	Description
				comunidades de baja elevación en todo el municipio. Las aguas de inundación interrumpieron la transportación, aislaron vecindarios y dañaron infraestructuras públicas, mientras que los suelos saturados aumentaron la escorrentía y contribuyeron a peligros adicionales en áreas vulnerables. El evento puso de manifiesto la susceptibilidad de Aguada tanto a las inundaciones fluviales como urbanas, demostrando cómo las precipitaciones extremas asociadas con huracanes mayores pueden generar impactos generalizados mucho más allá de la zona costera inmediata.
Huracán Irma	05/09/2017	DR-4336-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	El 5 de septiembre de 2017, el Huracán Irma impactó Puerto Rico y se emitió una Declaración de Emergencia para la Isla. El 6 de septiembre de 2017 se emitió una Declaración de Desastre Mayor tras el paso del huracán. Dos personas fallecieron debido a las lluvias torrenciales antes del huracán: un hombre murió en Orocovis al caer de una escalera mientras reparaba su techo y otro hombre murió en la costa de Capitanejo tras ser alcanzado por un rayo. La altura de las olas alcanzó los 9 metros en Puerto Rico y se registraron vientos sostenidos de 111 mph en Culebra.
Tormenta Tropical	08/09/2011 – 14/09/2011	DR-4040-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	La Tormenta Tropical María (2011) produjo fuertes lluvias sobre Puerto Rico, causando inundaciones, cierres de carreteras y daños a viviendas e infraestructura en varios municipios, particularmente

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿ Aguada fue Incluida?	Description
María[1][7]				en la región oriental de la Isla. Aunque los impactos más significativos se reportaron fuera de Aguada, el evento demostró la capacidad de los sistemas tropicales para generar inundaciones generalizadas y destacó la vulnerabilidad de los municipios de Puerto Rico ante las amenazas de inundaciones fluviales, costeras y urbanas.
Huracán Irene	22/08/2011	DR-4017-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia Individual: No	La precipitación total alcanzó las 22 pulgadas durante tres días, siendo la región este la más afectada, la misma zona que ya había recibido más de 6 pulgadas a principios de agosto debido al paso cercano de la Tormenta Tropical Emily. Las inundaciones fueron lo suficientemente severas como para generar presión sobre la infraestructura y condiciones peligrosas en múltiples municipios. Trágicamente, se registró una muerte directa atribuida a Irene por ahogamiento. Aunque la región este de Puerto Rico experimentó las mayores acumulaciones de lluvia, los impactos de las inundaciones se reportaron en múltiples regiones de la Isla, destacando la vulnerabilidad de comunidades como Aguada ante inundaciones fluviales y urbanas durante eventos importantes de ciclones tropicales.

[7] La Tormenta Tropical María fue un sistema tropical que pasó al noreste de Puerto Rico en 2011 y causó inundaciones en la Isla. No debe confundirse con el Huracán María de 2017. El nombre "María" fue retirado de la lista oficial de nombres de la temporada de huracanes del Atlántico después de 2017.

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿ Aguada fue Incluida?	Description
Tormentas Severas, Inundaciones, Deslizamientos de Lodo y Deslizamientos de Tierra en Puerto Rico	20/05/2011 – 08/06/2011	DR-4004-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	En mayo de 2011, Puerto Rico experimentó una serie de eventos de lluvia intensa que provocaron inundaciones repentinas, desbordamientos de ríos, deslizamientos de lodo y deslizamientos de tierra, particularmente en regiones montañosas e interiores. Aunque mayo normalmente es uno de los meses más lluviosos del año, varios sistemas de tormenta produjeron lluvias de corta duración, pero alta intensidad, sobrepasando la capacidad de los sistemas de drenaje locales y desestabilizando terrenos empinados.
Tormenta Subtropical Otto	03/10/2010 – 08/10/2010	DR-1946-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	Una extensa banda de lluvia cubrió Puerto Rico mientras Otto se desplazaba como un ciclón tropical distante al norte de la Isla (NOAA). Esto produjo lluvias intensas y continuas que ocasionaron inundaciones severas (Eco Exploratorio).
Tormentas Severas e Inundaciones en Puerto Rico	26/05/2010 – 31/05/2010	DR-1919-PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	En mayo de 2010, Puerto Rico fue impactado por una serie de tormentas severas que produjeron lluvias torrenciales e inundaciones generalizadas en toda la Isla. Las precipitaciones excedieron las 12 pulgadas en algunas áreas, sobrepasando los sistemas de drenaje y provocando el desbordamiento de ríos. Comunidades de baja elevación y centros urbanos experimentaron inundaciones significativas, con carreteras sumergidas y puentes dañados que aislaron varios municipios. Inundaciones repentinas atravesaron áreas residenciales, obligando evacuaciones y dejando viviendas y comercios bajo el

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	¿ Aguada fue Incluida?	Description
				agua. Los deslizamientos de tierra provocados por la saturación del suelo agravaron la crisis, bloqueando rutas de acceso y retrasando los esfuerzos de respuesta de emergencia. El evento resultó en daños extensos a la infraestructura y resaltó la vulnerabilidad de la Isla ante eventos prolongados de lluvia intensa durante la temporada húmeda.

En resumen, entre 2010 y 2025 hubo un total de 13 declaraciones de desastre mayor relacionadas con inundaciones o con eventos que ocasionaron daños asociados a inundaciones. De estas, el municipio de Aguada fue declarado elegible para Asistencia Pública o Asistencia Individual en cuatro ocasiones. Estas declaraciones de desastre relacionadas con inundaciones ocasionaron daños a viviendas, comercios, infraestructura pública y sistemas de utilidades dentro del municipio. Las inundaciones interrumpieron la transportación, afectaron servicios esenciales y requirieron asistencia para la recuperación, demostrando la continua vulnerabilidad de Aguada ante los riesgos de inundación.

4.9.1.4 Consideración Especial: Inundaciones por Deficiencias en el Manejo de Aguas Pluviales

Los sistemas de drenaje urbano ya sean naturales o construidos, están diseñados para conducir la escorrentía superficial hacia los cuerpos receptores de agua. Cuando los desagües pluviales, canales o cunetones se obstruyen, son insuficientes o son sobrepasados por lluvias intensas y la creciente urbanización, pueden desbordarse e inundar las áreas circundantes. Como resultado, las aguas de inundación pueden extenderse más allá de las llanuras de inundación cartografiadas por FEMA, incluso alcanzando zonas que normalmente se consideran de riesgo bajo o moderado (por ejemplo, Zonas B, C o X) (FEMA, Reducing Damage from Localized Flooding, 2025).

La escorrentía de aguas pluviales en Puerto Rico está condicionada por el clima, la topografía y la cobertura del terreno de la Isla. La precipitación anual varía desde menos de 1,000 milímetros (mm) hasta más de 4,000 mm (40 a 157 pulgadas). Las cuencas hidrográficas de la Isla son predominantemente montañosas, con pendientes pronunciadas, y los valles de los ríos suelen ser estrechos y profundamente encajados. Las tormentas intensas de corta duración son comunes, lo que provoca inundaciones rápidas con caudales máximos que pueden ser varios órdenes de magnitud mayores que los caudales base. Todas las cuencas hidrográficas de Puerto Rico han experimentado alteraciones significativas. Se estima que más del 11 % de la Isla está cubierta por superficies desarrolladas, alcanzando hasta un 40 % en áreas como el Área Metropolitana de San Juan. Estos cambios han modificado significativamente los patrones de drenaje de aguas pluviales y los niveles de inundación aguas abajo (FEMA, 2024).

Las superficies pavimentadas limitan severamente la infiltración del agua de lluvia, aumentando tanto el volumen como la velocidad de la escorrentía superficial. Como

resultado, los sistemas de drenaje pluvial pueden ser fácilmente sobrepasados. Además, la escorrentía proveniente de superficies pavimentadas llega a quebradas y ríos mucho más rápidamente, excediendo su capacidad de conducción y provocando niveles de inundación más elevados y frecuentes en las áreas adyacentes. Asimismo, los contaminantes procedentes de fuentes de contaminación puntuales y difusas tienen una mayor probabilidad de llegar a los cuerpos de agua superficiales cuando son transportados por escorrentía sobre superficies pavimentadas, en lugar de ser degradados parcial o totalmente por suelos con vegetación. Los flujos más elevados también tienen una mayor capacidad para remover y transportar suelo y otros materiales sueltos de las márgenes de quebradas y cauces de ríos, facilitando la erosión y el socavamiento (FEMA, 2024).

Paradójicamente, el caudal de los ríos entre eventos de lluvia tiende a disminuir después de la urbanización. Las superficies pavimentadas actúan como una barrera que aísla el suelo, impidiendo la infiltración del agua de lluvia que, de otro modo, se descargaría gradualmente desde el terreno hacia las corrientes varios días después, un proceso fundamental para mantener los caudales base necesarios para las especies de peces y fauna ribereña, así como para sostener el suministro público de agua. En respuesta, diversas medidas de infraestructura gris, como estaciones de bombeo para control de inundaciones, canales trapezoidales de hormigón y cunetas laterales curvas, se han implementado ampliamente en Puerto Rico. Aunque son efectivas para transportar rápidamente la escorrentía, estas estructuras a menudo descuidan consideraciones ecológicas, sociales, culturales y estéticas. Estas prácticas suelen implicar costos significativos de operación y mantenimiento y, en muchos casos, pueden agravar la erosión aguas abajo, el socavamiento y los problemas de calidad del agua.

Un enfoque más sostenible sería aprovechar los servicios ecológicos que brindan las áreas verdes y otras soluciones basadas en la naturaleza para manejar los flujos de escorrentía y mejorar la calidad del agua. Estas estrategias son cada vez más críticas para proteger a las comunidades de los crecientes impactos relacionados con el agua derivados del cambio climático en Puerto Rico (FEMA, 2024).

4.9.1.5 Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e)

En las últimas décadas se ha identificado un aumento sostenido en la frecuencia de los eventos de lluvia extrema. Como se indicó anteriormente, la Isla de Puerto Rico ha tenido 13 declaraciones de desastre mayor relacionadas con inundaciones en los últimos quince años. Esto significa que la frecuencia promedio de un evento de

inundación es aproximadamente cada 14 meses.

Cualquier acción de mitigación adoptada para reducir los efectos de las inundaciones en el Municipio de Aguada debe considerar, por ejemplo, que los eventos con un período de retorno de 100 años o aquellos con una probabilidad anual del 1 % podrían convertirse en eventos con un período de retorno de 50 años o una probabilidad anual del 2 % en el futuro. Esto significa que los eventos de inundación de determinada magnitud e impacto sobre el municipio podrían aumentar, particularmente en las áreas de alto riesgo. Aunque existen muchos proyectos de control de inundaciones en Aguada, la probabilidad de eventos futuros se considera alta.

4.9.2 Análisis de Riesgo (B2-a, B2-b)

4.9.2.1 Pérdidas Estimadas

El Índice Nacional de Riesgo (NRI) de FEMA proporciona estimaciones de la exposición a inundaciones y de las pérdidas anuales esperadas para el municipio. La exposición representa el valor de las edificaciones, la población y otros activos ubicados dentro de áreas susceptibles a inundaciones. La Tabla 29 resume la exposición del municipio a los riesgos de inundación.

El análisis del NRI de FEMA indica que aproximadamente 1.52 millas cuadradas de Aguada se encuentran ubicadas dentro de áreas expuestas a inundaciones. Dentro de estas áreas, el valor estimado de las edificaciones expuestas supera los $677 millones, mientras que aproximadamente 4,298 residentes se ubican dentro del área propensa a inundaciones. En general, la exposición total del municipio se estima en más de $50.5 mil millones, reflejando el valor combinado de las edificaciones expuestas, la población y los activos equivalentes a la población. Estos hallazgos demuestran que las inundaciones representan un riesgo significativo para las áreas desarrolladas del municipio y tienen el potencial de afectar vecindarios residenciales, comercios, infraestructura de transportación e instalaciones críticas.

La pérdida anual esperada (EAL, por sus siglas en inglés) representa el impacto económico anual promedio que se anticipa debido a eventos de inundación a lo largo del tiempo. Como se muestra en la Tabla 30, FEMA NRI estima una pérdida anual relacionada con inundaciones en edificaciones de aproximadamente $9.46 millones, representando la mayor parte del riesgo de inundación del municipio. Cuando se

consideran los impactos relacionados con la población, la pérdida anual esperada total se estima en aproximadamente $10.03 millones. Estos resultados indican que las inundaciones continúan siendo uno de los peligros naturales más significativos que afectan a Aguada y subrayan la importancia de continuar invirtiendo en la gestión de llanuras de inundación, mejoras al drenaje, prácticas de construcción resiliente y otras medidas de mitigación dirigidas a reducir pérdidas futuras.

Tabla 29. Exposición a Inundaciones

Exposición - Área Impactada (mi²)	Exposición - Valor de las Edificaciones	Exposición - Población	Exposición - Equivalencia de Población	Exposición - Total
1.515393	$677,222,991	4,298	$49,858,992,663	$50,536,215,654

Fuente: FEMA NRI

La Tabla 30 presenta las pérdidas anuales estimadas asociadas con las inundaciones en Aguada, según se informa en el Índice Nacional de Riesgo (NRI) de FEMA.

Tabla 30. Pérdida Anual Esperada por Inundación

Pérdida Anual Esperada - Valor de las Edificaciones	Pérdida Anual Esperada - Población	Pérdida Anual Esperada - Equivalencia de Población	Pérdida Anual Esperada - Total
$9,459,493	0.048906	$567,296	$10,026,789

Fuente: FEMA NRI

Los Mapas 35 y 36 ilustran las pérdidas estimadas en edificaciones asociadas con eventos de inundación de 100 y 500 años en Aguada, según los resultados de la modelación de Hazus 6.1. En ambos escenarios, las mayores pérdidas proyectadas se concentran en la porción norte del municipio, particularmente dentro de los sectores censales ubicados en los barrios Río Grande, Guayabo, Guaniquilla, Carrizal y Espinar, y sus alrededores. Estas áreas contienen las mayores concentraciones de estructuras expuestas a riesgos de inundación y representan las mayores pérdidas económicas potenciales del municipio.

Bajo el escenario de inundación de 100 años (Mapa 35), las pérdidas estimadas en edificaciones varían desde menos de $10,000 hasta aproximadamente $8.96 millones por sector censal. Bajo el escenario de inundación de 500 años (Mapa 36), las pérdidas aumentan y alcanzan aproximadamente $10.64 millones en los sectores censales más afectados. Aunque la distribución espacial general de las pérdidas permanece similar entre ambos escenarios, el evento de 500 años produce mayores

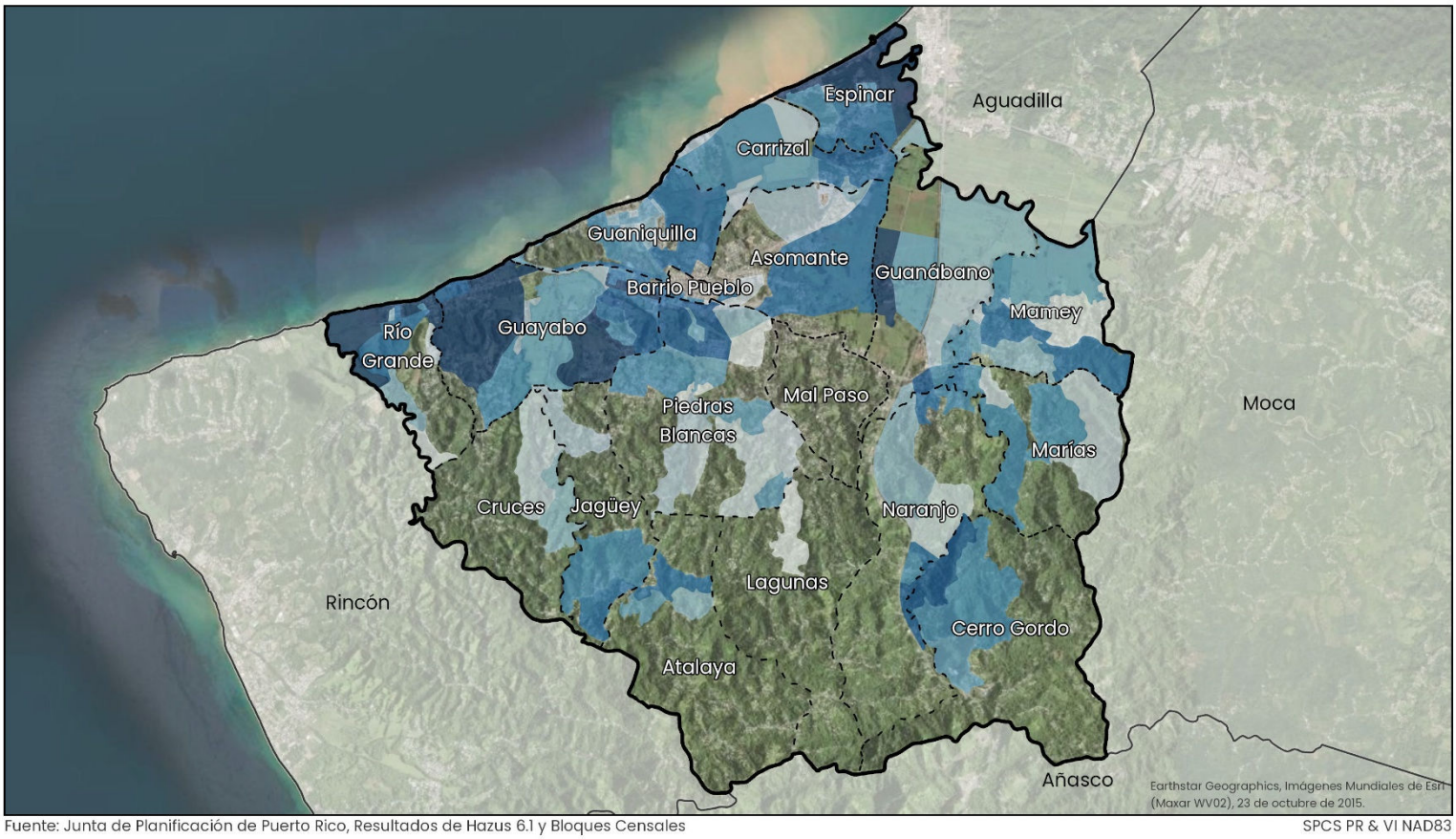
daños debido al aumento en la magnitud y extensión de las inundaciones.

Los mapas indican que el riesgo económico relacionado con las inundaciones no se distribuye uniformemente en Aguada. Por el contrario, las mayores concentraciones de pérdidas potenciales ocurren en áreas desarrolladas donde un inventario significativo de edificaciones coincide con lugares propensos a inundaciones. Estos hallazgos destacan la importancia del manejo de las llanuras de inundación, las prácticas de construcción resiliente, las mejoras a los sistemas de drenaje y otras medidas de mitigación en las áreas con mayor exposición a futuras pérdidas por inundación.

Como recordatorio, este mapa no mide la extensión de la inundación, sino las posibles pérdidas ocasionadas por inundaciones. En esta sección norte existen varios ríos que pueden desbordarse sobre los puentes o afectar las estructuras cercanas.

Mapa 35. Pérdidas en Edificaciones por Exposición a Inundaciones, Evento de Inundación de 500 Años

Pérdida de Edificaciones por Exposición a un Evento de Inundación de 500 Años



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Bloques Censales

SPCS PR & VI NAD83

Profundidad de Inundación para un Evento de 500 años

- $0 - $10,000
- $10,001 - $50,000
- $50,001 - $100,000
- $100,001 - $250,000
- $250,001 - $500,000
- $500,001 - $1,000,000
- $1,000,001 - $2,500,000
- $2,500,001 - $5,000,000
- $5,000,001 - $10,639,000
- Barrios
- Municipio de Aguada
- Municipios Colindantes



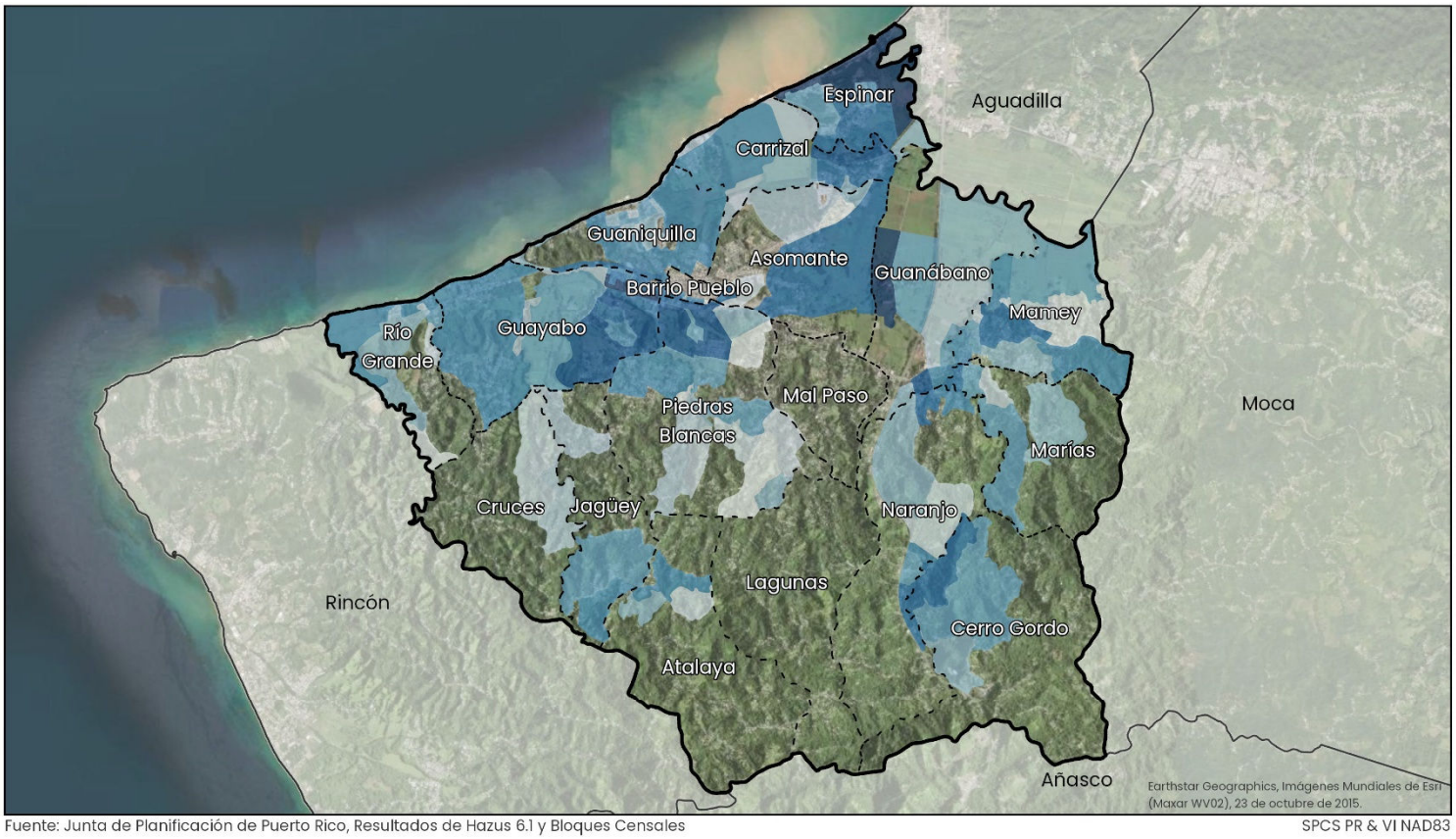
N

Escala: 1:80,000

0 1,000 2,000 Metros

Mapa 36. Pérdidas en Edificaciones por Exposición a Inundaciones, Evento de Inundación de 100 Años

Pérdida de Edificaciones por Exposición a un Evento de Inundación de 100 Años



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Resultados de Hazus 6.1 y Bloques Censales

SPCS PR & VI NAD83

Profundidad de Inundación para un Evento de 100 años

- $0 - $10,000
- $10,001 - $50,000
- $50,001 - $100,000
- $100,001 - $250,000
- $250,001 - $500,000
- $500,001 - $1,000,000
- $1,000,001 - $2,500,000
- $2,500,001 - $5,000,000
- $5,000,001 - $8,957,000
- Barrios
- Municipio de Aguada
- Municipios Colindantes



N

Escala: 1:80,000

0 1,000 2,000 Metros

Tras ejecutar el modelo Hazus, se determinaron las siguientes pérdidas por inundación en Aguada:

- Se identificó un total de 19,650 estructuras dentro del área de estudio, incluidas 19,560 estructuras residenciales y 90 estructuras no residenciales (véase la Tabla 31).
- Se proyecta un total estimado de $117,382,000 en pérdidas para un evento de inundación de 100 años (1 % de probabilidad anual) y de $182,251,000 para un evento de inundación de 500 años (0.2 % de probabilidad anual) (véase la Tabla 32).
- Específicamente, para las estructuras no residenciales, las pérdidas totales se estiman en $8,020,000 para el evento de 100 años y en $9,019,000 para el evento de 500 años (véase la Tabla 32).
- Para las estructuras residenciales, las pérdidas se estiman en $109,362,000 para el evento de 100 años y en $173,232,000 para el evento de 500 años, representando la gran mayoría de los daños proyectados relacionados con inundaciones (véase la Tabla 32).
- Las pérdidas no residenciales se concentran en los usos comerciales y educativos, los cuales representan la mayor parte de las pérdidas proyectadas bajo ambos escenarios de inundación (véase la Tabla 33).
- Las pérdidas residenciales detalladas indican que los daños estructurales representan el componente principal de las pérdidas, aumentando de aproximadamente $39.3 millones durante el evento de 100 años a aproximadamente $103.2 millones durante el evento de 500 años. Las pérdidas adicionales están asociadas con el contenido de las edificaciones, los gastos de reubicación y los impactos sobre los ingresos por alquiler (véase la Tabla 34).

Tabla 31. Total de Estructuras en Riesgo

Estructuras	Total
No residenciales	90
Residenciales	19,560
Total	19,650

Tabla 32. Pérdidas Agregadas en Dólares para Eventos del 1 % (100 años) y 0.2 % (500 años)

Tipo de Ocupación	Pérdidas en dólares, Evento del 1 %	Pérdidas en dólares, Evento del 0.2 %
No Residencial	$8,020,000	$9,019,000
Residencial	$109,362,000	$173,232,000
Total	**$117,382,000**	**$182,251,000**

Tabla 33. Pérdidas Detalladas para Edificaciones No Residenciales

Ocupación	Pérdidas en dólares, Evento del 1 %	Pérdidas en dólares, Evento del 0.2 %
Comercial	$4,791,000	$4,823,000
Educación	$2,951,000	$3,918,000
Gobierno	$0	$0
Religiosa	$0	$0
Agricultura	$0	$0
Industrial	$278,000	$278,000
Total	**$8,020,000**	**$9,019,000**

Tabla 34. Pérdidas Detalladas para Edificaciones Residenciales

Residencial, Pérdidas Detalladas	Pérdidas en dólares, Evento del 1 %	Pérdidas en Dólares, Evento del 0.2 %
Estructura	$39,316,000	$103,192,000
Contenido	$21,769,000	$39,339,000
Reubicación	$31,050	$10,643,050
Ingresos por Alquiler	$17,227,000	$22,180,000
Total	**$78,343,050**	**$175,354,050**

Los resultados de Hazus demuestran que las inundaciones representan un riesgo significativo para Aguada, con pérdidas potenciales que exceden los $117 millones durante un evento de inundación de 100 años y los $182 millones durante un evento de inundación de 500 años. Las estructuras residenciales representan la mayor parte de los daños proyectados, lo que subraya la necesidad de continuar los esfuerzos de mitigación dirigidos a reducir la vulnerabilidad a las inundaciones y proteger la vida y la propiedad en todo el municipio.

4.9.2.2 Infraestructura Crítica y Líneas Vitales

Las inundaciones se encuentran entre los peligros naturales más disruptivos, afectando las ocho Líneas Vitales Comunitarias de FEMA. Estas líneas vitales representan servicios esenciales que apoyan la salud pública, la seguridad y la estabilidad económica. A continuación, se presenta un análisis de algunos de los impactos que las inundaciones pueden tener sobre las líneas vitales:

- Seguridad y Protección - Las inundaciones pueden dañar la infraestructura de servicios de emergencia, como estaciones de policía, estaciones de bomberos y centros de operaciones de emergencia. Las rutas de evacuación bloqueadas y las carreteras inundadas dificultan los esfuerzos de rescate, mientras que las interrupciones prolongadas aumentan la vulnerabilidad al crimen y al desorden civil.
- Alimentos, Agua y Refugio - Las aguas de inundación pueden contaminar los suministros de agua potable y dañar las instalaciones de tratamiento de agua. Las cadenas de suministro de alimentos pueden verse severamente interrumpidas cuando almacenes y supermercados se inundan. Los daños a las estructuras residenciales pueden provocar desplazamientos de población, generando una necesidad urgente de refugios temporales.
- Salud y Servicios Médicos - Los hospitales y clínicas pueden quedar inaccesibles o experimentar interrupciones eléctricas durante eventos de inundación. Las condiciones de inundación pueden contribuir a un aumento significativo de enfermedades transmitidas por el agua y enfermedades relacionadas con el moho. Las interrupciones en las cadenas de suministro médico pueden retrasar tanto la atención de emergencia como los tratamientos rutinarios.
- Energía (Electricidad y Combustible) - Las inundaciones pueden sumergir subestaciones eléctricas y transformadores, provocando apagones generalizados. Las redes de distribución de combustible pueden verse interrumpidas debido a carreteras intransitables y rutas de transportación dañadas. La pérdida prolongada de energía puede afectar significativamente instalaciones críticas como hospitales y plantas de tratamiento de agua.
- Comunicaciones - Las inundaciones pueden dañar torres de telefonía celular, cables de fibra óptica y sistemas de comunicación de emergencia, reduciendo la capacidad para coordinar operaciones de rescate y recuperación. Esta interrupción puede retrasar la difusión de información crítica.
- Transportación - Las inundaciones pueden arrastrar o socavar carreteras, puentes y líneas ferroviarias, haciéndolos intransitables. Los aeropuertos y

puertos marítimos pueden verse obligados a suspender operaciones, retrasando las evacuaciones y la entrega de suministros de emergencia. Además, las interrupciones en la transportación amplifican el impacto general del desastre.

- Materiales Peligrosos - Las aguas de inundación pueden movilizar y dispersar sustancias peligrosas provenientes de instalaciones industriales, sistemas sanitarios y tanques de almacenamiento de combustible, aumentando el riesgo de contaminación ambiental. Los esfuerzos de limpieza pueden volverse complejos, costosos y prolongados, pudiendo resultar en impactos públicos y ambientales a largo plazo.
- Sistemas de Agua - Las aguas de inundación pueden contaminar los suministros de agua potable y dañar las instalaciones de tratamiento de agua. La entrada excesiva de aguas de inundación puede sobrepasar los sistemas sanitarios, provocando el retorno de aguas residuales sin tratar hacia calles y viviendas. Las condiciones de inundación pueden exceder la capacidad de diseño de los sistemas de desagüe pluvial y de las cuencas de retención, provocando inundaciones urbanas y daños a la infraestructura. La acumulación de sedimentos y escombros obstruye los sistemas de drenaje, reduciendo su efectividad y aumentando el riesgo de inundación durante eventos de tormenta posteriores.

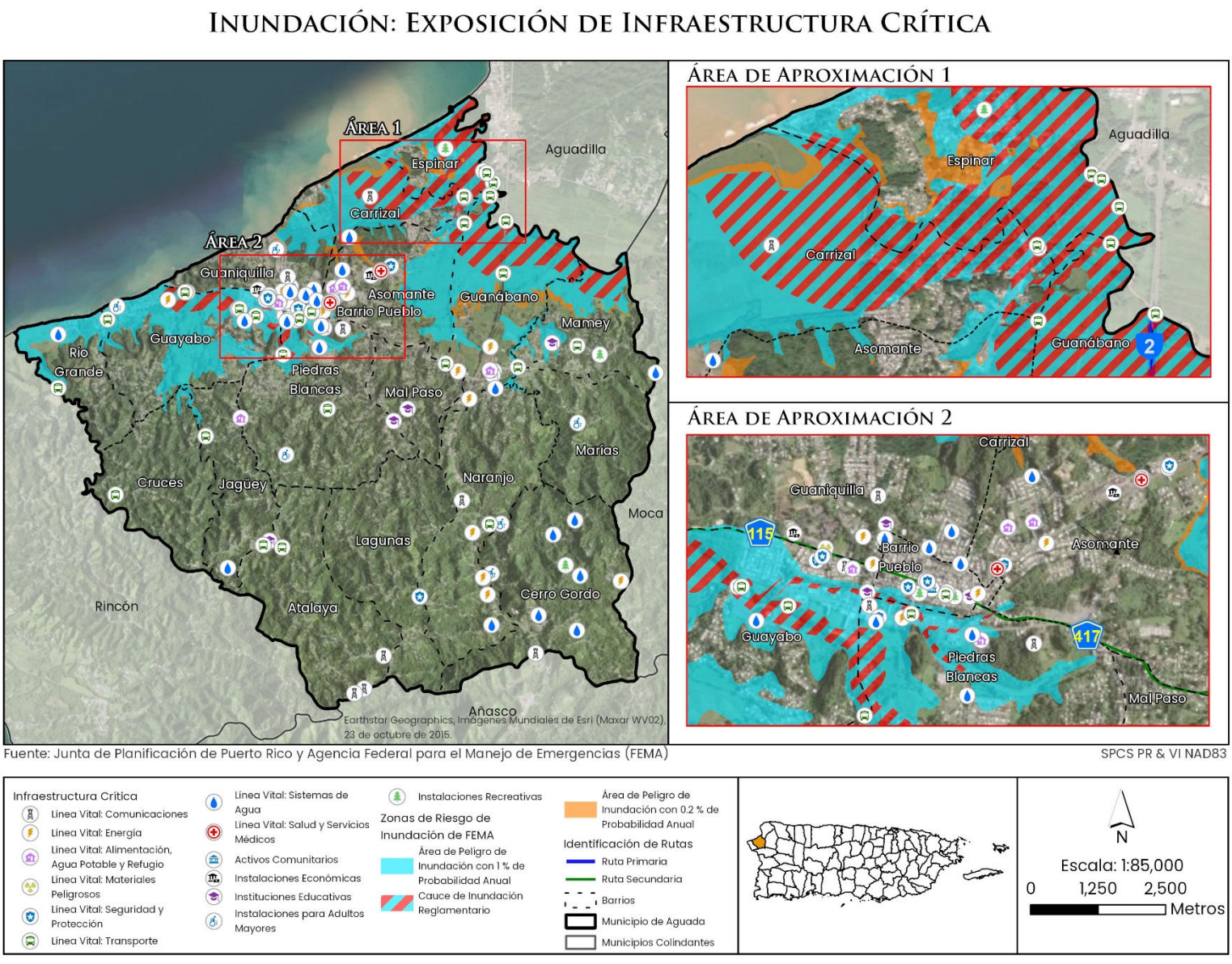
El Mapa 37 ilustra la ubicación de las instalaciones de infraestructura crítica en relación con las áreas de riesgo de inundación cartografiadas por FEMA dentro del Municipio de Aguada. El mapa muestra que varias instalaciones críticas se encuentran dentro o adyacentes al área de riesgo de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 1 por ciento (llanura de inundación de 100 años), al área de riesgo de inundación con una probabilidad anual de ocurrencia del 0.2 por ciento (llanura de inundación de 500 años) y al cauce de inundación reglamentario. La mayor concentración de infraestructura crítica potencialmente expuesta se localiza en la porción norte del municipio, particularmente dentro de los sectores de Guaniquilla, Pueblo, Asomante, Carrizal, Espinar y Guanábano. Las Áreas de Acercamiento 1 y 2 resaltan ubicaciones donde múltiples instalaciones críticas coinciden con áreas de riesgo de inundación cartografiadas.

Las instalaciones cartografiadas incluyen activos asociados con varias líneas vitales comunitarias, incluyendo transportación, sistemas de agua, comunicaciones, energía, seguridad y protección, servicios de salud y atención médica, instituciones educativas, activos comunitarios, instalaciones recreativas y facilidades para el cuidado de personas de edad avanzada. El mapa indica que las áreas de riesgo de

inundación se superponen con porciones del municipio donde se concentran numerosas instalaciones críticas, particularmente en las zonas norte y urbanizadas de Aguada.

El cauce de inundación reglamentario se localiza principalmente dentro de porciones del área costera norte y se superpone con varias instalaciones críticas identificadas en el Área de Acercamiento 1. Concentraciones adicionales de infraestructura crítica expuesta a riesgos de inundación cartografiados están presentes en el Área de Acercamiento 2, cerca de los sectores de Pueblo, Guaniquilla, Guayabo y Asomante.

Mapa 37. Inundaciones: Exposición de Infraestructura Crítica



4.9.2.3 Vulnerabilidades Sociales

La vulnerabilidad social a los riesgos de inundación está influenciada no solo por la extensión física de la inundación, sino también por la ubicación y concentración de la población dentro de las áreas propensas a inundaciones. Las comunidades con mayores poblaciones expuestas generalmente tienen más probabilidades de experimentar interrupciones en la vivienda, la transportación, el acceso a servicios y las actividades diarias durante eventos de inundación. Las concentraciones más altas de población dentro de las áreas de peligro también pueden aumentar la demanda de respuesta de emergencia, asistencia para evacuación, refugio temporal y recursos de recuperación posteriores al desastre.

El Mapa 38 ilustra la distribución de la población expuesta a los riesgos de inundación dentro de Aguada. Las mayores concentraciones de población expuesta se localizan en la porción norte del municipio, particularmente en Carrizal, Espinar y Guanábano. Niveles moderados de población expuesta también están presentes en sectores de Guaniquilla, Pueblo, Asomante, Guayabo, Río Grande y Mamey. En contraste, se observan niveles más bajos de población expuesta en toda la porción sur del municipio. El mapa indica que una porción sustancial de la población expuesta a inundaciones del municipio se concentra dentro de los sectores costeros y cercanos a la costa en el norte de Aguada.

Como se discutió anteriormente en este plan, una parte significativa de la población de Aguada presenta características asociadas con vulnerabilidad social. En consecuencia, los riesgos de inundación que afectan los sectores costeros y cercanos a la costa en la porción norte del municipio pueden impactar de manera desproporcionada a poblaciones con recursos limitados y menor capacidad para prepararse, responder y recuperarse de eventos de inundación.

Las investigaciones realizadas en comunidades propensas a inundaciones en Puerto Rico muestran que el acceso a recursos económicos, materiales y sociales influye significativamente en la capacidad de adaptación, y que los residentes de bajos ingresos enfrentan barreras importantes para elevar sus viviendas, adquirir seguros o reubicarse fuera de las zonas de alto riesgo. Estas mismas comunidades frecuentemente experimentan una “falsa sensación de seguridad” debido a medidas estructurales de control de inundaciones que reducen el riesgo percibido, pero no eliminan la exposición subyacente, lo que puede agravar la vulnerabilidad a largo plazo cuando los residentes subestiman el potencial de futuras inundaciones. Los impactos de las inundaciones también afectan de manera desproporcionada a las

personas con movilidad limitada, incluidos adultos mayores, personas con discapacidades y aquellas con condiciones médicas crónicas, quienes pueden no ser capaces de evacuar rápidamente o acceder a refugios de emergencia durante el aumento de las aguas. Las Estimaciones de Resiliencia Comunitaria de la Oficina del Censo indican que el acceso a vehículos, el apoyo de cuidadores, las brechas en la cobertura de seguro médico y la prevalencia de discapacidades se encuentran entre los componentes de vulnerabilidad más extendidos en el Estado Libre Asociado, factores que influyen directamente en la capacidad de las personas para evacuar o recuperarse de las inundaciones (US Census Bureau, 2024), (López Marrero, 2010).

Mapa 38. Inundación: Exposición de la Población



4.9.2.4 Recursos Naturales y Culturales

En la mayoría de los eventos de inundación, los recursos hídricos quedan expuestos a altos niveles de contaminantes asociados con el aumento de las aguas, la acumulación de aguas residuales y otras sustancias peligrosas o tóxicas dejadas por las inundaciones (Malilay, 2000). Esta contaminación puede facilitar la propagación de enfermedades en los cuerpos de agua municipales y afectar negativamente la flora y fauna local, incluyendo a los seres humanos. Por ejemplo, el agua estancada durante períodos prolongados después de una inundación puede propiciar enfermedades como el dengue y la leptospirosis. Tras el paso del Huracán María, el agua estancada contribuyó a brotes de leptospirosis y a la proliferación de mosquitos que provocaron casos de dengue. La leptospirosis es una enfermedad bacteriana que afecta tanto a humanos como a animales y puede propagarse a través de la orina de animales infectados. Estos residuos contaminados suelen permanecer en el agua estancada después de los eventos de inundación.

Las inundaciones también provocan la acumulación de escombros, incluidos restos estructurales, suelo, sedimentos, residuos orgánicos y pertenencias personales. Si estos materiales no se manejan adecuadamente, pueden contaminar los terrenos y cuerpos de agua al ser quemados, abandonados, enterrados o depositados en cursos de agua.

4.9.2.5 Consideración Especial: Pérdidas Repetitivas y Pérdidas Repetitivas Severas

En Aguada existen propiedades aseguradas bajo el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés). Estas propiedades participan en el NFIP bajo la cobertura de la JPPR. La Sección 6.5 proporciona más detalles sobre cómo el municipio puede utilizar el NFIP como un mecanismo para la planificación de mitigación.

El Municipio ha incluido propiedades que han experimentado pérdidas repetitivas y/o pérdidas repetitivas severas ubicadas dentro de áreas identificadas con riesgo de inundación. Actualmente, estas propiedades carecen de descripciones sobre el tipo de estructura (residencial, comercial, institucional, entre otras). La inclusión de esta información ayuda a comprender la vulnerabilidad de las propiedades afectadas por inundaciones dentro de la jurisdicción y aumenta la probabilidad de calificar para

subvenciones de control o prevención de inundaciones a través de programas como Flood Mitigation Assistance (FMA), Hazard Mitigation Grant Program (HMGP), Housing and Urban Development (HUD), CDBG-DR y otros.

A diciembre de 2025, los registros del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) indican que el Municipio de Aguada cuenta con 75 pólizas activas de seguro contra inundaciones y un desembolso total de $257,198 asociado con propiedades de Pérdidas Repetitivas (RL) y Pérdidas Repetitivas Severas (SRL). Las Tablas 35 a la 37 resumen la cobertura del NFIP, las pérdidas repetitivas y la información sobre pérdidas repetitivas severas disponible para Aguada.

Tabla 35. Pólizas Vigentes y Cobertura del NFIP

Cantidad de Pólizas del NFIP	Desembolso Total por Pérdidas RL y SRL
75	257.198 $

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

Los registros del NFIP identifican dos propiedades con Pérdidas Repetitivas (RL) dentro del municipio, una de las cuales se encuentra actualmente asegurada. Estas propiedades han generado un total de 11 reclamaciones por pérdidas repetitivas.

Tabla 36. Pérdidas repetitivas del NFIP

Estructuras con pérdidas repetitivas (RL)	Estructuras aseguradas (RL)	Pérdidas Repetitivas Totales (RL)
2	1	11

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

Los registros del NFIP también identifican una propiedad con Pérdidas Repetitivas Severas (SRL) dentro de Aguada. Aunque la propiedad no se encuentra actualmente asegurada mediante el NFIP, ha generado un total de nueve reclamaciones por pérdidas repetitivas severas.

Tabla 37. NFIP Pérdidas Repetitivas Severas

Estructuras con pérdidas repetitivas severas (SRL)	Estructuras aseguradas S(RL)	Pérdidas Totales Repetitivas (SRL)
1	0	9

Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico

La presencia de propiedades con pérdidas repetidas y pérdidas repetitivas graves indica que ciertas zonas de Aguada siguen experimentando daños recurrentes

relacionados con inundaciones. Estas propiedades representan lugares donde las medidas de mitigación pueden proporcionar reducciones significativas en pérdidas futuras y deben considerarse prioridades para las iniciativas de reducción del riesgo de inundaciones.

4.9.2.6 Condiciones Futuras (E1-a)

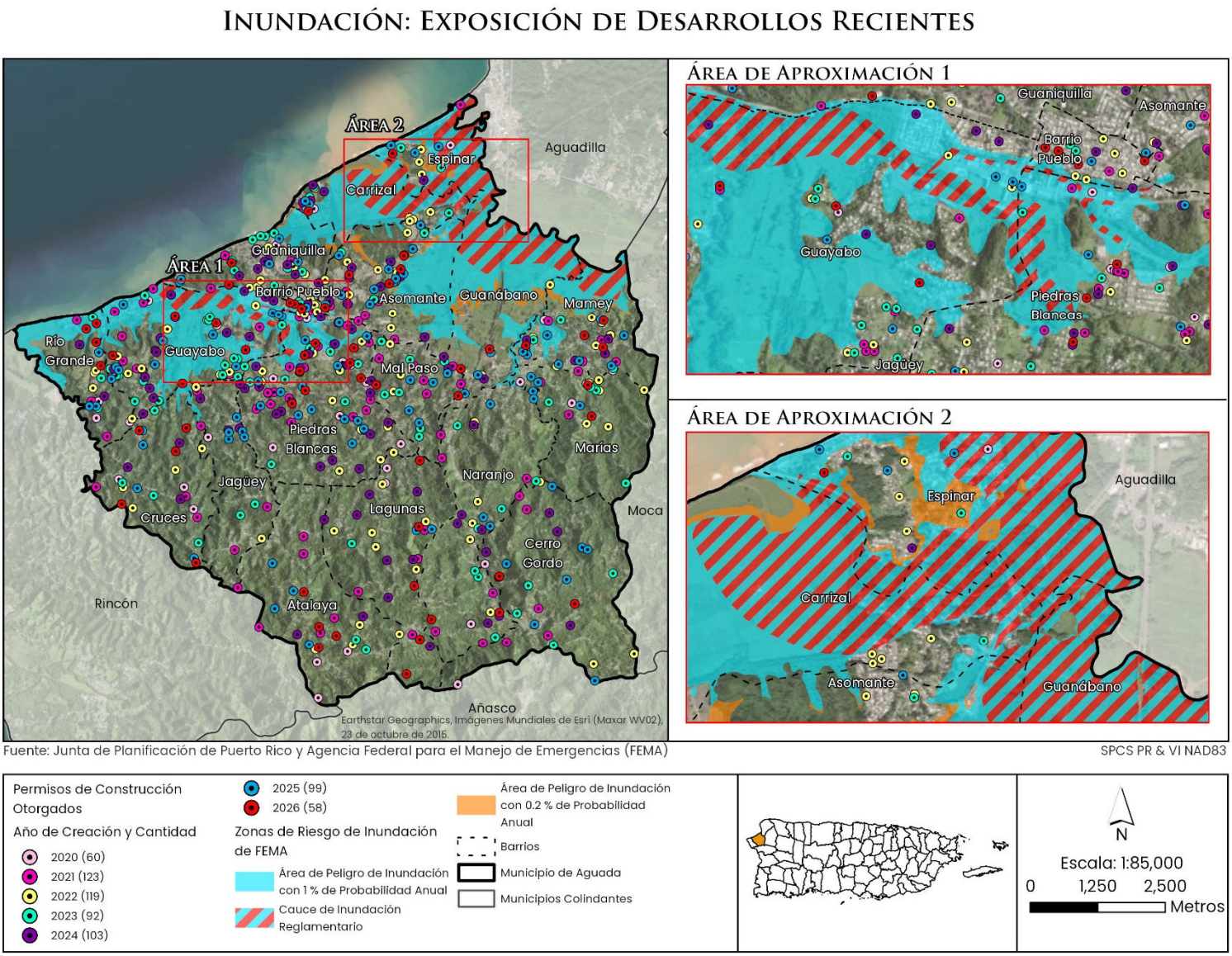
El desarrollo reciente en áreas de riesgo de inundación puede aumentar la exposición futura al colocar estructuras e infraestructuras adicionales en lugares sujetos a inundaciones. Evaluar la ubicación de los permisos de construcción recientemente emitidos proporciona una indicación de dónde ha habido crecimiento en relación con las áreas de riesgo de inundación cartografiadas por FEMA.

El Mapa 39 ilustra los permisos de construcción emitidos entre 2020 y 2026 en relación con las áreas de riesgo de inundación cartografiadas por el municipio. El mapa muestra que la actividad de construcción ha tenido lugar en todo Aguada durante este periodo, incluyendo dentro y adyacente al área anual de riesgo de inundación del 1 % (llanura de inundación de 100 años), el área de riesgo anual de riesgo de inundación del 0,2 % (llanura de inundación de 500 años) y el canal de inundación regulatorio.

La mayor concentración de desarrollo reciente en áreas propensas a inundaciones se observa en la parte norte del municipio, especialmente en los sectores de Guaniquilla, Barrio Pueblo, Asomante, Carrizal, Espinar y Guanábano. Áreas de Aproximación 1 y 2 destacan lugares donde numerosos permisos de construcción se solapan o están situados inmediatamente adyacentes a zonas de riesgo de inundación cartografiadas.

Aunque los permisos de construcción están distribuidos por todo el municipio, el mapa indica que también se ha producido desarrollo reciente en áreas actualmente identificadas como sujetas a riesgos de inundación. La superposición entre el desarrollo reciente y las áreas de riesgo de inundación cartografiadas es más evidente en la parte norte de Aguada, donde se concentran tanto las zonas propensas a inundaciones como la actividad urbanística.

Mapa 39. Inundaciones: Desarrollo reciente y riesgos de inundación



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA)

SPCS PR & VI NAD83

4.10 Ciclones Tropicales y Eventos de Vientos Extremos

4.10.1 Descripción (B1-a)

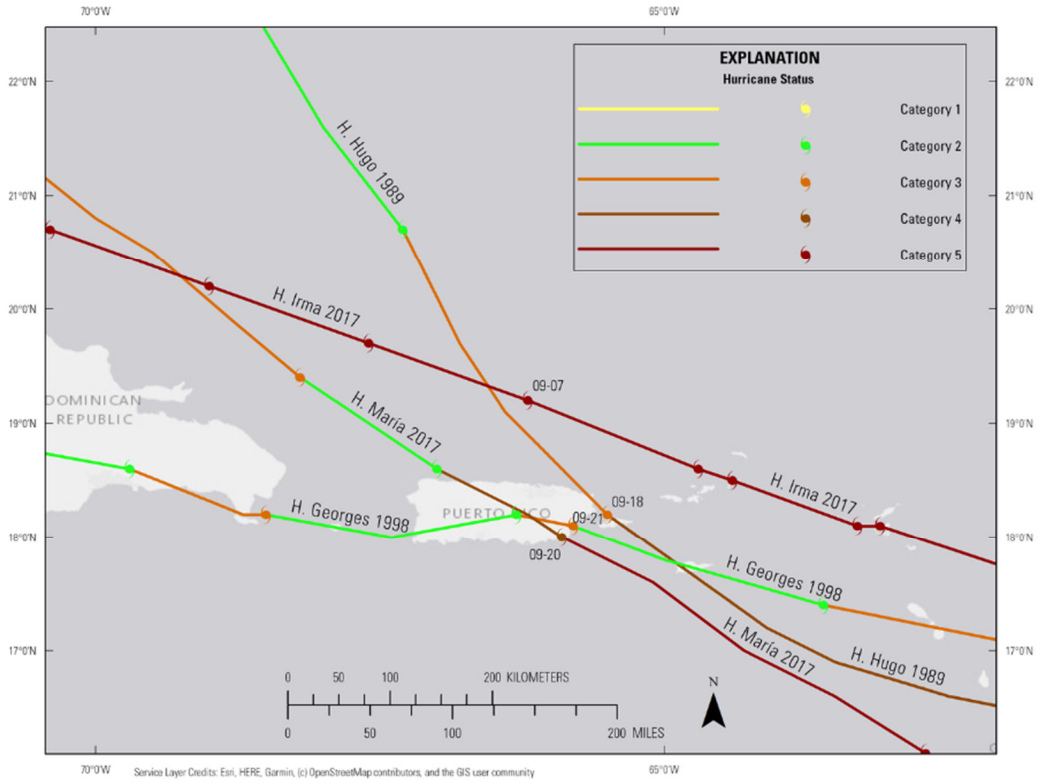
Los vientos consisten en corrientes de aire generadas en la atmósfera debido a variaciones de presión. Aunque estas corrientes están presentes constantemente, cuando su intensidad aumenta, pueden convertirse en un peligro de alto nivel. Para los fines de este Plan, nos centraremos en eventos de vientos severos asociados a ciclones tropicales y su fuerza extrema. (Castro Rivera & López Marrero, Cartilla de los Ciclones, 2018)

Este subcapítulo se titula Ciclones Tropicales para incluir fenómenos como tormentas tropicales y depresiones tropicales. Sin embargo, los huracanes representan la mayor amenaza debido a su alto potencial destructivo, gran impacto geográfico, rápido desarrollo y, a veces, trayectorias impredecibles. Además, los huracanes suelen ir acompañados de mareas altas, marejadas ciclónicas y lluvias intensas, que pueden provocar deslizamientos de tierra e inundaciones fluviales. Dado que estos riesgos asociados se abordan en secciones separadas, esta sección se centrará específicamente en el impacto del viento dentro del municipio.

La Figura 21 muestra la trayectoria de huracanes de categoría 2 a 5 que han afectado a Puerto Rico desde 1989.[8]

[8] Hortense (1996) y Fiona (2022) no aparecen porque eran huracanes de categoría 1 cuando azotaron Puerto Rico.

Figura 21. Trayectorias de huracanes para Hugo (1998), Georges (1998), Irma (2017) y María (2017). Datos proporcionados por NOAA con imagen de ESRI.

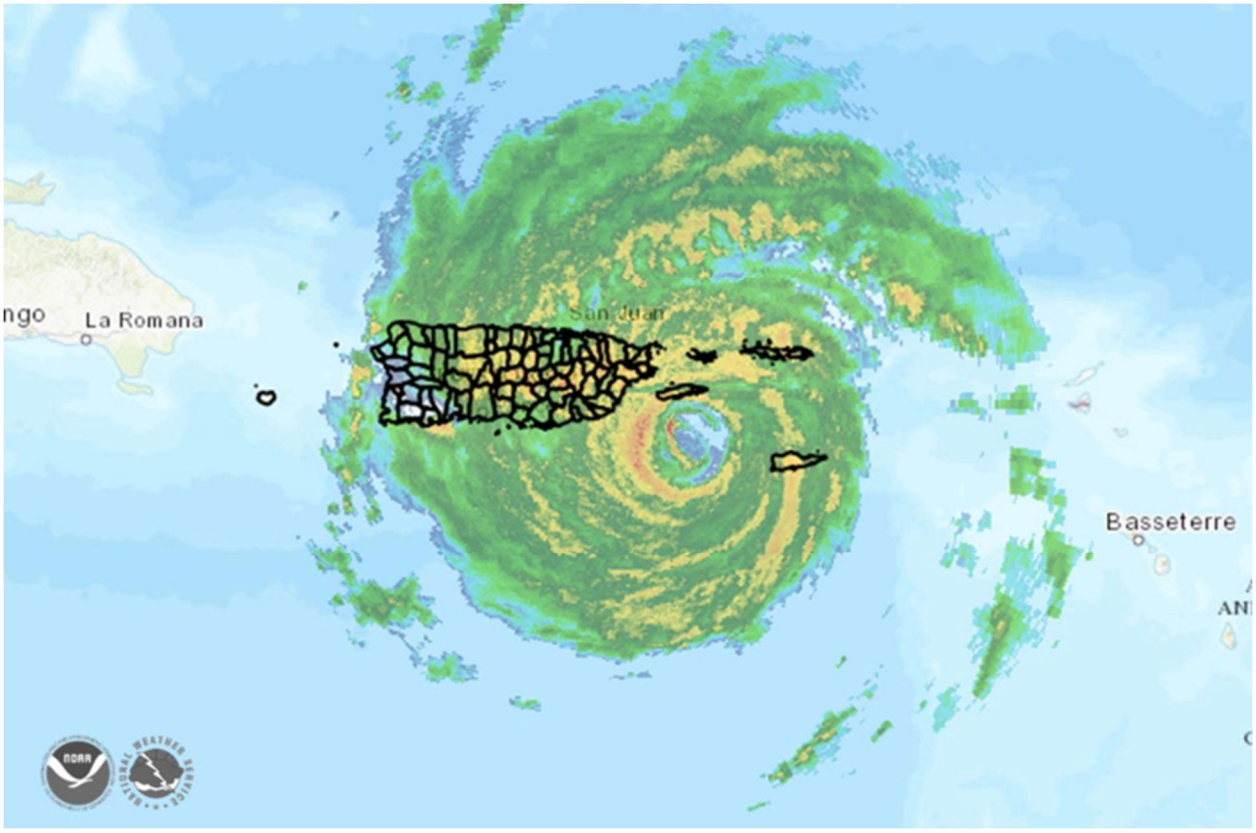


Sources/Usage: Public Domain. View Media Details

4.10.1.1 Área Afectada (B1-b)

Los ciclones tropicales son sistemas atmosféricos que pueden afectar a toda la isla. Por ejemplo, la Figura 22 muestra el tamaño del huracán María (2017) al acercarse a Puerto Rico.

Figura 22. Huracán María (2017) mientras se acerca a Puerto Rico



4.10.1.2 Magnitud de Riesgo (B1-c)

Los ciclones tropicales son el peligro natural más frecuente en Puerto Rico, siendo los huracanes los más peligrosos. Los huracanes son sistemas atmosféricos tropicales caracterizados por velocidades sostenidas de viento superiores a setenta y cuatro (74) millas por hora. Se desarrollan sobre aguas cálidas del océano y resultan de la inestabilidad causada por la interacción de masas de aire cálido y frío. Los ciclones tropicales se clasifican según la intensidad sostenida del viento de la siguiente manera:

- Depresión tropical: Un sistema organizado de nubes con una circulación definida y vientos máximos sostenidos por debajo de 39 mph. Esto representa la etapa formativa de un ciclón tropical.
- Tormenta tropical: Un sistema organizado de nubes con una circulación definida y vientos máximos sostenidos que oscilan entre 39 y 73 mph.

- Huracán: La forma más intensa de un ciclón tropical, con vientos sostenidos de 74 mph o más. Los huracanes tienen un centro bien definido con una presión barométrica muy baja. Se clasifican de uno (I) a cinco (V), y los más fuertes pueden alcanzar velocidades de viento superiores a 155 mph. (Castro Rivera & López Marrero, 2018)

La Tabla 38 muestra la escala Saffir - Simpson de huracanes y muestra ejemplos históricos de aquellos que pasan por o cerca de Puerto Rico.

Tabla 38. Escala de huracán Saffir-Simpson

Categoría	Velocidad del viento	Descripción	Ejemplo histórico
Tormenta tropical	39 – 73 mph	Lo suficientemente fuerte como para causar daños en árboles, cortes de luz e inundaciones localizadas, pero generalmente menos destructivo que un huracán.	Eloise (1975) Claudette (1979) Frederic (1979) Jeanne (2004) Irene (2011) Isaías (2020) Ernesto (2024)
1	74–95 mph	Los vientos pueden causar daños menores en tejados, revestimientos y árboles, con potencial de cortes de luz.	Santa Clara[9] (1956) Hortense (1996) Fiona (2022)
2	96–110 mph	Los vientos fuertes pueden causar daños extensos en tejados y árboles, provocando una pérdida generalizada de energía.	Marilyn (1995)
3	111–129 mph	Los vientos devastadores pueden destruir tejados y paredes de viviendas, arrancar árboles y causar cortes prolongados.	Hugo (1989) Georges (1998)
4	130–156 mph	Los vientos catastróficos pueden causar graves daños estructurales, la mayoría de los árboles se rompen o arrancan de raíz, y los cortes de luz duran semanas.	San Ciríaco (1899) San Ciprian (1932) Donna (1960) David (1979) María (2025)
5	157 mph o más	Los vientos catastróficos pueden provocar el fallo total del tejado y el colapso de edificios, dejando las zonas inhabitables durante semanas o meses.	San Felipe II (1928) Irma (2017)

[9] Oficialmente conocido como Huracán Betsy

Para evaluar la vulnerabilidad que representan los huracanes, este LHMP utiliza el evento de viento de 100 años y el evento de viento de 500 años como estándares de diseño de referencia. Un evento de viento de 100 años se refiere a una velocidad del viento que tiene un 1% de probabilidad de ser igualada o superada en un año dado. De manera similar, un evento de viento de 500 años tiene una probabilidad anual del 0,2% de ser igualado o superado. Estos términos describen periodos estadísticos de retorno y no implican que tales eventos ocurran solo una vez cada 100 o 500 años. Más bien, expresan la probabilidad de que ocurran en un solo año. Los valores del periodo de retorno del viento se derivan mediante análisis estadísticos de registros históricos de velocidad del viento utilizando modelos de probabilidad de valor extremo. Estos análisis estiman la intensidad del viento asociada a intervalos de recurrencia específicos y se aplican ampliamente en ingeniería, modelado de seguros y planificación de mitigación de riesgos.

Estos valores son fundamentales para estándares de diseño estructural como la Norma 7 de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE 7), que especifican cargas de viento para diferentes categorías de riesgo, y para las compañías de seguros que evalúan posibles daños por tormenta. Por ejemplo, las ráfagas típicas de viento de 3 segundos a 33 pies sobre el suelo (Categoría de Exposición C) son de aproximadamente 100 mph para un evento de 100 años y aproximadamente 110–115 mph para un evento de 500 años. Estas velocidades de diseño garantizan la seguridad de edificios, puentes e infraestructuras críticas, y ayudan a guiar la planificación de emergencias y la gestión de riesgos financieros.

4.10.1.3 Eventos pasados (B1-D)

La siguiente tabla muestra los eventos de viento extremo que recibieron una declaración de desastre entre 1989 y 2025. Una columna indica si el municipio de fue designado para Asistencia Pública (PA), Asistencia Individual (IA) o ambos bajo cada declaración. La Tabla 39 muestra una lista de declaraciones presidenciales de desastre desde 1987. Aguada

Tabla 39. Declaración de Desastre de Tormenta Tropical

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Aguada ¿Incluido?	Descripción
Tormenta tropical Ernesto	8/14/2024 – 8/16/2024	DR-4850- PR	Asistencia Pública: No Asistencia Individual: No	El lento movimiento de la tormenta y su entorno rico en humedad contribuyeron a una precipitación prolongada, especialmente en municipios centrales y orientales. Partes del centro de Puerto Rico registraron entre 12 y 14 pulgadas de lluvia en áreas localizadas.
Huracán Fiona	9/17/2022 - 9/21/2022	DR-4671-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia individual: Sí	El huracán Fiona azotó Puerto Rico en septiembre de 2022, desatando lluvias torrenciales—hasta 31,22 pulgadas de lluvia en 72 horas en Ponce, casi igualando la acumulación del huracán María. Este diluvio provocó inundaciones catastróficas, con entre 7 y 20 pulgadas comunes en la mayor parte de la isla y zonas localizadas que superan las 30 pulgadas.
Tormenta tropical Isaías	9/29/2020- 9/30/2020	DR-4560-PR	Asistencia Pública: No Asistencia individual: No	Aunque el centro de la tormenta tropical Isaías no tocó tierra en la isla, el sistema dejó una gran cantidad de lluvia a su paso, causando inundaciones en todo Puerto Rico. Se registró una acumulación de precipitaciones de hasta 10 pulgadas alrededor de la isla.

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Aguada ¿Incluido?	Descripción
Huracán María	9/20/2017	DR-4339-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia individual: Sí	El huracán María (2017) fue uno de los ciclones tropicales más destructivos que afectaron a Puerto Rico en la historia reciente. Aunque los impactos variaron en toda la isla, Aguada experimentó efectos significativos por vientos de fuerza huracánica, lluvias prolongadas, cortes de electricidad, daños en infraestructuras y interrupciones en servicios esenciales. Los fuertes vientos causaron daños en viviendas, instalaciones públicas, vegetación y sistemas de servicios públicos, mientras que las lluvias intensas contribuyeron a condiciones peligrosas y a prolongar los esfuerzos de recuperación. El evento puso de manifiesto la vulnerabilidad del municipio ante impactos severos de ciclones tropicales y destacó la importancia de una infraestructura resiliente, preparación ante emergencias y capacidades de respuesta efectivas.
Huracán Irma	9/5/2017	DR-4336-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia individual: No	El 5 de septiembre de 2017, el huracán Irma afectó a Puerto Rico; se emitió una Declaración de Emergencia para la isla. El 6 de septiembre de 2017 se emitió una Declaración de Desastre Mayor tras el paso del huracán Irma. Dos personas murieron debido a lluvias torrenciales antes del huracán: un hombre murió en Orocovis tras caerse de su escalera mientras reparaba su tejado; otro hombre en la costa en Capitanejo murió tras ser alcanzado por un rayo. Las alturas de las olas en Puerto Rico alcanzaron los 9 metros, y se registraron vientos sostenidos de 111 mph en Culebra.

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Aguada ¿Incluido?	Descripción
Tormenta tropical María[10]	9/8/2011 – 9/11/2011	DR-4040-PR	Asistencia Pública: No Asistencia individual: No	La tormenta tropical (más tarde huracán) María se formó a principios de septiembre de 2011 y pasó cerca de Puerto Rico, trayendo lluvias intensas y condiciones de tormenta tropical a la isla. La tormenta causó inundaciones generalizadas que inundaron numerosas carreteras y viviendas; las aguas de la inundación cerca de Patillas destruyeron varias casas y puentes, y aproximadamente 150 casas en Yabucoa se inundaron y dañaron
Huracán Irene	8/22/2011	DR-4017-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia individual: No	La precipitación total alcanzó las 22 pulgadas en tres días, siendo la región oriental la más afectada, la misma zona que ya había recibido más de 6 pulgadas a principios de agosto durante el paso cercano de la tormenta tropical Emily. El río Grande en el municipio de Manatí registró su tercer nivel más alto en la historia, superado solo durante el huracán Hortense (1996) y el huracán Georges (1998). El río Puerto Nuevo, cerca de Hato Rey, alcanzó su cuarto nivel más alto registrado. Las inundaciones fueron lo suficientemente graves como para causar estrés en infraestructuras y condiciones peligrosas en varios municipios. Trágicamente, hubo una muerte directa atribuida a Irene, debido a ahogamientos.

[10] La tormenta tropical María fue un sistema tropical que pasó al noreste de Puerto Rico en 2011 y que causó inundaciones en la isla. No debe confundirse con el huracán María de 2017. El nombre "María" fue retirado de la lista oficial de nombres de la temporada de huracanes del Atlántico después de 2017.

Evento	Fecha	Número de Declaración de Desastre	Aguada ¿Incluido?	Descripción
Tormenta tropical Jeanne	9/14/2004 – 9/19/2004	DR-1152-PR	Asistencia Pública: Sí Asistencia individual: Sí	La tormenta tropical Jeanne cruzó Puerto Rico el 15 de septiembre de 2004 como una fuerte tormenta tropical con vientos máximos sostenidos alrededor de 70 mph (110 km/h), produciendo rachas de hasta 72 mph (≈116 km/h). Los vientos provocaron cortes generalizados de electricidad y agua, con numerosos informes de daños estructurales en viviendas, árboles arrancados, postes de servicios públicos caídos e impactos significativos en la infraestructura de toda la isla. La tormenta causó ocho muertes en Puerto Rico: cuatro directas y cuatro indirectas, incluyendo muertes durante preparativos y intoxicación por monóxido de carbono. Los daños se estimaron en aproximadamente 169,5 millones de dólares (USD de 2004), convirtiendo a Jeanne en el ciclón tropical más destructivo que ha afectado Puerto Rico desde el huracán Georges en 1998.

4.10.1.4 Tornadoes

El Centro Nacional de Información Ambiental (NCEI) mantiene récord de los tornados reportados en los EE. UU. La Tabla 40 muestra los tornados registrados en Puerto Rico, según el NCEI

Tabla 40. Tornados reportados en Puerto Rico en Puerto Rico

Municipio	Fecha	Tipo	Magnitud	Fallecimientos	Lesiones	Daños a la propiedad	Daños en los cultivos
Guaynabo	5/1/1995	Tornado	F0	0	0	$0.00	$0.00
Cabo Rojo	7/20/1999	Tornado	F0	0	0	$0.00	$0.00
Cabo Rojo	9/6/1999	Tornado	F0	0	0	$0.00	$0.00
Ceiba	9/8/1999	Tornado	F0	0	0	$0.00	$0.00
Caguas	2/23/2000	Tornado	F0	0	0	$0.00	$0.00
Adjuntas	8/25/2000	Tornado	F0	0	0	$5.000,00	$0.00
Añasco	6/3/2001	Tornado	F0	0	0	$20.000,00	$0.00
Aguada	10/4/2002	Tornado	F0	0	0	$5.000,00	$0.00
Cabo Rojo	10/16/2004	Tornado	F0	0	0	$0.00	$0.00
Aguadilla	6/22/2005	Tornado	F0	0	0	$15.000,00	$0.00
Mayagüez	6/15/2006	Tornado	F0	0	0	$30.000,00	$0.00
Añasco	8/6/2007	Tornado	EF0	0	0	$35.000,00	$1.000,00
Aguadilla	8/25/2009	Tornado	EF0	0	0	$15.000,00	$0.00
Moca	8/7/2011	Tornado	EF0	0	0	$80.000,000	$0.00
Lares	9/13/2012	Tornado	EF0	0	0	$30.000,00	$0.00
Aguada	10/1/2013	Tornado	EF0	0	0	$10.000,00	$0.00
Manatí	11/18/2016	Tornado	EF0	0	0	$10.000,00	$0.00
Trujillo Alto	3/26/2017	Tornado	EF0	0	0	$0.00	$0.00
Lajas	7/27/2019	Tornado	EF0	0	0	$100.000,00	$0.00
Bayamón	9/30/2019	Tornado	EF0	0	0	$0.00	$0.00
Arecibo	5/1/2022	Tornado	EF1	0	0	$0.00	$0.00
Las Piedras	3/16/2023	Tornado	EF0	0	0	40.000,00	$0.00
Aguada	7/16/2023	Tornado	EF1	0	0	$0.00	$0.00
Aguadilla	8/9/2023	Tornado	EF0	0	0	$40.000,00	$0.00
Arecibo	5/2/2024	Tornado	EF0	0	0	$7.500,00	$0.00
Totales:				0	0	$442.500,00	$1.000,00

Aunque los tornados son relativamente poco comunes en Puerto Rico, la ocurrencia de tres eventos tornados documentados en Aguada demuestra que los peligros

localizados de tornado pueden afectar al municipio y deben tenerse en cuenta en la planificación de mitigación de riesgos.

De la Tabla 41 a la Tabla 43 muestran los detalles de los tornados reportados en Aguada

Tabla 41. Tornados reportados en 2002 Aguada

Evento	Tornado
-- Escala	F0
-- Longitud	0,5 millas
-- Ancho	15 yardas
Estado	Puerto Rico
Condado/Área	Mayagüez y sus alrededores
WFO	SJU
Fuente del informe	Público general
Fuente de datos NCEI	PDS
Fecha de inicio	04-10-2002 14:50 AST
Fecha de finalización	04-10-2002 15:00 AST
Ubicación final	Aguada
Fallecimientos directos/indirectos	0/0 (detalles de fallecimientos a continuación, cuando estén disponibles...)
Lesiones directas/indirectas	0/0
Daños a la propiedad	5K
Daños en los cultivos	
Narrativa del episodio	Los responsables de emergencias informaron que un residente de Aguada, en el sector de Malpaso, avistó un tornado. Una casa resultó afectada porque el tejado de zinc se desprendió del resto de la casa.

Tabla 42. Tornados reportados en 2013 Aguada

Evento	Tornado
-- Escala	EF0
-- Longitud	0,3 millas
-- Ancho	10 yardas
Estado	Puerto Rico
Condado/Área	Aguada
WFO	SJU

Fuente del informe	Redes sociales
Fuente de datos NCEI	CSV
Fecha de inicio	01-10-2013 14:43 AST-4
Inicio de la ubicación	14.9N Aguada
Comienzo Lat/Lon	18.3349/-67.1876
Fecha de finalización	01-10-2013 14:46 AST-4
Ubicación final	15.12N Aguada
Fin de Lat/Lon	18.3379/-67.1909
Fallecimientos directos/indirectos	0/0 (detalles de fallecimientos a continuación, cuando estén disponibles...)
Lesiones directas/indirectas	0/0
Daños a la propiedad	10.00K
Daños en los cultivos	0,00K
Narrativa del episodio	La vaguada en niveles altos, combinada con un fuerte calentamiento diurno y convergencia de brisa marina, produjo chubascos dispersos o numerosos con tormentas fuertes principalmente sobre la zona occidental de Puerto Rico.
Narrativa del evento	Según la información de vídeos y fotos obtenidas, un tornado tocó un caer en el barrio Atalaya en Aguada, causando daños estructurales en viviendas y refugios, árboles caídos, remolques de carga volcados, líneas eléctricas caídas y cortes de electricidad.

Tabla 43. Tornados reportados en 2023 Aguada

Evento	Tornado
-- Escala	EF1
-- Longitud	1,5 millas
-- Ancho	70 yardas
Estado	Puerto Rico
Condado/Área	Aguada
WFO	SJU
Fuente del informe	Gestor de Emergencias
Fuente de datos NCEI	CSV
Fecha de inicio	16-07-2023 15:08 AST-4
Inicio de la ubicación	17.23N Aguada
Comienzo Lat/Lon	18.3677/-67.2

Fecha de finalización	2023-07-16 15:19 AST-4
Ubicación final	18.4N Aguada
Fin de Lat/Lon	18.3835/-67.2107
Fallecimientos directos/indirectos	0/0 (detalles de fallecimientos a continuación, cuando estén disponibles...)
Lesiones directas/indirectas	0/0
Daños a la propiedad	0,00K
Daños en los cultivos	0,00K
Narrativa del episodio	Una fuerte tormenta eléctrica se desarrolló sobre el noroeste de Puerto Rico el 16 de julio y produjo un tornado cerca de la carretera 411, en la frontera entre el Barrio Asomante y el Barrio Guayabo, alrededor de las 15:08 AST, y duró unos 11 minutos. El tornado se desplazaba hacia el norte-noroeste desde el Barrio Guayabo hasta el Balneario Pico de Piedra, donde se transformó en una tromba sobre las aguas costeras antes de disiparse.
Narrativa del evento	La gestión de emergencias informó que un tornado preliminar de corta duración dañó postes y cables eléctricos y los hizo caer sobre una calle de sentido único cerca de la escuela Epifanio Estrada en Aguada. Esto se informó en la carretera PR-411, km 2,9. Parte de esta carretera y la calle de sentido único quedaron obstruidas por los escombros. Una casa sufrió daños importantes, incluyendo la pérdida parcial del tejado. Esto provocó daños significativos en el interior de la vivienda. Otra casa perdió el material de cobertura del tejado y el revestimiento metálico. Numerosos árboles fueron arrancados y partidos a lo largo de la trayectoria del tornado.

4.10.1.5 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-E)

Según el equipo de Ciclones Tropicales, Radar, Modelado Atmosférico y Software de la Universidad Estatal de Colorado, se aplican las siguientes probabilidades anuales medias para tormentas que desembarcan o pasen a menos de 50 millas de Puerto Rico: (Colorado State University, 2026)

- Probabilidad media de que una tormenta con nombre llegue a tierra o a menos de 50 millas de Puerto Rico: 40%
- Probabilidad media de que un huracán desembarque o esté a menos de 50 millas de Puerto Rico: 24%
- Probabilidad media de que un huracán importante llegue a tierra o a menos de 50 millas de Puerto Rico: 9%

4.10.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.10.2.1 Pérdidas Estimadas

La Tabla 44 presenta la exposición del municipio a ciclones tropicales y vientos extremos según el Índice Nacional de Riesgo de FEMA. El análisis indica que aproximadamente 31,3 millas cuadradas están expuestas a este peligro, afectando a un inventario estimado de edificios valorado en casi 5.000 millones de dólares. Además, aproximadamente 38.125 residentes están potencialmente expuestos a ciclones tropicales y vientos extremos. Al combinar el valor de los edificios, la población y la equivalencia de población, se estima que los activos expuestos totales del municipio son de aproximadamente 447.200 millones de dólares.

Tabla 44. Ciclones tropicales y exposición a vientos extremos

Exposición - Zona afectada (millas cuadradas)	Exposición - Valor del edificio	Exposición - Población	Exposición - Equivalencia de Población	Exposición - Total
31.257403	$4,957,844,701	38,136	$442,249,939,557	$447,207,781,258

Fuente FEMA NRI

La pérdida anual esperada representa el impacto económico anual medio asociado a los eventos de ciclones tropicales y vientos extremos. Estas pérdidas incluyen daños en edificios, así como impactos económicos asociados a las poblaciones afectadas.

Tabla 45. Pérdida anual esperada por ciclones tropicales y vientos extremos

Pérdida anual esperada - Valor de construcción	Pérdida anual esperada - Población	Pérdida anual esperada - Equivalencia poblacional	Pérdida anual esperada - Total
$21,163,498	0.065477	$759.540	$21,923,038

Fuente FEMA NRI

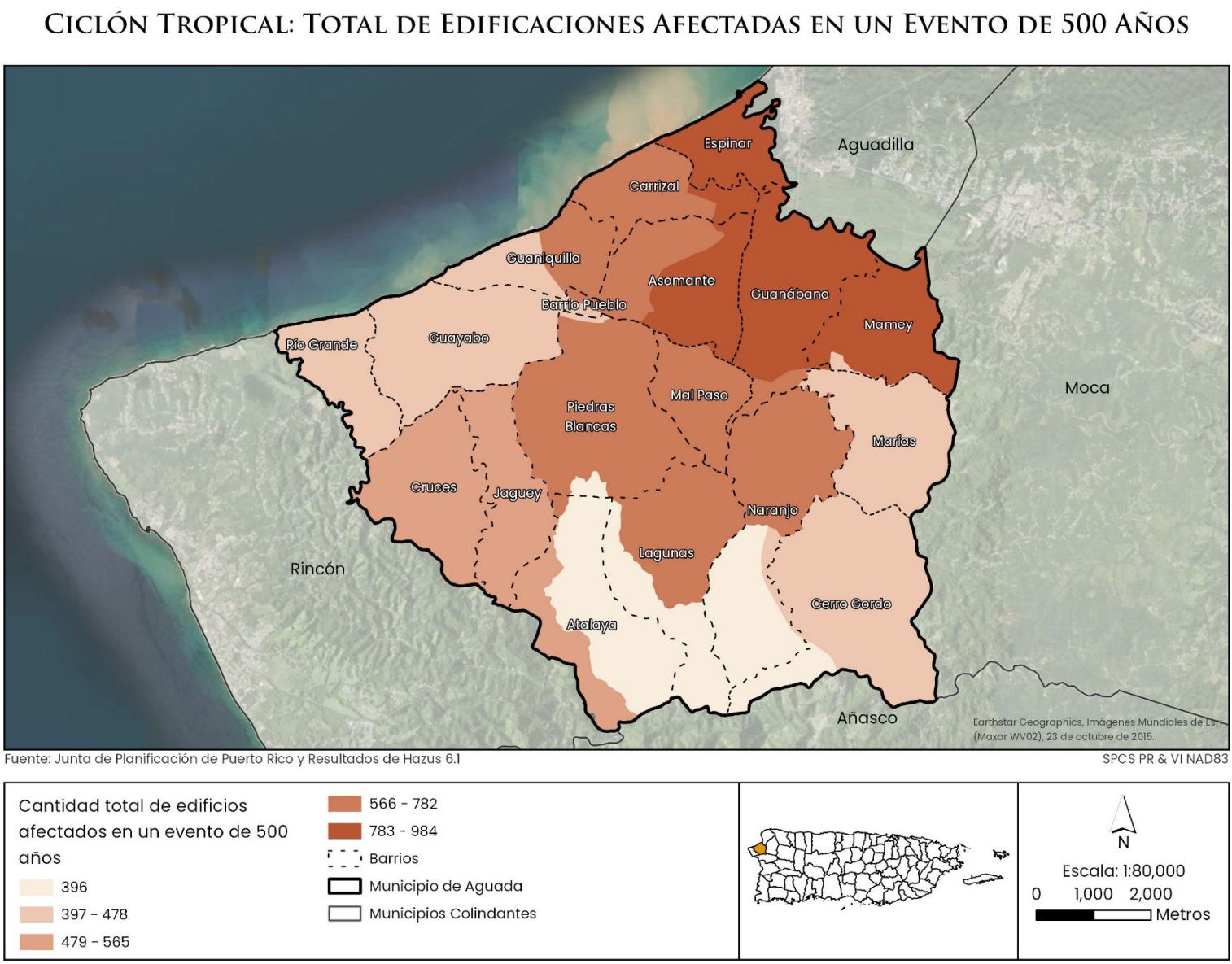
Los mapas 40 y 41 ilustran el número estimado de edificios dañados asociados a los ciclones tropicales de 500 y 100 años, respectivamente. Ambos mapas muestran una distribución espacial similar de los posibles daños en edificios en todo Aguada. Las mayores concentraciones de edificios dañados se proyectan en la parte norte del municipio, particularmente en los distritos de Espinar, Carrizal, Asomante, Guanábano

y Mamey. Se proyectan niveles moderados de daños en edificios en partes de Guaniquilla, Barrio Pueblo, Piedras Blancas, Mal Paso, Naranjo y Lagunas. Se proyectan niveles más bajos de daños en edificios en partes de Cruces, Jaguey, Atalaya y Río Grande.

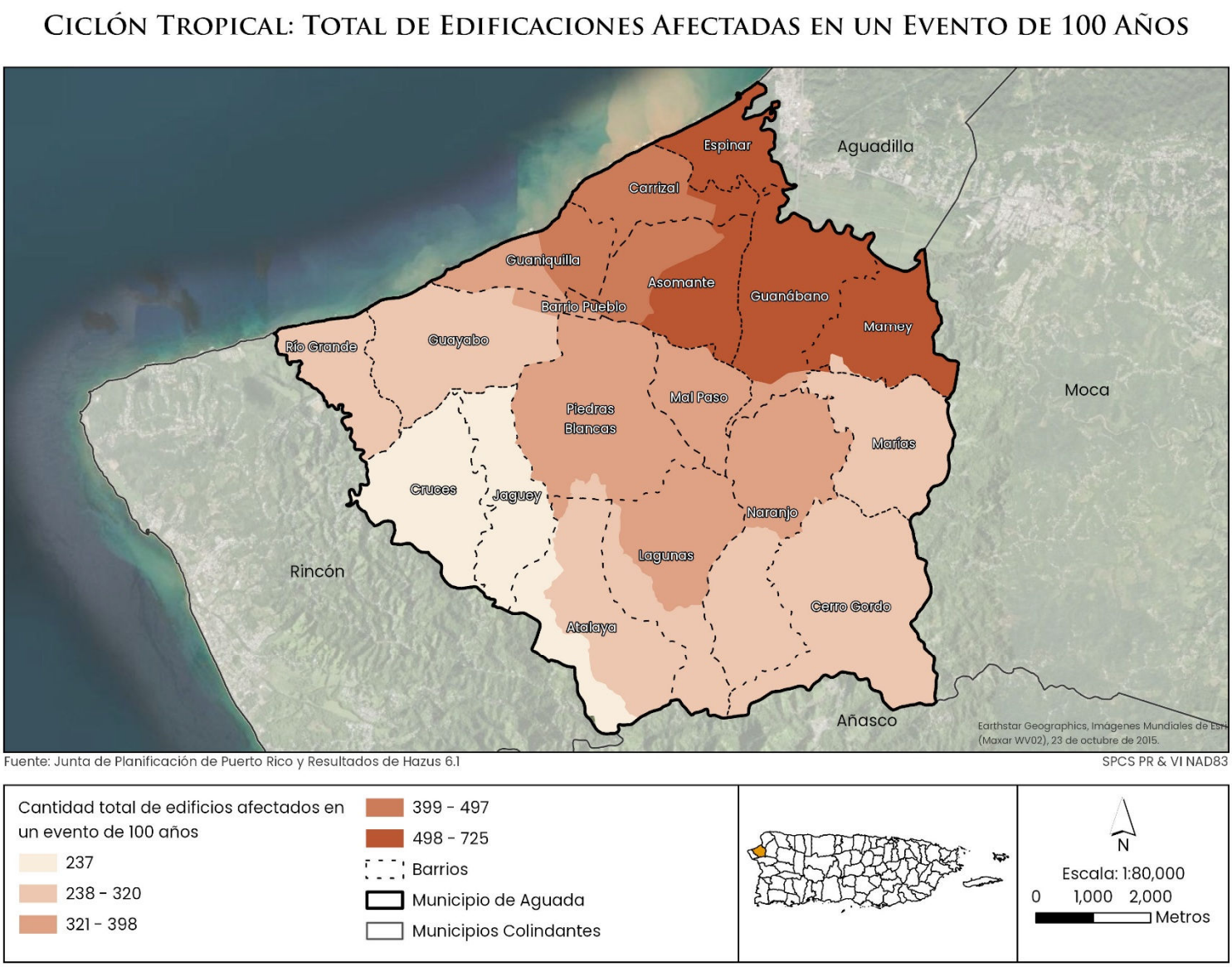
El Mapa 40 muestra el número estimado de edificios dañados asociados a un ciclón tropical de 500 años por distrito, mientras que el Mapa 41 muestra el número estimado de edificios dañados asociados a un ciclón tropical de 100 años por distrito.

Se proyecta que el evento de 500 años cause daños mayores en edificios que el evento de 100 años. Sin embargo, ambos escenarios indican una distribución espacial similar, con las mayores concentraciones de edificios dañados en la parte norte de Aguada, especialmente en los distritos de Espinar, Carrizal, Asomante, Guanábano y Mamey.

Mapa 40. Ciclón tropical: Evento total de edificios dañados en 500 años



Mapa 41. *Ciclón tropical:* Evento total de edificios dañados en 100 años

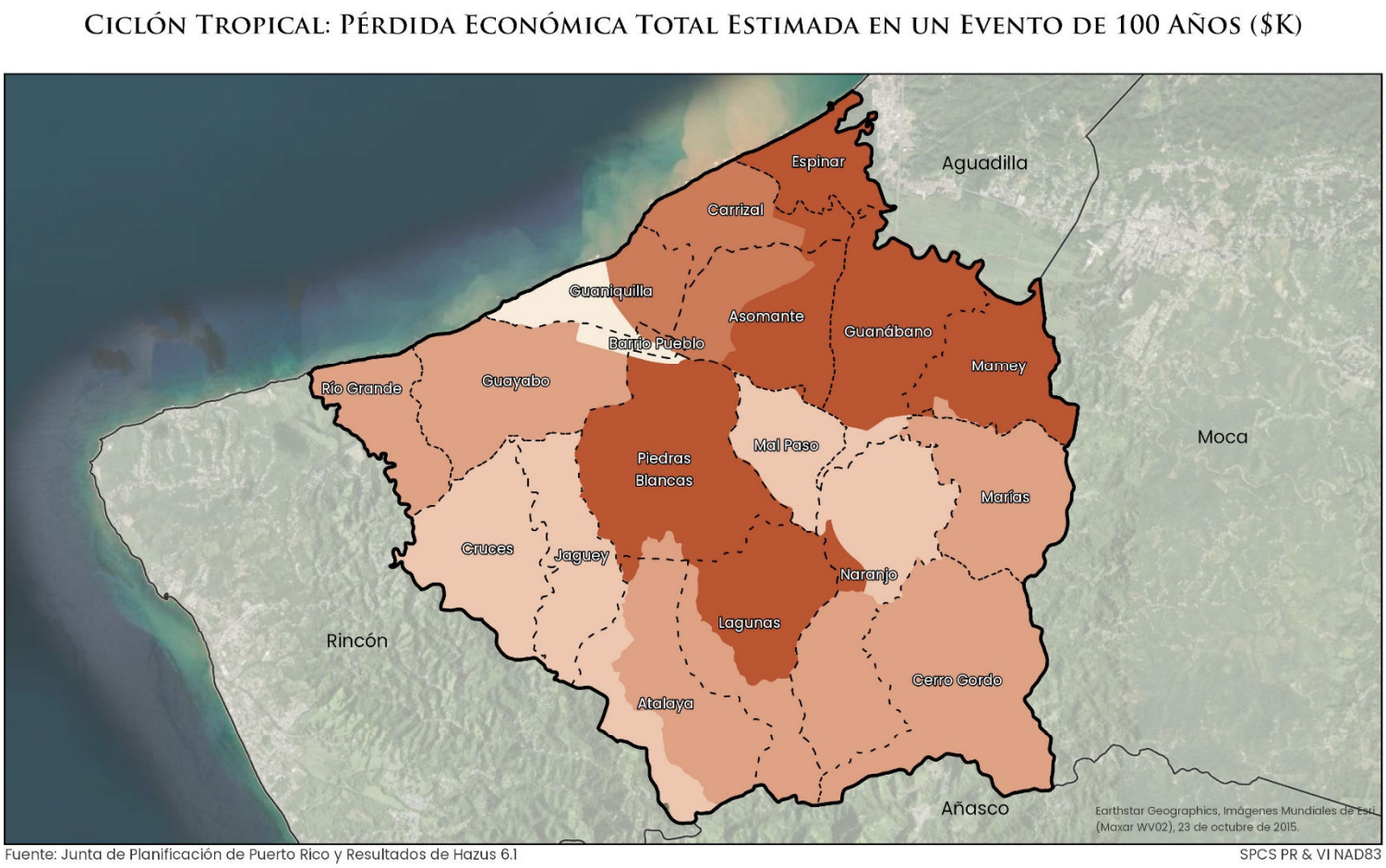


Los mapas 42 y 43 ilustran las pérdidas económicas estimadas asociadas a los ciclones tropicales de 100 y 500 años, respectivamente. Los mapas indican que las pérdidas económicas proyectadas se distribuyen por todo el municipio, concentrándose las mayores pérdidas en partes de Piedras Blancas y Lagunas. También se observan pérdidas económicas elevadas en partes de Espinar, Carrizal, Asomante, Guanábano, Mamey, Cruces y Jaguey.

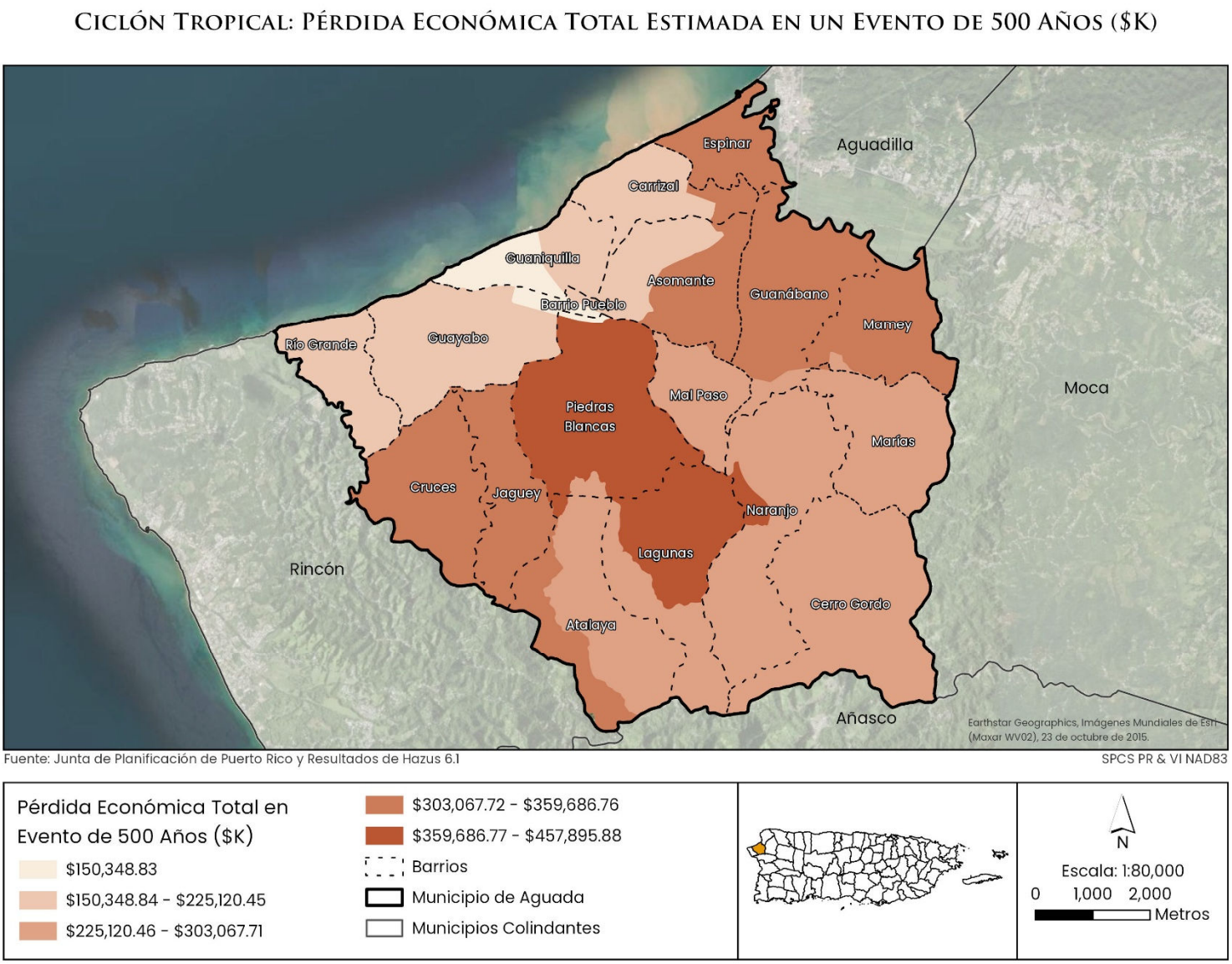
Las pérdidas económicas menores suelen observarse en Río Grande, Guayabo, Barrio

Pueblo, Marías y Cerro Gordo. Se observan patrones espaciales similares en ambos escenarios; sin embargo, el evento de 500 años produce mayores pérdidas estimadas que el evento de 100 años. La distribución de las pérdidas económicas difiere algo de los mapas de daños en edificios, lo que indica que las áreas con mayores pérdidas económicas proyectadas no siempre corresponden a las que tienen el mayor número de edificios dañados.

Mapa 42. *Ciclón tropical*: Pérdida Económica Total Evento de 100 años ($K)



Mapa 43. *Ciclón tropical*: Pérdida Económica Total Evento de 500 años ($K)



4.10.2.2 Infraestructura Crítica y Líneas Vitales

Los vientos huracanes tienen efectos profundos en las ocho líneas vitales Comunitarias de FEMA, interrumpiendo servicios e infraestructuras esenciales.

- Los sistemas de seguridad se ven comprometidos cuando los fuertes vientos dañan comisarías de policía, bomberos y centros de operaciones de emergencia, mientras que los escombros y las líneas eléctricas caídas obstruyen las rutas de emergencia, retrasando los esfuerzos de rescate.
- Las líneas vitales de alimentos, hidratación y refugio sufren cuando los vientos destruyen campos agrícolas, dañan las instalaciones de almacenamiento de alimentos y arrancan techos de casas y refugios, dejando a las comunidades vulnerables y desplazando a miles de personas.
- En el sector de la salud y servicios médicos, los hospitales y clínicas sufren fallos en los tejados y daños estructurales, lo que obliga a evacuaciones e interrumpe los cuidados críticos, mientras que las farmacias y cadenas de suministro sufren graves interrupciones.
- La línea vital de energía es especialmente vulnerable, ya que los vientos huracanados derriban torres de transmisión, rompen postes de la compañía eléctrica y dañan subestaciones, provocando cortes de electricidad generalizados que se propagan a otras líneas vitales.
- Los sistemas de comunicación fallan cuando las torres y antenas de telecomunicaciones son derribadas, cortando la conectividad celular e internet y dificultando la coordinación de emergencias.
- Las redes de transportación están paralizadas por carreteras bloqueadas, puentes dañados y destrucción causada por el viento en aeropuertos y puertos marítimos, lo que retrasa los esfuerzos de ayuda y la entrega de suministros.
- Las instalaciones que manejan materiales peligrosos se enfrentan a riesgos mayores cuando los escombros impulsados por el viento rompen tanques o tuberías, creando riesgos medioambientales y complicando las operaciones de limpieza.
- Finalmente, los sistemas de agua se ven alterados cuando las plantas de tratamiento y las estaciones de bombeo sufren daños en tejados y equipos, mientras que los tanques de almacenamiento elevados y la infraestructura de distribución colapsan, interrumpiendo el acceso a agua potable y sanitaria. Estas fallas en cascada subrayan la necesidad crítica de estándares de diseño resistentes al viento y una planificación proactiva para proteger las líneas vitales y mantener la resiliencia de la comunidad durante los huracanes.

Para fines de planificación, este LHMP asumirá que toda la infraestructura crítica está igualmente expuesta a este peligro.

4.10.2.3 Vulnerabilidades Sociales

Como se ha discutido anteriormente en la Sección 4.10.1.1, un ciclón tropical puede afectar a toda la isla. Para este LHMP vamos a asumir que toda la población de es vulnerable a este peligro. Aguada Para más detalles sobre la vulnerabilidad social del Municipio, véase la sección 3.4.4.

4.10.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Los vientos huracanados causan daños extensos tanto a los recursos naturales como a los culturales al ejercer fuerzas mecánicas extremas sobre los paisajes y los entornos construidos. En los entornos naturales, los fuertes vientos arrancan árboles de raíz, desprenden el follaje y rompen ramas, provocando deforestación y pérdida de hábitat. Esta alteración afecta la biodiversidad y puede modificar las funciones de los ecosistemas durante años. La vegetación costera, como los manglares, es particularmente vulnerable, ya que las fuerzas impulsadas por el viento debilitan los sistemas radiculares y reducen su capacidad para proteger las costas. Las áreas agrícolas también sufren pérdidas severas, con cultivos aplastados o destruidos, lo que afecta el suministro de alimentos y las economías locales. En Aguada, los recursos naturales que podrían verse afectados por los vientos asociados a ciclones tropicales, la marejada ciclónica, las inundaciones costeras y la erosión incluyen las playas costeras, las dunas, la vegetación costera, los humedales y los hábitats asociados a las áreas costeras de Espinar, Carrizal y Guaniquilla, así como al estuario del río Culebrinas.

Los recursos culturales, incluidos los edificios históricos, monumentos y sitios arqueológicos, están igualmente en riesgo ante los vientos huracanados. Las altas velocidades del viento pueden desprender materiales de techado, colapsar muros y comprometer la integridad estructural, especialmente en construcciones antiguas o no reforzadas. Los museos, archivos y sitios patrimoniales pueden sufrir daños irreparables si las medidas de protección son inadecuadas. La pérdida de estos bienes culturales no solo afecta la identidad comunitaria, sino que también tiene implicaciones económicas para el turismo y los esfuerzos de preservación. Comprender los umbrales de velocidad del viento e incorporarlos en las normas de diseño y la planificación de conservación es esencial para mitigar estos riesgos y

proteger tanto el patrimonio natural como el cultural. En Aguada, recursos culturales como la Ermita de Espinar, un importante monumento que refleja la herencia religiosa, cultural y colonial temprana del municipio, también pueden ser vulnerables a inundaciones asociadas a huracanes, marejada ciclónica, erosión y vientos extremos.

4.10.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

El riesgo asociado a los ciclones tropicales es un peligro que afecta a todo el municipio. El desarrollo actual y futuro en todo Aguada puede verse afectado por vientos de huracán, lluvias intensas, inundaciones y otros impactos asociados a los ciclones tropicales. El riesgo de huracán es un riesgo municipal de todo lo municipal. Cada parte del desarrollo reciente aprobado por el municipio corre el mismo riesgo de verse afectada por un ciclón tropical.

4.11 Marejada Ciclónica

4.11.1 Descripción (B1-a)

Una marejada ciclónica es el movimiento interior del agua de mar que ocurre cuando un huracán impacta directamente en la costa. Estas marejadas se producen debido a un aumento atípico de los niveles de agua de los cuerpos de agua. Principalmente, las marejadas ciclónicas se producen por un aumento excesivo del agua a lo largo de las costas debido a un sistema masivo de baja presión, lluvias y vientos fuertes, característicos de un huracán o tormenta tropical (Castro Rivera & López Marrero, 2018).

Estos factores, inherentes a una marejada ciclónica, crean condiciones peligrosas en el mar y causan una devastación extensa tras atravesar zonas costeras. En consecuencia, este tipo de peligro natural provoca la pérdida de vidas y graves daños en infraestructuras y estructuras situadas en las zonas afectadas. Son especialmente peligrosos cuando ocurren durante la marea alta, combinados con los efectos de los oleajes y la acción de las olas. Estos factores dificultan predecir este tipo de eventos porque dependen de la diversidad de sistemas tropicales, las formaciones geológicas de la zona afectada y las previsiones meteorológicas (FEMA, 1997).

El máximo potencial de marejada ciclónica para una ubicación determinada depende de una serie de factores diferentes. La marejada ciclónica es un fenómeno muy complejo porque es sensible incluso a cambios leves en la intensidad de la

tormenta, velocidad hacia adelante, tamaño (radio de vientos máximos—RMW), ángulo de aproximación a la costa, presión central (que contribuye mínimamente en comparación con el viento) y la forma de características costeras como bahías y estuarios.

Las zonas costeras suelen ser propensas a impactos de marejada ciclónica cuando hay una amenaza inminente de huracán. El comportamiento, magnitud e impacto de la marejada sobre tierra varían según la trayectoria del huracán. Del mismo modo, la topografía y la batimetría costera del municipio desempeñan un papel importante en relación con el impacto de la marejada en las áreas afectadas (FEMA, 1997).

4.11.1.1 Área Afectada (B1-B)

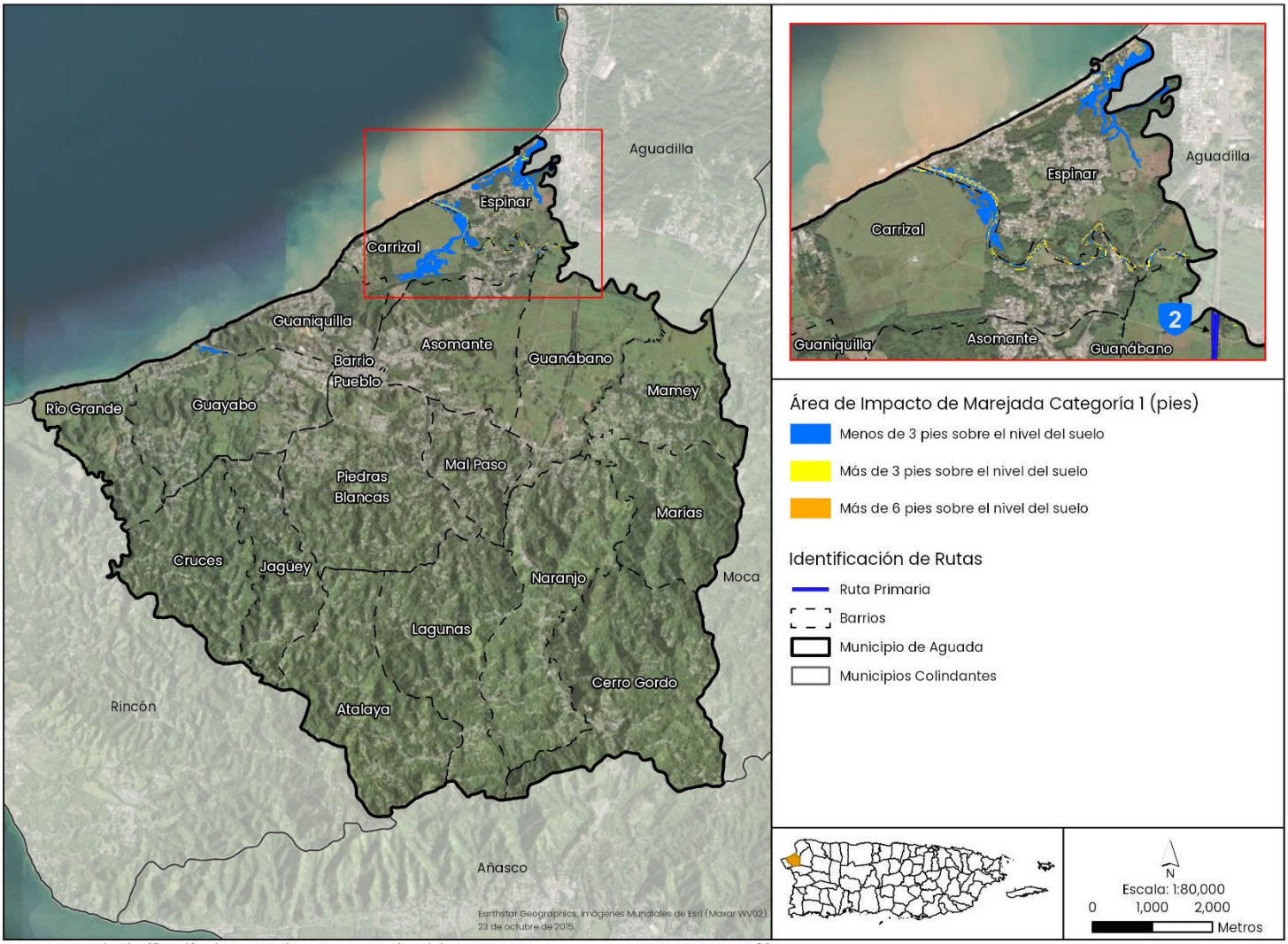
La magnitud de los impactos de la marejada ciclónica dentro de Aguada varía según la intensidad de la tormenta y las condiciones costeras locales. Los siguientes mapas identifican las áreas potencialmente afectadas por la marejada ciclónica bajo escenarios de huracanes de Categoría 1 e Categoría 5 e ilustran la distribución geográfica de este peligro dentro del municipio.

Los mapas 44 y 45 ilustran las áreas de impacto de la marejada ciclónica de categoría 1 y categoría 5 dentro del municipio de Aguada, respectivamente. En ambos escenarios, el riesgo de marejada ciclónica se concentra a lo largo de la zona costera norte del municipio. Las áreas potencialmente afectadas por la marejada se encuentran principalmente dentro de los distritos de Carrizal y Espinar, con áreas afectadas más pequeñas que se extienden a partes de Guaniquilla y Guanábano.

El escenario de marejada ciclónica de categoría 5 cubre un área mayor que el escenario de categoría 1; sin embargo, ambos mapas indican que los impactos de la marejada ciclónica se limitan generalmente a la zona costera del municipio. La mayor parte del municipio permanece fuera de las áreas de impacto cartografiadas, con la mayor extensión de inundación potencial ocurriendo en la parte costera noreste de Aguada.

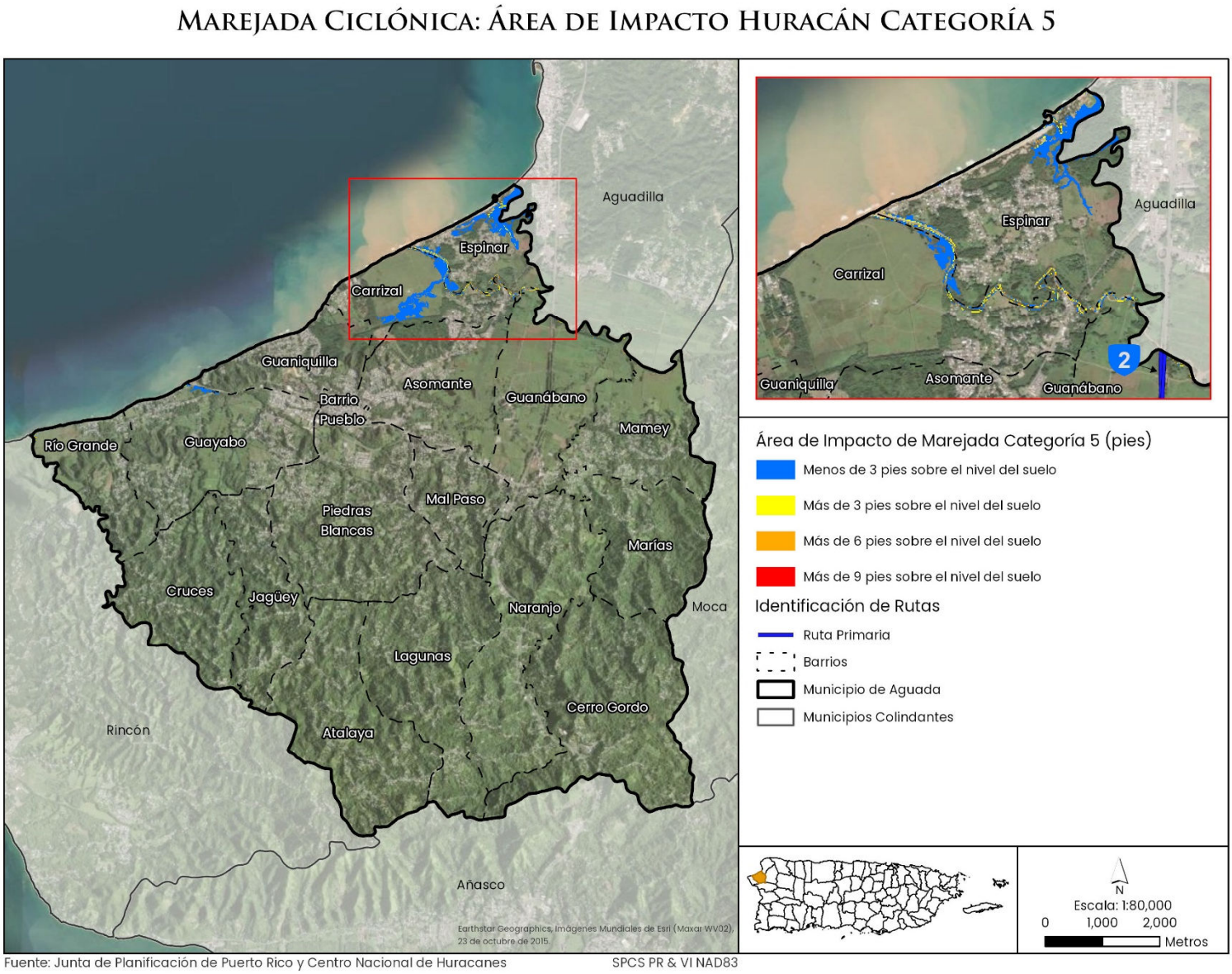
Los mapas también muestran que las zonas de mayor impacto por marejada ciclónica se concentran en los sectores costeros bajos adyacentes a la costa. A medida que la intensidad de la marejada aumenta del escenario de Categoría 1 a Categoría 5, la zona afectada se expande hacia el interior dentro de partes de Carrizal y Espinar, mientras permanece mayormente limitada a la parte costera norte del municipio.

Mapa 44. Marejada *ciclónica*: *Zona* de marejada ciclónica de categoría 1



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

Mapa 45. Marejada ciclónica: Zona de impacto de marejada ciclónica de categoría 5



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

4.11.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-C)

Cada uno de los mapas de marejada muestra la profundidad de inundación que se esperaría en un lugar dado según la categoría de la tormenta. La profundidad de la inundación representa la gravedad/magnitud del riesgo de marejada ciclónica; por lo tanto, al describir esta gravedad/magnitud, podría expresarse de una manera como: "la mayor profundidad de inundación que una comunidad podría experimentar como resultado de la marejada ciclónica con una medida de altura específica." La tabla de construcción puede utilizarse para determinar una estimación aproximada de la profundidad máxima potencial de inundación.

Los mapas incluidos en la sección de marejada ciclónica de la evaluación de riesgos, con referencia a las áreas geográficas afectadas por este peligro natural, muestran el impacto de este evento en función de la profundidad de la inundación y según la ocurrencia de huracanes de categoría 1 y categoría 5. En resumen, la profundidad de la inundación representa la gravedad o magnitud del riesgo de marejada ciclónica y, del mismo modo, existe una correlación entre la magnitud del evento de tormenta y la profundidad de la inundación y la extensión del área terrestre que se verá afectada. Es decir, en la mayoría de los casos, a medida que una tormenta escala a categorías de mayor magnitud, un mayor número de barrios y sectores pueden verse afectados por eventos de inundación de mayor profundidad.

Al igual que otros peligros costeros, las marejadas ciclónicas pueden exponer a la población y a la infraestructura que sostienen las líneas vitales. Del mismo modo, las áreas dentro del municipio que ya son propensas a inundaciones pueden verse más gravemente afectadas por las inundaciones derivadas de eventos de marejada ciclónica.

4.11.1.3 Eventos Pasados(B1-D)

El huracán María (2017) generó impactos medibles de marea ciclónica y de tormenta a lo largo de las costas sureste y este de Puerto Rico. Post-storm field investigations conducted by the U.S. Geological Survey (USGS) documented storm-tide inundation heights generally ranging from approximately 6 to 9 feet above ground level in coastal municipalities including Humacao, Naguabo, and Ceiba. Se observaron niveles más bajos de marejada ciclónica, típicamente entre 1 y 4 pies, a lo largo de partes de las costas norte y oeste. Aunque los impactos más catastróficos del huracán María fueron causados por lluvias extremas e inundaciones interiores, la marea ciclónica contribuyó a inundaciones costeras, erosión de la orilla y daños en marinas e

instalaciones portuarias, especialmente a lo largo de las costas orientales expuestas. (Byrne, 2019) (Byrne, 2019) (Pasch, Penny, & Berg, Hurricane Maria, 2023)

El huracán Georges (1998) generó impactos de marejada ciclónica a lo largo de las costas sur y este, agravando la inundación costera y contribuyendo a daños en comunidades costeras bajas. Más recientemente, el huracán Fiona (2022) provocó marejada ciclónica e inundaciones costeras impulsadas por olas a lo largo de la costa sur de Puerto Rico, especialmente en municipios que dan al mar Caribe, a pesar de tocar tierra como un huracán de intensidad de viento relativamente menor. (Guiney, 1999) (Pasch, Reinhart, & Alaka, Hurricane Fiona, 2023).

4.11.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e)

La NOAA define el término marejada ciclónica como el aumento del nivel del océano como resultado de los efectos del viento y la caída de la presión atmosférica asociada a huracanes y otras tormentas. En otras palabras, la marejada ciclónica es causada principalmente por los vientos fuertes de un huracán o tormenta tropical; por lo tanto, la probabilidad de que ocurra un evento de marejada ciclónica en el municipio está directamente asociada y aumenta después de eventos de vientos fuertes como huracanes y aumentará o puede intensificarse a medida que ocurran tales eventos.

Con este fin, el modelo de marejada en el mar, lago y tierra derivada de huracanes (conocido como SLOSH, por su acrónimo en inglés) es un modelo informatizado utilizado por la NOAA para la evaluación del riesgo de inundaciones costeras y la predicción operativa de las marejadas ciclónicas.

Según FEMA, las áreas de riesgo costero de inundaciones se determinan mediante un análisis estadístico de registros de caudal o corrientes fluviales, mareas de tormenta y lluvias; información obtenida mediante consultas con la comunidad; y un análisis hidrológico e hidráulico. Las áreas de riesgo costera de inundaciones están delimitadas o definidas en los Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRM). Estos mapas también comunican dos elementos regulatorios de cartografía de inundaciones: la extensión de terreno en riesgo de inundación base (probabilidad anual del 1%) y los niveles relacionados de inundación en estas áreas, conocidos como Elevaciones de Inundación Base (BFE).

4.11.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.11.2.1 Pérdidas Estimadas

Para el Índice Nacional de Riesgo (NRI) de FEMA, las pérdidas por marejada ciclónica generalmente se representan bajo la categoría de riesgo de inundación costera. FEMA no informa de un valor separado de "marejada ciclónica" de Pérdida Anual Esperada (EAL) para Aguada. Para evitar la duplicación de los datos presentados en el análisis de riesgo de inundación, este LHMP no lo tendrá en cuenta, ya que no puede separar los daños causados por marejada ciclónica u otros tipos de inundaciones costeras. (FEMA, 2026)

4.11.2.2 Infraestructura Crítica y Líneas Vitales

Las marejadas de tormenta suponen una amenaza significativa para las líneas vitales comunitarias definidas por FEMA al inundar infraestructuras críticas situadas en zonas costeras y bajas. Las líneas vitales de la transportación se ven frecuentemente interrumpidas cuando carreteras, puentes, puertos y rutas de evacuación se inundan o dañan, restringiendo la evacuación, la respuesta a emergencias y el movimiento de la cadena de suministro. Las líneas vitales energéticas, incluidas las centrales eléctricas, subestaciones y sistemas de distribución de combustible, son muy vulnerables a la intrusión de agua salada e inundaciones, que pueden provocar fallos de equipos y cortes prolongados de energía. Las líneas vitales de comunicación también pueden verse comprometidas cuando torres de telefonía móvil, redes de fibra óptica, sistemas 911 y suministros de energía de respaldo se dañan o son inaccesibles debido a inundaciones por marejada ciclónica. Estas fallas en cascada reducen la conciencia situacional y dificultan la coordinación entre los servicios de emergencia y las agencias gubernamentales. En conjunto, los impactos en estas líneas vitales reducen significativamente la capacidad de una comunidad para proteger vidas y propiedades durante eventos de marejada ciclónica. (NOAA, n.d)

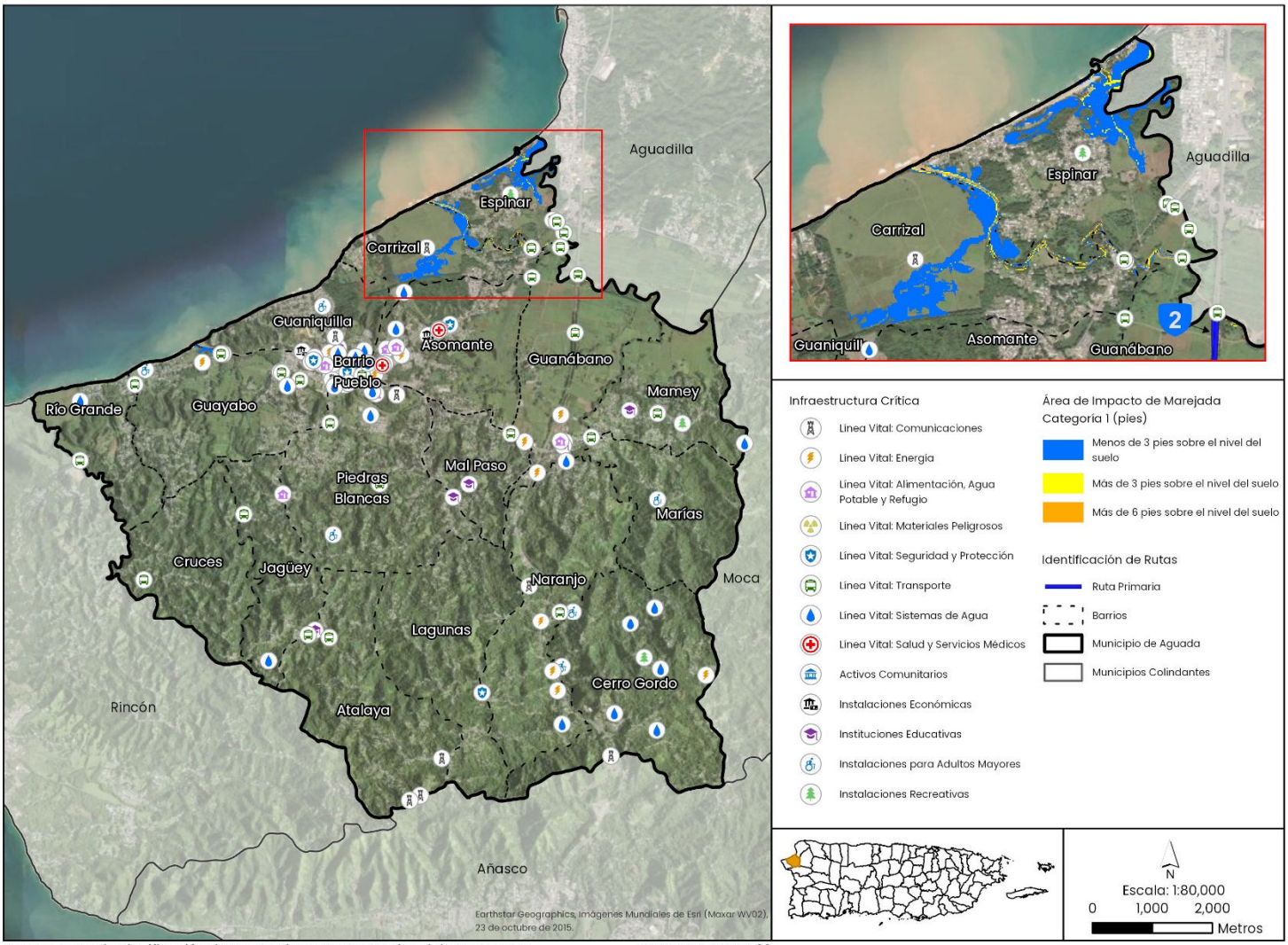
Las marejadas ciclónicas también tienen graves consecuencias para la salud y la línea vital médica de FEMA, inundando hospitales, clínicas, centros de cuidados de larga estancia y cadenas farmacéuticas, a veces requiriendo evacuaciones o cierres de servicios. Los daños en las infraestructuras de agua y aguas residuales amenazan la línea vital de alimentos, agua y refugios al limitar el acceso a agua potable segura y servicios de saneamiento. Las plantas de tratamiento inundadas y las tuberías dañadas pueden provocar contaminación del agua, avisos de ebullición y un aumento de riesgos para la salud pública. Las líneas de seguridad y protección se ven

aún más afectadas cuando las instalaciones de policía, bomberos y servicios médicos de emergencia sufren daños o cuando las carreteras inundadas limitan los tiempos de respuesta. La interrupción prolongada de estas líneas vitales ralentiza la recuperación comunitaria y agrava las vulnerabilidades sociales, económicas y sanitarias. Estos impactos subrayan el énfasis de FEMA en la mitigación de riesgos, la estabilización de las líneas vitales y la planificación de resiliencia para reducir la marejada ciclónica.

El Mapa 46 muestra la infraestructura crítica que se vería afectada por una marejada causada por un huracán de categoría 1, mientras que el Mapa 47 muestra lo mismo, pero para un huracán de categoría 5.

Mapa 46. Marejada ciclónica: Infraestructura crítica afectada por una marejada ciclónica de categoría 1

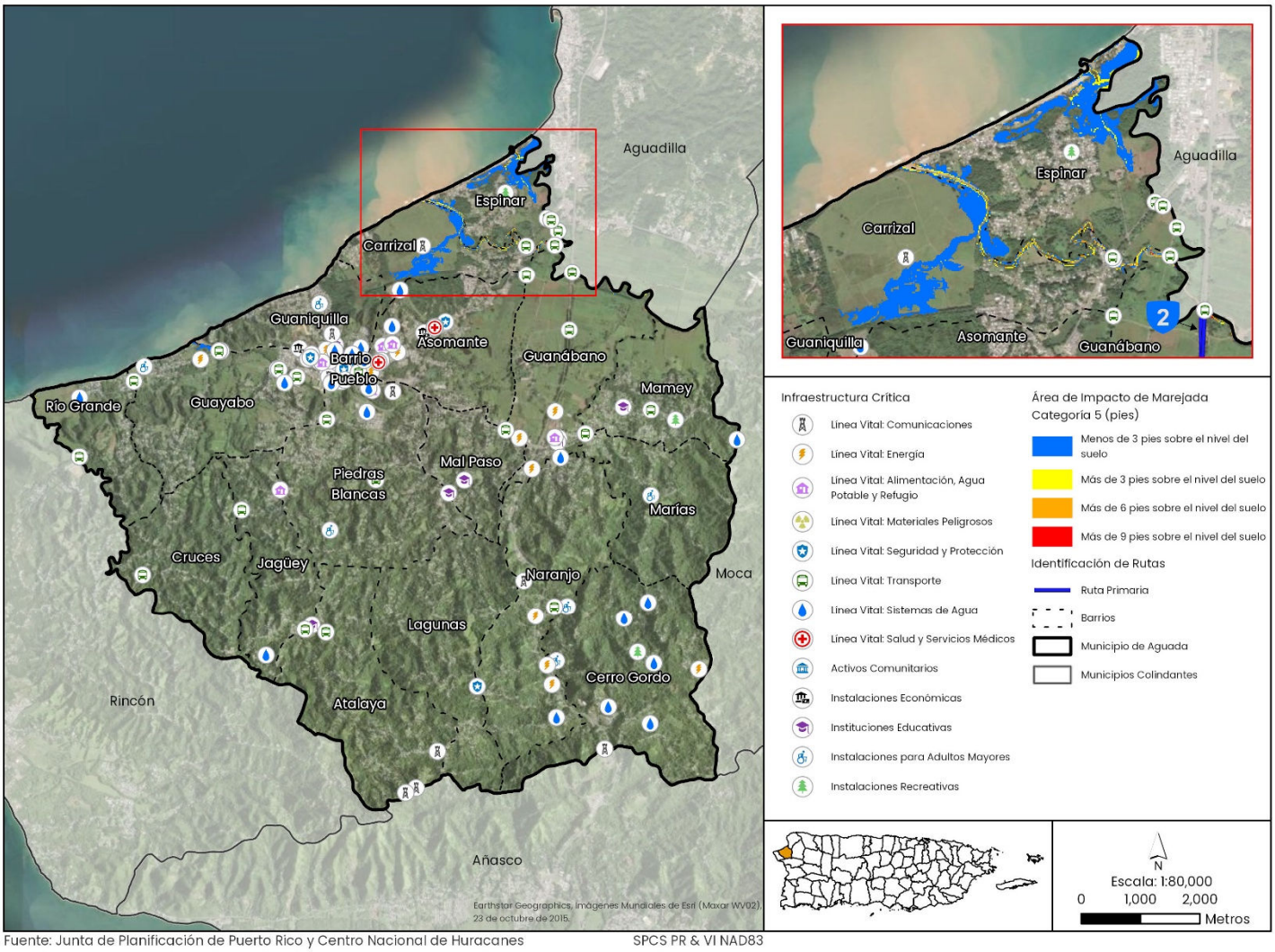
MAREJADA CICLÓNICA: EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA HURACÁN CATEGORÍA 1



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

Mapa 47. Marejada ciclónica: Infraestructura crítica afectada por huracán categoría 5

MAREJADA CICLÓNICA: EXPOSICIÓN DE INFRAESTRUCTURA CRÍTICA HURACÁN CATEGORÍA 5



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

4.11.2.3 Vulnerabilidades Sociales

Los eventos de marejada ciclónica representan un riesgo social significativo para Puerto Rico debido a la extensa costa de la isla, la alta densidad de población en municipios costeros y las vulnerabilidades socioeconómicas heredadas. Las inundaciones relacionadas con la marejada ciclónica suelen provocar desplazamientos, daños a viviendas e interrupciones prolongadas de servicios esenciales, especialmente en comunidades costeras bajas y zonas estuarinas. Los estudios sobre huracanes que afectan a Puerto Rico, incluido el huracán María, han

demostrado que la exposición y el desplazamiento a inundaciones están desproporcionadamente concentrados entre hogares de bajos ingresos, adultos mayores y comunidades con acceso limitado a la transportación, la sanidad y los recursos económicos, lo que retrasa la recuperación y aumenta la vulnerabilidad a largo plazo. Los análisis de FEMA y NOAA indican además que las poblaciones socialmente vulnerables tienen más probabilidades de residir en zonas propensas a los surges y sufren impactos agravados cuando la marejada coincide con cortes de luz, inundaciones en carreteras e interrupciones en los servicios de agua y sanitarios. (Chowdhury, et al., 2025)

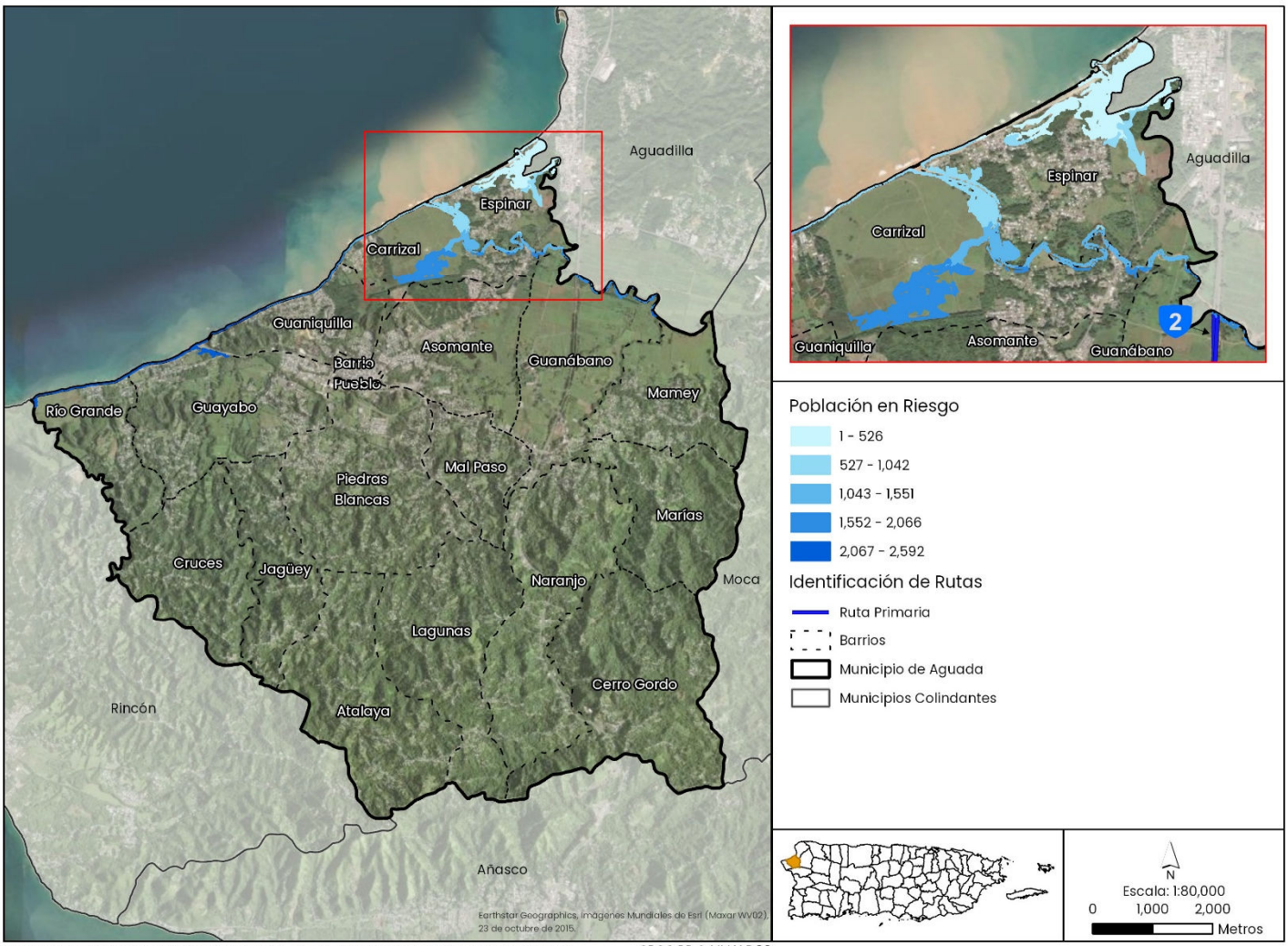
Las inundaciones causadas por las marejadas ciclónicas también plantean serios desafíos de salud pública, economía y equidad para Puerto Rico. Las inundaciones de viviendas, centros sanitarios y sistemas de agua y aguas residuales aumentan los riesgos de lesiones, contaminación del agua y consecuencias negativas en salud mental, especialmente en comunidades que sufren cortes prolongados de electricidad y acceso limitado a atención médica. Los impactos económicos suelen prolongarse, ya que las pequeñas empresas, los trabajadores informales y los medios de vida costeros sufren pérdidas de ingresos y una recuperación más lenta debido a la cobertura limitada de seguros y a la capacidad financiera. Las investigaciones y revisiones federales de los programas de recuperación ante desastres destacan que las desigualdades en la asistencia ante desastres y en la reconstrucción de recursos pueden agravar las disparidades sociales y de riqueza en la isla, reforzando la necesidad de acciones de mitigación que integren la vulnerabilidad social, la recuperación equitativa y la resiliencia comunitaria en la planificación de las marejadas ciclónicas. (Chowdhury, et al., 2025)

Los impactos de la marejada ciclónica en Aguada podrían afectar de forma desproporcionada a poblaciones vulnerables, que constituyen una parte sustancial del municipio. Como se ilustra en los Mapas 48 y 49, la exposición poblacional aumenta en las zonas costeras bajas vulnerables a inundaciones por marejada ciclónica, especialmente bajo el escenario de Categoría 5. Los residentes ubicados en estas áreas expuestas pueden enfrentarse a un mayor riesgo de desplazamiento, interrupciones en los servicios y consecuencias negativas en la salud pública durante los episodios de marejada ciclónica. Los daños a las redes de transportación, servicios públicos y servicios comunitarios podrían restringir aún más el acceso a recursos esenciales, prolongar los esfuerzos de recuperación y agravar los desafíos sociales y económicos existentes dentro del municipio.

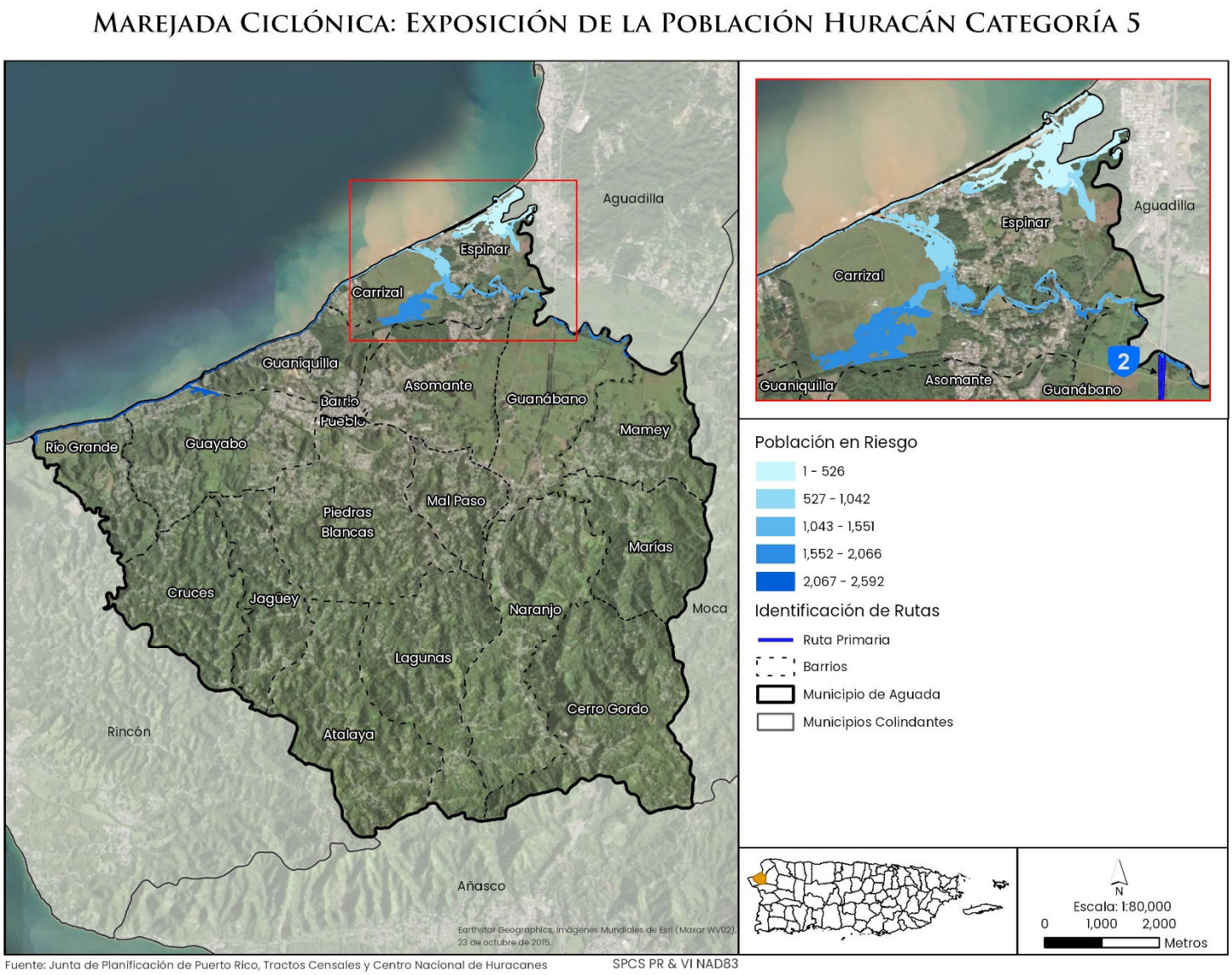
No se dispone de una estimación separada de la población afectada por la marejada

ciclónica, ya que este peligro se analiza como parte del riesgo de inundación costera.

Mapa 48. Marejada ciclónica: Exposición poblacional a la marejada de categoría 1



Mapa 49. Marejada ciclónica: Exposición poblacional a la marejada de categoría 5



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico, Tractos Censales y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

4.11.2.4 Recursos Naturales y Culturales

La marejada ciclónica supone un peligro natural significativo para los entornos costeros y cercanos a Puerto Rico debido a la extensa línea costera de la isla, las llanuras costeras bajas y la concentración de ecosistemas sensibles. Las inundaciones y la acción de olas provocadas por oleadas pueden causar una erosión severa, la intrusión de agua salada y la degradación del hábitat en manglares, humedales costeros, estuarios, praderas marinas y sistemas de arrecifes de coral que

son críticos para la biodiversidad, la pesca y la protección costera natural. Estos ecosistemas pueden experimentar una muerte de la vegetación, la redistribución de sedimentos y la pérdida prolongada de funciones ecológicas como la atenuación por inundaciones y la filtración de agua tras eventos de marejada ciclónica. La exposición repetida a la marejada ciclónica puede alterar permanentemente la geomorfología costera y reducir la capacidad de amortiguamiento de los sistemas naturales, aumentando la vulnerabilidad de las zonas interiores y amplificando el riesgo futuro de inundaciones en los municipios costeros de Puerto Rico. (Ganz, Duan, & Ji, 2023)

La marejada ciclónica también presenta riesgos sustanciales para los recursos culturales e históricos de Puerto Rico, muchos de los cuales se concentran en zonas costeras y centros históricos de pueblos. Las inundaciones y erosión asociadas a los eventos de marejada ciclónica pueden dañar o destruir edificios históricos, yacimientos arqueológicos, cementerios y paisajes culturales, incluidas estructuras de la era española y recursos arqueológicos indígenas situados cerca de la costa. Además del daño físico, el desplazamiento relacionado con la marejada ciclónica puede alterar las prácticas culturales tradicionales y socavar la identidad comunitaria vinculada a los lugares históricos y los medios de vida costeros. FEMA y sus socios federales reconocen la vulnerabilidad de los recursos culturales ante las inundaciones costeras y apoyan esfuerzos de mitigación, documentación y recuperación a través de programas como el Grupo Nacional de Trabajo de Emergencia del Patrimonio, enfatizando la importancia de incorporar la protección de los recursos culturales en la planificación de mitigación de riesgos para Puerto Rico.

Los impactos de la marejada ciclónica en Aguada podrían causar daños significativos tanto a los recursos ambientales como culturales mediante inundaciones costeras, erosión e intrusión de agua salada. Las inundaciones y la acción de las olas podrían erosionar las playas y afectar a hábitats costeros que proporcionan valor ecológico y protección natural frente a las inundaciones. Estos impactos pueden degradar el hábitat de la fauna, reducir la calidad del agua y afectar a los recursos marinos y costeros que apoyan la recreación y la actividad económica local. Desde una perspectiva cultural, la marejada ciclónica podría dañar comunidades costeras, instalaciones recreativas y lugares de importancia histórica o cultural local, alterando la identidad comunitaria y el uso de espacios públicos valiosos. Los eventos repetidos de marejada ciclónica también pueden acelerar los cambios en la línea costera y contribuir a la pérdida prolongada de recursos naturales y culturales a lo largo de la costa de Aguada.

4.11.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

La marejada ciclónica supone una amenaza significativa a largo plazo para las comunidades costeras de Aguada, la infraestructura pública, los recursos de transportación, las instalaciones recreativas y los recursos naturales. Los impactos futuros pueden verse agravados por el desarrollo costero continuo en zonas vulnerables, la erosión de la costa y la creciente exposición de infraestructuras situadas cerca de la costa.

Durante un evento de marejada ciclónica, los niveles elevados de agua y la acción de las olas pueden inundar las zonas costeras bajas, causando daños en barrios residenciales, infraestructuras municipales, carreteras costeras, instalaciones públicas y negocios relacionados con el turismo. Las rutas de acceso pueden volverse intransitables, limitando las operaciones de respuesta y evacuación de emergencia y aumentando los riesgos para la seguridad pública.

La costa de Aguada también es susceptible a la erosión costera y al retroceso de la línea costera. La marejada ciclónica puede acelerar estos procesos al eliminar sedimentos de la playa, socavar la infraestructura costera y aumentar los daños en carreteras y áreas de acceso público cercanas a la costa. Los eventos repetidos de marejada ciclónica pueden resultar en mayores costes de mantenimiento y una mayor vulnerabilidad de los activos costeros con el tiempo.

La marejada ciclónica también puede afectar negativamente a las zonas costeras ambientalmente sensibles al causar degradación del hábitat, intrusión de agua salada y desplazamiento de sedimentos. Estos impactos pueden reducir la eficacia de las características naturales protectoras y aumentar la susceptibilidad del municipio a futuros peligros costeros.

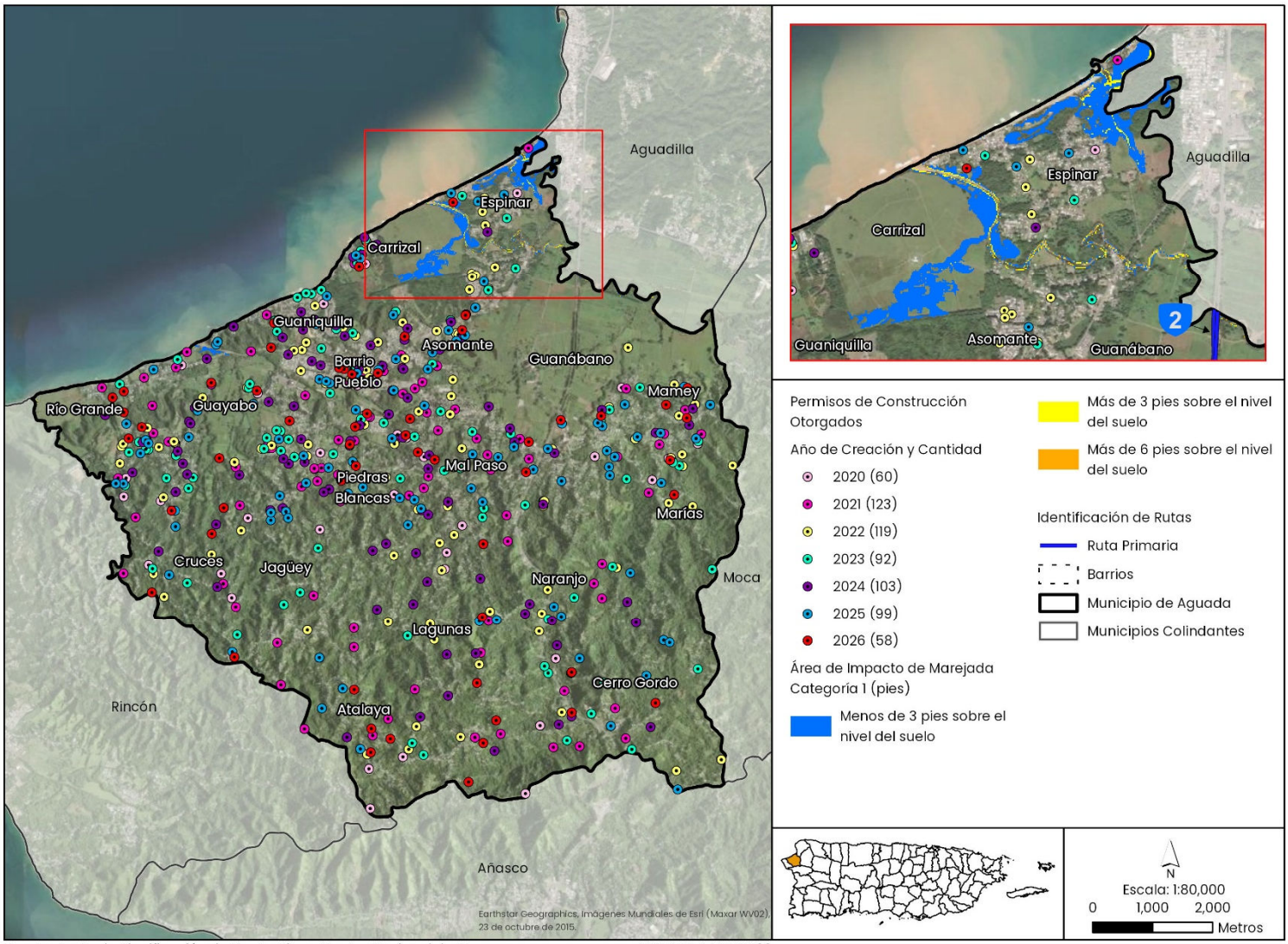
Las condiciones futuras podrían requerir la continuación de la implementación de medidas de mitigación como la protección y restauración de los amortiguadores costeros naturales, proyectos de estabilización de la línea costera, gestión de llanuras de inundación costeras y la mejora de las rutas de evacuación que atienden a comunidades costeras vulnerables. Dado el entorno costero de Aguada, la marejada ciclónica seguirá siendo un peligro significativo con potencial para afectar la seguridad pública, la actividad económica, los recursos naturales y las infraestructuras críticas en todo el municipio.

Los mapas 50 y 51 muestran los permisos de construcción aprobados entre 2019 y

2026 en relación con las áreas de impacto de la marejada ciclónica de categoría 1 y categoría 5, respectivamente. Los mapas indican que se han emitido numerosos permisos de construcción en todo el municipio durante este periodo. En ambos escenarios de marejada ciclónica, la actividad de desarrollo es visible en partes de la zona costera norte, especialmente cerca de los sectores de Carrizal, Espinar y Guaniquilla. El área de impacto de la marejada ciclónica de categoría 5 se extiende más hacia el interior que la zona de impacto de categoría 1; sin embargo, ambos mapas muestran la presencia de desarrollos permitidos dentro o adyacentes a las zonas de marejada ciclónica cartografiadas.

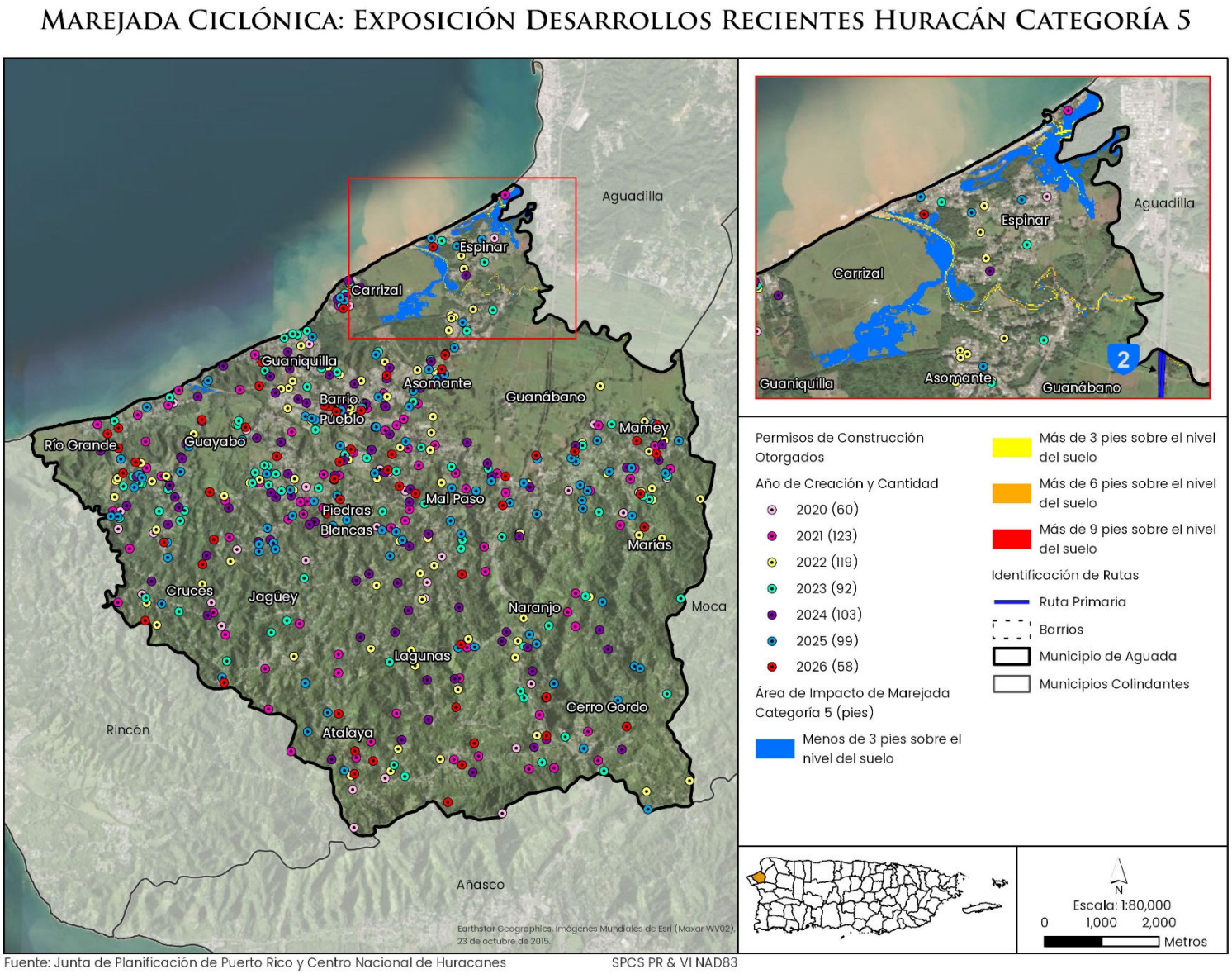
Mapa 50. Marejada ciclónica: Exposición reciente a desarrollos Marejada de categoría 1

Marejada Ciclónica: Exposición Desarrollos Recientes Huracán Categoría 1



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

Mapa 51. Marejada ciclónica: Exposición reciente al desarrollo Marejada de categoría 5



Fuente: Junta de Planificación de Puerto Rico y Centro Nacional de Huracanes SPCS PR & VI NAD83

4.12 Calor Extremo

4.12.1 Descripción (B1-a)

No existe una definición universalmente aceptada para el calor extremo o las olas de calor. Para los fines de este Plan, se utiliza la definición adoptada por el Departamento de Seguridad Nacional (DHS). Se define como un periodo prolongado de 48 a 72 horas de calor y humedad intensos, con temperaturas superiores a 90 °F. Bajo estas condiciones, la evaporación se reduce y el cuerpo se ve obligado a hacer un esfuerzo significativo para mantener su temperatura normal, lo que ha causado la muerte de muchas personas en intentos de estabilizarse físicamente. En general, el calor extremo representa la tasa más alta de muertes entre los peligros relacionados con el clima.

Un estudio titulado Percepción y vulnerabilidad del riesgo de calor en Puerto Rico: Perspectivas para la adaptación climática en el Caribe, publicado en la revista académica International "Journal of Environmental Research and Public Health", analiza cómo los residentes de Puerto Rico perciben los riesgos para la salud asociados con el calor extremo y cómo estas percepciones se relacionan con la vulnerabilidad y los comportamientos protectores durante eventos de calor extremo ocurridos en el verano de 2020 (Guzmán-Colón, Guido, Amaya-Ardilla, Cabrera-Rivera y Méndez-Lázaro, 2025). La investigación se realizó mediante una encuesta telefónica transversal a 500 adultos en áreas metropolitanas y no metropolitanas. Este estudio definió el área metropolitana como los municipios de, Carolina, Cataño, Toa Baja y Trujillo Alto. La zona no metropolitana está compuesta por los municipios restantes de Puerto Rico. Aguada

El cuestionario incluyó variables sociodemográficas, estado de salud, exposición previa al calor, percepción del riesgo y estrategias de mitigación. El análisis estadístico empleó pruebas de qui-cuadrado y modelos de regresión multinomial y logística.

Los resultados revelan que, aunque la mayoría de los participantes expresó preocupación por el cambio climático y las altas temperaturas, menos de la mitad percibió el calor como un alto riesgo para la salud, y solo una cuarta parte consideró probable que sufriría una enfermedad relacionada con el calor en los próximos cinco años. La percepción del riesgo fue significativamente mayor entre los hombres, las personas de 50 a 64 años, los desempleados, las personas con salud decente,

múltiples enfermedades crónicas y quienes habían experimentado síntomas relacionados con el calor. En cambio, los adultos mayores (65+) reportaron bajos niveles de percepción del riesgo a pesar de su alta vulnerabilidad.

El 44 % de los encuestados indicó haber sufrido síntomas relacionados con el calor durante el verano, y el 68% reportó molestias térmicas nocturnas, un factor estrechamente vinculado a problemas de salud. Las estrategias más comunes para mitigar el calor fueron el uso de ventiladores (84%) y aire acondicionado (64%), aunque las limitaciones económicas y la inestabilidad del sistema eléctrico redujeron su efectividad. También fueron notables las diferencias regionales: los residentes de áreas no metropolitanas mostraron una mayor percepción del riesgo que los de las zonas metropolitanas.

El estudio concluye que existe una brecha significativa entre la vulnerabilidad real y la percepción del riesgo, especialmente entre los adultos mayores. Recomienda reforzar la comunicación sobre riesgos dirigida a grupos vulnerables, abordar la exposición al calor nocturno y mejorar la infraestructura eléctrica para garantizar un acceso equitativo a los sistemas de refrigeración. Las soluciones propuestas incluyen sistemas energéticos descentralizados, centros de refrigeración con energía de respaldo y diseños pasivos que reduzcan la dependencia eléctrica, contribuyendo así a la resiliencia comunitaria ante el aumento de eventos de calor extremo.

4.12.1.1 Área Afectada (B1-b)

Los eventos de calor extremo pueden afectar a todo el municipio, especialmente en zonas urbanizadas donde puede producirse el efecto isla de calor. Según la información presentada anteriormente, se han observado efectos climáticos adversos, incluyendo sequías severas, mayor frecuencia de vientos fuertes e inundaciones, niveles más altos de índice de calor, entre otros. Debido a la geografía y ubicación del municipio, toda la región es altamente susceptible a condiciones de calor extremas.

Las islas de calor urbanas se refieren a áreas urbanizadas donde estructuras como edificios, carreteras y otras infraestructuras absorben y emiten el calor solar más que los paisajes naturales como bosques y cuerpos de agua. Las temperaturas diurnas en las zonas urbanas son aproximadamente 1–7 °F más altas que las temperaturas en las zonas periféricas; las temperaturas nocturnas son aproximadamente 2–5 °F más altas. (EPA, 2025)

Las islas de calor se desarrollan debido a una combinación de factores:

- Pérdida de paisajes naturales – Las zonas urbanas suelen sustituir árboles, vegetación y cuerpos de agua —elementos naturales que enfrían el aire mediante sombra, transpiración y evaporación— por superficies duras y secas como carreteras, tejados y aparcamientos. Estas superficies proporcionan poca sombra o humedad, lo que conduce a temperaturas más altas.
- Propiedades de los materiales urbanos – Los materiales de construcción comunes como el asfalto y el hormigón absorben y retienen más calor que las superficies naturales. Reflejan menos energía solar y liberan calor lentamente, haciendo que las temperaturas se mantengan elevadas, especialmente después del atardecer.
- Diseño urbano y geometría – La distribución de los edificios afecta al flujo de aire y a la retención de calor. Los desarrollos densos con calles estrechas y estructuras altas crean "cañones urbanos" que atrapan el calor y bloquean los vientos refrigerantes, convirtiendo los edificios en masas térmicas que liberan calor gradualmente.
- Calor generado por el ser humano – Actividades como la transportación, las operaciones industriales y el aire acondicionado añaden calor residual al medio ambiente, intensificando el efecto isla de calor.
- Clima y condiciones geográficas – Un tiempo despejado y calmado amplifica las islas de calor al maximizar la absorción de energía solar y limitar la dispersión del calor. Por el contrario, el viento y la cobertura de nubes ayudan a reducir el efecto. Características geográficas como las montañas también pueden influir en los patrones de viento, bloqueando las brisas frescas o canalizando el calor a través de zonas urbanas. (EPA, 2025)

Según las características de uso del suelo y el Plan Territorial de Aguada, el desarrollo urbano se concentra dentro del centro urbano y otros corredores desarrollados, mientras que una parte sustancial del municipio sigue siendo rural, agrícola o consiste en tierras naturales. Aunque el efecto isla de calor urbana es generalmente más pronunciado en áreas desarrolladas con mayor concentración de edificios, superficies pavimentadas y vegetación limitada, el calor extremo puede afectar a todo el municipio. Dada la ubicación geográfica y las condiciones climáticas de Aguada, todos los residentes pueden estar expuestos a periodos de temperaturas elevadas, con posibles mayores impactos en poblaciones vulnerables y áreas con recursos limitados de sombra o refrigeración.

4.12.1.2 Magnitud de Riesgo (B1-c)

Las oficinas locales del NWS suelen colaborar con agencias comunitarias para decidir cuándo deben emitirse las alertas de calor. Debido a que Estados Unidos es tan diverso geográfica y culturalmente, la tolerancia al calor varía según la región. Por ejemplo, los residentes de Puerto Rico suelen estar más acostumbrados a temperaturas superiores a 90°F que quienes viven en Alaska.

No obstante, el NWS utiliza las siguientes alertas estándar (NWS, s.f.):

- Advertencia de calor excesivo – Emitida 12 horas antes de que se esperen condiciones de calor peligrosas. Esto ocurre cuando se pronostica que el índice de calor alcance los 105°F o más durante más de tres horas en dos días consecutivos, o 115°F o más durante cualquier periodo.
- Vigilancia por calor excesivo – Se emite cuando es posible un evento de calor extremo en las próximas 24 a 72 horas.
- Aviso de calor – Emitido 12 horas antes de condiciones en las que el índice de calor sea al menos de 105°F pero inferior a 115°F durante tres días consecutivos.
- Perspectiva de calor extremo – Se emite cuando existe potencial de calor extremo en los próximos tres a siete días, proporcionando aviso previo a quienes necesiten tiempo extra para prepararse.

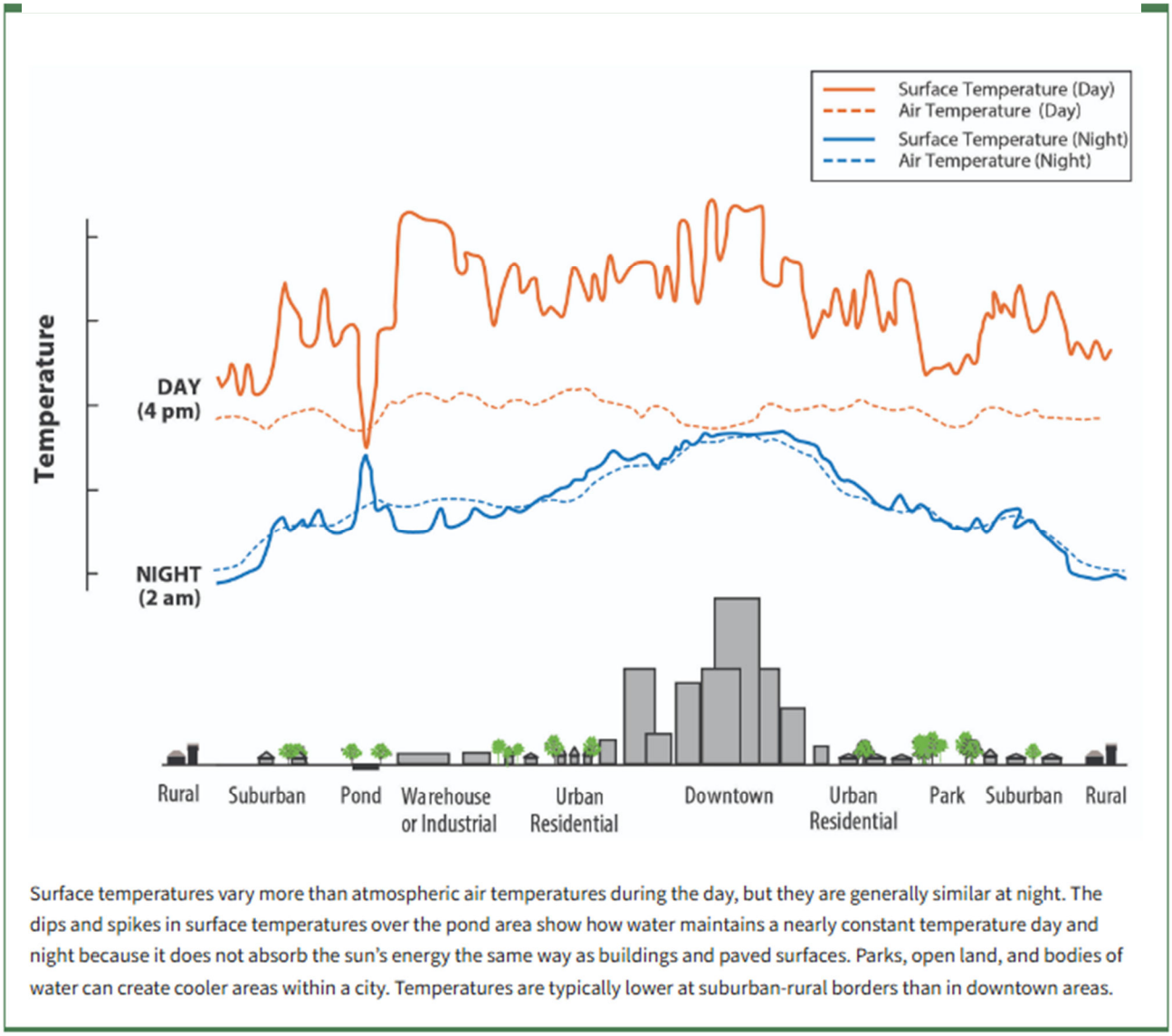
Debe enfatizarse que los fenómenos de islas de calor urbanas (UHI) pueden ocurrir independientemente de si hay un evento de advertencia de calor extremo. UHI es una diferencia relativa de temperatura entre las áreas urbanas y rurales circundantes causada por factores como superficies absorbentes de calor, falta de vegetación y actividades humanas. Existe durante todo el año, incluso durante clima templado o frío, porque las ciudades retienen consistentemente más calor que los paisajes naturales. Los eventos de calor extremo pueden amplificar el UHI, haciendo que los efectos de UHI sean más peligrosos, pero UHI no requiere que se forme calor extremo—simplemente significa que las áreas urbanas son más cálidas que su entorno en condiciones similares.

Las UHI suelen evaluarse comparando las temperaturas en áreas urbanas con las de las regiones circundantes. Incluso dentro de una ciudad, las temperaturas pueden variar significativamente. Algunos barrios son más calurosos debido a las densas concentraciones de superficies absorbentes de calor como edificios y aceras, mientras que las zonas con árboles y vegetación permanecen más frescas. Estas variaciones crean lo que se conoce como islas de calor intraurbanas. En los

diagramas que ilustran este efecto, los parques urbanos, estanques y zonas residenciales generalmente parecen más frescos que los distritos centrales del centro.

El siguiente diagrama, tomado de una web de la EPA, muestra un diagrama de cómo se comporta un efecto isla de calor en cuanto a temperatura.

Figura 23. Diagrama del efecto isla de calor (EPA, 2025)



Fuente: EPA

4.12.1.3 Eventos Pasados (B1-d)

Méndez Lázaro et al. (2015) identificaron varios años en los que se registraron temperaturas de calor extremo en el área metropolitana de San Juan. Según sus hallazgos, los periodos de calor extremo ocurrieron en 1983, 1995, 2012 y 2013. Cabe destacar que el verano de 2012 fue el más caluroso en un siglo, con 42 días de valores de temperatura extrema. Durante junio, julio y agosto, el índice máximo de calor alcanzó 98,06° F, 98,96° F y 102,02° F, respectivamente (Méndez Lázaro et al., 2015).

4.12.1.4 Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e)

Las evaluaciones oficiales de la NOAA en el Resumen Climático Estatal de Puerto Rico e Islas Vírgenes de EE. UU. de 2018 informan de un aumento tanto en la temperatura media (≈1,5°F desde 1950) como en la frecuencia de eventos de calor extremo. Además, las proyecciones climáticas de CMIP6 (a través del Portal de Conocimiento sobre Cambio Climático del Banco Mundial) muestran aumentos constantes en verano y temperaturas máximas anuales para Puerto Rico, lo que indica un mayor riesgo futuro de olas de calor. (NOAA, 2022) (World Bank, n.d.)

4.12.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.12.2.1 Pérdidas Estimadas

El calor extremo causa principalmente tensión en el material y el sistema más que en la falla estructural inmediata. Por ejemplo:

- Carreteras y pavimentos: El asfalto puede ablandarse y deformarse bajo altas temperaturas prolongadas, provocando surcos y daños superficiales. (Highways Industry, n.d.) (EPA, 2012)
- Sistemas ferroviarios: Las vías de acero se expanden con calor extremo, lo que puede causar riesgos de pandeo y descarrilamiento. (USDOT - FRA, 2013)
- Infraestructura eléctrica: Las redes eléctricas sufren mayores cargas por la demanda de aire acondicionado, y los transformadores o cables pueden sobrecalentarse, reduciendo la eficiencia o provocando cortes.
- Materiales de construcción: La expansión y contracción del hormigón, acero y vidrio puede provocar grietas o fallos en las juntas con el tiempo. Los materiales de cubierta pueden degradarse más rápido bajo calor intenso.

- Sistemas de refrigeración: Los sistemas HVAC trabajan más duro, aumentando el consumo energético y el riesgo de fallo, lo que puede comprometer el confort y la seguridad en interiores.

Aunque las olas de calor rara vez provocan el derrumbe de edificios, aceleran el desgaste, aumentan los costes de mantenimiento y pueden provocar fallos en el sistema que interrumpen servicios esenciales. Por ahora, el municipio no dispone de un método para calcular las pérdidas por eventos de calor extremo.

4.12.2.2 Infraestructura Crítica y Líneas Vitales

El calor extremo supone riesgos sistémicos en los sistemas energéticos, de transportación y de comunicaciones, provocando fallos compuestos precisamente cuando la demanda de servicios alcanza su punto máximo. La línea vital de energía, las altas temperaturas provocan aumentos bruscos en la demanda de electricidad para refrigeración mientras disminuyen simultáneamente la eficiencia de generación y entrega. Las centrales termoeléctricas pueden verse obligadas a reducir la producción cuando el agua de refrigeración es demasiado caliente, los paneles solares producen menos electricidad a temperaturas elevadas de módulos y las líneas de transmisión pierden capacidad de carga a medida que los conductores se calientan y se desploman, condiciones que aumentan la probabilidad de caídas de tensión y apagones durante las olas de calor. La combinación de cargas récord de refrigeración y suministro disminuido subraya un problema creciente de "riesgo máximo" para las redes que no fueron diseñadas para los extremos térmicos actuales. (Jessen, 2025) (Jessen, 2025) (American Society of Civil Engineers, 2024)

De manera similar, la línea vital de transportación es igualmente vulnerable. Las altas temperaturas superficiales prolongadas ablandan el asfalto, acelerando el surco y la deformación; los rieles de acero se expanden térmicamente y pueden doblarse, provocando órdenes lentas relacionadas con el calor que interrumpen el servicio; y la catenaria u otras líneas aéreas pueden hundirse con el calor, limitando aún más las operaciones. Los aeropuertos se enfrentan a dos limitaciones: los pavimentos de las pistas pueden deformarse bajo calor extremo, y la reducción de la densidad del aire en días calurosos afecta el rendimiento de las aeronaves, afectando al peso y al calendario de despegue. Estos efectos se observan ahora comúnmente en los sistemas estadounidenses durante eventos de calor sostenido, requiriendo restricciones operativas y mantenimiento de emergencia que afectan las cadenas de suministro y la movilidad de pasajeros. (American Society of Civil Engineers, 2024)

La línea vital de comunicación también enfrenta un aumento del estrés térmico. Los centros de datos, las instalaciones de conmutación y los nodos de red dependen de la refrigeración continua; el sobrecalentamiento aumenta los riesgos de cortes y puede degradar la vida útil de los equipos. Las interrupciones relacionadas con el calor en el suministro eléctrico y las condiciones microclimáticas localizadas agravan estos riesgos, con impactos en cascada en otros sectores de la línea vital que dependen de la conectividad para operaciones y respuesta a emergencias. Las evaluaciones federales subrayan que el clima extremo —incluido el calor extremo— puede interrumpir redes de fibra, degradar el rendimiento inalámbrico y limitar el acceso a los centros de datos, afectando a los demás sectores críticos de infraestructuras y complicando la coordinación de la respuesta ante desastres. (Public-Private Analytic Exchange Program, 2025)

En general, el calor extremo actúa como un multiplicador de tensiones: lleva los materiales más allá de los umbrales de diseño, reduce la eficiencia del equipo y reduce los márgenes de seguridad operativa, todo ello mientras aumenta la demanda de servicios. La evidencia de organizaciones de ingeniería y observadores del mercado energético indica que, sin una adaptación específica —como estándares de diseño resistentes al calor, refuerzo estratégico de la red, mejora de la gestión térmica para infraestructuras digitales y operaciones sensibles al calor— los sistemas enfrentarán interrupciones de servicio más frecuentes y mayores costes de ciclo de vida a medida que los eventos térmicos se intensifiquen. (American Society of Civil Engineers, 2024)

4.12.2.3 Vulnerabilidades Sociales

Un estudio académico reciente examina la relación entre estrés térmico y mortalidad en Puerto Rico. Los investigadores analizaron datos horarios de temperatura del aire a 2 metros del análisis ERA5 para 2015–2020 y derivaron valores mínimos, máximos y medios diarios para calcular dos índices de estrés térmico: el Índice de Calor (HI) y el Índice Climático Térmico Universal (UTCI). Los resultados muestran que las condiciones de calor extremo son comunes durante ocho meses al año, siendo agosto y septiembre los meses más calurosos, y que los efectos de isla de calor urbana agravan la exposición en áreas metropolitanas. El riesgo de mortalidad aumentó significativamente en días con alto estrés térmico: las muertes fueron un 23% más altas en el tertil más alto de HI y un 47% más alto en el tertil más alto de UTCI en comparación con el más bajo. Las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, la insuficiencia cardíaca y las condiciones respiratorias fueron algunas de las principales causas de muerte asociadas al estrés térmico. El estudio

destaca las vulnerabilidades socioeconómicas de Puerto Rico, el envejecimiento de la población y la infraestructura limitada que amplifican los riesgos para la salud durante eventos de calor extremo. (Méndez - Lázaro, et al., 2025) (Méndez - Lázaro, et al., 2025) (Méndez - Lázaro, et al., 2025)

4.12.2.4 Recursos Naturales y Culturales

El calor extremo, específicamente las islas de calor urbanas, puede tener los siguientes impactos en los recursos naturales:

- **Mayor consumo energético** – Las islas de calor aumentan la demanda eléctrica para aire acondicionado y la demanda máxima de energía. El aumento de la demanda eléctrica para aire acondicionado oscila entre el 1 y el 9% por cada aumento de 2ºF en la temperatura, siendo el mayor en países donde la mayoría de los edificios disponen de aire acondicionado, como Estados Unidos. [3] Este aumento de la demanda contribuye a mayores gastos eléctricos. La demanda máxima suele producirse en tardes excepcionalmente calurosas, cuando oficinas y hogares están usando sistemas de aire acondicionado, luces y electrodomésticos. Este aumento de la demanda puede sobrecargar los sistemas y obligar a una compañía eléctrica a implementar cortes o cortes controlados para evitar cortes de luz.
- **Emisiones elevadas de contaminantes atmosféricos –** Para cubrir las necesidades eléctricas, las compañías eléctricas suelen depender de centrales de combustibles fósiles como fuente de energía. El aumento del uso de combustibles fósiles incrementa las emisiones de contaminantes en el aire, como el dióxido de carbono, que pueden tener problemas de salud, especialmente en personas que sufren enfermedades respiratorias.
- **Salud y confort humanos comprometidos** – Los eventos de calor contribuyen a muertes y enfermedades relacionadas con el calor. Las zonas que sufren islas de calor contribuyen además a temperaturas más altas durante el día y a una reducción del enfriamiento nocturno. El calor es la principal preocupación para grupos como adultos mayores, niños pequeños, poblaciones con bajos ingresos, personas que trabajan al aire libre y personas con enfermedades crónicas, discapacidades, limitaciones de movilidad o que toman ciertos medicamentos. De 2004 a 2018, los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades registraron una media de 702 muertes por calor al año.
- **Deteriorada calidad del agua** – Las altas temperaturas en el pavimento y las superficies de tejados pueden calentar la escorrentía pluvial, que drena hacia

las alcantarillas pluviales. Esta escorrentía eleva la temperatura del agua al liberarse en arroyos, ríos, estanques y lagos. La temperatura del agua afecta al metabolismo y la reproducción de muchas especies acuáticas.

Los cambios rápidos de temperatura también pueden ser estresantes e incluso fatales para la vida acuática. Un estudio encontró que los arroyos urbanos sufren picos de temperatura más frecuentes que los arroyos en zonas boscosas. Los picos de temperatura en los arroyos urbanos fueron hasta 18°F más altos debido al escorrentía caliente de las zonas urbanas, mayores volúmenes de caudal debido a superficies impermeables y temperaturas base más cálidas de los arroyos. (EPA, 2025)

4.12.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

Los mapas aprobados de permisos de construcción (Mapas 10 y 11) muestran que muchos de los desarrollos recientes se encuentran en la zona ya urbanizada de la ciudad. Esto significa que el efecto isla de calor urbana seguirá presente en el municipio en un futuro próximo.

La mayoría de los asentamientos de Aguada, al ser predominantemente municipios rurales, están repartidos entre comunidades agrarias existentes o pasadas. Aunque el potencial para la UHI es relativamente bajo en comparación con desarrollos urbanos más grandes y densos, las decisiones de diseño sobre los materiales, el diseño, la ubicación y la orientación de los edificios pueden crear o agravar condiciones de calor extremas en edificios individuales.

4.13 Sequía

4.13.1 Descripción (B1-a)

La sequía se describe como una irregularidad temporal en la lluvia o en el flujo natural de agua, donde una falta prolongada de precipitación provoca un desequilibrio hidrológico significativo. Esta condición puede o no provocar interrupciones en el suministro regular de agua potable, fallos de cosechas y efectos adversos sobre la fauna y la vegetación. La gravedad de una sequía se determina por el nivel de deficiencia de humedad, su duración y la extensión geográfica del área afectada. (Colón, 2009)

La sequía representa uno de los riesgos climatológicos más complejos y uno de los eventos más severos (DRNA, 2016). La sequía es el resultado de una reducción natural de la cantidad esperada de precipitación durante un periodo prolongado, normalmente una estación o más. Las altas temperaturas, los vientos fuertes y los bajos niveles de humedad pueden agravar los efectos de la sequía en áreas donde ya son prevalentes. Del mismo modo, la sequía puede provocar incendios forestales severos (FEMA, 1997). Las acciones humanas y las exigencias que imponen a los recursos hídricos pueden acelerar los impactos relacionados con la sequía. Las sequías se producen de diferentes formas en toda la isla, lo que significa que algunas regiones pueden experimentar un mayor impacto mientras que otras permanecen normales.

Según FEMA, existen cuatro tipos de sequías: (FEMA, 1997)

Tabla 46. Tipos de sequías

Sequía meteorológica	Un periodo caracterizado por una deficiencia significativa de precipitaciones en comparación con condiciones normales en un periodo específico (por ejemplo, mensual, estacional, anual)
Sequía agrícola	Ocurre cuando la humedad del suelo se vuelve insuficiente para sostener las necesidades de cultivos o ganado, normalmente tras sequías meteorológicas.
Sequía hidrológica	Se define por niveles reducidos de agua en arroyos, ríos, embalses y sistemas de aguas subterráneas, a menudo rezagados por la sequía meteorológica
Sequía socioeconómica	Refleja el impacto en los sistemas humanos y la economía, que surge cuando la escasez de agua —debido a cualquier tipo de sequía— no satisface la demanda social de agua y otros recursos

En 1999 se implementó el programa Federal de Monitor de Sequías. Este programa es una herramienta que publica datos y mapas sobre las condiciones de sequía en Estados Unidos, incluyendo Puerto Rico y Hawái. Este sistema integra información de diversas agencias, como la NOAA, el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) y el Centro Nacional de Mitigación de Sequías de la Universidad de Nebraska-Lincoln. Además, el monitor ha desarrollado indicadores estandarizados que permiten clasificar las categorías de sequía a nivel nacional, proporcionando una referencia uniforme para la evaluación y gestión de riesgos.

El indicador de sequía a corto plazo se centra en la precipitación durante 1–3 meses. El indicador de sequía a largo plazo se centra en un periodo de 6–60 meses. Otros

índices utilizados, especialmente durante la temporada de crecimiento, incluyen la "Humedad del Suelo Superficial USDA/NASS", el Índice de Sequía Keetch-Byram (KBDI) y los índices satélites de salud de la vegetación NOAA/NESDIS. Otros indicadores incluyen niveles de agua subterránea, capacidad de embalses y condiciones de pasto.

En Puerto Rico, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado de Puerto Rico (PRASA), la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico (PREPA) y el Departamento de Recursos Naturales y Medioambientales (DNER) son responsables de monitorizar constantemente las presas y embalses utilizados para el suministro de agua potable. Una vez alcanzados niveles críticos, la primera estrategia adoptada a nivel del sistema de suministro es reducir la presión del agua. Si no se restablecen niveles adecuados, comienza el racionamiento de agua. Esto se implementa en fases de 12 horas y, en casos extremos, hasta 48 horas. El área afectada se divide en sectores, y las diferentes fases de racionamiento de una duración determinada se implementan inicialmente localmente, generalmente en municipios con mayor consumo. En circunstancias extremas, varios municipios y regiones enteras pueden verse afectados.

4.13.1.1 Área Afectada (B1-b)

El límite administrativo de Aguada está influenciado de forma única por su topografía, ya que coincide en gran medida con los límites naturales de las cuencas formadas por el terreno montañoso circundante. Las crestas empinadas y los valles cerrados del municipio definen los patrones de drenaje de tal manera que la mayor parte del flujo de agua superficial se origina y permanece dentro de su propio territorio, en lugar de recibir entradas significativas de cuencas externas. Aunque esta configuración ayuda a contener la escorrentía durante los episodios de lluvia, también genera una mayor vulnerabilidad durante periodos de sequía. Debido a que Aguada depende principalmente de la precipitación que cae dentro de sus límites, las condiciones secas prolongadas pueden reducir significativamente la disponibilidad de agua, con oportunidades limitadas para compensar la escasez mediante afluentes de regiones vecinas. Esto hace que las sequías localizadas sean especialmente críticas, ya que el suministro de agua se vincula directamente a las condiciones climáticas internas y a la capacidad de las cuencas locales para sostener la demanda.

4.13.1.2 Magnitud de Riesgo (B1-C)

La sequía es un peligro de aparición lenta, pero con el tiempo puede tener efectos muy perjudiciales en los cultivos, los suministros municipales de agua, los usos recreativos y la fauna. Si las condiciones de sequía persisten durante varios años, el impacto económico directo e indirecto puede ser significativo. La sequía también puede proporcionar condiciones favorables para que ocurra otro peligro, el incendio forestal.

El Centro Nacional de Monitoreo de Sequías utiliza las siguientes categorías para describir la magnitud de las condiciones de sequía. (US Drought Monitor, 2025)

Tabla 47. Categorías de Monitores de Sequía en EE. UU.

Categoría	Descripción	Impactos típicos
Ninguno	Condiciones normales/húmedas	Sin impactos de sequía
D0 - Anormalmente seco	Los primeros signos de sequedad pueden ralentizar la plantación y afectar al agua superficial	Sequedad a corto plazo; tensión menor
D1 - Sequía moderada	Agotamiento notable de la humedad del suelo; baja agua; restricciones voluntarias	Estrés en los cultivos; reducción del caudal
D2 - Sequía severa	Escasez común de agua; probable pérdida de cultivos/pastos	Posibles restricciones obligatorias
D3 - Sequía extrema	Grandes pérdidas de cultivos/pastos; restricciones generalizadas	prohibiciones de incendios; estrés hídrico severo
D4 - Sequía Excepcional	Pérdidas excepcionales y generalizadas; emergencias por agua	medidas de emergencia; impactos críticos

4.13.1.3 Eventos Pasados (B1-D)

Puerto Rico tiene un clima tropical húmedo caracterizado por dos estaciones bien definidas: una estación de lluvias, que se extiende de mayo a noviembre, y una estación seca, que va de diciembre a abril. Las regiones interior oriental y occidental

registran la mayor precipitación anual, mientras que la zona norte recibe significativamente más lluvia que el sur.

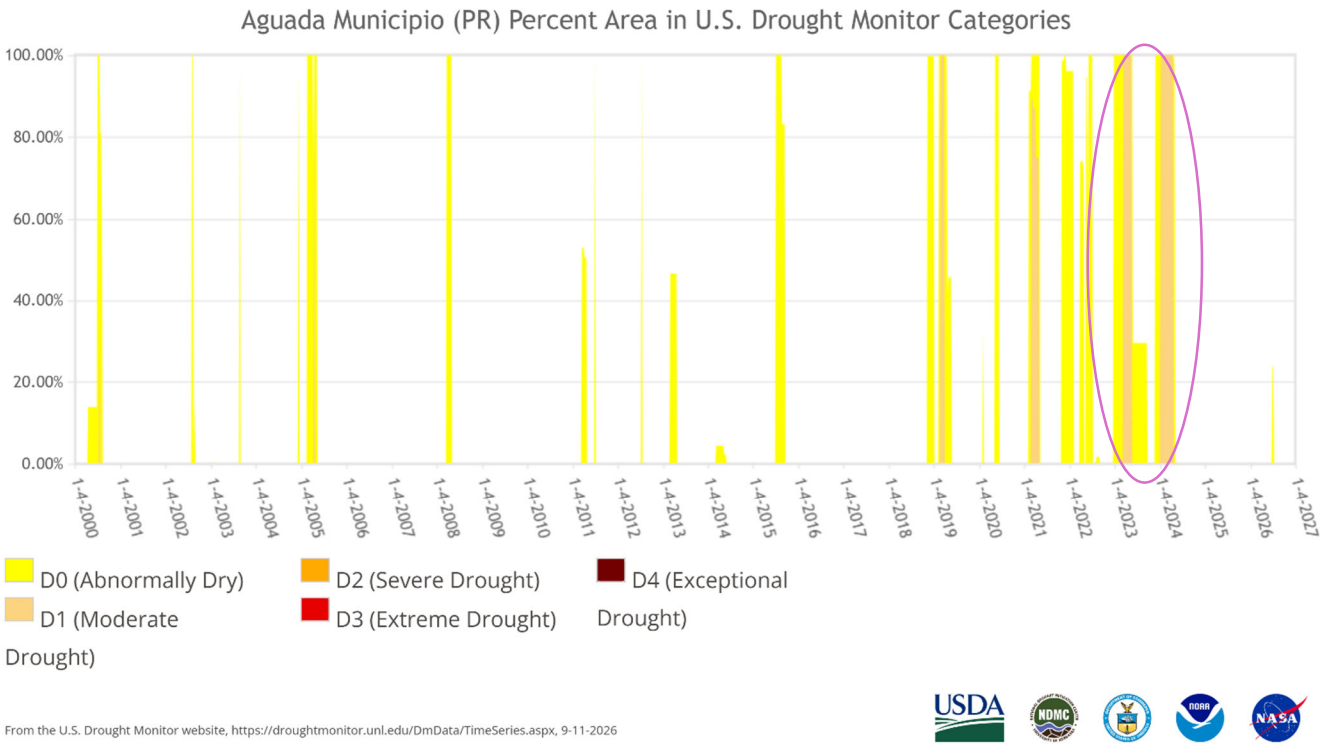
El USGS identificó que se han producido condiciones de sequía importantes en 1967 – 1969, 1974, 1994, 1994, 1997, 2001-2002 y 2013-2016, . Según registros históricos, el gobierno federal ha activado sus recursos para hacer frente a las condiciones de sequía; (USGS, 2014) (DNER, 2016)

- Condiciones extremas de sequía en Puerto Rico (DR-170-PR) – Fecha de declaración: 26 de mayo de 1964
- Impacto de la sequía en Puerto Rico (EM-3002-PR) - Fecha de declaración: 29 de agosto de 1974

Durante la estación de lluvias, la precipitación proviene principalmente de procesos locales de convección, efectos orográficos, olas tropicales y ciclones. En contraste, las precipitaciones durante la estación seca están mayormente asociadas a la influencia de frentes fríos y valles (CEACC, 2024).

Figura 24 muestra los datos capturados por las Categorías de Monitores de Sequía de EE. UU. para el periodo de enero de 2020 a enero de 2026 para todo el territorio de Puerto Rico. El gráfico mide la ocurrencia, duración, extensión territorial e intensidad de las sequías en Puerto Rico. La intensidad se mide con un gradiente de color que va desde amarillo (D0 (anormalmente seco en la leyenda) como la intensidad más baja y rojo oscuro (D4 Sequía Excepcional) que representa el nivel más alto de sequía. La duración se mide a través del ancho de los datos, expresado a lo largo del eje inferior del gráfico. La extensión territorial se representa en el eje horizontal del gráfico; cuanto más alto alcance un evento, mayor es el territorio de Puerto Rico que cubre. La ocurrencia se mide combinando todas las demás variables y ubicándolas dentro del gráfico. (US Drought Monitor, 2025)El municipio de Aguada experimentó condiciones de sequía recurrente durante todo el periodo de estudio, siendo las condiciones Anormalmente Secas (D0) las más frecuentes. El periodo destacado muestra una mayor recurrencia de las condiciones de Sequía Moderada (D1) entre 2023 y 2024, acompañada de breves episodios de Sequía Severa (D2), lo que indica un aumento en la intensidad de la sequía durante ese periodo.

Figura 24. Porcentaje de superficie del municipio en las categorías de Monitor de Sequía de US.



Fuente: Monitor de Sequías de EE. UU.

A partir del gráfico podemos apreciar una tendencia sostenida de aumento de la ocurrencia, duración e intensidad de las sequías en Puerto Rico que comenzó ya en 2010 y se consolidó en 2014. Entre 2015 y 2017, Puerto Rico experimentó el periodo de sequía más intenso en los últimos años, con más del 80% del territorio de la isla experimentando al menos niveles anormalmente secos, mientras que al menos el 20% del territorio experimentó sequía extrema. La temporada de huracanes de 2017 trajo un volumen histórico de precipitaciones, lo que explica la breve reducción de sequías entre 2017 y 2019. De 2017 a 2024, Puerto Rico experimentó un periodo prolongado de sequía en la gran mayoría de su territorio.

4.13.1.4 Probabilidades de Eventos Futuros (B1-e)

El USGS informa que, en Puerto Rico, la sequía ocurre de 15 de cada 18 años. Datos científicos recientes muestran que la región del Caribe se enfrenta a una mayor vulnerabilidad a los riesgos de sequía. (USGCRP, 2018). La probabilidad de ocurrencia de sequía es difícil de prever o prever a largo plazo. Sin embargo, como muestra la figura 24, los periodos de sequía moderada se han vuelto más frecuentes desde 2019. (USGS, 2016) (USGS, 2014)

4.13.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

Si la sequía provoca racionamiento de agua potable, el municipio podría experimentar pérdidas económicas hasta el punto en que los servicios se vean afectados inmediatamente por el cierre parcial o total de escuelas, negocios, zonas industriales y oficinas públicas y privadas.

El posible impacto económico de una sequía prolongada surgiría de la necesidad de movilizar al municipio para satisfacer las necesidades básicas de su población durante el periodo de emergencia. Este coste está asociado a la movilización de recursos como personal y equipos para la distribución de agua a las comunidades e instalaciones municipales. Sin embargo, el municipio no ha podido cuantificar el impacto económico de este gasto, ni el impacto en la agricultura, debido a la falta de información. Dado que la sequía es un peligro que no afecta directamente a las estructuras, no se genera una estimación en dólares de las pérdidas estructurales.

Las condiciones de sequía en Aguada pueden afectar significativamente a la industria agrícola al reducir la disponibilidad de agua para riego y estresar los cultivos durante periodos críticos de crecimiento. Las condiciones prolongadas de sequía pueden provocar rápidamente déficits de humedad en el suelo, menores rendimientos y, en casos graves, fallo total de cosechas. Además, la reducción del suministro de agua puede afectar al ganado y aumentar los costes de producción, ya que los agricultores pueden necesitar depender de fuentes alternativas de agua. Estos efectos combinados amenazan la estabilidad económica de las explotaciones agrícolas y el suministro total de alimentos dentro del municipio.

4.13.2.1 Pérdidas Estimadas

Documentar el impacto fiscal de una sequía es un proceso complejo debido a la amplia variedad de formas en que este evento climático afecta a la sociedad. Por ejemplo, durante la sequía de 2015 se implementó un plan de racionamiento de agua potable para el Área Metropolitana de San Juan (SJMA), de la cual forma parte. (DNER, 2015)Aguada

Otra forma de documentar las pérdidas causadas por el periodo de sequía es observando el impacto en el sector agrícola. El Departamento de Agricultura de Puerto Rico informó que la sequía de 2015 tuvo un impacto neto de $14,000,000.00 de

dólares en los sectores agrícolas.

4.13.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

La sequía puede ejercer una tensión significativa sobre las infraestructuras críticas al reducir la disponibilidad de agua para los sistemas municipales, lo que a menudo conduce a medidas de racionamiento e interrupciones de servicios. La escasez prolongada de agua puede interrumpir las operaciones esenciales en escuelas, hospitales y empresas, resultando en pérdidas económicas y en una reducción del acceso a servicios públicos. La infraestructura energética también puede verse afectada, especialmente cuando la generación hidroeléctrica disminuye debido a bajos niveles de embalse, aumentando la dependencia de fuentes de energía más caras o menos sostenibles. Los sistemas de transportación pueden experimentar impactos indirectos, como daños en las carreteras causados por la contracción del suelo y un aumento del riesgo de incendios forestales a lo largo de las carreteras. Los servicios de respuesta y comunicación de emergencia pueden enfrentarse a desafíos adicionales cuando los suministros limitados de agua limitan los sistemas de refrigeración y las capacidades de extinción de incendios. En conjunto, las condiciones de sequía pueden desencadenar impactos en cascada a través de sistemas de infraestructura interconectados, aumentando las vulnerabilidades y subrayando la necesidad de estrategias coordinadas de mitigación y respuesta.

Como se ha señalado anteriormente, los episodios de sequía que requieren racionamiento de agua potable pueden provocar pérdidas económicas para el municipio al interrumpir las operaciones normales del gobierno. Cierres parciales o totales de escuelas, empresas, zonas industriales y oficinas públicas o privadas pueden producirse cuando se reduce la disponibilidad de agua. Estos impactos afectan principalmente al funcionamiento actual de los activos municipales, ya que los servicios que proporcionan están directamente limitados por la escasez de agua o la interrupción del servicio. A medida que las sequías se vuelven más frecuentes o prolongadas, sus efectos acumulativos sobre las operaciones probablemente se intensificarán. Sin embargo, aunque la sequía afecta significativamente a la prestación de servicios y a la capacidad operativa, no daña directamente las instalaciones críticas ni los activos físicos del municipio.

4.13.2.3 Vulnerabilidades Sociales

Como se menciona en la Sección 3.4.2, la población vulnerable estimada de Aguada es del 40,35%. Si el patrón de sequías recurrentes observado en los últimos años continúa, la población vulnerable de Aguada seguirá enfrentando grandes desafíos respecto al acceso al agua potable. Las comunidades pueden experimentar una disminución en la disponibilidad de agua, esencial para actividades agrícolas y comerciales, así como para el consumo personal de los residentes. Las condiciones de sequía también pueden afectar la salud pública y la calidad de vida, provocando estrés físico y mental, incomodidad social y mayores riesgos asociados a la deshidratación y otros impactos relacionados con la salud. Dado que las condiciones de sequía pueden afectar la disponibilidad de agua independientemente de si los déficits de precipitación ocurren directamente dentro del municipio, se recomienda que la administración municipal considere a toda la población de Aguada como expuesta a este peligro.

4.13.2.4 Recursos Naturales y Culturales

Cuando una región experimenta periodos prolongados y acumulativos de poca o ninguna lluvia, comienza una sequía. Este peligro natural tiene efectos adversos sobre la biodiversidad y los suministros de agua. Por ejemplo, un déficit de precipitación reduce los niveles de agua en cuerpos de agua, incluidos los manglares, afectando a la flora y fauna de la región. El daño a la vegetación afecta directamente a los hábitats animales, creando un desequilibrio en la disponibilidad de alimento para la fauna.

La agricultura en la zona también se ve gravemente afectada por la falta de agua. Cuando las precipitaciones están significativamente por debajo de los niveles normales, provocan graves desequilibrios hidrológicos que afectan negativamente a los sistemas de productividad de la tierra. De manera similar, el crecimiento y las cosechas de los cultivos disminuyen, al igual que la disponibilidad y calidad del agua potable. La sequía también puede provocar la degradación de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y especies, erosión eólica y un aumento del riesgo de incendios forestales.

4.13.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

A largo plazo, se espera que los desafíos relacionados con la sequía se intensifiquen a medida que los patrones de lluvia continúan variando. Estas variaciones pueden

dar lugar a sequías más severas, de mayor duración y de mayor extensión geográfica que las experimentadas históricamente, aumentando así la vulnerabilidad entre las poblaciones afectadas.

Las tendencias poblacionales generales en el municipio de indican un declive general a nivel de barrio. Sin embargo, la población de 65 años o más ha aumentado (véase la Sección 3.4), representando un segmento particularmente vulnerable de la comunidad. El creciente número de adultos mayores requiere una atención especial en la planificación de la sequía debido a la mayor sensibilidad a la escasez de agua, los impactos en la salud y las interrupciones en los servicios. Aguada

El desarrollo futuro del suelo también juega un papel fundamental en la vulnerabilidad a la sequía. Aprobar proyectos cerca de sumideros o desarrollos que dependen de sistemas sépticos aumenta el riesgo de contaminación de aguas subterráneas, que resulta especialmente problemática durante las condiciones de sequía cuando las fuentes alternativas de agua son limitadas. Además, la impermeabilización superficial del suelo y la obstrucción o relleno de sumideros reducen la recarga natural de acuíferos al aumentar la escorrentía superficial. Estos factores disminuyen aún más la disponibilidad de agua subterránea, limitando su viabilidad como fuente suplementaria durante los episodios de sequía.

4.14 Incendios Forestales (E1-a)

4.14.1 Descripción (B1-a)

Los incendios forestales son incendios incontrolados que se propagan a través de la vegetación, suponiendo graves amenazas para las estructuras, la salud humana y los ecosistemas naturales. Estos eventos suelen comenzar desapercibidos y pueden propagarse rápidamente, produciendo humo denso que afecta a las comunidades cercanas. Aunque los incendios pueden producirse en cualquier época del año, son más comunes durante periodos de baja precipitación, cuando las hierbas, hojas y otros combustibles finos se secan y se quedan altamente combustibles.

En 2021, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico publicó su Plan de Acción Forestal. El Plan analiza las tendencias generales, cuestiones y objetivos para la gestión de los recursos forestales. Los incendios forestales están entre los desafíos tratados en el documento. El Plan sostiene que la gestión de

incendios forestales es un problema urgente tanto a nivel local como global debido a las complejas interacciones entre la actividad humana, la dinámica del fuego y los paisajes naturales. Aunque la investigación ha establecido que el fuego influye en la estructura y función de los ecosistemas, sus efectos sobre los servicios ecosistémicos siguen siendo inciertos debido a factores interrelacionados como los cambios en la cubierta del suelo, las especies invasoras y el cambio climático. (DNER, 2021) (Gould, 2008)

Una comprensión clara de los impactos ecológicos y sociales de los incendios forestales en los ecosistemas naturales de Puerto Rico es esencial para guiar estrategias efectivas de conservación y gestión. Los esfuerzos de prevención deben extenderse tanto a los propietarios privados de bosques como al público, ya que la mayoría de los incendios en la isla son causados por humanos. Históricamente, la monitorización y la investigación de incendios en la región han recibido atención limitada. Actualmente, los incendios ocurren predominantemente en zonas de bosque seco, donde el riesgo es mayor. Sin embargo, el cambio climático, las sequías prolongadas y la fragmentación del paisaje inducida por el ser humano podrían expandir las condiciones propensas al fuego hacia bosques tropicales húmedos y húmedos, así como hacia áreas tradicionalmente no afectadas por el fuego. (Gould, 2008) (Gould, 2008)

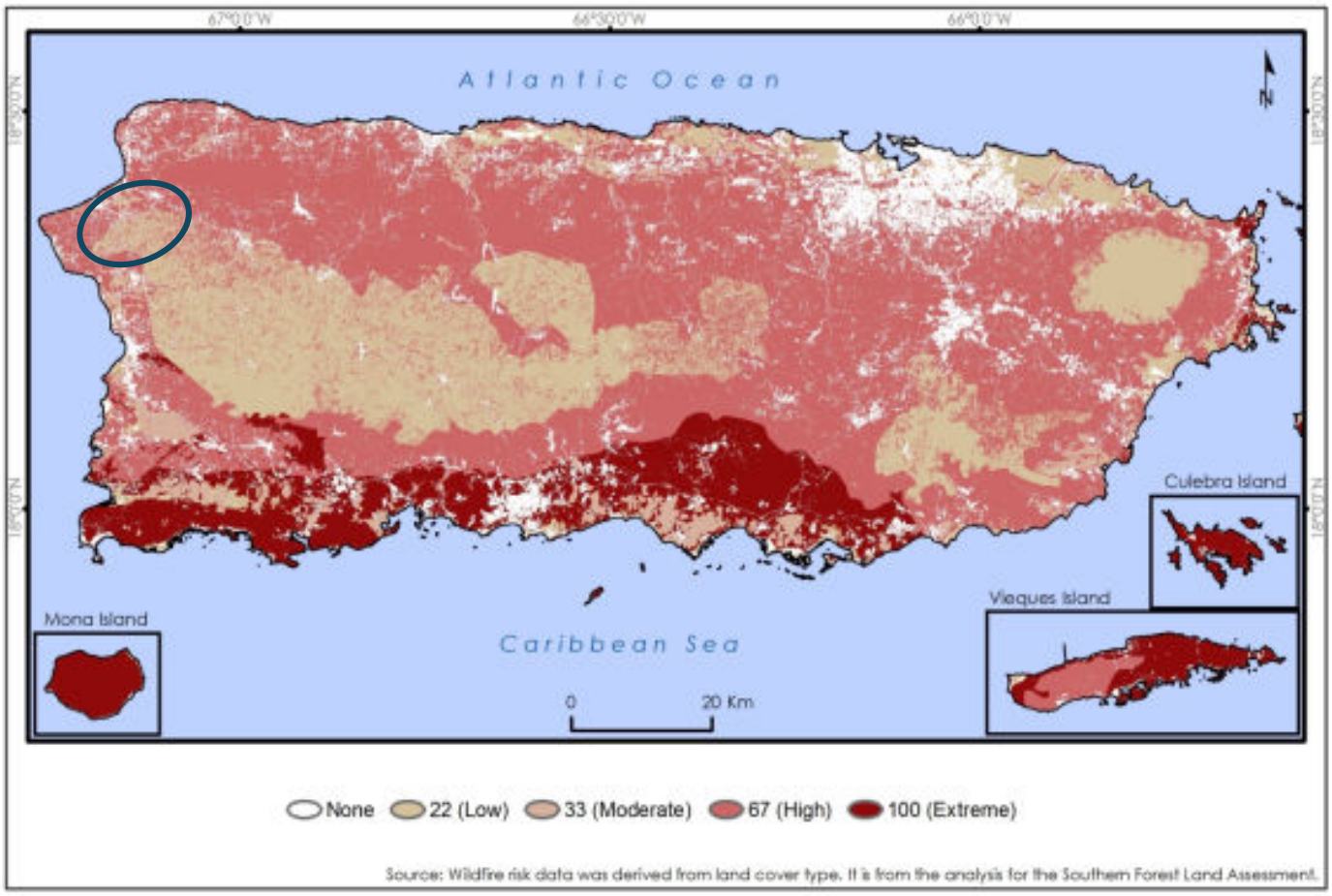
4.14.1.1 Área Afectada (B1-b)

La Figura 25 (DNER, 2021) ilustra la distribución de la incidencia de incendios forestales en Puerto Rico, Vieques y Culebra, según la definición de la Evaluación Federal de Tierras del Sur (SFLA). La figura refleja la comprensión actual de las áreas identificadas como paisajes propensos al fuego. La elevada ocurrencia de incendios forestales en las llanuras costeras del sur se debe en gran medida a la influencia combinada de la actividad humana, la presencia de combustibles secos y combustibles, y las condiciones climáticas predominantes.

Dentro del municipio de Aguada, generalmente correspondiente al área resaltada por el óvalo azul, el paisaje se caracteriza predominantemente por una incidencia de incendios forestales baja a moderada. La mayor parte del municipio se encuentra en áreas asociadas con menor incidencia de incendios en comparación con la región sur de Puerto Rico. Aunque pueden estar presentes áreas localizadas con incidencia moderada de incendios, la cifra no indica áreas extensas de alta o extrema incidencia de incendios forestales dentro de Aguada. No obstante, el riesgo de incendios sigue presente y puede aumentar durante períodos secos prolongados, especialmente en

áreas vegetadas susceptibles a la acumulación de combustibles.

Figura 25. Visión general de las zonas de Puerto Rico, Vieques y Culebra bajo diferentes niveles de rendición de cuentas de incidencia de fauna a la SFLA



Los incendios forestales suelen asociarse con regiones de clima templado como California o partes de Canadá; sin embargo, eventos recientes en el Estado de Hawái demuestran que también pueden ocurrir incendios rápidos y mortales en ambientes tropicales y húmedos. El incendio de Lahaina de agosto de 2023 fue un ejemplo catastrófico, ya que las llamas que avanzaban rápidamente arrasaron barrios densamente desarrollados y revelaron deficiencias significativas en los sistemas de alerta temprana, la planificación de evacuaciones y la preparación general de la comunidad. Impulsado por la vegetación seca, los fuertes vientos y condiciones récord de sequía, el incendio se extendió rápidamente a estructuras y saturó las capacidades de respuesta ante emergencias. Una investigación independiente del Instituto de Investigación en Seguridad contra Incendios encontró que la limitada

resiliencia de infraestructuras, los sistemas de comunicación comprometidos y la coordinación interinstitucional insuficiente intensificaron enormemente los impactos del desastre.

Dado que Puerto Rico enfrenta riesgos comparables de incendios forestales, especialmente en las llanuras costeras del sur, la tragedia de Lahaina pone de manifiesto la urgente necesidad de reforzar las capacidades de detección de incendios, mejorar las rutas de evacuación y mejorar la educación pública sobre la preparación para incendios. Incorporar códigos de construcción que promuevan materiales resistentes al fuego y espacios defendibles alrededor de viviendas e instalaciones críticas puede reducir significativamente los daños estructurales durante eventos extremos de incendios. También es evidente la importancia de un uso integrado del uso del suelo y la gestión de la vegetación, subrayando la necesidad de limitar el desarrollo en áreas de interfaz urbano-forestal y mantener zonas de protección adecuadas de la vegetación. Las lecciones aprendidas de Lahaina enfatizan que esfuerzos rápidos y bien coordinados de supresión y redes de comunicación resilientes son fundamentales para prevenir la escalada de incendios forestales. En última instancia, una mayor colaboración interinstitucional, la formación de emergencias y la planificación proactiva son esenciales para fortalecer la resiliencia comunitaria y reducir la probabilidad de una catástrofe similar de incendios forestales en Puerto Rico.

4.14.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-C)

La clasificación principal del Servicio Forestal de los Estados Unidos para tipos de incendios es: (USFS, n.d.)

- Fuego en el suelo - Fuego que arde dentro del material orgánico bajo la capa de hojarasca, principalmente por combustión humeante. Normalmente ocurre en terreno con, musgo muerto y líquenes y suelo donde principalmente se cultiva vegetación como pastizales, arbustos y bases de árboles. Dependiendo de factores ambientales (composición y densidad de la vegetación, orientación y pendiente de la pendiente, velocidad del viento, entre otros), estos incendios pueden variar en intensidad, pero generalmente liberan menos energía térmica que los incendios que se propagan por las copas arbóreos.
- Incendios de corona – Un incendio que arde en las copas de árboles y arbustos, normalmente provocado por un incendio superficial. Los incendios de corona son comunes en bosques de coníferas y matorrales tipo chaparral. En este tipo de incendios, las llamas trepan por ramas inferiores hasta alcanzar el dosel

arbóreo. Sin embargo, en algunos casos, su propagación se mantiene principalmente en superficie, a menudo porque los árboles son escasos y sus doseles están demasiado separados.
- Fuego superficial – Un fuego que quema la hojarasca y otros combustibles vivos o muertos situados en o justo por encima del suelo, principalmente por combustión en llamas.

Mientras que FEMA sigue una tipología de cuatro clasificaciones (FEMA, 1997):

- Incendios forestales – Alimentados casi exclusivamente por vegetación natural. Normalmente ocurren en bosques y parques nacionales, donde las agencias federales son responsables de la gestión y supresión de incendios.
- Incendios de interfaz o mezclados – Incendios que ocurren en áreas urbanas y/o forestales donde la vegetación y el entorno integrado proporcionan el combustible.
- Tormentas de fuego – Eventos de tal intensidad extrema que la supresión efectiva es prácticamente imposible. Las tormentas de fuego ocurren en condiciones meteorológicas severas y generalmente arden hasta que cambian las condiciones o se agota el combustible disponible.
- Quemas intencionadas y prescripciones – Incendios causados por intervención humana y incendios naturales permitidos intencionadamente para quemar vegetación con fines de gestión.

Otra tipología es la distinción entre incendios forestales y incendios de interfaz urbano-forestal (WUI). Los incendios se producen en áreas con desarrollo mínimo, excepto en infraestructuras como carreteras o líneas eléctricas. Los incendios WUI, en cambio, implican situaciones en las que el fuego se propaga a áreas con estructuras u otros desarrollos humanos. En los incendios de WUI, las llamas se alimentan tanto de la vegetación como de los elementos estructurales de las zonas urbanas. La Administración de Incendios de EE. UU. define WUI como la zona o área donde las estructuras y desarrollos humanos se encuentran o se mezclan con vegetación y combustibles forestales. (US Fire Administation, 2025)

4.14.1.3 Eventos Pasados (B1-d)

Citando datos de la Oficina de Bomberos de Puerto Rico (PRFB), el Plan de Acción Forestal de Puerto Rico indica que se reportaron un total de 7,099 incendios forestales en Puerto Rico entre 2018 y 2020. El mayor número de incidentes ocurrió en 2020, con 5,077 incendios registrados. Las regiones más afectadas fueron Ponce, Guayama y

Mayagüez. (DNER, 2021)

Dentro de las Áreas Naturales Protegidas del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DNER), la incidencia de incendios aumentó en 2019 en comparación con 2018. Los lugares afectados destacados incluyeron el Bosque Estatal de Guánica, el Refugio de Vida Silvestre Boquerón, la Reserva Natural Punta Cuchara, la Reserva Natural Caño Tiburones y la Reserva Natural de la Laguna Tortuguero. La mayoría de estos incendios estaban relacionados con actividades humanas, como hogueras desatendidas, cigarrillos desechados, quemas intencionadas, quemaduras inapropiadas de residuos y quemaduras prescritas mal gestionadas en pastizales. (DNER, 2021)

La alta frecuencia de incendios forestales en Puerto Rico pone de manifiesto la urgente necesidad de una educación específica y de esfuerzos de divulgación pública para aumentar la concienciación. Cuando se combinan con una gestión activa de la tierra y un enfoque de conservación a escala paisajística, estas iniciativas pueden ayudar a reducir la ocurrencia de incendios y mitigar presiones adicionales sobre los ecosistemas forestales.

La siguiente tabla muestra los incendios forestales reportados en Aguada para 2024, que es el conjunto más reciente de datos completado por la Oficina de Bomberos de Puerto Rico.

Tabla 48. Incendios forestales registrados

Número de caso	Fecha de descubrimiento	Fecha de contención	Identificador de incidente local
BPR022724-703	2024-02-27 15:23:40.393000	2024-02-28 07:42:05.736000	-67.1342, 18.4486
PR032824-239	2024-03-28 09:19:06.413000	2024-03-28 11:59:33.272000	-67.16522, 18.3428
BPR032824-440	2024-03-28 11:59:58.341000	2024-03-28 20:17:09.343000	-67.1802, 18.3633
PR121124-560	2024-12-11 12:22:01.671000	2024-12-11 13:26:15.460000	-67.15355, 18.3909
BPR022924-446	2024-02-29 10:35:23.196000	2024-02-29 16:31:51.930000	-67.1802, 18.3633
BPR022924-914	2024-02-29 16:29:05.731000	2024-02-29 18:16:54.746000	-67.1802, 18.3633
PR031024-479	2024-03-10 12:33:35.372000	2024-03-10 15:15:08.436000	-67.16346, 18.3539

Número de caso	Fecha de descubrimiento	Fecha de contención	Identificador de incidente local
PR031024-621	2024-03-10 15:01:23.535000	2024-03-10 19:09:41.444000	-67.16088, 18.3478
BPR031124-671	2024-03-11 12:44:59.786000	2024-03-11 13:46:02.933000	-67.1802, 18.3633
PR032824-760	2024-03-28 16:33:48.623000	2024-03-28 17:29:54.391000	-67.16647, 18.3314
BPR033024-679	2024-03-30 16:13:06.006000	2024-03-30 19:24:31.182000	-67.1802, 18.3633
PR040224-1102	2024-04-02 23:38:41.010000	2024-04-03 02:15:50.527000	-67.14587, 18.3199
BPR040624-529	2024-04-06 12:33:13.448000	2024-04-06 14:06:36.396000	-67.1802, 18.3633
BPR040824-734	2024-04-08 14:20:33.817000	2024-04-09 08:58:51.988000	-67.1802, 18.3633
BPR040824-813	2024-04-08 15:11:05.109000	2024-04-08 17:00:43.546000	-67.1802, 18.3633
BPR011724-855	2024-01-17 16:48:01.238000	2024-01-17 18:16:42.895000	-67.1342, 18.4486
BPR011924-934	2024-01-19 17:38:45.254000	2024-01-19 18:00:59.294000	-67.1802, 18.3633
PR012324-700	2024-01-23 13:48:48.133000	2024-01-23 15:05:01.556000	-67.15153, 18.3549
BPR012724-746	2024-01-27 15:59:58.592000	2024-01-27 17:05:21.284000	-67.1802, 18.3633
BPR012924-822	2024-01-29 15:56:53.550000	2024-01-29 17:24:19.479000	-67.1802, 18.3633
PR012924-921	2024-01-29 17:12:10.059000	2024-01-29 18:00:46.114000	-67.14883, 18.3519
PR012924-1092	2024-01-29 19:48:24.135000	2024-01-29 20:29:53.229000	-67.15608, 18.3323
PR020224-571	2024-02-02 13:23:10.837000	2024-02-02 15:01:55.973000	-67.1802, 18.3633
BPR020224-934	2024-02-02 18:25:32.114000	2024-02-02 18:55:39.999000	-67.1802, 18.3633
BPR021424-762	2024-02-14 15:52:25.590000	2024-02-14 17:20:03.950000	-67.1802, 18.3633
BPR021724-790	2024-02-17 16:25:54.221000	2024-02-17 17:03:18.862000	-67.1802, 18.3633
PR021824-634	2024-02-18 14:39:47.980000	2024-02-18 16:36:47.042000	-67.14853, 18.3524

Número de caso	Fecha de descubrimiento	Fecha de contención	Identificador de incidente local
BPR021924-590	2024-02-19 13:57:17.119000	2024-02-19 15:51:59.536000	-67.1802, 18.3633
PR021924-764	2024-02-19 16:29:36.047000	2024-02-19 17:53:38.572000	0.0, 0.0
BPR021924-800	2024-02-19 16:47:38.093000	2024-02-19 17:13:35.587000	-67.1802, 18.3633
PR022624-958	2024-02-26 19:03:45.789000	2024-02-26 19:20:56.059000	-67.1555, 18.4242
BPR022724-727	2024-02-27 15:46:49.248000	2024-02-27 19:21:44.604000	-67.1802, 18.3633
BPR022724-950	2024-02-27 19:51:57.445000	2024-02-27 20:28:29.837000	-67.1802, 18.3633
BPR022924-1191	2024-02-29 20:30:34.449000	2024-02-29 21:10:27.429000	-67.1802, 18.3633
PR030324-80	2024-03-03 03:47:01.333000	2024-03-03 06:03:09.924000	-67.15857, 18.3424
BPR030524-2	2024-03-05 00:02:00.048000	2024-03-05 00:41:48.824000	-67.1802, 18.3633
BPR030624-721	2024-03-06 14:21:15.065000	2024-03-06 15:27:39.877000	-67.1802, 18.3633
PR031324-468	2024-03-13 11:16:35.388000	2024-03-13 12:41:30.687000	-67.15812, 18.3366
BPR031324-863	2024-03-13 16:26:44.738000	2024-03-13 17:05:13.097000	-67.1802, 18.3633
BPR031424-637	2024-03-14 13:41:02.154000	2024-03-14 14:46:03.697000	-67.1802, 18.3633
PR032024-1142	2024-03-20 20:25:51.791000	2024-03-20 21:26:45.106000	-67.15537, 18.3399
PR032224-30	2024-03-22 00:57:56.409000	2024-03-22 02:32:25.161000	-67.19975, 18.3371
BPR032624-612	2024-03-26 12:15:48.355000	2024-03-26 12:44:01.994000	-67.1802, 18.3633
BPR032724-576	2024-03-27 13:55:03.758000	2024-03-27 15:39:19.733000	-67.1802, 18.3633
PR032724-811	2024-03-27 17:01:15.966000	2024-03-27 19:46:48.981000	-67.22249, 18.3557
PR032724-1028	2024-03-27 21:15:40.901000	2024-03-27 22:23:41.712000	-67.18825, 18.3622
BPR032824-306	2024-03-28 10:18:22.856000	2024-03-28 11:21:55.412000	-67.1802, 18.3633

Número de caso	Fecha de descubrimiento	Fecha de contención	Identificador de incidente local
PR032924-384	2024-03-29 11:09:53.288000	2024-03-29 12:36:30.890000	-67.15145, 18.3925
BPR033024-112	2024-03-30 05:37:18.534000	2024-03-30 06:30:42.828000	-67.1802, 18.3633
PR033024-672	2024-03-30 16:07:24.766000	2024-03-30 17:23:35.962000	-67.1855, 18.3782
BPR040424-581	2024-04-04 13:40:57.037000	2024-04-04 14:12:24.066000	-67.1802, 18.3633
BPR040524-641	2024-04-05 14:06:50.079000	2024-04-05 14:49:32.825000	-67.1802, 18.3633
BPR040624-715	2024-04-06 15:21:35.446000	2024-04-06 15:39:51.291000	-67.1802, 18.3633
PR040824-348	2024-04-08 09:51:16.252000	2024-04-08 12:18:15.977000	-67.19986, 18.3371
PR040924-1089	2024-04-09 22:55:34.357000	2024-04-09 23:32:39.476000	-67.17748, 18.3789
BPR041024-464	2024-04-10 11:04:30.992000	2024-04-10 12:10:44.864000	-67.1802, 18.3633
PR041024-512	2024-04-10 11:32:02.250000	2024-04-10 12:11:32.688000	-67.17829, 18.3785
BPR041024-905	2024-04-10 17:04:08.450000	2024-04-10 17:54:36.704000	-67.1802, 18.3633
BPR041024-1043	2024-04-10 19:47:53.159000	2024-04-10 20:05:35.158000	-67.1802, 18.3633
BPR042024-1048	2024-04-20 21:50:29.811000	2024-04-20 23:00:40.911000	-67.1802, 18.3633
PR060624-481	2024-06-06 11:45:06.073000	2024-06-06 12:50:51.964000	-67.19625, 18.3795
PR121224-1004	2024-12-12 18:30:26.519000	2024-12-12 19:46:02.846000	-67.15628, 18.3727
PR012024-1038	2024-01-20 18:59:49.897000	2024-01-20 20:38:45.327000	-67.14837, 18.3509
PR033024-899	2024-03-30 19:18:07.695000	2024-03-30 19:25:09.244000	-67.16192, 18.3602
PR033024-965	2024-03-30 20:02:03.846000	2024-03-30 20:12:39.313000	-67.16088, 18.3478
BPR040424-652	2024-04-04 14:44:50.878000	2024-04-04 15:31:33.399000	-67.1802, 18.3633

4.14.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e)

Se espera que la probabilidad futura de incendios forestales en Aguada siga siendo generalmente baja a moderada; sin embargo, los cambios en las condiciones climáticas pueden aumentar la probabilidad de ocurrencia de incendios con el tiempo. Aunque la Figura 25 indica que Aguada no se encuentra dentro de uno de los principales puntos calientes de incendios forestales de Puerto Rico, la presencia de áreas vegetadas y las condiciones secas estacionales siguen generando oportunidades para la encendida y propagación de incendios.

El aumento de las temperaturas, las sequías más frecuentes y la propagación de especies invasoras están haciendo que los bosques sean más susceptibles a los incendios forestales. Este cambio ya es evidente en Puerto Rico, donde los incendios son cada vez más frecuentes y ocurren en zonas sin antecedentes de tales eventos. (Robbins, Eckelmann, & Quiñones, 2009) Estas condiciones pueden aumentar la susceptibilidad a los incendios forestales, especialmente durante periodos de precipitación inferior a lo normal. Además, la actividad humana continuada en y alrededor de las zonas vegetadas puede aumentar el potencial de ignición, ya que los incendios causados por el ser humano siguen siendo la principal fuente de ocurrencia de incendios en Puerto Rico.

Los incidentes de incendios forestales reportados en Aguada durante 2024 demuestran que los incendios de vegetación continúan ocurriendo dentro del municipio. Aunque la mayoría de los eventos registrados se contuvieron rápidamente y no provocaron impactos a gran escala, su frecuencia sugiere que el riesgo de incendios seguirá siendo una preocupación constante. Los esfuerzos continuos de concienciación pública, las prácticas de gestión de la vegetación y capacidades efectivas de respuesta ante emergencias serán importantes para reducir los impactos futuros de los incendios y mantener la resiliencia comunitaria.

4.14.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.14.2.1 Pérdidas Estimadas

Los incendios forestales pueden ser consecuencia tanto de condiciones naturales, como la presencia de vegetación inflamable, como de actividades humanas, incluido el uso intencionado del fuego. Estos factores influyen fuertemente en la escala e intensidad potencial de los incendios. El nivel de pérdida potencial aumenta con

mayores concentraciones poblacionales, un mayor número de estructuras y ecosistemas sensibles situados dentro del área afectada. Las condiciones climáticas, combinadas con patrones de actividad humana, determinan en gran medida la magnitud y gravedad de los impactos de los incendios.

Actualmente, no hay información suficiente para cuantificar las pérdidas económicas relacionadas con daños en edificios derivados de este peligro. Además, en el momento de esta actualización del Plan, no se disponían de estimaciones oficiales de daños para el municipio. Para cubrir esta carencia, el municipio adoptará un enfoque proactivo incorporando información actualizada sobre daños en las revisiones del Plan a medida que haya datos disponibles.

4.14.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Los incendios forestales suponen una amenaza significativa para las infraestructuras críticas, generando impactos en cascada en sistemas eléctricos, comunicaciones, suministro de agua, transportación y el entorno construido. La red eléctrica es especialmente vulnerable. Investigaciones de los Laboratorios Nacionales Sandia y otras instituciones muestran que los incendios pueden dañar componentes de la red y ser provocados por ellos, como se vio en el incendio de 2018, que causó daños por valor de 9.300 millones de dólares. Para abordar esto, el Departamento de Energía de EE. UU. ha invertido 3.460 millones de dólares a través de su programa de Alianzas para la Resiliencia de la Red e Innovación, financiando proyectos que incluyen la instalación de cables eléctricos subterráneos, la instalación de postes resistentes al fuego y el despliegue de sensores avanzados. (Sandia National Laboratories, n.d.) (DOE, 2023)

La infraestructura de comunicaciones enfrenta riesgos similares. Un estudio del profesorado de la Universidad de Wisconsin – Madison encontró que, aunque las torres de telefonía móvil suelen sobrevivir físicamente a los incendios, los cortes de electricidad provocan interrupciones generalizadas en el servicio. Los sistemas de agua y las cuencas hidrográficas también se ven gravemente afectados. Las condiciones posteriores al incendio —como la pérdida de vegetación y la hidrofobia del suelo— pueden desencadenar inundaciones y flujos de escombros, introduciendo sedimentos, nutrientes y metales en los suministros de agua. (Anderson, Barford, & Barford, 2020)

Las redes de transportación sufren daños tanto directos como indirectos. Las carreteras, puentes y sistemas de drenaje suelen verse comprometidos por

inundaciones posteriores al incendio y los flujos de escombros. Los edificios y otras estructuras en la interfaz entre zonas silvestres y urbanas están cada vez más en riesgo debido al cambio climático y la expansión urbana.

En resumen, los incendios forestales generan riesgos complejos e interconectados para infraestructuras críticas, requiriendo una combinación de soluciones de ingeniería, modelización avanzada, reformas políticas y participación comunitaria. Fuentes oficiales y académicas piden constantemente medidas proactivas —como el endurecimiento de infraestructuras, una mejor gestión del suelo y la planificación de la resiliencia— para reducir la exposición y mejorar la recuperación.

Los incendios forestales ocurren regularmente durante periodos de sequía, principalmente en la región sur de Puerto Rico. Estos eventos tienen impactos sociales y económicos significativos, principalmente debido a daños estructurales y materiales o pérdidas causadas por los incendios. Si la zona afectada sirviera como centro laboral o industrial, muchas personas podrían enfrentarse al desempleo. Además, las primas de seguro tienden a aumentar debido a la creciente demanda de cobertura para mitigar las pérdidas económicas asociadas a los riesgos de incendios forestales. En conjunto, estos factores afectan negativamente a la economía, la fauna y la vegetación de la región, y contribuyen a un declive social más general.

Los incendios forestales en Aguada pueden interrumpir la actividad económica al afectar áreas residenciales, comercios locales, instalaciones públicas y áreas utilizadas para la agricultura y la recreación. Los incendios que ocurren cerca de áreas desarrolladas pueden requerir cierres de carreteras, actividades de respuesta de emergencia e interrupciones temporeras de las operaciones comerciales, lo que resulta en pérdidas económicas y costos adicionales de recuperación. Los eventos de incendios forestales también pueden afectar líneas de distribución eléctrica, vías de acceso locales e instalaciones municipales ubicadas cerca de áreas con vegetación, lo que podría interrumpir servicios comunitarios esenciales. Las tierras agrícolas y las áreas de pastoreo también pueden experimentar pérdidas asociadas con la vegetación dañada y la reducción de la productividad. Además, los eventos de incendios forestales pueden disminuir el valor recreativo y estético de las áreas naturales, lo que potencialmente afecta las actividades al aire libre y el turismo local. En conjunto, estos impactos pueden generar interrupciones económicas a corto plazo mientras aumentan las exigencias sobre los recursos municipales y los servicios de emergencia.

4.14.2.3 Vulnerabilidad Social

La vulnerabilidad social desempeña un papel fundamental en la configuración de cómo las comunidades experimentan y se recuperan de los incendios forestales. Las investigaciones muestran de forma constante que las poblaciones con mayores niveles de pobreza, los adultos mayores, las personas con discapacidad, el dominio limitado del inglés y los hogares sin transportación fiable enfrentan mayores dificultades para prepararse, evacuar y recuperarse tras incendios forestales. El Índice de Vulnerabilidad Social (SVI) del CDC/ATSDR identifica estas condiciones demográficas y socioeconómicas como factores clave que aumentan la susceptibilidad a los impactos de desastres, incluidos los incendios forestales, al limitar la capacidad de adaptación y afrontamiento de una comunidad antes, durante y después de un evento. Estudios a escala nacional demuestran además que las comunidades estadounidenses que sufren ocurrencia o exposición a incendios tienden a tener niveles sistemáticamente más altos de vulnerabilidad social, incluyendo mayor desempleo, menor nivel educativo y mayores concentraciones de poblaciones dependientes médica o socialmente. (Schumann, III, et al., 2024)

Los incendios forestales también agravan las desigualdades existentes mediante impactos indirectos como desplazamientos prolongados, pérdida de medios de vida y efectos en la salud por la exposición al humo. Estudios revisados por pares muestran que las poblaciones socialmente vulnerables experimentan cargas desproporcionadas para la salud por el humo de los incendios, incluyendo mayores tasas de enfermedades respiratorias y cardiovasculares y un mayor riesgo de mortalidad, debido a condiciones de salud preexistentes y acceso limitado a atención médica. FEMA y la Administración de Bomberos de EE. UU. enfatizan que los adultos mayores, hogares de bajos ingresos, personas que viven en casas móviles y personas sin acceso a vehículos privados enfrentan un mayor riesgo de lesiones o muerte durante las evacuaciones por incendios, subrayando la importancia de incorporar la vulnerabilidad social en la mitigación, planificación de evacuaciones y estrategias de recuperación. (Dennin, Nock, Muller, Akindele, & Adams, 2025) (Dennin, Nock, Muller, Akindele, & Adams, 2025)

4.14.2.4 Recursos naturales y culturales

La gravedad, escala y consecuencias de los incendios forestales pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Impacto en el paisaje - El efecto más visible tras un incendio forestal es la pérdida de calidad paisajística causada por la destrucción de la cobertura vegetal y su regreso a etapas ecológicas anteriores.
- Impacto en la fauna - Los incendios forestales tienen efectos tanto inmediatos como a largo plazo sobre la fauna. A corto plazo, los incendios pueden causar mortalidad directa, especialmente entre invertebrados, pequeños vertebrados y animales jóvenes con movilidad limitada, así como en herbívoros y carnívoros más grandes que pueden quedar atrapados por llamas o barreras como vallas. A largo plazo, la pérdida de hábitat, la reducción de forraje y la alteración del ecosistema pueden forzar la migración de la fauna y amenazar especies vulnerables o en peligro de extinción.
- Impacto en el suelo - Los incendios forestales alteran significativamente la estructura del suelo y aumentan su susceptibilidad a la erosión. La combustión de la materia orgánica desestabiliza los agregados del suelo, provocando una desintegración progresiva. Como resultado, las partículas sólidas son posteriormente removidas por la erosión causada por la lluvia o el viento. Los incendios suelen crear capas hidrofóbicas (repelentes al agua) debido a la deposición de compuestos orgánicos y a cambios en la composición mineral, lo que reduce la infiltración de agua y acelera aún más la escorrentía superficial y la erosión. Las pérdidas significativas de suelo y materia orgánica reducen los niveles de nutrientes, disminuyendo la fertilidad. Además, el calor también elimina muchos organismos, reduciendo la actividad biológica y alterando los ciclos biogeoquímicos. Sin embargo, no todos los efectos son negativos. Los incendios de origen natural (actualmente cada vez más raros) pueden beneficiar la salud de los bosques al movilizar nutrientes y controlar plagas. Los incendios de baja intensidad ayudan a retener carbono en el suelo, evitando su liberación como dióxido de carbono. En Aguada, los incendios forestales podrían afectar los terrenos agrícolas y los pastizales de la Reserva Agrícola de Coloso al reducir la fertilidad del suelo, aumentar la erosión y limitar la productividad agrícola tras eventos de incendios forestales.
- Alteración del ciclo del agua - La degradación del suelo inducida por incendios forestales puede alterar significativamente el ciclo hidrológico. La reducción de la infiltración reduce las reservas de agua subterránea que alimentan acuíferos esenciales para la agricultura y el uso urbano. Al mismo tiempo, el aumento de la escorrentía superficial acelera la erosión del suelo, transporta sedimentos a cuerpos de agua y aumenta el riesgo de inundaciones repentinas tras episodios intensos de lluvia.
- Aumento de las emisiones de carbono – La combustión de biomasa durante incendios forestales libera cantidades sustanciales de dióxido de carbono

(CO_2), metano (CH_4) y partículas en suspensión. Estas emisiones causan daños ambientales significativos y afectan negativamente a personas con enfermedades respiratorias (asma, EPOC, etc.).

Los incendios forestales pueden tener numerosas consecuencias ambientales, incluyendo la destrucción de la cobertura vegetal, la muerte o desplazamiento de la fauna, la pérdida de suelos fértiles y un aumento de los eventos de erosión. También pueden causar pérdidas significativas de vidas y propiedades, resultando en costes económicos considerables asociados a los esfuerzos de extinción y recuperación de incendios.

En cuanto a los recursos culturales, los incendios forestales suponen una grave amenaza para ellos, incluidos edificios históricos y yacimientos arqueológicos. El calor intenso y las llamas pueden destruir estructuras, artefactos y archivos insustituibles, borrando siglos de patrimonio en cuestión de horas. Además, el humo, el hollín y el agua utilizados durante las operaciones de extinción pueden dañar aún más materiales delicados. Los efectos posteriores al incendio, como la erosión y las inundaciones tras incendios, pueden exponer o arrasar restos arqueológicos.

Más allá del daño físico, la pérdida de monumentos culturales altera la identidad y tradiciones de la comunidad, además de afectar al turismo y a las economías locales. Proteger estos recursos requiere una planificación proactiva, medidas resistentes al fuego y colaboración entre agencias de emergencia y expertos en preservación cultural.

4.14.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

Puerto Rico ya experimenta una alta probabilidad anual de condiciones de apoyo a incendios forestales. Según la plataforma ThinkHazard! apoyada por el Banco Mundial, el riesgo de incendios forestales en Puerto Rico está clasificado como Alto, lo que significa que hay una probabilidad superior al 50% en cualquier año de condiciones meteorológicas capaces de soportar un incendio forestal significativo que pueda causar impactos en la vida o la propiedad. Esta evaluación incorpora la ocurrencia histórica de incendios, variables climáticas, tipo de vegetación y condiciones de sequía, y se utiliza ampliamente en la planificación de infraestructuras y mitigación de riesgos a nivel mundial. (World Bank, n.d.)

En conjunto, la mejor evidencia científica disponible indica que Puerto Rico enfrenta actualmente una probabilidad superior al 50% anual de las condiciones

meteorológicas favorables a los incendios forestales, con probabilidades y gravedad futuras que se espera que aumenten debido al aumento de temperaturas, la expansión de las tierras secas y las sequías estacionales más largas. Aunque los porcentajes precisos de probabilidad de ignición no pueden proyectarse de forma fiable a escala municipal, hay alta confianza en que la ocurrencia de incendios, los días de clima de incendios y la superficie quemada aumentarán a mediados de siglo, especialmente en las regiones sur, occidental e interior de la isla. (World Bank, n.d.)

4.15 Dinámica Costera a Largo Plazo

4.15.1 Descripción (B1-a)

La dinámica costera a largo plazo se refiere a los procesos graduales y persistentes que moldean las líneas costeras durante períodos prolongados, incluyendo el movimiento costero, la transportación de sedimentos, la erosión, la acreción y los cambios en los niveles del agua costera, que juntos influyen en la forma, estabilidad y exposición a riesgos costeros. Estas dinámicas difieren de los impactos temporales de tormentas en que reflejan cambios persistentes e incrementales en lugar de perturbaciones episódicas. Para los Planes Locales de Mitigación de Riesgos, comprender la dinámica costera a largo plazo es fundamental porque dichos cambios influyen en la posición de la orilla, la estabilidad costera y la exposición a largo plazo a riesgos costeros (USGS, 2018). (USGS, 2018) (Mentaschi, Vousdoukas, Pekel, Voukouvalas, & Feyen, 2018)

La dinámica costera a largo plazo está principalmente impulsada por la interacción de la erosión costera, la acreción costera y los cambios en el nivel medio (base) del mar, todos los cuales influyen en la distribución de sedimentos, las características naturales protectoras y la exposición a inundaciones en las zonas costeras (Bird, 2008; DavidsonArnott, 2010).

Erosión costera

La erosión costera es el movimiento a largo plazo hacia tierra de la línea costera como resultado de una pérdida neta de sedimentos en playas, dunas, acantilados o entornos cercanos a la costa. Aunque la erosión puede ocurrir rápidamente durante eventos de tormenta, la erosión a largo plazo refleja un desequilibrio sostenido de sedimentos que opera durante décadas (Komar, 1998).

Desde una perspectiva de mitigación de riesgos, la erosión costera crónica es importante porque reduce gradualmente el ancho y la elevación de la playa, debilita los sistemas de dunas y expone las zonas interiores a un aumento de la acción de las olas e inundaciones. La erosión a largo plazo se mide comúnmente como un retroceso anual medio de la línea costera, integrando múltiples posiciones históricas de la orilla y proporcionando un indicador de vulnerabilidad sostenida en lugar de daños aislados causados por eventos (Allan et al., 2003; USGS, 2018).

Acreción costera

La acreción costera se refiere a la acumulación prolongada de sedimentos que resulta en el avance de la línea costera o en el aumento del ancho y elevación de la playa. La acreción puede mejorar la resiliencia costera reforzando características naturales protectoras; sin embargo, a menudo es espacialmente variable y depende de la disponibilidad de sedimentos y las vías de transportación (DavidsonArnott, 2010).

En muchos sistemas costeros, la acreción en un lugar corresponde a la erosión en otro lugar, reflejando la redistribución de sedimentos más que la ganancia neta de sedimentos. Como resultado, la acreción puede ser temporal e insuficiente para compensar las tendencias erosivas a largo plazo a escala regional (Bird, 2008; Mentaschi et al., 2018).

Variaciones en el nivel medio (base) del mar

El nivel medio del mar, a menudo referenciado mediante datos de marea como el nivel medio del mar (MSL) o el nivel medio de aguas altas (MHHW), sirve como referencia de control para los procesos costeros. Los cambios a largo plazo en el nivel medio del mar influyen en la elevación a la que las olas interactúan con la línea costera, la frecuencia de inundación de marea y la posición del perfil costero (USGS, 2018).

Los cambios graduales en el nivel medio del mar contribuyen a la dinámica costera a largo plazo al promover el ajuste hacia tierra de playas y dunas, aumentar la inundación durante las mareas rutinarias y potenciar la erosión en condiciones de tormenta moderada. Estos impactos ocurren de forma incremental y contribuyen a un retroceso persistente de la línea costera con el tiempo (Bird, 2008; Mentaschi et al., 2018).

La dinámica costera a largo plazo surge de la interacción entre la erosión, la acumulación y la posición del nivel medio del mar, más que de un proceso único que actúe de forma independiente. Los sistemas costeros tienden a ajustarse hacia condiciones de equilibrio, lo que puede implicar migración por la línea costera, redistribución de sedimentos y pérdida progresiva de capacidad natural de amortiguamiento (DavidsonArnott, 2010).

Como resultado, la acreción localizada puede ralentizar la erosión, pero puede no revertir el retroceso prolongado de la línea costera donde persisten déficits sedimentarios subyacentes o cambios en el nivel del agua. Estas interacciones explican por qué muchas costas experimentan un movimiento sostenido hacia tierra a pesar de periodos episódicos de recuperación de playas (Komar, 1998; Allan et al., 2003).

Para los Planes Locales de Mitigación de Peligros, la dinámica costera a largo plazo es una consideración clave porque contribuye a la expansión gradual de la exposición a riesgos costeros más allá de las áreas afectadas por eventos de tormenta individuales. La erosión persistente, los cambios en las orillas y los niveles de agua base variados pueden aumentar la vulnerabilidad de la infraestructura, reducir la eficacia de las medidas fijas de protección costera e influir en la idoneidad para el uso del suelo a largo plazo (USGS, 2018).

Incorporar dinámicas costeras a largo plazo en la planificación de mitigación de riesgos apoya la toma de decisiones proactiva relacionada con el uso del suelo, la ubicación de infraestructuras y el desarrollo de estrategias de mitigación, abordando los procesos físicos subyacentes que moldean el riesgo costero.

La dinámica costera a largo plazo, incluyendo la erosión continua, la acumulación y los cambios en el nivel medio del mar, contribuyen a un ajuste gradual de la línea costera y a una mayor exposición a los riesgos costeros con el tiempo. Estos procesos representan una fuente persistente de riesgo costero que debe considerarse en la planificación del uso del suelo, la inversión en infraestructuras y las estrategias de mitigación de riesgos (Bird, 2008; USGS, 2018).

4.15.1.1 Área Afectada (B1-B)

El municipio tiene 10,57 km de costa, de los cuales 9,86 km (93%) están formados por playas. La costa contiene diversas estructuras duras a lo largo de aproximadamente

0,70 km. Los tipos identificados de estructuras duras incluyen rampas para embarcaciones y revestimientos rocosos (riprap). Es evidente que la mayoría de las estructuras duras de la zona contribuyen a la erosión en un lado de la estructura, lo que sugiere que estas estructuras interrumpen la transportación natural de sedimentos por la costa larga.

Tras el huracán María, se observó erosión a lo largo del 44% de la costa de la playa. A septiembre de 2017, los sectores más afectados por la erosión dentro del municipio se encontraban en secciones de playa con estructuras duras, incluyendo la zona de Pico de Piedra, la zona al norte de la Playa Municipal de Aguada y el Sector La Playa en el barrio Espinar. Sin embargo, diez meses después del huracán, se identificó recuperación a lo largo de varios tramos de costa, con un 81% de acreción observado a lo largo de la costa de la playa.

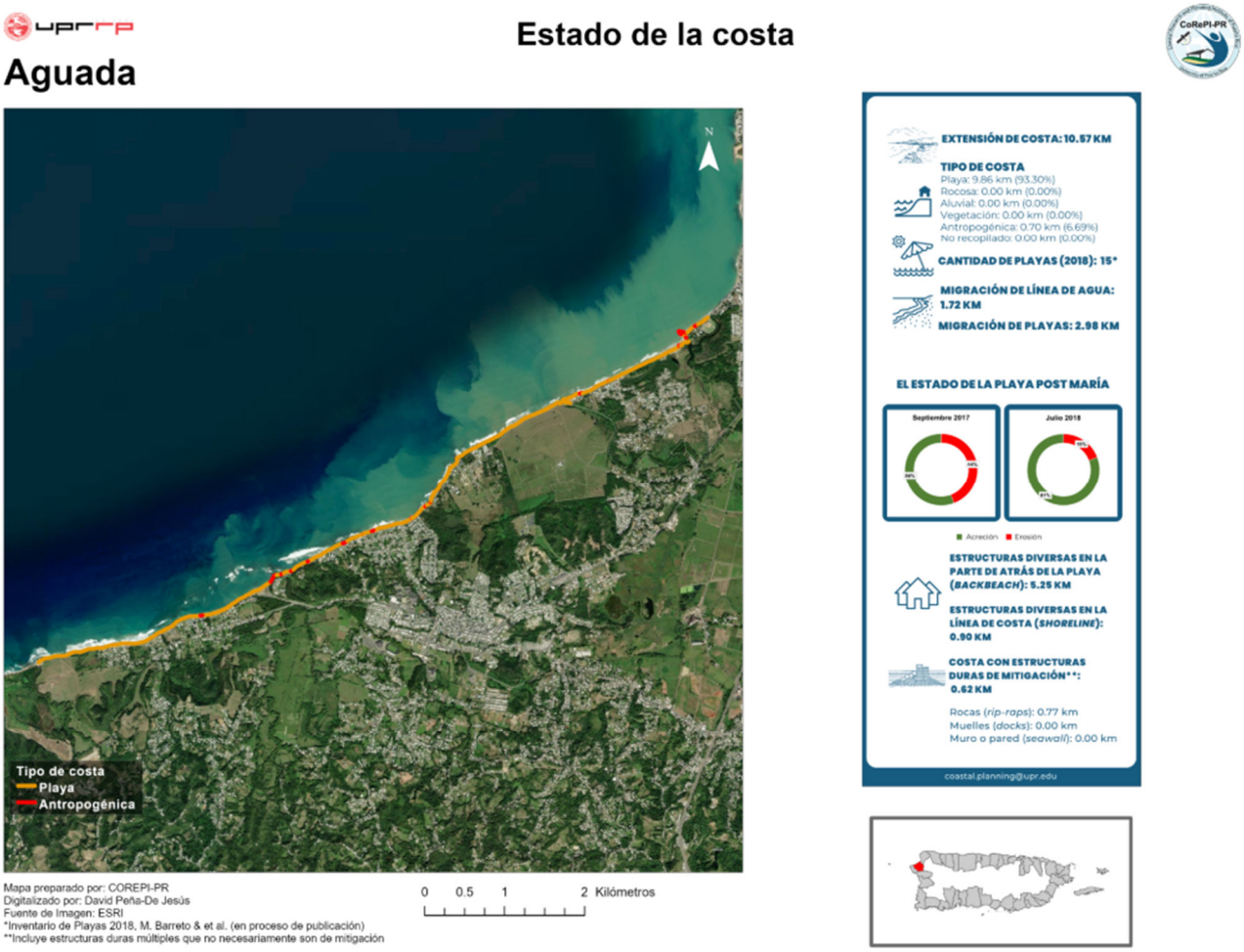
Para julio de 2018, se identificó migración hacia la playa terrestre a lo largo de 2,98 km de costa, mientras que la migración de la línea de agua (línea de agua) se identificó a lo largo de 1,72 km dentro del municipio, específicamente desde el río Culebrinas hasta Playa Espinar, Playa Cañones, Playa Municipal Aguada, Playa Guaniquilla y Aguada Beach.

Bajo HMGP FEMA-4339-DR-PR Subrecipiente Número 4339-0007P, se realizó una evaluación costera exhaustiva posterior al evento para evaluar el estado geomorfológico de las playas de Puerto Rico tras el huracán María (septiembre de 2017) y su posterior recuperación. Este estudio fue realizado por el Instituto de Investigación y Planificación Costera de Puerto Rico de la Universidad de Puerto Rico, Río Piedras (COREPI-PR).

La evaluación analizó las condiciones de la playa inmediatamente después del huracán y aproximadamente diez meses después (julio de 2018), cubriendo un grupo representativo de municipios costeros en las costas norte, oeste, este y sur, incluyendo Aguada, Aguadilla, Añasco, Arecibo, Arroyo, Barceloneta, Humacao, Loíza, Rincón y San Juan. (COREPI-PR, 2020)

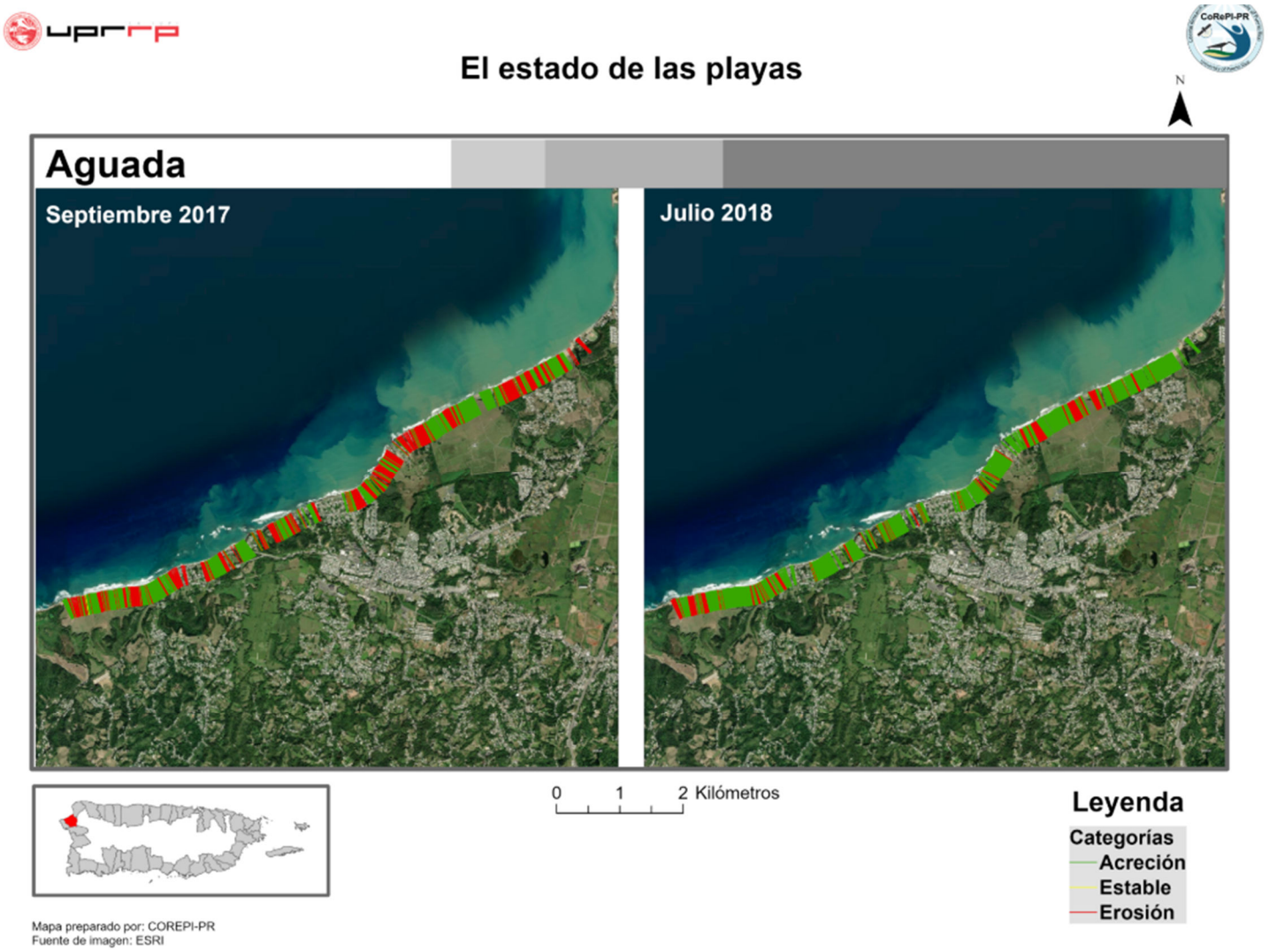
La Figura 26 (disponible solo en español) presenta los resultados de la evaluación costera COREPI-PR para el Municipio de Aguada. La figura ilustra la distribución de los tipos de costas y resume las condiciones costeras posteriores al huracán María, incluyendo migración costera y de playa, la extensión de estructuras costeras duras y la proporción de segmentos de playa que presentan erosión y acreción durante las evaluaciones de septiembre de 2017 y julio de 2018 (COREPI-PR, 2020).

Figura 26. Estudio sobre el Estado de la Playa



La Figura 27 (disponible solo en español) compara las condiciones de la playa en septiembre de 2017, inmediatamente después del huracán María, y julio de 2018, aproximadamente diez meses después. Los segmentos de playa se clasifican como erosión, estabilidad o acreción. La comparación muestra una reducción en las condiciones erosivas y un aumento de los segmentos de acreción entre los dos periodos de evaluación, indicando la recuperación de la línea costera en varios sectores de la costa del municipio (COREPI-PR, 2020).

Figura 27. Estado de la playa (Erosión vs. Acreción)

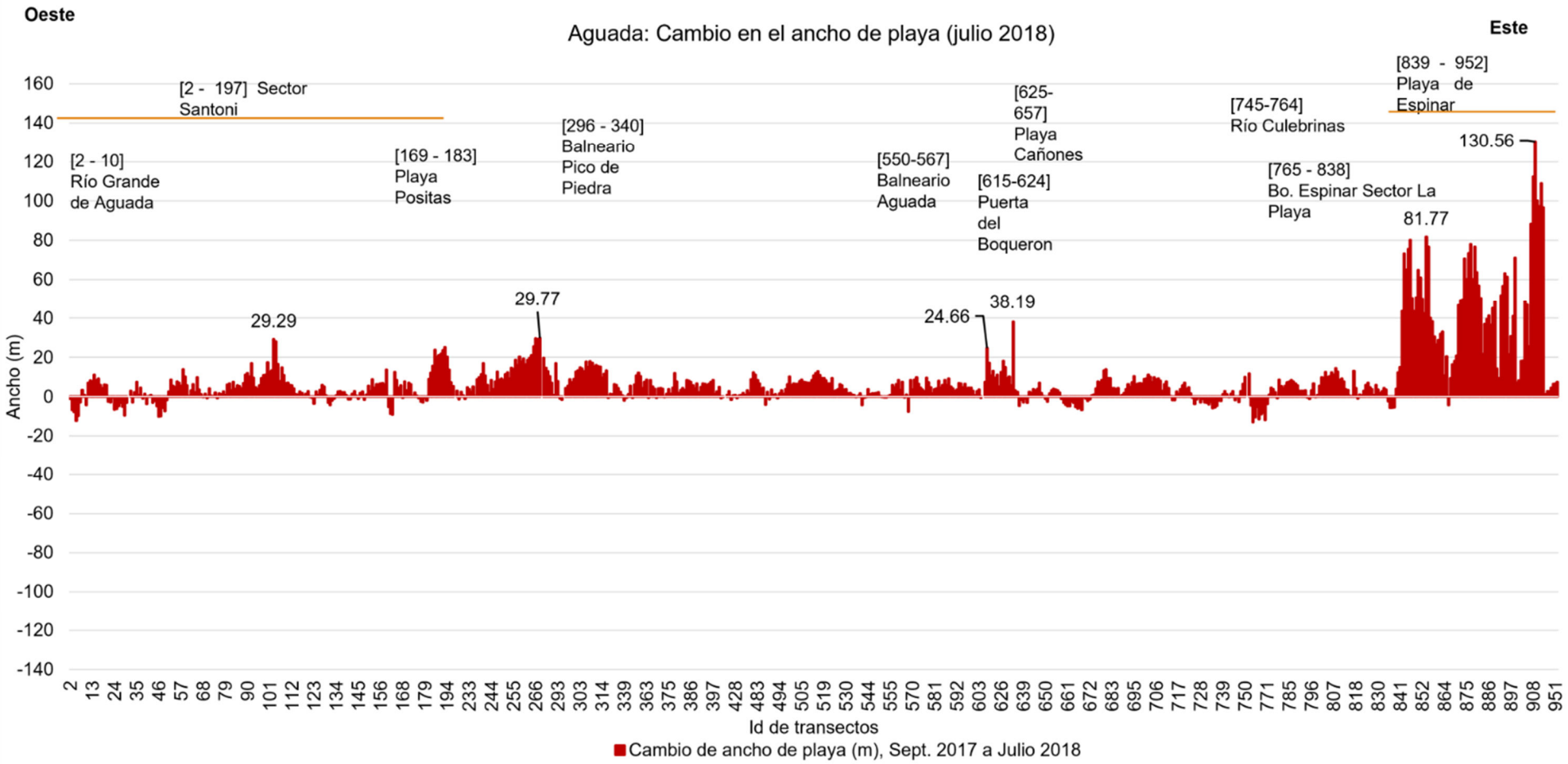


Finalmente, la Figura 28 ilustra variaciones en la anchura de la playa a lo largo de los transectos distribuidos a lo largo de la costa del municipio. Los valores positivos indican ensanchamiento (acreción), mientras que los valores negativos indican estrechamiento de la playa (erosión). La mayoría de los transectos muestran cambios positivos en la anchura de la playa entre septiembre de 2017 y julio de 2018,

con el mayor aumento observado en el sector de Playa Espinar. Permanecen áreas localizadas de erosión a lo largo de partes de la costa, reflejando la variabilidad espacial de los procesos de recuperación de la playa tras el huracán María (COREPI-PR, 2020).

El análisis de los cambios en la anchura de la playa entre septiembre de 2017 y julio de 2018 indica una tendencia general de recuperación a lo largo de la costa de Aguada. Aunque las áreas localizadas experimentaron reducciones en el ancho de la playa, la mayoría de los transectos mostraron cambios positivos, con los aumentos más significativos observados en la parte oriental del municipio, particularmente cerca de Playa Espinar. Estos hallazgos sugieren que los procesos de deposición de sedimentos y reconstrucción de playas estuvieron activos durante el periodo de recuperación posterior al huracán María, aunque la variabilidad espacial en la respuesta costera sigue siendo evidente a lo largo de la costa.

Figura 28. Cambio en el Ancho de la Playa (julio de 2018)



4.15.1.2 Magnitud del Riesgo (B1-C)

Erosión costera

La erosión es el proceso por el cual las tormentas mayores, las inundaciones, la fuerte acción de las olas, la subida del nivel del mar y las actividades humanas desgastan las playas y acantilados a lo largo de las costas (FEMA, 1997). Las playas se ven afectadas por tormentas y otros eventos naturales que causan erosión costera; sin embargo, la magnitud y gravedad del problema no son uniformes, ya que varían según la ubicación. En consecuencia, no existe una única solución para mitigar la erosión. Los procesos de erosión y sus impactos pueden ser episódicos o a largo plazo. Estos dos (2) descriptores asignan un componente temporal importante a los procesos de erosión y sus consecuencias.

La erosión episódica, también conocida como erosión inducida por tormentas, consiste principalmente en el movimiento transversal a la costa de arena y sedimentos como resultado de eventos meteorológicos de alta intensidad y tormentas oceánicas. Este tipo de respuesta conduce a un ajuste costero y ocurre durante una tormenta individual o una secuencia de eventos de tormenta dentro de una temporada. Los cambios en los perfiles de playas y orillas durante tormentas intensas pueden provocar una erosión dramática de playas y dunas, incluyendo la reducción o eliminación de dunas costeras, así como el retroceso y colapso de formaciones de acantilados costeros. Las consecuencias de este tipo de erosión pueden incluir un aumento de la penetración de olas interiores y la inundación oceánica en áreas que antes no estaban expuestas a inundaciones de agua.

La erosión prolongada o crónica, por otro lado, se asocia a procesos más lentos, como el cambio gradual de la línea costera vinculado a:

- Aumentos del nivel del mar,
- Hundimiento del terreno,
- Cambios en el suministro de sedimentos debido a modificaciones en la cuenca hidrográfica,
- Impactos en los arrecifes de coral derivados del aumento de la temperatura del agua y la acidificación oceánica,
- La construcción de estructuras costeras y el desarrollo urbano en la zona costera,
- Ajustes decadales en precipitaciones, viento y clima asociados al calentamiento global.

La erosión también puede ser causada por fuerzas antropogénicas (RomeuCotchett, 2012), incluyendo:

- Eliminación de sedimentos costeros, que provoca erosión de la zona y pérdida de dunas y playas;
- Construcción de desarrollos, carreteras o actividades agrícolas, que aumentan la deposición y contaminación de sedimentos en las aguas costeras, causando efectos adversos en los arrecifes de coral. Cabe señalar que los arrecifes funcionan como barreras naturales que protegen las playas de los impactos de las olas y, en consecuencia, de la erosión;
- Sistemas de presas construidos para reducir el flujo normal de arena entregada al océano por los ríos; y
- La construcción de edificios, infraestructuras y otros desarrollos costeros en proximidad a las playas puede alterar los procesos naturales de la línea costera y reducir el espacio disponible para la migración de playas y dunas. Como resultado, la energía de las olas se concentra a lo largo de la orilla, aumentando la pérdida de sedimentos y acelerando la erosión. Con el tiempo, estas condiciones pueden contribuir al estrechamiento de la playa, el retroceso de la línea costera, la degradación de los sistemas de dunas protectoras y la mayor exposición de las comunidades e infraestructuras costeras a los peligros costeros.

Acreción costal

La acreción costera es un componente fundamental de la dinámica costera a largo plazo y representa el proceso por el cual el sedimento se deposita a lo largo de la costa, resultando en el ensanchamiento, elevación o desplazamiento hacia el mar de playas, dunas y otras formas de relieve costeras. La acreción ocurre cuando las entradas de sedimentos superan las pérdidas de sedimentos a lo largo del tiempo y desempeña un papel fundamental en la configuración de la orilla e influye en la exposición a riesgos costeros (USGS, 2018).

Para la planificación de mitigación, la acreción costera es significativa porque afecta a la capacidad de playas y dunas para funcionar como características naturales protectoras que reducen la energía de las olas, las inundaciones costeras y los impactos de la erosión. Sin embargo, la acreción no es ni uniforme ni permanente y debe evaluarse en términos de su duración, extensión espacial y relación con procesos costeros más amplios (Bird, 2008).

La acreción costera episódica se refiere a la deposición de sedimentos a corto plazo que ocurre después de eventos específicos o durante períodos limitados, como entre temporadas de tormentas. Esta forma de acreción generalmente se asocia con el retorno de sedimentos desde barras marinas sumergidas o segmentos adyacentes de la línea de costa hacia la playa mediante procesos de transportación transversal a la costa o longitudinal a la costa (Davidson-Arnott, 2010).

La acreción episódica puede provocar aumentos temporales en:

- Anchura de la playa,
- elevación de la playa, y
- Volumen de dunas tras la erosión causada por tormentas.

Estos cambios pueden ocurrir rápidamente, en ocasiones en cuestión de semanas o meses; sin embargo, la acreción episódica representa un ajuste temporal del perfil costero más que una estabilización sostenida de la línea de costa. Las tormentas subsiguientes o los cambios en las condiciones hidrodinámicas pueden redistribuir o eliminar rápidamente los sedimentos acumulados por acreción (Komar, 1998).

Desde la perspectiva de la mitigación de riesgos, la acreción episódica puede reducir la exposición a corto plazo a la acción de las olas o a la inundación de marea, pero no debe asumirse que proporciona protección a largo plazo a menos que esté respaldada por evidencia de suministro persistente de sedimentos.

La acreción costera a largo plazo ocurre cuando la deposición de sedimentos persiste durante años o décadas, resultando en costas estables o progresivamente avanzadas. Esta forma de acreción refleja un balance positivo de sedimentos dentro del sistema costero, a menudo apoyado por una entrega consistente de sedimentos y condiciones favorables de transportación (USGS, 2018).

La acreción a largo plazo se asocia comúnmente con:

- Aportación sostenida de sedimentos procedentes de ríos o ecosistemas costeros,
- Transportación de sedimentos a lo largo de la costa que concentra material en segmentos específicos de la línea costera,
- Batimetría cercana a la costa que favorece la retención de sedimentos, y

- Condiciones de nivel medio del mar relativamente estables en relación con la elevación del suelo (Bird, 2008).

Aunque la acreción a largo plazo puede mejorar la resiliencia costera reforzando playas y dunas, a menudo está espacialmente limitada y puede ocurrir simultáneamente con la erosión en áreas adyacentes. En muchos casos, la acreción refleja la redistribución de sedimentos más que la ganancia neta de sedimentos a lo largo de una costa regional (Mentaschi et al., 2018).

Las actividades humanas pueden influir en la acreción costera tanto directa como indirectamente. En algunos casos, intervenciones diseñadas como la alimentación de la playa o estructuras costeras pueden promover la acumulación localizada de sedimentos. En otros casos, el desarrollo y la infraestructura interfieren con las vías naturales de sedimentos, limitando el potencial de acreción en otros lugares (Komar, 1998).

Los factores antropogénicos que afectan a la acreción incluyen:

- Proyectos de alimentación de la playa y colocación de sedimentos,
- Estructuras costeras que retienen sedimentos localmente,
- Alteraciones en los sistemas fluviales que modifican la entrega de sedimentos,
- Desarrollo de la orilla que restringe el ajuste natural de la orilla (NOAA, 2020).

Aunque la acreción diseñada puede proporcionar beneficios protectores a corto y medio plazo, normalmente requiere mantenimiento a largo plazo y debe evaluarse en el contexto de una dinámica costera sostenida.

Cambio en la media base del nivel del mar

Los cambios en el nivel medio (base) del mar, comúnmente referenciados mediante datos de marea como el nivel medio del mar (MSL) o la media de aguas altas (MHHW), representan un componente importante de la dinámica costera a largo plazo e influyen en la frecuencia y extensión de la inundación costera. El nivel medio del mar sirve como referencia para medir la posición costera, la interacción de las olas y las inundaciones de marea, y los cambios graduales en esta línea base afectan la respuesta de los sistemas costeros con el tiempo. Los aumentos sostenidos del nivel medio del mar en relación con la superficie terrestre permiten que la energía de las olas actúe sobre partes más altas del perfil costero, aumentando la frecuencia de inundaciones de marea y acelerando los procesos de ajuste de la línea costera. Estos

cambios incrementales pueden conducir a la migración hacia tierra de playas y duna, mayor exposición de zonas bajas a inundaciones costeras y menor efectividad de las características naturales y diseñadas para proteger, incluso en ausencia de grandes tormentas. Desde la perspectiva de la planificación de mitigación de riesgos, los cambios en el nivel medio del mar contribuyen a aumentos a largo plazo de la exposición a riesgos costeros y deben considerarse al evaluar el riesgo futuro, la idoneidad del uso del suelo y la resiliencia de la infraestructura a lo largo de la costa. (NOAA, 2026) (USGS, 2018) (NOAA, 2026)

El nivel del mar fluctúa tanto a corto como a largo plazo debido a múltiples factores que interactúan. Las variaciones a corto plazo suelen ocurrir en escalas temporales diarias o basadas en eventos y están influenciadas por procesos como olas, mareas y eventos de inundación discretos, incluyendo aquellos asociados con el deshielo estacional, huracanes u otras tormentas costeras. En cambio, las variaciones a largo plazo del nivel del mar ocurren durante períodos prolongados que van desde meses hasta varios años y pueden manifestarse como ciclos recurrentes, tendencias graduales o desviaciones episódicas de las condiciones típicas. Estos cambios a largo plazo están influenciados por una combinación de factores, incluyendo patrones atmosféricos estacionales, variaciones en la declinación terrestre, cambios en la circulación costera y oceánica, actividades humanas como dragado, movimiento vertical de la tierra y oscilaciones climáticas-oceánicas a gran escala como la oscilación El Niño–South.

Al evaluar tendencias a largo plazo del nivel del mar, se utiliza comúnmente un registro observacional mínimo de 30 años para capturar estas variaciones subyacentes y minimizar la incertidumbre asociada a fluctuaciones a corto plazo en el nivel medio mensual del mar. Tener en cuenta procesos predecibles y repetibles—como los ciclos de marea, la variabilidad estacional y las oscilaciones interanuales—permite una representación más precisa del comportamiento a largo plazo del nivel del mar. (NOAA, 2026)

El sitio web de Tendencias Relativas del Nivel del Mar de la NOAA ofrece las tendencias actualizadas de los niveles del mar a escala global. La tendencia global del nivel del mar se ha medido mediante altimetría satelital desde 1992, y las estimaciones globales más recientes, junto con mapas que muestran variaciones regionales, están disponibles en el Laboratorio de Altimetría por Satélite de la NOAA. La captura de pantalla a continuación muestra el mapa proporcionado por la NOAA a fecha de 29/04/2026. (NOAA, 2026)

Como muestra la figura 29, aunque hay varios lugares donde el nivel del mar ha disminuido (especialmente al sur de Alaska, al oeste de Columbia Británica, la Bahía de Hudson, los países nórdicos y en algunas partes de la costa occidental sudamericana (Ecuador, Perú y norte de Chile), la tendencia general es un aumento del nivel del mar en distintos grados. En el caso de Puerto Rico, se ha observado un aumento de la base niveles del mar según la Figura 30.

Figura 29. Mapa de Tendencias Relativas del Nivel del Mar de la NOAA

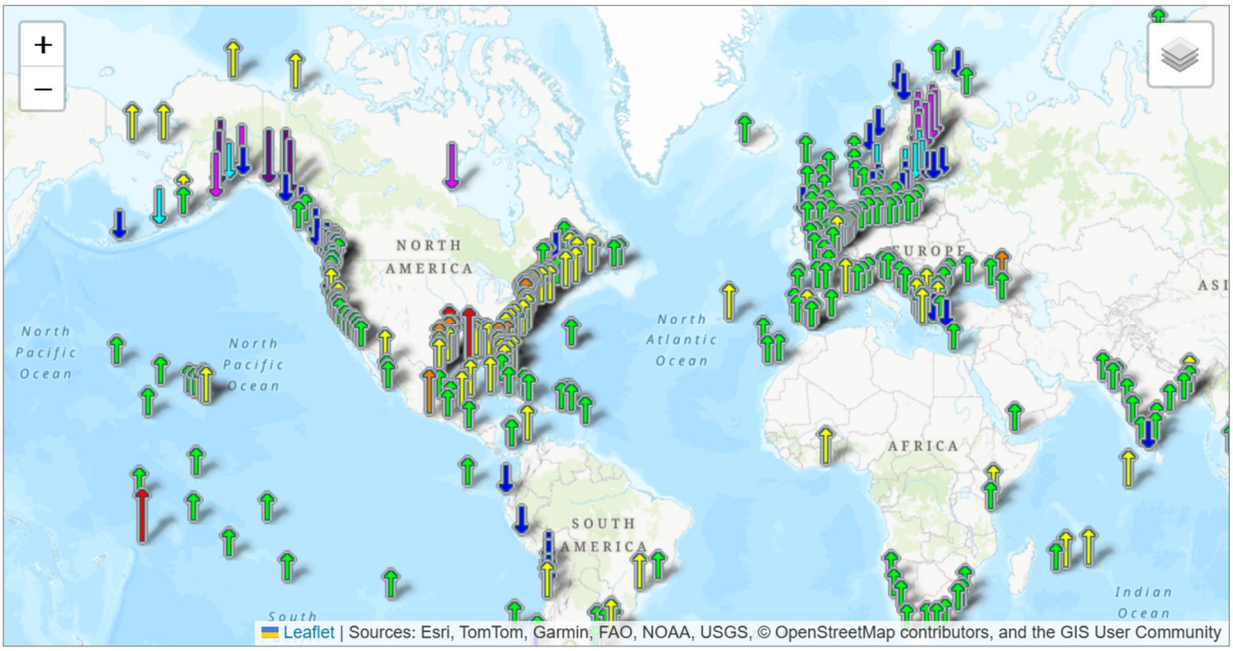
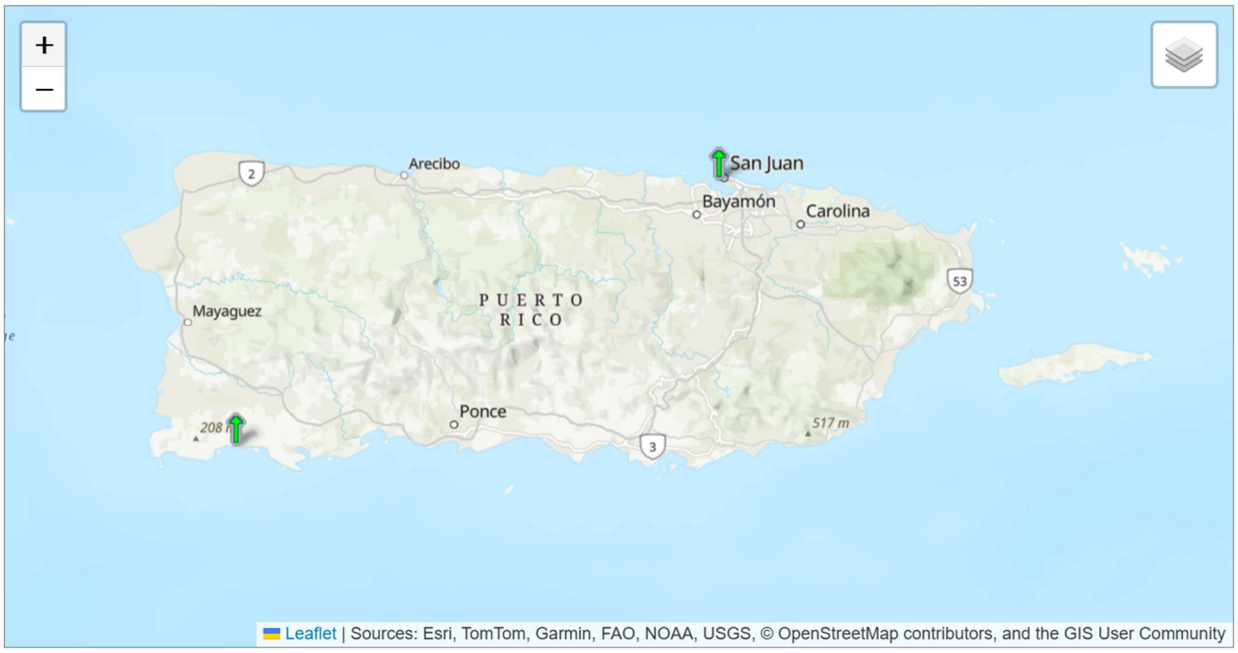


Figura 30. Mapa de tendencias relativas del nivel del mar de la NOAA (Acercamiento a Puerto Rico)



Como se ilustra en la Figura 30, los registros de mareómetros de la NOAA para Puerto Rico muestran un aumento medible y sostenido del nivel relativo del mar en las últimas décadas. Estas observaciones a largo plazo proporcionan evidencia importante de cambios en las condiciones costeras y apoyan la evaluación de futuros riesgos de erosión costera, inundaciones y retroceso en la línea costera. Las tendencias observadas para las estaciones de medidores de la isla Magueyes y San Juan se presentan en la Tabla 49.

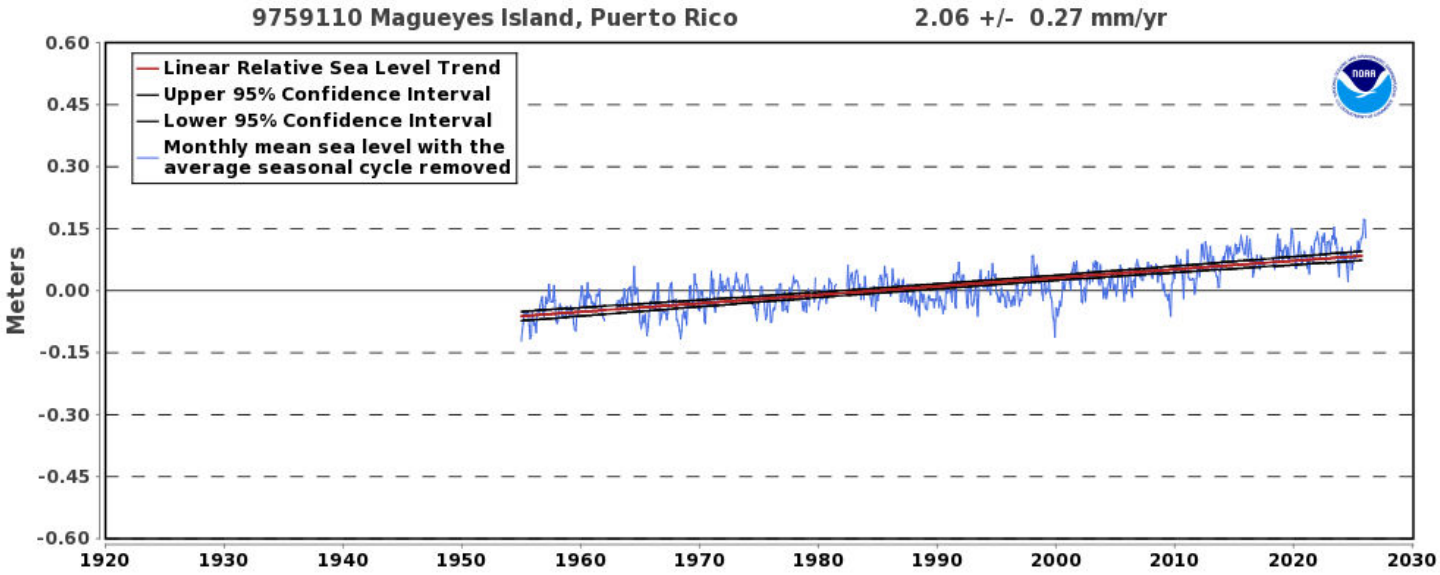
Tabla 49. Observaciones del nivel del mar en Puerto Rico

Nombre de ancho	Tendencia	Punto	Comentario
Isla Magueyes, PR 9759110	+ 2,06/año	1955 - 2025	La tendencia relativa del nivel del mar es de 2,06 mm/año con un intervalo de confianza del 95% de +/- 0,27 mm/año según datos mensuales de nivel medio del mar desde 1955 hasta 2025, lo que equivale a un cambio de 0,68 pies en 100 años.

Nombre de ancho	Tendencia	Punto	Comentario
San Juan, PR 9755371	+2,16/año	1962 - 2025	La tendencia relativa del nivel del mar es de 2,16 mm/año con un intervalo de confianza del 95% de +/- 0,32 mm/año según datos mensuales de nivel medio del mar desde 1962 hasta 2025, lo que equivale a un cambio de 0,71 pies en 100 años.

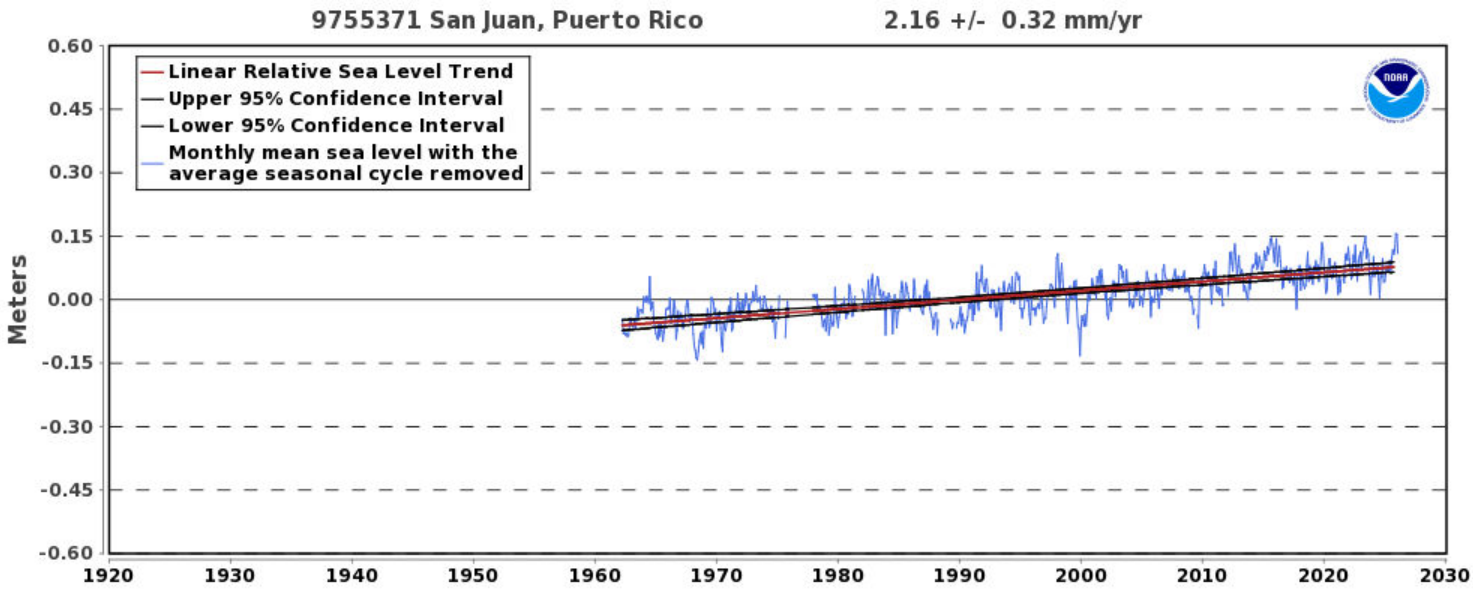
La Figura 31 presenta la tendencia relativa del nivel del mar a largo plazo registrada en la estación de mareógrafos de la NOAA en la isla Magueyes, Puerto Rico. El registro muestra un aumento medio relativo del nivel del mar de aproximadamente 2,06 mm por año, lo que indica un aumento persistente del nivel del mar a lo largo de la costa suroeste de Puerto Rico durante el periodo de observación.

Figura 31. Tendencia relativa del nivel del mar 9759110 isla Magueyes, PR



La Figura 32 presenta la tendencia relativa del nivel del mar a largo plazo registrada en la estación medidora NOAA en San Juan, Puerto Rico. El registro indica un aumento medio del nivel del mar de aproximadamente 2,16 mm por año durante el periodo registrado, demostrando un aumento sostenido del nivel relativo del mar a lo largo de la costa norte de Puerto Rico.

Figura 32. Tendencia relativa del nivel del mar 9755371 San Juan, PR



Los registros de mareómetros tanto de San Juan como de la isla Magueyes muestran un aumento constante y a largo plazo del nivel relativo del mar en Puerto Rico. Aunque las tasas varían ligeramente entre ubicaciones, las tendencias observadas indican que el aumento del nivel del mar es un proceso continuo que afecta a las costas de la isla. Con el tiempo, estas condiciones pueden contribuir a un aumento de la erosión costera, el retroceso de la línea costera, inundaciones costeras más frecuentes y una mayor vulnerabilidad de las comunidades e infraestructuras costeras.

4.15.1.3 Eventos Pasados (B1-d)

La sección 4.15.1.1 anterior detalla los cambios en la erosión o acreción de las playas de Aguada tras el huracán María, tal y como se detalla en el estudio COREPI-PR.

Este estudio arrojó los siguientes hallazgos clave: (COREPI-PR, 2020)

- Erosión costera generalizada: Se produjo una erosión significativa a lo largo de varios segmentos de playa tras el huracán María, especialmente en Arroyo, Humacão y Barceloneta, reduciendo el ancho y la elevación de la playa y aumentando la exposición a marejadas ciclónicas e inundaciones. https://storymaps.arcgis.com/stories/ac6e366a14d840e88a266d23b440ab0c
- Recuperación natural parcial: Diez meses después del huracán, muchas playas

mostraron acreción de sedimentos y recuperación parcial; sin embargo, la recuperación fue desigual y específica para el lugar, con algunas áreas aún muy vulnerables a futuros eventos.

- Migración de playas: El estudio documentó la migración permanente hacia el interior de playas en varios municipios, incluyendo Añasco, Humacao, Arecibo, Aguada y Rincón. Esto indica un desplazamiento a largo plazo de la costa hacia tierra, aumentando el riesgo para la infraestructura y propiedades interiores.
- Influencia de la infraestructura construida: La erosión se observó frecuentemente junto a estructuras rígidas de la línea costera (por ejemplo, muros de contención, riprap, desarrollo costero), lo que sugiere que las costas endurecidas pueden agravar los procesos erosivos y reducir la resiliencia natural de las playas.
- Pérdida de función protectora: En varios lugares, la reducción del ancho de la playa y la pérdida de bancos de arena disminuyeron la capacidad de la playa para funcionar como barrera protectora natural, resultando en una mayor susceptibilidad a daños por marejada ciclónica durante eventos posteriores (por ejemplo, tormentas extra tropicales de 2018).

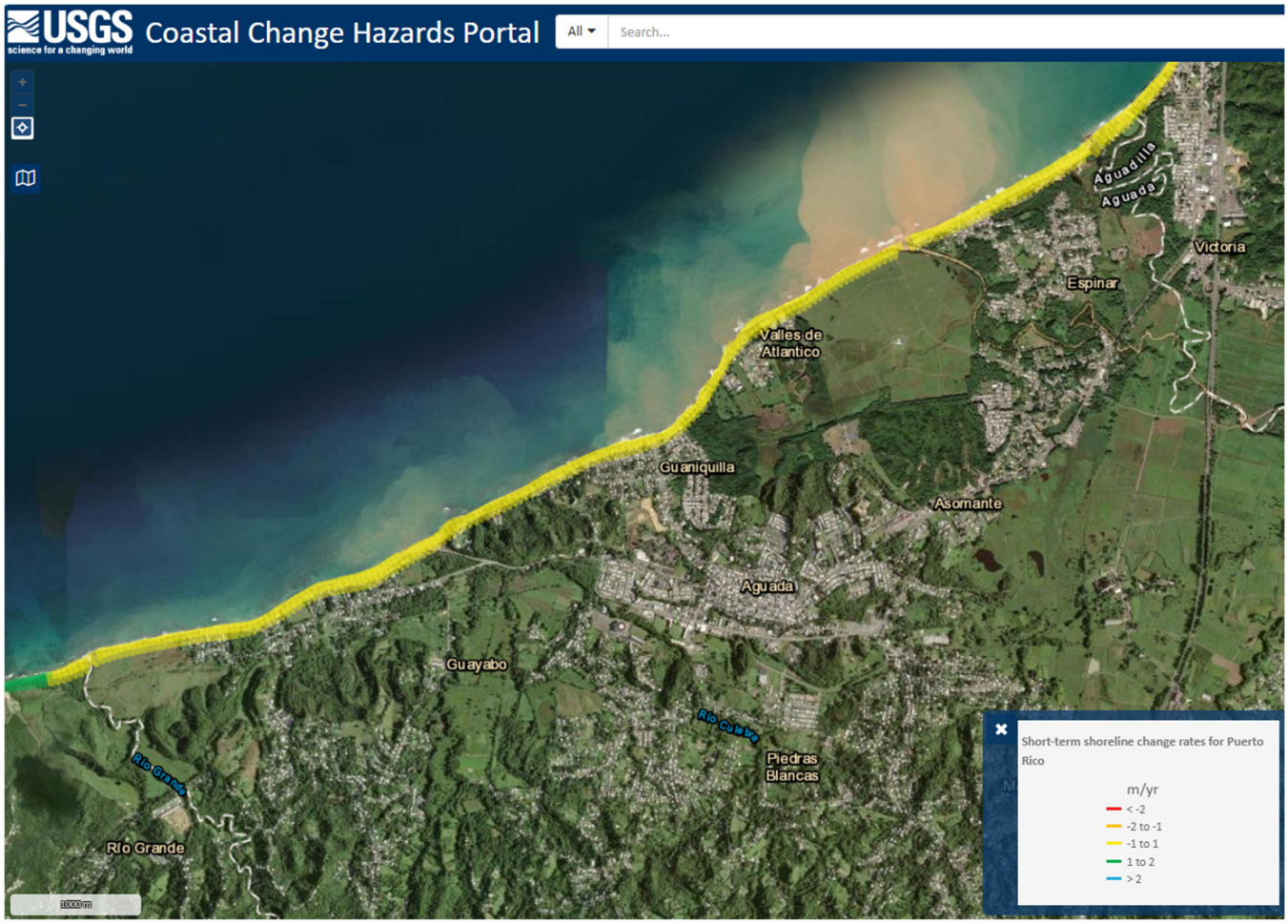
Los hallazgos de este estudio son importantes para la planificación de mitigación de riesgos, ya que las playas son una infraestructura natural crítica que proporciona protección costera al disipar la energía de las olas, reducir la extensión de las inundaciones y proteger el desarrollo interior. La erosión documentada, la migración de playas y la reducción de la capacidad protectora ponen de manifiesto una mayor vulnerabilidad a; inundaciones costeras, marejadas ciclónicas, acción de olas y retroceso progresivo de la línea costera.

Estos hallazgos apoyan la integración de la monitorización de la erosión costera, soluciones basadas en la naturaleza, controles de planificación del uso del suelo y estrategias adaptativas de gestión costera en los esfuerzos locales y regionales de mitigación de riesgos. La evaluación también proporciona una base para priorizar proyectos de mitigación y validar solicitudes de financiación local, estatal y federal.

La Figura 33 ilustra las tasas de cambio a corto plazo en la línea costera a lo largo de la costa de Aguada, tal como lo documenta el Portal de Riesgos de Cambio Costero del USGS. La mayoría de los segmentos de la orilla se clasifican dentro del rango de -1 a 1 metro por año, lo que indica condiciones relativamente estables de la línea costera con áreas localizadas de erosión y acreción. Estos resultados sugieren que, aunque se producen cambios en la línea costera, gran parte de la costa del municipio ha experimentado cambios posicionales limitados a corto plazo en comparación con

otros entornos costeros altamente dinámicos.

Figura 33. Cambios históricos a corto plazo en la línea costera



En general, el análisis de cambios en la línea costera indica que Aguada ha experimentado una variabilidad localizada en la línea costera, con la mayoría de los segmentos costeros mostrando tasas de cambio relativamente estables a corto plazo. Sin embargo, la migración documentada hacia el interior de las playas y los ajustes posteriores al huracán María demuestran que los procesos costeros continúan alterando la línea costera municipal. Estas tendencias destacan la importancia de la monitorización continua de la línea costera, la conservación de las características costeras naturales y la implementación de prácticas sostenibles de gestión costera para reducir los riesgos de erosión a largo plazo y apoyar la resiliencia de la línea costera.

4.15.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e)

El USGS ha creado una evaluación de Probabilidad de Cambio Costero que "combina más de veinte fuentes de datos costeros que describen el paisaje y los peligros que actúan sobre él para determinar la probabilidad futura de cambio en la costa a escala decenal (USGS, 2026). Desafortunadamente, esta herramienta aún no está disponible para Puerto Rico.

Sin embargo, dada la mayor probabilidad de tormentas y mares agitados que lleguen a Aguada y los cambios antropogénicos en la costa, es muy probable que este peligro siga afectando al municipio.

4.15.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.15.2.1 Pérdidas Estimadas

Actualmente, no hay datos suficientes para estimar las pérdidas monetarias derivadas de la dinámica costera a largo plazo, incluyendo el retroceso de la línea costera, la migración de las playas y la erosión costera.

4.15.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

Erosión costera

La erosión costera es un peligro progresivo y a largo plazo que provoca la pérdida de la línea costera, la inestabilidad del suelo y la degradación de elementos naturales protectores como playas, dunas y humedales. Este peligro está impulsado por la acción de las olas, tormentas costeras, inundaciones y procesos de cambio prolongado en la línea costera, y supone riesgos crecientes para las zonas costeras desarrolladas y la infraestructura de apoyo. En las comunidades costeras, la erosión afecta directamente a las Líneas vitales Comunitarias, que son esenciales para la seguridad pública, la estabilidad económica y una respuesta eficaz a emergencias. (FEMA, 2024)

- Seguridad y Protección es especialmente vulnerable a la erosión costera. Las instalaciones de las fuerzas del orden, parques de bomberos, centros de operaciones de emergencia y rutas de evacuación situados cerca de la costa pueden experimentar una exposición creciente a medida que la erosión socava cimientos, caminos de acceso y zonas de protección protectora. El

estrechamiento o el colapso de las carreteras causado por el retroceso de la orilla pueden reducir los tiempos de respuesta de emergencia y limitar la capacidad de evacuación durante eventos peligrosos, poniendo a residentes e intervinientes en mayor riesgo (FEMA, 2021). En Aguada, la erosión costera también puede aumentar los riesgos para los residentes que viven en comunidades costeras, donde la pérdida continua de terreno y el retroceso de la línea de costa pueden poner vidas en mayor riesgo durante eventos de peligros costeros. A medida que las áreas costeras se vuelven más vulnerables, las evacuaciones de emergencia pueden hacerse más frecuentes y el acceso para los respondedores de emergencia puede verse restringido, aumentando los desafíos para proteger la seguridad pública y garantizar una respuesta oportuna durante las emergencias.

- El alimento, agua y refugio también se ve afectado porque la erosión amenaza las infraestructuras de servicios públicos y el parque de viviendas. Las líneas de distribución de agua, los sistemas de aguas residuales y la infraestructura de aguas pluviales pueden quedar expuestos o dañados a medida que las tierras costeras se erosionan, aumentando el riesgo de interrupciones en el servicio y preocupaciones sobre la calidad del agua. En zonas donde la erosión provoca la pérdida de estructuras residenciales, los hogares desplazados pueden necesitar refugio de emergencia y asistencia para viviendas. Además, la erosión que afecta a puertos, carreteras costeras y puntos de acceso puede interrumpir las cadenas de suministro de alimentos y la entrega de bienes esenciales, especialmente en comunidades geográficamente aisladas o insulares. (FEMA, 2024)
- La erosión costera puede afectar negativamente a la salud y servicios médicos limitando el acceso a instalaciones sanitarias y servicios médicos de emergencia. Los hospitales, clínicas y farmacias situados en zonas propensas a la erosión pueden enfrentarse a un mayor riesgo estructural o una menor accesibilidad. Las interrupciones en la transportación causadas por la erosión pueden retrasar la respuesta médica de emergencia y dificultar la entrega de suministros médicos. Pueden surgir preocupaciones secundarias de salud pública cuando la erosión daña la infraestructura de agua y aguas residuales, aumentando potencialmente la exposición a contaminantes o condiciones insalubres; (USGS, 2025) (FEMA, 2021)
- Energía, incluyendo la generación, transmisión y sistemas de combustible, es altamente susceptible a los impactos relacionados con la erosión. A medida que las costas retroceden, la erosión puede exponer líneas eléctricas subterráneas, tuberías, subestaciones e instalaciones de almacenamiento de combustible que antes estaban protegidas por formas de terreno costeras. Los

daños en esta infraestructura pueden provocar cortes de energía o escasez de combustible, afectando a los residentes, instalaciones críticas y operaciones de respuesta a emergencias que dependen de un suministro constante de energía; (USACE, 2013) (FEMA, 2021)

- La erosión también amenaza la línea vital de Comunicaciones al dañar o desestabilizar infraestructuras físicas como torres de telefonía móvil, cables de fibra óptica y centros de comunicaciones situados en zonas costeras. La pérdida de los sistemas de comunicación puede afectar la notificación de emergencia, los servicios 911 y la coordinación entre agencias de respuesta. La reducción de la redundancia del sistema a lo largo de las costas erosionadas aumenta la probabilidad de que ocurran cortes de comunicación durante eventos de peligro costero (FEMA, 2024).
- La línea vital de Transportación sufre impactos directos y en cascada por la erosión costera. Carreteras, puentes, puertos, terminales de ferris y aeropuertos costeros pueden verse socavados o quedar inoperativos a medida que avanza la erosión. Las interrupciones en la transportación limitan las rutas de evacuación, restringen el acceso de los equipos de emergencia, ralentizan la entrega de suministros y retrasan las operaciones de recuperación. Estos impactos pueden tener consecuencias económicas significativas y prolongar la recuperación comunitaria tras eventos de desastre (USGS, 2023). En Aguada, la erosión costera amenaza tramos de la PR-440 y el Camino Playa, donde la pérdida continua de playas y sistemas de dunas debilita la protección natural de las carreteras costeras. A medida que la erosión avanza, los daños a las vías y las limitaciones de acceso pueden afectar a las comunidades cercanas, dificultar las labores de respuesta a emergencias y evacuación, y reducir el acceso a servicios esenciales tras eventos de peligros costeros.
- Por último, la erosión costera puede afectar a la Línea vital de materiales peligrosos al exponer tanques de combustible enterrados, suelos contaminados o sitios industriales heredados situados cerca de la costa. La erosión puede aumentar el riesgo de liberaciones de materiales peligrosos, amenazando la calidad medioambiental y la salud pública, y complicando los esfuerzos de respuesta y limpieza de emergencia. Las instalaciones que manipulan materiales peligrosos pierden amortiguadores protectores naturales a medida que las costas retroceden, aumentando la probabilidad de impactos en cascada durante eventos meteorológicos severos (USGS, 2023); (FEMA, 2021).

Variaciones en el nivel medio base del mar

El aumento del nivel del mar es un peligro costero crónico y progresivo que incrementa la frecuencia, profundidad y duración de las inundaciones costeras, mientras acelera la erosión y la inestabilidad de la línea costera. A medida que suben los niveles relativos del mar, las comunidades costeras experimentan inundaciones de marea alta más frecuentes, llanuras de inundación ampliadas y mayores impactos de las marejadas ciclónicas. Estos cambios ejercen una tensión creciente sobre las y líneas vitales que apoyan la seguridad pública, la estabilidad económica y la respuesta a emergencias, incluso en ausencia de grandes eventos de tormenta (FEMA, 2024).

- La línea vital de seguridad y protección se ve afectada a medida que el aumento del nivel del mar aumenta la exposición de las instalaciones de emergencia y las rutas de evacuación a inundaciones recurrentes. Las comisarías de policía, parques de bomberos y centros de operaciones de emergencia situados en zonas costeras bajas pueden experimentar una funcionalidad reducida o pérdida de acceso debido a inundaciones crónicas. El aumento del nivel del mar también puede comprometer las rutas de evacuación, puentes y corredores de entrada/salida, limitando la capacidad de realizar evacuaciones a tiempo y retrasando la respuesta a emergencias durante eventos peligrosos (FEMA, 2021); (USGS, 2025).
- El aumento del nivel del mar presenta desafíos significativos para la línea vital de alimentos, agua y refugio. Los sistemas de agua potable, las plantas de tratamiento de aguas residuales y la infraestructura de aguas pluviales son cada vez más vulnerables a inundaciones por marea y a la intrusión de agua salada a medida que sube el nivel del mar. Estos impactos pueden interrumpir la prestación de servicios, degradar la calidad del agua y aumentar los costes de mantenimiento y operación. Además, las inundaciones repetidas pueden dañar estructuras residenciales, reducir la disponibilidad de viviendas y aumentar la demanda de refugios de emergencia y asistencia a largo plazo, especialmente en comunidades socialmente vulnerables (USGS, 2025).
- La línea vital de salud y médica se ve afectada tanto por efectos directos como indirectos. Las instalaciones sanitarias situadas en zonas costeras propensas a inundaciones pueden experimentar interrupciones operativas, daños en equipos o restricciones de acceso debido a redes de transportación afectadas por inundaciones. Las inundaciones frecuentes pueden dificultar el movimiento de los pacientes, retrasar los servicios médicos de emergencia y perturbar las cadenas de suministro de productos farmacéuticos y equipos médicos. Las

preocupaciones de salud pública también pueden aumentar a medida que el aumento del agua subterránea y los sistemas de saneamiento inundados aumentan el riesgo de contaminación y exposición a enfermedades (USGS, 2025; FEMA, 2024).

- El aumento del nivel del mar también amenaza la Línea vital de energía al incrementar el riesgo de inundaciones en instalaciones de generación eléctrica, subestaciones, terminales de combustible e infraestructuras de transmisión situadas cerca de la costa. Incluso eventos de inundación menores pero repetidas pueden degradar componentes eléctricos y reducir la fiabilidad del sistema, provocando cortes de energía que afectan a residencias, negocios e instalaciones críticas. Los sistemas de distribución de combustible y los puertos también pueden experimentar interrupciones operativas, limitando la disponibilidad de combustible para generadores, vehículos de emergencia y operaciones de recuperación (FEMA, 2024).
- La línea vital de comunicaciones es vulnerable, ya que el aumento del nivel base del mar potencia la exposición de infraestructuras de comunicaciones, incluidas torres de telefonía móvil, redes de fibra óptica e instalaciones de datos, a inundaciones crónicas y corrosión. Las interrupciones en los sistemas de comunicaciones pueden afectar la notificación de emergencia, los servicios del 911 y la coordinación interinstitucional. La exposición repetida a inundaciones sin medidas de mitigación permanentes puede resultar en daños acumulados y una disminución de la fiabilidad del sistema a lo largo del tiempo (FEMA, 2024).
- Los sistemas de transportación asociados a la línea vital de transportación son especialmente sensibles al aumento del nivel base del mar. Carreteras, puentes, puertos, ferris y aeropuertos costeros pueden experimentar cierres más frecuentes o reducciones de servicio a largo plazo debido a inundaciones y degradación de infraestructuras. Las interrupciones en la transportación pueden aislar a las comunidades, retrasar la respuesta a emergencias, limitar las opciones de evacuación e impedir el movimiento de bienes, servicios y recursos de recuperación (USGS, 2025). En Aguada, las rutas de transportación ubicadas en zonas costeras bajas, incluidos tramos de la PR-440 y el Camino Playa, pueden volverse cada vez más vulnerables a inundaciones recurrentes, intrusión salina y al deterioro de la infraestructura vial asociados al aumento del nivel medio del mar. Con el paso del tiempo, estas condiciones podrían provocar restricciones de acceso más frecuentes, mayores necesidades de mantenimiento e interrupciones en la movilidad de los residentes, los servicios de emergencia y el transporte de bienes esenciales dentro de las comunidades costeras.

- Finalmente, el aumento del nivel base medio del mar puede afectar la línea vital de materiales peligrosos al aumentar la exposición de sitios industriales, áreas de almacenamiento de combustible, vertederos e instalaciones de aguas residuales a inundaciones. La inundación de estos sitios aumenta el potencial de liberaciones de sustancias peligrosas, suponiendo riesgos para la salud humana, los ecosistemas y los suministros de agua potable. La gestión de estos riesgos se vuelve más compleja a medida que aumentan las frecuencias de inundación y se pierden los amortiguadores protectores (FEMA, 2021); (USGS, 2025).

4.15.2.3 Vulnerabilidades sociales

La dinámica costera a largo plazo puede ser no solo un peligro físico, sino también un factor de estrés social que afecta de forma desproporcionada a ciertas poblaciones debido a condiciones sociales, económicas y ambientales preexistentes.

Los hogares de bajos ingresos están entre los más vulnerables socialmente a las dinámicas costeras a largo plazo. Estas poblaciones tienen más probabilidades de residir en viviendas antiguas o de menor coste situadas en zonas costeras de alto riesgo y pueden carecer de los recursos financieros necesarios para invertir en medidas de mitigación, como refuerzos estructurales o reubicación. A medida que avanza la erosión o los cambios internos en la línea costera, la disminución del valor de las propiedades puede reducir aún más la riqueza familiar y limitar el acceso a seguros, crédito y asistencia para la recuperación, prolongando así los plazos de vulnerabilidad y recuperación (FEMA, 2023).

La inseguridad en la vivienda es una preocupación importante asociada a la dinámica costera a largo plazo. La pérdida gradual de terrenos puede hacer que las viviendas sean inseguras o inhabitables, lo que conduce a desplazamientos crónicos en lugar de reubicaciones repentinas por desastres. Los inquilinos son especialmente vulnerables, ya que a menudo tienen un control limitado sobre las decisiones de mitigación y pueden ser desplazados sin suficiente aviso o apoyo para la reubicación a largo plazo. En comunidades con opciones de vivienda asequibles limitadas, la pérdida de viviendas causada por la erosión puede aumentar el hacinamiento, la falta de vivienda o la emigración permanente (FEMA, 2023).

Las personas mayores, las personas con discapacidad y quienes padecen enfermedades crónicas enfrentan riesgos crecientes a medida que la erosión costera

interrumpe el acceso a servicios e infraestructuras esenciales. Las carreteras y redes de transportación erosionadas o inundadas pueden aislar los barrios de instalaciones sanitarias, farmacias, supermercados y servicios sociales. Estas poblaciones también pueden experimentar movilidad limitada o depender de equipos médicos en casa, aumentando su sensibilidad a las interrupciones de infraestructuras asociadas a la erosión (FEMA, 2023).

Las comunidades que dependen de recursos costeros y marinos para su sustento también son socialmente vulnerables a la erosión. Las comunidades pesqueras, pequeñas empresas dependientes del turismo y usuarios de subsistencia pueden experimentar pérdidas económicas a medida que las costas retroceden, las playas se estrechan y el acceso a la infraestructura costera se reduce. Estos impactos pueden provocar pérdida de empleo, reducción de ingresos familiares y estrés económico comunitario, especialmente en entornos rurales e insulares donde la diversificación económica es limitada (USGS, 2023).

4.15.2.4 Recursos naturales y culturales

El aumento de la dinámica costera a largo plazo puede afectar significativamente a los recursos naturales al alterar las líneas costeras, degradar hábitats y alterar procesos ecológicos. A medida que playas, dunas, humedales y manglares se erosionan o quedan permanentemente inundados, los sistemas naturales que proporcionan protección contra tormentas, filtración del agua y hábitats de fauna se reducen o pierden. Estos cambios pueden provocar un declive en la biodiversidad, ya que las especies vegetales y animales pierden áreas críticas de reproducción, alimentación y anidación. La intrusión de agua salada causada por el aumento del nivel del mar también puede degradar los ecosistemas de agua dulce, afectando a las aguas subterráneas, estuarios y bosques costeros. El aumento de la erosión puede movilizar sedimentos y contaminantes, disminuir la calidad del agua y dañar los arrecifes de coral y los lechos de pastos marinos. Con el tiempo, la pérdida de características costeras naturales reduce la resiliencia de los ecosistemas y aumenta la exposición interior a inundaciones e impactos de tormentas. (USGS, 2023)

La dinámica costera a largo plazo también puede suponer graves amenazas para los recursos culturales, especialmente aquellos situados cerca de las costas. Los edificios históricos, yacimientos arqueológicos, cementerios y paisajes culturales pueden dañarse o perderse de forma permanente a medida que las costas retroceden y los suelos se desestabilizan. La erosión gradual puede socavar los cimientos y exponer

artefactos, haciendo que los yacimientos sean vulnerables a la destrucción, el saqueo o la decadencia ambiental. Como estos recursos suelen ser insustituibles, la erosión costera y el aumento del nivel del mar representan no solo una pérdida física, sino también la pérdida de memoria cultural y patrimonio transmitidos de generación en generación. (USGS, 2023).

La dinámica costera a largo plazo podría afectar el Balneario Público Pico de Piedra mediante la pérdida continua de área de playa y depósitos de arena costera, reduciendo el acceso público a espacios recreativos y afectando un importante recurso costero utilizado por residentes y visitantes. Además, la desembocadura del Río Culebrinas, el Caño Madre Vieja, el Río Guayabo y otros cuerpos de agua costeros podrían verse afectados por cambios en la línea de costa. La erosión continua en las áreas costeras adyacentes a la infraestructura de transportación, incluidos tramos de la PR-440 y el Camino Playa, puede acelerar la pérdida de sistemas de playas y dunas, contribuyendo a la reducción de áreas costeras de acceso público y a la degradación de hábitats naturales. Estos impactos pueden afectar negativamente la flora y la fauna costera, disminuir las oportunidades para la recreación y el turismo, y reducir el valor ambiental, cultural y económico de los recursos costeros de Aguada, incluidos los beneficios asociados al acceso público a las playas, la recreación al aire libre y las actividades pesqueras locales.

4.15.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

Como se discute en la sección 4.15.1, se entiende que la dinámica costera a largo plazo contribuye a la pérdida de la línea costera, ya sea debido a la erosión costera o al aumento del nivel medio base del mar. Las acciones específicas de mitigación para hacer frente a las condiciones futuras esperadas se incluirán como parte de la Sección 6.4.

4.16 Pandemia/Epidemia

4.16.1 Descripción (B1-a)

Una epidemia ocurre cuando la incidencia de una enfermedad o evento relacionado con la salud aumenta repentina y significativamente por encima de lo esperado en una comunidad o región específica. Según los CDC, una epidemia representa un aumento repentino de casos respecto a la línea base normal en una población, y los brotes —a menudo usados indistintamente— se refieren a tales eventos en áreas

geográficas más limitadas. (CDC, 2012)

Una pandemia es esencialmente una epidemia que se ha extendido a múltiples países o continentes, afectando a una gran parte de la población mundial. Los CDC la describen como una epidemia con amplia extensión geográfica, mientras que la Organización Mundial de la Salud la define como la transmisión mundial de una nueva enfermedad ante la que las personas generalmente tienen poca o ninguna inmunidad. (CDC, 2012)

Estos términos enfatizan tanto la magnitud de los casos como su distribución geográfica: una epidemia es localizada, pero una pandemia se extiende a través de fronteras internacionales y afecta a los sistemas de salud pública globales. En consecuencia, las estrategias de respuesta a emergencias deben escalar en consecuencia: desde intervenciones regionales dirigidas durante epidemias hasta acciones globales coordinadas en pandemias.

4.16.1.1 Área Afectada (B1-b)

Este LHMP considera que todas las zonas del municipio son igualmente vulnerables al riesgo de pandemia/epidemia.

4.16.1.2 Magnitud de Riesgo (B1-c)

Aunque todos estos acontecimientos pueden provocar pérdida de vidas y alteraciones económicas, para distinguir entre los siguientes términos:

- Epidemia: se refiere a un aumento repentino en el número de casos de enfermedad más allá de lo que normalmente se espera dentro de una población y área geográfica específica.
- Brote: comparte la misma definición que la epidemia, pero normalmente se utiliza para una zona más localizada.
- Clúster: describe un agrupamiento de casos en un lugar y tiempo concretos que parece superar el número esperado, incluso si ese número esperado es desconocido.
- Pandemia: se refiere a una epidemia que se ha extendido por varios países o continentes, afectando generalmente a una gran población. (CDC, 2012)

4.16.1.3 Eventos Pasados (B1-D)

La siguiente tabla que enumera epidemias y pandemias en Puerto Rico ha sido recopilada de diversas fuentes. Esta lista no pretende ser exhaustiva:

Tabla 50. Pandemias y epidemia en Puerto Rico 1855 - 2020

Enfermedad	Fecha	Clasificación	Descripción
Epidemia de cólera	1855 - 1856	Epidemia	Entre 1855 y 1856, Puerto Rico sufrió un gran brote de cólera que se cobró más de 25.820 vidas, representando aproximadamente entre el 4 y el 10% de la población de la isla en ese momento. (Vega Lugo, 2021)
Sarampión y desnutrición	1917 - 1918	Epidemia	Entre 1917 y 1918 se produjo un grave brote de sarampión, que resultó en casi 9.000 casos y aproximadamente 2.000 muertes. La alta mortalidad infantil—el 59% de las muertes en seis meses se producían en niños menores de dos años—se debió a la desnutrición y a las malas condiciones de vida. (Rigau-Pérez & Vallejo - Calzada, 2020)
Gripe Española (pandemia de gripe A/H1N1)	1918 - 1919	Pandemia	Puerto Rico se vio afectado por la pandemia global de gripe A/H1N1, también conocida como gripe española. A partir de junio de 1918, la propagación comunitaria produjo hasta 1.000 casos en cuatro días en zonas como Puerta de Tierra. El diagnóstico erróneo como dengue inicialmente ocultó el verdadero impacto. (Rosario Urrutia, 2021)
Poliomielitis	1960	Epidemia	La epidemia de polio de 1960 en Puerto Rico fue el brote de polio paralizante más grave en el hemisferio occidental en ese momento. Afectó a 68 de los 76 municipios, causando 495 casos de parálisis, principalmente entre niños en edad escolar. (Timothee, Morris, Filiberti, & Mainardi, 1963)
Dengue	2013, 2024	Brote	El dengue es endémico en Puerto Rico,

Enfermedad	Fecha	Clasificación	Descripción
			con brotes significativos que ocurrieron en 2013 y de nuevo en 2024. El brote de 2024 desencadenó una emergencia de salud pública, con 6.291 casos confirmados, una tasa del 4,2% de dengue grave y 11 muertes reportadas (Rodríguez, et al., 2024) (Ware-Gilmore, et al., 2025)
Chikungunya	2014	Epidemia	El primer caso de chikungunya adquirido localmente en Puerto Rico fue confirmado el 5 de mayo de 2014, lo que desencadenó una ampliación de los esfuerzos de vigilancia utilizando la infraestructura del dengue de Puerto Rico. Entre el 5 de mayo y el 12 de agosto de ese año, se notificaron 10.201 casos sospechosos (aproximadamente 282 por cada 100.000 habitantes), de los cuales 1.975 (68%) fueron confirmados en laboratorio. Durante este periodo, también se registraron cuatro muertes. (Sharp, et al., 2014)
Zika	2015 - 2016	Epidemia	El primer caso de Zika de transmisión local en Puerto Rico se notificó en diciembre de 2015. Para abril de 2016, se habían evaluado más de 6.000 casos sospechosos, con 683 casos confirmados. Las mujeres embarazadas y problemas neurológicos relacionados (por ejemplo, síndrome de GuillainBarré) eran motivo de preocupación particular. (Thomas, et al., 2016) (Dirlikov, et al., 2016)
COVID - 19	2020 - 2022	Pandemia	Ver narración más abajo

Pandemia de COVID – 19

Puerto Rico confirmó su primer caso COVID19 —un turista europeo— el 8 de marzo de 2020, lo que llevó al gobernador a declarar el estado de emergencia el 12 de marzo e

implementar medidas tempranas, incluyendo controles aeroportuarios y aislamiento obligatorio, según se detalla en los informes de situación epidémica del Departamento de Salud de Puerto Rico. Para el 6 de abril de 2022, los datos oficiales informaron de 270.485 casos confirmados y 4.171 muertes por COVID-19 en Puerto Rico, según hojas de cálculo y paneles gubernamentales detallados mantenidos por el Departamento de Salud de Puerto Rico. (PRDH, 2022) (COR3, n.d.) (PRDH, 2022) (COR3, n.d.)

El municipio experimentó importantes interrupciones económicas y sociales. Un análisis bayesiano reveló una clara relación causal entre el aumento de las infecciones por COVID-19 y el incremento del desempleo, y estudios de ingeniería de la Universidad de Puerto Rico–Mayagüez estimaron que el desempleo superó el 17%, señalando también el aumento de los costes operativos para las empresas debido al equipamiento de protección individual (EPP) y las medidas de seguridad. (Hernández - Padilla & Méndez-Piñero, 2020)

Investigaciones posteriores en salud pública revelaron consecuencias generalizadas para la salud mental. Un estudio encontró que el 31% de los profesionales sanitarios obtuvieron puntuaciones en el rango de sintomatología depresiva tras el estrés combinado de desastres previos (por ejemplo, huracanes) y la pandemia; otro identificó altos niveles de ansiedad (26,9%) y estrés (69,9%) entre los médicos durante la segunda oleada de COVID19, . (Hernández - Torres, et al., 2023) (Sánchez - Plazas, García - De Jesús, Martínez - González, Amaya - Ardila, & Almodóvar - Rivera, 2024)

4.16.1.4 Probabilidad de Eventos Futuros (B1-e)

La susceptibilidad de Puerto Rico a futuras pandemias o epidemias queda subrayada por su clima subtropical, distribución poblacional e infraestructura sanitaria. Un modelo de preparación para emergencias desarrollado por la universidad —encargado por el Departamento de Salud de Puerto Rico— simuló pandemias de gripe y demostró cómo las variaciones en transmisibilidad de enfermedades, capacidad sanitaria y esfuerzos de mitigación pueden influir significativamente en las trayectorias de los brotes y en la probabilidad de sobrecarga del sistema sanitario. Además, el Programa de Preparación Hospitalaria (HPP) del Departamento de Salud y Servicios Humanos de EE. UU. en Puerto Rico opera bajo la supervisión del Subsecretario de Preparación y Respuesta, con coaliciones coordinadas de atención sanitaria y sistemas especiales de patógenos diseñados explícitamente para reducir el riesgo pandémico fortaleciendo la capacidad ante el aumento de la capacidad de represión y el control de infecciones. Estos esfuerzos combinados reflejan un

reconocimiento basado en datos de que, sin una inversión sostenida en infraestructura de salud pública y modelado de preparación, Puerto Rico sigue teniendo una probabilidad elevada de experimentar otra epidemia o pandemia (Hirsh & Centeno - Marín, 2015) (ASPR, n.d.)

4.16.2 Análisis de Riesgos (B2-a, B2-b)

4.16.2.1 Pérdidas Estimadas

La pandemia de COVID19 provocó una mortalidad significativa en todo Puerto Rico, subrayando la importancia de los riesgos para la salud pública en la planificación local de mitigación. Los datos oficiales del Departamento de Salud de Puerto Rico indican que la mortalidad COVID19 se rastrea a través de un sistema de vigilancia epidemiológica que recopila datos de certificados de defunción e investigaciones de casos, y que se pone a disposición pública a través de portales de datos gubernamentales. A nivel territorial, miles de muertes se han atribuido a COVID19 desde 2020, según se informan en conjuntos de datos oficiales y resúmenes federales. Sin embargo, los totales acumulados de mortalidad para municipios individuales, incluida Aguada, no se publican de forma consistente como cifras estáticas únicas en los informes oficiales. En su lugar, los recuentos de muertes a nivel municipal deben obtenerse consultando conjuntos de datos descargables proporcionados por el Departamento de Salud de Puerto Rico, que permiten a los usuarios filtrar los resultados por municipio.

Estos conjuntos de datos se consideran provisionales y están sujetos a retrasos en la notificación y validación continua de los registros de defunciones, según reconocen las autoridades sanitarias públicas. En consecuencia, aunque la mortalidad COVID19 específica de Aguada no se registró como cifra fija publicada. Con base en los datos disponibles actualmente, no se puede determinar de forma fiable el número total de muertes relacionadas con la COVID-19 en Aguada.

4.16.2.2 Líneas Vitales e Infraestructura Crítica

En caso de pandemia o epidemia, la línea vital más afectada suele ser la línea vital de atención sanitaria y medicamentos. Durante brotes generalizados de enfermedades, hospitales, clínicas y otros centros sanitarios suelen enfrentarse a una demanda abrumadora de servicios. Los aumentos en el volumen de pacientes pueden superar la capacidad del sistema, lo que provoca escasez de equipos de

protección personal (EPP), dispositivos médicos críticos (como ventiladores durante la COVID-19), camas hospitalarias y personal médico cualificado. A medida que los recursos se redirigen para abordar la emergencia inmediata de salud pública, los servicios médicos no urgentes e incluso algunos esenciales no relacionados pueden posponerse o retrasarse. Además, los sistemas de gestión de la mortalidad —incluidos morgues, servicios funerarios y procesamiento de registros vitales— pueden sufrir una gran presión durante periodos de altas tasas de mortalidad.

Sin embargo, otras líneas vitales pueden verse afectadas, como la Línea de Alimentación, Hidratación y Refugio, debido al aumento de la inseguridad alimentaria por el desempleo y los cierres económicos o la reducción de refugios por requisitos de control de infecciones. Las Líneas de Seguridad y Protección pueden verse afectadas por un alto ausentismo debido a enfermedades, cuarentena o responsabilidades de cuidado, y un aumento de los niveles de estrés y agotamiento entre los primeros intervinientes y los agentes de la ley.

Otras líneas vitales e infraestructuras críticas pueden verse afectadas por el aumento de la demanda, como el aumento de la demanda residencial de agua) o la falta de personal capacitado para mantener las operaciones existentes.

4.16.2.3 Vulnerabilidad Social

Por este peligro, toda la población de Aguada se considera potencialmente vulnerable. Sin embargo, el acceso a los servicios sanitarios es un factor importante que influye en la capacidad de una persona para prevenir, responder y recuperarse de eventos pandémicos o epidémicos. Según la Encuesta Comunitaria Americana (ACS) 2019-2023, los residentes sin seguro están presentes en todas las cohortes de edad en Aguada, lo que indica que los desafíos de acceso a la atención sanitaria pueden afectar a múltiples segmentos de la población. Como se muestra en la Tabla 51, el mayor número de personas sin seguro se encuentra entre los residentes de 26 a 34 años (±343 personas), seguidos por aquellos de 35 a 44 años (±272 personas) y de 55 a 64 años (±180 personas). Estos grupos de edad pueden ser más vulnerables socialmente durante una pandemia o epidemia porque la cobertura sanitaria limitada puede crear barreras para obtener atención preventiva, tratamiento médico y otros servicios de salud esenciales durante una emergencia de salud pública. Más información sobre vulnerabilidad social puede encontrarse en la Sección 3.4.

Tabla 51. Número de personas sin cobertura sanitaria Aguada

Cohorte de edad	Número de personas sin seguro
Menos de 6 años	±30
De 6 a 18 años	±29
De 19 a 25 años	±91
De 26 a 34 años	±343
De 35 a 44 años	±272
45 a 54 años	±124
De 55 a 64 años	±180
65 a 75 años	±100
75 años o más	±36

4.16.2.4 Recursos Naturales y Culturales

La literatura científica muestra que la pandemia de COVID-19 produjo resultados medioambientales mixtos. Aunque los confinamientos temporales inicialmente llevaron a mejoras a corto plazo en la calidad del aire y a reducciones en las emisiones de gases de efecto invernadero en muchas regiones, la evidencia más amplia sugiere que la pandemia también generó impactos ambientales negativos significativos.

Estos impactos incluyeron un aumento de la contaminación por el uso generalizado de equipos de protección personal, deforestación, caza furtiva y tala ilegales, sobrepesca y interrupciones en programas y proyectos de conservación. Los hallazgos también señalan que la propagación de las pandemias puede intensificarse por la contaminación ambiental y el rápido crecimiento de la población mundial. (Muche, Yemata, Molla, Muasya, & Tsegay, 2022) (Guo & Lee, 2021)

Al mismo tiempo, a pesar de estos impactos adversos, el periodo de reducción de la actividad humana—a menudo denominado como el *Antropausia*—también produjo varios efectos positivos sobre los recursos naturales. Estos incluyeron reducciones a corto plazo de contaminantes del aire interior y exterior, incluyendo el $PM_{2.5}$, $PM_{10}NO_2$, SO_2, CO y CO_2, así como una disminución de la contaminación acústica por barcos, embarcaciones, vehículos y aeronaves. En conjunto, estos cambios beneficiaron a los ecosistemas acuáticos y a la calidad del agua, influyeron en el comportamiento de las aves, apoyaron la biodiversidad de la fauna y contribuyeron a la recuperación temporal de los ecosistemas. (Muche, Yemata, Molla, Muasya, & Tsegay, 2022)

En lo que respecta a los sitios culturales y patrimoniales, un informe de la UNESCO señala que la crisis ha producido efectos tanto negativos como positivos en diferentes tipos de propiedades Patrimonio de la Humanidad. El cese repentino de los viajes y el turismo interrumpió el flujo de visitantes y eliminó una fuente crítica de ingresos para muchos sitios, donde los ingresos turísticos son esenciales para apoyar actividades de conservación, mantenimiento rutinario y salarios del personal. Las comunidades locales que rodean estas propiedades se vieron afectadas de forma similar, con una pérdida generalizada de empleo e ingresos. (UNESCO, 2021)

Por el contrario, en algunos casos, el menor nivel de actividad humana permitió que los esfuerzos de rehabilitación y restauración avanzaran de forma más eficiente, mientras que las presiones antropogénicas se redujeron temporalmente en muchas áreas naturales. Este contraste pone de relieve los diversos y desiguales impactos de la crisis en las propiedades Patrimonio de la Humanidad. Al mismo tiempo, destaca oportunidades para aprovechar los beneficios medioambientales observados durante periodos de actividad reducido, al tiempo que se impulsan investigaciones específicas, estrategias de turismo sostenible y planificación de recuperación a largo plazo. (Guo & Lee, 2021) (Guibert & Hyde, 2021) (UNESCO, 2021)

4.16.2.5 Condiciones Futuras (E1-a)

Puerto Rico se enfrenta a condiciones estructurales y ambientales que aumentan su exposición y vulnerabilidad a futuras pandemias en comparación con muchas localidades del continente estadounidense. Como isla tropical con alta densidad de población en corredores urbanos, frecuentes viajes internacionales y condiciones climáticas favorables a vectores y patógenos, Puerto Rico es especialmente susceptible a enfermedades infecciosas emergentes y reemergentes, especialmente aquellas con orígenes zoonóticos o vectoriales. El CDC y investigaciones revisadas por pares documentan la transmisión continua de enfermedades como el dengue y brotes previos de Zika y Chikungunya, demostrando la exposición continua de la isla a patógenos con potencial de brote y epidemia. Esta exposición se mantiene independientemente del patrón de desarrollo del municipio.

4.17 Priorización de riesgos

Tras recibir comentarios del público y de las partes interesadas (véase las Secciones 2.6-2.7), junto con su propia experiencia, el comité de planificación ha determinado

que la siguiente es la priorización del riesgo discutido en este LHMP.

Tabla 52. Priorización de riesgos

Hazard	Prioridad
Terremoto	Prioridad Media
Deslizamiento de tierra	Alta Prioridad
Tsunami	Prioridad Media
Inundaciones	Alta Prioridad
Ciclones tropicales/Vientos extremos	Alta Prioridad
Marejada ciclónica	Baja prioridad
Calor extremo	Prioridad Media
Sequía	Alta Prioridad
Incendios forestales	Prioridad Media
Dinámica costera a largo plazo	Alta Prioridad
Pandemias	Prioridad Media

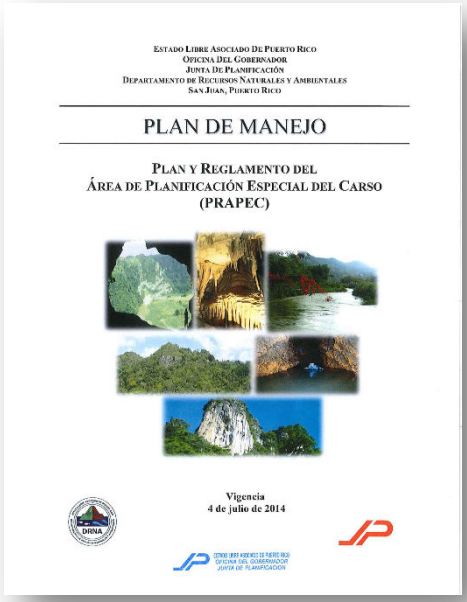
4.18 Mecanismo de planificación

Comprender y reconocer las capacidades regulatorias y de planificación permite una gestión más eficaz del uso del suelo y del crecimiento económico. Estas capacidades consisten en los marcos legales y disposiciones de política pública que influyen en el uso del suelo para guiar el desarrollo sostenible, al tiempo que apoyan acciones que mitiguen la vulnerabilidad de las comunidades y sus recursos ante los riesgos naturales.

Además de las Políticas Públicas ya discutidas en la Sección 1.1, a continuación, se presenta una lista en orden cronológico de los mecanismos regulatorios y de planificación disponibles para el municipio para la implementación de este LHMP.

4.18.1 Plan y Reglamento de Áreas Especiales de Planificación Kárstica (PRAPEC, por su acrónimo español) – 2014)

Figura 34. Portada de PRAPEC



En cumplimiento de la Ley 292-1999, este plan y reglamento establecen dos distritos superpuestos en las zonas kársticas de Puerto Rico. El distrito superpuesto del Área Especial de Planificación Kárstica Restringida (APE-RC) tiene como objetivo proteger las tierras dentro del Área Kárstica Restringida. De acuerdo con la Ley 292-1999, las tierras bajo este distrito no pueden utilizarse para la extracción de materiales de la corteza terrestre, salvo en casos en los que tales actividades ya hayan sido reconocidas por las autoridades competentes en el momento de la adopción de PRAPEC. Además, la APE-RC impone otras restricciones, como prohibiciones de subdivisión en ciertos distritos subyacentes.

Por otro lado, el Área Especial de Planificación para la Zona Kárstica (APE-ZC) incluye terrenos dentro de la fisiografía kárstica que no forman parte de la APE-RC. Su propósito es permitir la extracción de materiales de la corteza terrestre con fines comerciales bajo condiciones adecuadas, en áreas de la zona kárstica que no forman parte de la APE-RC, y abordar tierras que, aunque forman parte de la fisiografía kárstica, no están incluidas en el área restringida.

4.18.2 Reglamento Conjunto Para La Evaluación Y Expedición De Permisos Relacionados Al Desarrollo, Uso Del Terreno Y La Operación de Negocios (2023)

El Reglamento Conjunto para la Evaluación y Expedición de Permisos Relacionados con el Desarrollo, el Uso del Terreno y la Operación de Negocios (*Reglamento Conjunto* en español) es un instrumento reglamentario creado por la Junta de Planificación en

cumplimiento de la Ley no. 161, como enmendado. Su principal propósito es regular el uso del suelo, la planificación territorial y la concesión de permisos relacionados con el desarrollo, la construcción y las operaciones empresariales dentro de un marco uniforme y centralizado. El Reglamento Conjunto tiene como objetivo armonizar la política pública sobre la planificación del uso del suelo con los principios del desarrollo sostenible, buscando un equilibrio entre el crecimiento económico, la protección ambiental y el bienestar social. Este Reglamento establece las normas para clasificar el suelo, definir distritos de zonificación, regular la zonificación y determinar los usos permitidos en cada categoría. Además, establece los procedimientos para evaluar proyectos, emitir permisos y supervisar el cumplimiento de las disposiciones aplicables. Su propósito es proporcionar un marco regulatorio uniforme para la evaluación y emisión de permisos, garantizar el uso adecuado del suelo, proteger los recursos naturales y facilitar el desarrollo económico bajo criterios de competitividad y sostenibilidad, integrando la planificación con la gestión de permisos.

Figura 35. Portada del Reglamento Conjunto



De particular importancia en el Reglamento Conjunto es el distrito de zonificación *Distrito de Riesgo para Espacios Abiertos* – Espacio Abierto (RE-A).[11] El distrito de zonificación RE-A se establece para identificar tierras designadas como espacios abiertos conforme a las regulaciones federales (44 CFR Parte 80) u otro programa federal, debido a la presencia de una condición de riesgo derivada de un evento natural. Estos espacios pueden incluir, pero no se limitan a, inundaciones severas y deslizamientos de tierra. Existen condiciones en estas áreas que son desfavorables o perjudiciales para la salud, la seguridad o el bienestar general, y puede existir riesgo de pérdida de vidas y de propiedad. Las tierras dentro de este distrito pueden ser susceptibles a uno o más de los peligros identificados.

El propósito del distrito es preservar la condición de espacios abiertos establecida de forma perpetua por regulación federal, que el gobierno o la comunidad deben

[11] Reglamento Conjunto Regla 6.1.30

mantener, con el objetivo de proteger la salud, la vida y la propiedad; prevenir pérdidas graves y el uso repetitivo de las propiedades afectadas; reducir la inversión de fondos públicos y federales en mitigación; y limitar los esfuerzos de rescate, entre otros objetivos.

4.18.3 Reglamento de Áreas Especiales de Riesgos de Inundación (2021)

El reglamento de 2021 fue adoptado por la Junta de Planificación de Puerto Rico bajo su autoridad de la Ley Pública Nº 75 de 1975 y la Ley Pública Nº 3 de 1961 para controlar el desarrollo en zonas propensas a inundaciones. Alinea los requisitos de gestión de llanuras de inundación de Puerto Rico con los estándares mínimos del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP), administrado por FEMA. El reglamento establece criterios actualizados para construcción, uso del suelo y desarrollo dentro de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (SFHAs), incluyendo requisitos como elevar estructuras por encima de la Elevación Base de Inundación y presentar certificaciones técnicas. Se aplica a nuevas construcciones, mejoras sustanciales y cambios en el uso del suelo en zonas designadas como AE y VE, utilizando los Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRMs) y los Estudios de Seguro contra Inundaciones (FIS) de FEMA para la identificación de zonas. La revisión aclara y amplía las disposiciones regulatorias para mejorar la seguridad pública y prevenir desarrollos dañinos en áreas de alto riesgo.

4.18.4 Código de Construcción de Puerto Rico

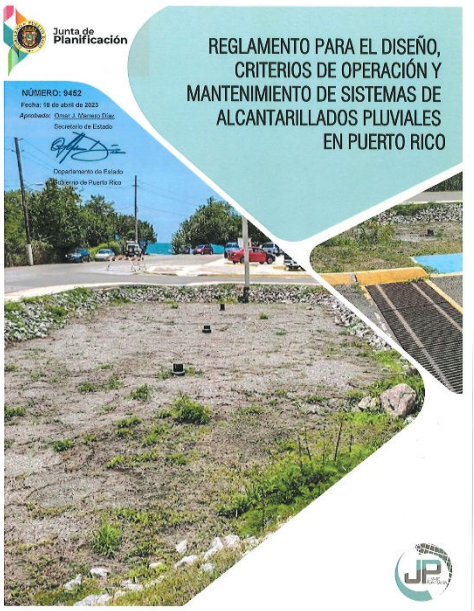
El Código de Construcción de Puerto Rico establece requisitos mínimos para el diseño, construcción, modificación y mantenimiento de edificios para garantizar la seguridad, salud y bienestar del público. Se deriva de códigos modelo reconocidos a nivel nacional e internacional y se actualiza periódicamente para incorporar mejoras en las prácticas constructivas y lecciones aprendidas de eventos de peligro pasados. El código incluye disposiciones que abordan la seguridad estructural, la protección contra incendios, la accesibilidad, la conservación de energía y la resistencia a riesgos naturales como terremotos, huracanes, inundaciones y vientos fuertes. El cumplimiento del Código de Construcción es obligatorio para todas las nuevas construcciones y renovaciones sustanciales en todo Puerto Rico. La aplicación se realiza mediante permisos locales, revisión de planificación e inspección para verificar el cumplimiento de las normas establecidas. En general, el Código de Construcción de Puerto Rico es un instrumento clave para promover un desarrollo

resiliente, seguro y sostenible en toda la isla.

4.18.5 Regulación para el diseño, criterios de operación y mantenimiento de sistemas de aguas pluviales en Puerto Rico

Adoptado en 2023 como Reglamento de Planificación nº 40, este reglamento actualiza y reemplaza los anticuados estándares de 1975 de la isla para abordar las prácticas de ingeniería actuales, consideraciones medioambientales y el aumento del riesgo de inundaciones. El reglamento está diseñado para proporcionar a promotores, ingenieros, contratistas y municipios criterios técnicos modernos para diseñar, operar y mantener sistemas públicos y privados de aguas pluviales, incorporando conocimientos científicos actualizados y metodologías necesarias para gestionar la infraestructura pluvial en las condiciones actuales. Sus objetivos incluyen minimizar los daños relacionados con inundaciones, mejorar la captura y gestión de la escorrentía, reducir los impactos en los recursos hídricos y ecosistemas, y apoyar un desarrollo comunitario más seguro y resiliente. El reglamento integra principios de gestión de riesgos y se alinea con las políticas de adaptación climática de Puerto Rico, requiriendo consideración de inundaciones urbanas, hidrología kárstica, prácticas de desarrollo de bajo impacto y estructuras de control de aguas pluviales como sistemas de retención y retención. También establece consideraciones mínimas de diseño para todos los proyectos de desarrollo de suelo y proporciona un marco integral para planificar, monitorizar y mantener sistemas de aguas pluviales en toda la isla.

Figura 36. Portada del Plan de Uso del Suelo de Aguada



4.18.6 Plan Territorial de Aguada (2024)

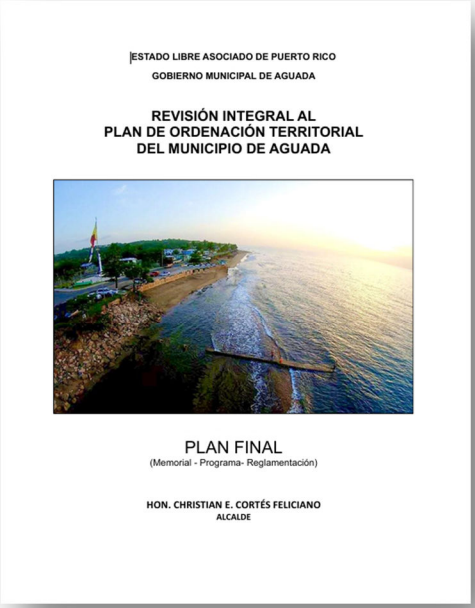
Según lo establecido por el Código Municipal de Puerto Rico, el Municipio de Aguada adoptó un Plan Territorial actualizado (Plan de Ordenación Territorial, POT) en diciembre de 2024. El POT es un instrumento estratégico e integral de planificación del uso del suelo que guía las decisiones futuras de crecimiento, desarrollo, conservación

e infraestructura en todo el municipio. El plan establece políticas, objetivos y estrategias de implementación para apoyar el desarrollo físico, ambiental y socioeconómico a largo plazo de Aguada.

El Plan Territorial 2024 se desarrolló para:

- Incorporar políticas, estrategias y recomendaciones de planificación adoptadas por la Junta de Planificación de Puerto Rico desde la anterior actualización del Plan Territorial.
- Integrar la legislación aplicable, regulaciones y actualizaciones de políticas públicas que afecten al uso del suelo y la planificación municipal.
- Evaluar las tendencias demográficas, económicas, de vivienda y de desarrollo del suelo actuales dentro del municipio.
- Abordar las lecciones aprendidas y las consideraciones de planificación asociadas con los huracanes Irma y María y otros peligros naturales que afectan a Puerto Rico.
- Incorporar los principios de mitigación de riesgos, adaptación climática y resiliencia comunitaria en las futuras decisiones de planificación y desarrollo.
- Apoyar la visión del municipio para el crecimiento sostenible, la gestión ambiental, el desarrollo económico y la calidad de vida.
- Establecer políticas actualizadas de uso del suelo y estrategias de desarrollo que reflejen las condiciones actuales y anticipen las necesidades futuras.

Figura 37. Portada del Plan de Uso del Suelo de Aguada



4.18.7 Plan de Operaciones de Emergencia de Aguada

Este Plan de Operaciones de Emergencia (EOP) describe cómo se estructuran las operaciones de emergencia a través del Sistema de Mando de Incidentes, permitiendo un mando unificado y una asignación eficiente de recursos. Detalla los niveles de activación del Centro Municipal de Operaciones de Emergencia, que escalan desde la monitorización rutinaria hasta la respuesta completa multiagencia

a desastres. El municipio destaca la importancia de la colaboración interinstitucional, incluyendo la coordinación con agencias estatales y federales cuando se superan las capacidades locales. La implicación comunitaria, la información pública y el apoyo a poblaciones vulnerables —como personas con discapacidad, niños y ancianos— son componentes esenciales integrados en todas las fases de la gestión de emergencias. Además, el plan incorpora estrategias de recuperación a largo plazo, haciendo hincapié en evaluaciones de daños, restauración de servicios críticos y alineación con los procesos federales de asistencia. En definitiva, presenta un enfoque estructurado y centrado en la comunidad para garantizar que Aguada pueda responder, resistir y recuperarse de una amplia gama de emergencias.

4.18.8 Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones

El Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones entra en la categoría de mecanismos de planificación, ya que impone ciertos requisitos de gestión de las zonas inundables. FEMA proporciona seguro contra inundaciones a comunidades que siguen los criterios del NFIP. Esto incluye adoptar y hacer cumplir prácticas de gestión de las zonas inundables que promuevan un desarrollo adecuado en estas zonas propensas a inundaciones.

El Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias permite a propietarios, empresarios e inquilinos de comunidades participantes en NFIP contratar un seguro contra inundaciones respaldado por el gobierno federal. Este seguro proporciona asistencia para ayudar a cubrir los costes de reparación de los daños causados por las inundaciones a edificios y su contenido. Este es un programa de seguro creado para ayudar a propietarios, inquilinos y empresas a recuperarse más fácilmente y a menor coste. Asimismo, el programa tiene como objetivo reducir el impacto de las inundaciones tanto en estructuras públicas como privadas. Estos esfuerzos ayudan a mitigar los efectos de las inundaciones en estructuras nuevas y mejoradas dentro de cada comunidad.

El NFIP tiene varios componentes, entre ellos:

- Gestión de llanuras de inundación para la cual la comunidad debe adoptar y hacer cumplir medidas para gestionar tierras propensas a inundaciones conforme a las normativas NFIP;
- la preparación de Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRMs); y
- Seguro contra inundaciones.

El Municipio de Aguada dispone de una colección de mapas FIRM que pueden consultarse para determinar si su propiedad se encuentra en una zona de alto riesgo o en una zona de bajo a moderado riesgo. Los FIRM se refieren al mapa oficial desarrollado y aprobado por FEMA y adoptado por la Junta de Planificación de Puerto Rico para designar áreas en riesgo de una inundación de 100 años (o un 1% de probabilidad anual de ocurrencia). Además, estos mapas sirven como herramienta para gestionar áreas especiales debido a su susceptibilidad a eventos de inundación.

Mientras que el Programa Escribe Tu Propio Programa (WYO) comenzó en 1983 como una asociación entre compañías de seguros y FEMA. Este acuerdo permite a las compañías de seguros de propiedad y responsabilidad civil suscribir y administrar pólizas federales de seguro contra inundaciones a nombre de su propia empresa. Una característica clave de este tipo de póliza es que todas las compañías que participan en el programa WYO ofrecen la misma cobertura, y sus tarifas deben cumplir con las normas y regulaciones del NFIP.

Las comunidades, por su parte, adoptan y exigen el cumplimiento de los estándares mínimos del NFIP para construcción y desarrollo en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación designadas. Sin embargo, muchas comunidades buscan lograr un nivel más alto de seguridad y protección para sus residentes más allá de los estándares mínimos del NFIP. Para ello, las comunidades tienen la opción de participar en el Sistema de Calificación Comunitaria (CRS) del NFIP, que les permite obtener reducciones en las primas del seguro contra inundaciones.

Esto se debe a que el CRS reconoce esfuerzos comunitarios adicionales para: 1) reducir los daños por inundación a las propiedades asegurables; 2) fortalecer y apoyar las disposiciones de seguro NFIP; y 3) fomentar un enfoque integral para la gestión de las zonas inundables. Estos esfuerzos adicionales proporcionan a los residentes mayor seguridad, reducen los daños materiales, mejoran la resiliencia comunitaria y promueven una mejor calidad de vida. La participación del municipio en el NFIP se discutirá en la Sección 6.5.

4.18.9 Sistema Nacional de Eliminación de Vertidos de Contaminantes (NPDES)

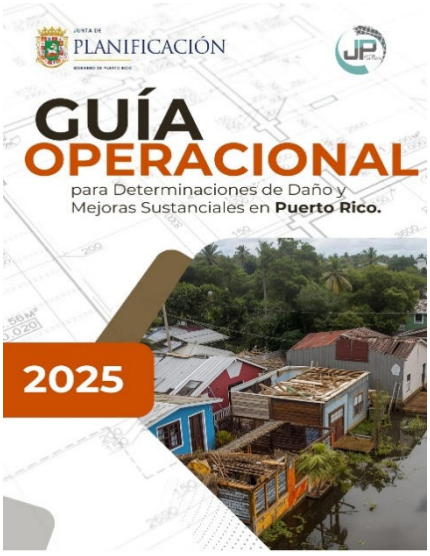
El NPDES es un programa autorizado bajo la Ley de Agua Limpia de los Estados Unidos y administrado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA). Este programa requiere

que los Sistemas Municipales Separados de Alcantarillado Pluvial (MS4) obtengan un permiso para la descarga de aguas pluviales en cuerpos de agua. En el caso de Puerto Rico, la EPA emitió un permiso general en 2016, bajo el cual los municipios pueden obtener cobertura presentando un Aviso de Intención (NOI) y adoptando un Programa de Gestión de Aguas Pluviales (SWMP). Si alguna de las medidas de mitigación enumeradas en la Sección 6.5 modifica la NOI o el SWMP, serán debidamente modificadas.

4.18.10 Directrices operativas para determinar daños y mejoras sustanciales en Puerto Rico (2025)

El Administrador de Zonas Inundables o la Comunidad Participante podrá revisar, requerir y auditar permisos conforme a las disposiciones de la Ley Núm 3 del 27 de septiembre de 1961, conocida como la "Ley de Control de Edificios en Llanura de Inundación"; la Ley Núm 75, la "Ley Orgánica de la Junta de Planificación de Puerto Rico"; la Ley Núm 161 de 1 de diciembre de 2009, con su enmienda, la "Ley de Reforma del Proceso de Permisos de Puerto Rico"; y la Ley Nú38 de 30 de junio de 2017, la "Ley Uniforme de Procedimiento Administrativo del Gobierno", enmendada y en cumplimiento con las regulaciones del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA), Título 44 del Código de Regulaciones Federales (CFR), Parte 60.3 [d, e y Subparte B], y sus secciones relacionadas.

Figura 38. Portada de la Guía Operacional para la Determinación de Daños y Mejoras Sustanciales en Puerto Rico



A partir de la fecha de vigencia de esta guía, será necesaria una evaluación de daños sustanciales o mejoras sustanciales como parte de los requisitos de permisos en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación. El Administrador de Zonas Inundables exigirá que tanto nuevas estructuras como mejoras sustanciales se construyan de manera que minimice o prevenga daños durante una inundación regulatoria.

4.18.11 Infraestructura Verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza

La Sección 502 de la Ley de Agua Limpia de los Estados Unidos define la infraestructura verde como el conjunto de medidas que utilizan sistemas de plantas o suelos, pavimento permeable u otras superficies o sustratos permeables, captación y reutilización de aguas pluviales, o paisajismo para almacenar, infiltrar o evapotranspirar aguas pluviales y reducir los caudales a sistemas de alcantarillado o aguas superficiales.

La infraestructura verde es un enfoque rentable y resiliente para gestionar los impactos del clima húmedo que aporta muchos beneficios a la comunidad. Mientras que la infraestructura convencional de aguas pluviales grises de un solo propósito (como los sistemas de drenaje de tuberías y tratamiento de agua) está diseñada para alejar las aguas pluviales urbanas del entorno construido, la infraestructura verde reduce y trata las aguas pluviales en su origen, proporcionando beneficios ambientales, sociales y económicos.

La escorrentía pluvial es una causa principal de contaminación del agua en las zonas urbanas. Cuando llueve en tejados, calles y aparcamientos en ciudades y suburbios, el agua no puede absorber el suelo como lo haría de forma natural. En su lugar, las aguas pluviales drenan a través de canaletas, alcantarillados pluviales y otros sistemas de recogida y se vierten en cuerpos de agua cercanos. Esta escorrentía transporta basura, bacterias, metales pesados y otros contaminantes del paisaje urbano. Los caudales más altos causados por lluvias intensas también pueden causar erosión e inundaciones en los arroyos urbanos, dañando el medio ambiente, las propiedades y las infraestructuras.

Cuando la lluvia cae en áreas naturales no desarrolladas, el agua es absorbida y filtrada por el suelo y la vegetación. La escorrentía pluvial es más limpia y menos problemática. La infraestructura verde utiliza la vegetación, los 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 una red de áreas naturales que proporcionan hábitat, protección contra inundaciones, aire más limpio y agua más limpia. A escala vecinal, desarrollo o sector, gestionar los sistemas de aguas pluviales de manera que imite procesos naturales ayuda a absorber y almacenar escorrentía que de otro modo podría causar inundaciones localizadas (EPA, 2019).

Algunas medidas de infraestructura verde que pueden considerarse para mitigar los problemas de inundaciones incluyen:

- Captación de agua de lluvia
- Jardines de lluvia (bio-retención/bio-infiltración)
- Jardines urbanos de lluvia ("jardineras")
- Bioswales o zanjas de infiltración
- Siembra de vetiver
- Pavimentos porosos
- Calles verdes
- Aparcamientos verdes
- Tejados verdes
- Conservación de la tierra
- Creación o mantenimiento del dosel arbóreo urbano
- Restauración de humedales
- Rehabilitación de zonas ribereñas
- Restauración de dunas de arena, entre otros.

El Municipio considerará medidas de infraestructuras verdes al desarrollar o defender medidas de control de inundaciones con el gobierno estatal o federal. Además del control de inundaciones, la infraestructura verde ofrece beneficios como la mejora de la calidad del agua, el suministro de agua, la reducción de costes de gestión de aguas pluviales (públicas y privadas), la mejora de la calidad del hábitat, el aumento de espacios para la recreación y la actividad física, la creación de empleo en el mantenimiento de áreas naturales y el aumento del valor de las propiedades (EPA, 2019).

4.18.12 Programa de Inversión de Cuatro Años

El Programa de Inversiones a Cuatro Años 2022–2023 a 2025–2026 (en adelante, la PICA) es un instrumento de planificación a corto y mediano plazo diseñado para guiar, coordinar y dirigir las inversiones públicas durante el periodo que abarca. A través de este instrumento, la Junta de Planificación integra los esfuerzos de diversas entidades gubernamentales destinadas a mejorar la calidad de vida del pueblo de Puerto Rico, en línea con las políticas públicas establecidas.

El Marco de Referencia para el Programa de Inversiones a Cuatro Años para el periodo 2022–2023 a 2025–2026 guía a las agencias y corporaciones públicas en la

preparación de sus programas de inversión y mejora de capital. El marco incluye un perfil demográfico y socioeconómico de Puerto Rico en su conjunto y por organización regional, un diagnóstico del desempeño reciente de la economía e información sobre los patrones de desarrollo y los proyectos prioritarios para el competitivo Puerto Rico al que aspiran todos.

El documento completo de PICA para el periodo 2022–2023 a 2025–2026 incorpora toda la información sobre proyectos de mejora de capital que serán llevados a cabo por entidades gubernamentales. Incluye un análisis detallado de la distribución de recursos recomendados por áreas de programa y el origen de esos recursos. Este análisis es el resultado de un proceso de integración diseñado para guiar las recomendaciones presupuestarias formuladas por la Oficina de Gestión y Presupuesto respecto al Programa Anual de Mejoras de Capital incluido en el presupuesto de Puerto Rico.

Este programa sirve como herramienta de planificación a corto y medio plazo para guiar, coordinar y dirigir inversiones públicas durante su periodo de efectividad. Utiliza el perfil demográfico y socioeconómico de Puerto Rico, junto con un análisis regional establecido por la Junta de Planificación (JP, 2022).

En lo que respecta al Plan de Mitigación de Riesgos del municipio, el PICA se utiliza para integrar información sobre el desempeño actual de la economía de Puerto Rico, incluyendo datos sobre deuda pública y tendencias de desarrollo, así como proyectos designados como prioridades para su implementación en la isla. Dentro de este marco, el PICA proporciona a los municipios información de entidades gubernamentales sobre las asignaciones de fondos e inversiones en mejoras de las que son responsables implementar, que contribuyen a los esfuerzos municipales para mitigar los riesgos naturales.

Como parte de los proyectos que influyen en todas las Áreas Funcionales de Puerto Rico, se incluye la revisión de los Planes de Mitigación municipales. La Junta de Planificación fue designada por el Representante Autorizado del Gobierno (GAR) como la agencia responsable de revisar y desarrollar los Planes de Mitigación de Riesgos en coordinación con los 78 municipios[12].

[12] La función GAR está actualmente en manos de COR3

5. Capacidades municipales

5.1 Capacidades Regulatorias y de Planificación (C1-a)

Comprender y reconocer las capacidades regulatorias y de planificación permite una gestión más eficaz del uso del suelo y del crecimiento económico. Estas capacidades consisten en los marcos legales y disposiciones de política pública que influyen en el uso del suelo para guiar el desarrollo sostenible, al tiempo que apoyan acciones que mitiguen la vulnerabilidad de las comunidades y sus recursos ante los riesgos naturales.

5.2 Capacidades Técnicas y Administrativas (C1-a)

El Municipio de cuenta con un buen personal para implementar este LHMP. El Municipio cuenta con una oficina de planificación. Una copia de este organigrama municipal puede encontrarse como parte del Apéndice E. Aguada

La Tabla 53 muestra la capacidad técnica y administrativa del municipio

Tabla 53. Recursos Técnicos y Administrativos Municipales

Equipo de Personal / Recursos	Sí	No	Cargos futuros	Departamento o Agencia	Oportunidades para integrarse en LHMP	Comentarios
Planificadores con experiencia en uso del suelo y mitigación	x		N/A	N/A	N/A	Actualmente, el municipio cuenta con un departamento de planificación. Cualquier asunto relacionado con la planificación se resuelve a través de la oficina de planificación.

Equipo de Personal / Recursos	Sí	No	Cargos futuros	Departamento o Agencia	Oportunidades para integrarse en LHMP	Comentarios
Ingenieros o profesionales formados en prácticas de construcción relacionadas con edificios e infraestructuras		X	A través de servicios contractuales si es necesario	N/A	N/A	Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. Si surge la necesidad, este puesto será ocupado por servicios profesionales externos.
Planificadores o ingenieros con un amplio conocimiento de los peligros naturales		X	A través de servicios contractuales si es necesario	N/A	N/A	Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. Si surge la necesidad, este puesto será ocupado por servicios profesionales externos.
Gestor de Emergencias	X		N/A	Oficina Municipal de Gestión de Emergencias, Departamento de Seguridad Pública	El LHMP puede utilizarse para actualizar el EOP	Ninguno

Equipo de Personal / Recursos	Sí	No	Cargos futuros	Departamento o Agencia	Oportunidades para integrarse en LHMP	Comentarios
Científicos familiarizados con los peligros naturales		X	A través de servicios contractuales si es necesario	Universidad de Puerto Rico, Red Sísmica de Puerto Rico, otras universidades en Puerto Rico		Actualmente, el municipio no cuenta con este personal. Si surge la necesidad, este puesto será ocupado por servicios profesionales externos.
Personal con experiencia o formación sobre las vulnerabilidades y peligros naturales que afectan a la comunidad	X		Representante de la comunidad	N/A	N/A	
Personal de desarrollo de recursos o redactores de subvenciones		X	Director de Programas Federales Municipales	Oficina Municipal de Programas Federales	Este personal puede redactar y administrar subvenciones para cubrir las estrategias de mitigación mencionadas a continuación.	N/A

5.3 Capacidad financiera (C1-a)

El Municipio tiene experiencia en la administración de fondos federales de diversas fuentes y mantiene una oficina dedicada responsable de la administración y supervisión de programas financiados federalmente.

5.3.1 Fuentes de financiación de FEMA

Para proyectos de mitigación de riesgos, el municipio ha identificado las siguientes fuentes de financiación administradas por FEMA de las que podría beneficiarse.

Ley Stafford - Sección 404

La Sección 404 se refiere a la Sección 404 de la Ley Robert T. Stafford de Ayuda en Desastres y Asistencia de Emergencia, que autoriza el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), administrado por FEMA. Su objetivo principal es reducir las pérdidas futuras por desastres financiando proyectos de mitigación a largo plazo tras la declaración de un desastre mayor.

Según la Sección 404, se dispone de fondos para estados, territorios, tribus y gobiernos locales para implementar medidas de mitigación que reduzcan los impactos de peligros futuros como inundaciones, terremotos, huracanes, incendios forestales y sequías. A diferencia de la Sección 406, los proyectos de la Sección 404 no tienen que vincularse a instalaciones dañadas por el desastre declarado. Esto permite a las comunidades adoptar un enfoque proactivo invirtiendo en acciones de mitigación que aborden riesgos conocidos antes de que ocurran daños.

Los proyectos elegibles bajo la Sección 404 pueden incluir actividades como elevación o adquisición de estructuras propensas a inundaciones, mejoras en el drenaje, rehabilitaciones sísmicas, salas seguras, medidas de mitigación de incendios forestales y planificación de mitigación de riesgos. Los proyectos deben ser rentables, técnicamente viables y coherentes con un Plan de Mitigación de Riesgos aprobado. El programa suele proporcionar hasta el 75 por ciento de financiación federal, con la parte restante proporcionada por fuentes no federales.

Bajo la Sección 404 también se encuentra el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos (HMGP), que puede apoyar el desarrollo de planes, la recopilación de datos, las evaluaciones de riesgos y las actividades de participación

necesarias para mantener la aprobación de FEMA tras una declaración presidencial de desastre.

Ley Stafford – Sección 406

La Sección 406 de la Ley Stafford apoya los proyectos de mitigación permitiendo que estas se incorporen directamente a la reparación o sustitución de instalaciones públicas dañadas durante un desastre declarado. Esta disposición permite a las comunidades reforzar la infraestructura dañada frente a riesgos futuros, como elevar edificios dañados por inundaciones, reforzar estructuras para resistir fuertes vientos o mejorar los sistemas de drenaje durante las reparaciones. Las medidas de mitigación financiadas bajo la Sección 406 deben ser rentables y estar directamente relacionadas con la instalación dañada. Al integrar la mitigación en las actividades de recuperación, la Sección 406 ayuda a reducir la probabilidad de daños repetitivos y los costes futuros de reparación. En general, garantiza que los esfuerzos de reconstrucción contribuyan a la resiliencia a largo plazo en lugar de simplemente restaurar las condiciones previas al desastre.

Ley Stafford - Sección 428

La Sección 428 de la Ley Stafford puede apoyar proyectos de mitigación al permitir que las comunidades integren directamente medidas de resiliencia y reducción de riesgos en proyectos de recuperación ante desastres financiados a través del Programa de Asistencia Pública de FEMA. A través de sus procedimientos alternativos, la Sección 428 permite un diseño flexible de proyectos, financiación de costes fijos y consolidación de instalaciones dañadas, facilitando la incorporación de mejoras de mitigación como reubicación, elevación, impermeabilización o endurecimiento estructural. Los solicitantes también pueden reinvertir los ahorros de los proyectos gestionados eficientemente en características adicionales de mitigación, si se cumplen los objetivos del proyecto. Al enfatizar los resultados en lugar de la reembolsa estricta de costes, la Sección 428 fomenta la reconstrucción que reduzca el riesgo futuro en lugar de simplemente restaurar las condiciones previas al desastre. Este enfoque permite que la mitigación se convierta en una parte integral de la recuperación, fortaleciendo la resiliencia y reduciendo la probabilidad de pérdidas repetidas.

Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones

El Programa de Asistencia para la Mitigación de Inundaciones (FMA) reduce los riesgos de inundación proporcionando financiación para ayudar a las comunidades a identificar e implementar medidas que disminuyan el riesgo de inundación a largo plazo para las propiedades aseguradas por el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP). El programa se centra en proyectos como elevar, adquisir, reubicar o impermeabilizar estructuras propensas a inundaciones, con prioridad a propiedades de pérdidas repetidas y pérdidas graves de pérdidas repetidas. Al mitigar los daños por inundaciones antes de que ocurran desastres, la FMA ayuda a proteger vidas y propiedades, reduce futuras reclamaciones de seguro contra inundaciones y disminuye el coste total de la asistencia ante desastres. El programa fomenta la reducción proactiva de riesgos alineando inversiones en mitigación con la gestión de zonas inundables y la planificación local de mitigación de riesgos.

Ley Stafford – Sección 203 (BRIC)

El programa Building Resilient Infrastructure and Communities (BRIC) apoya proyectos de mitigación proporcionando financiación previa al desastre para ayudar a las comunidades a reducir riesgos derivados de riesgos naturales antes de que ocurran los desastres. Administrado por FEMA, BRIC se centra en inversiones a largo plazo y rentables que mejoran la resiliencia de infraestructuras críticas, líneas vitales y comunidades. El programa financia actividades como remodelaciones de infraestructuras, proyectos de control de inundaciones, mejoras sísmicas y soluciones basadas en la naturaleza, así como la planificación de mitigación de riesgos y el desarrollo de capacidades. BRIC enfatiza proyectos innovadores y a gran escala que abordan múltiples peligros y proporcionan beneficios medibles a la comunidad. Al invertir en mitigación antes de desastres, el programa BRIC ayuda a proteger vidas y propiedades, reducir los costes futuros de desastres y apoyar un desarrollo más resiliente y sostenible.

5.3.2 Fuentes de financiación federal no pertenecientes a FEMA

Las fuentes de financiación federal no pertenecientes a la FEMA pueden incluir:[13]

CDBG-DR

El programa *Community Development Development Block Grant–Disaster Recovery*

[13] La siguiente lista no pretende ser exhaustiva.

(CDBG-DR) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano puede financiar la planificación y proyectos de mitigación de riesgos apoyando actividades que reduzcan el riesgo de desastres a largo plazo y aborden necesidades de recuperación no cubiertas tras un desastre mayor. Los fondos CDBGDR pueden utilizarse para desarrollar o actualizar planes de mitigación de riesgos, realizar evaluaciones de riesgos y apoyar esfuerzos de resiliencia y planificación de mitigación que guíen futuras inversiones. Además, el programa puede financiar proyectos de mitigación como mejoras en el drenaje, infraestructura de control de inundaciones, elevación o adquisición de propiedades propensas a inundaciones, endurecimiento de servicios públicos y otras medidas que reduzcan la vulnerabilidad a riesgos naturales. A diferencia de algunos programas de recuperación, CDBG-DR permite a las comunidades dirigir acciones de mitigación incluso si las instalaciones no resultaron dañadas en el desastre más reciente, siempre que las actividades aborden riesgos identificados.

CDBG-MIT

El programa Community Development Development Block Grant–Mitigation (CDBG-MIT) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano apoya la planificación y proyectos de mitigación de riesgos proporcionando fondos federales específicamente dedicados a reducir los riesgos futuros de desastres en comunidades que han experimentado grandes desastres. Los fondos de CDBGMIT pueden utilizarse para actividades de planificación de mitigación como evaluaciones de riesgos, análisis de datos y desarrollo de estrategias que guíen inversiones en resiliencia a largo plazo. El programa también financia una amplia gama de proyectos de mitigación, incluyendo reducción del riesgo de inundaciones, gestión de aguas pluviales, mitigación de incendios forestales, mejoras de infraestructuras resilientes y soluciones basadas en la naturaleza. CDBG-MIT enfatiza abordar vulnerabilidades identificadas y áreas de pérdida repetida, incluso si no fueron dañadas directamente en un desastre reciente. Al centrarse en la reducción de riesgos prospectiva, el programa ayuda a las comunidades a adaptarse proactivamente a los impactos climáticos y a los riesgos futuros. En general, CDBG-MIT integra la mitigación en los esfuerzos de recuperación y desarrollo a largo plazo, fortaleciendo la resiliencia comunitaria y reduciendo pérdidas futuras por desastres.

Cabe señalar que CDBG-DR y CDBG-MIT difieren principalmente en su propósito y en cómo apoyan la planificación y proyectos de mitigación de riesgos. CDBGDR se centra en la recuperación post-desastre, con actividades de mitigación integradas en los esfuerzos de reconstrucción para abordar necesidades no cubiertas y reducir riesgos

futuros a medida que las comunidades se recuperan. Bajo CDBGDR, la planificación y los proyectos de mitigación deben estar estrechamente vinculados a los objetivos de recuperación ante desastres y justificados por impactos o evaluaciones de recuperación. En cambio, CDBGD está específicamente dedicado a la mitigación de riesgos y la reducción a largo plazo, permitiendo a las comunidades financiar la planificación y proyectos de mitigación incluso si áreas o instalaciones no resultaron dañadas en el desastre más reciente.

Programas de Resiliencia y Ayuda de Emergencia

Los Programas de Resiliencia y Ayuda de Emergencia de la Administración Federal de Carreteras (FHWA) apoyan los Planes de Mitigación de Riesgos promoviendo la identificación y reducción de riesgos para la infraestructura de transportación debido a riesgos naturales. A través del Programa de Ayuda de Emergencia, la FHWA permite que medidas de mitigación y resiliencia—como la mejora del drenaje, la elevación de las carreteras y el refuerzo de puentes—se incorporen a las reparaciones posteriores al desastre. Las iniciativas de resiliencia de la FHWA también fomentan evaluaciones de vulnerabilidad y planificación basada en riesgos que se alinean con los componentes de evaluación de riesgos y estrategias de mitigación de los HMP aprobados por FEMA. Al integrar la mitigación de riesgos y la resiliencia climática en la planificación de la transportación, estos programas ayudan a garantizar que las carreteras y puentes se aborden como líneas vitales críticas. En general, los programas de la FHWA complementan los Planes de Mitigación de Riesgos apoyando acciones de mitigación centradas en la transportación que reducen futuros costes de interrupción y reparación.

Servicio Nacional de Conservación de Recursos

El Programa de Incentivos para la Calidad Ambiental (EQIP, por sus siglas en inglés) y el programa de Operaciones de Prevención de Cuencas e Inundaciones (WFPO, por sus siglas en inglés) apoyan proyectos de mitigación de riesgos abordando riesgos a escala paisajística y cuenca mediante la conservación y mejoras en infraestructuras. El EQIP, administrado por el Servicio de Conservación de Recursos Naturales del USDA (NRCS, por sus siglas en inglés), proporciona asistencia financiera y técnica a los propietarios para implementar prácticas de conservación que reduzcan la erosión, gestionen la escorrentía, mejoren la salud del suelo y mitiguen riesgos derivados de inundaciones, sequías e incendios forestales. Estas prácticas—como la gestión de la vegetación, la estabilización de las riberas y la retención de agua—ayudan a reducir los impactos de las inundaciones aguas abajo y a mejorar la resiliencia a la

variabilidad climática. El programa de Operaciones de Prevención de Cuencas e Inundaciones apoya la mitigación a mayor escala mediante medidas estructurales y no estructurales, incluyendo pequeñas presas, estructuras retardadoras de inundaciones, mejoras de canales y planificación de cuencas. En conjunto, estos programas reducen la exposición a riesgos aguas arriba, protegen a las comunidades e infraestructuras aguas abajo, e integran la gestión de los recursos naturales en las estrategias de mitigación a largo plazo de inundaciones y sequías.

5.3.3 Fondos locales

Aguada, como otros municipios de Puerto Rico, recibe ingresos del Centro de Recaudación de Impuestos Municipales (CRIM). Otras fuentes de financiación incluyen los ingresos del Impuesto sobre Ventas y Uso (IVU), fondos legislativos que pueden asignarse de vez en cuando y otras fuentes. Dependiendo del estado de las finanzas municipales, el municipio podría determinar que existen fondos que pueden utilizarse para pagar o cubrir fondos locales equivalentes a proyectos de mitigación.

Sin embargo, la mayoría de los grandes proyectos de mejora de capital dependen de transferencias de fondos federales. El uso de los fondos federales varía mucho de un año a otro. En algunos casos, estos fondos se utilizan para cubrir los costes asociados a la creación y supervisión de programas específicos (por ejemplo, la Sección 8 o programas de vivienda). En otros casos, los fondos se utilizan para financiar grandes proyectos de mejora de capital.

5.4 Capacidad de Divulgación y Comunicación (C1-a)

Construir una capacidad sólida de divulgación y comunicación es esencial para la implementación exitosa de un Plan de Mitigación de Riesgos, ya que una comunicación eficaz de riesgos permite a los residentes reconocer sus riesgos, participar activamente en los procesos de planificación y tomar decisiones informadas para reducir posibles impactos. La guía de FEMA subraya la importancia de estrategias de participación tempranas y cuidadosamente diseñadas para garantizar que los principales actores intercambien información en el momento adecuado, promoviendo la conciencia compartida sobre los riesgos y un amplio apoyo a las acciones de mitigación. La comunicación es una capacidad fundamental de preparación porque proporciona información oportuna y práctica que ayuda a individuos y comunidades a actuar para limitar el daño. Las investigaciones

demuestran además que los esfuerzos de divulgación tienen más éxito cuando los mensajes están claramente definidos, personalizados para audiencias específicas y transmitidos a través de fuentes confiables. Las comunidades que priorizan la divulgación—colaborando con líderes locales, aprovechando diversos canales de comunicación y adaptando los mensajes a diferentes grupos poblacionales—tienden a lograr una mayor participación pública e incorporar de forma más eficaz la retroalimentación comunitaria en la planificación de mitigación de riesgos. Estas prácticas contribuyen finalmente a planes más efectivos y comunidades más resilientes (FEMA, 2025).

El Municipio demuestra una capacidad adecuada para llevar a cabo actividades efectivas de divulgación y comunicación. La Oficina de Planificación es responsable de coordinar estos esfuerzos, y un organigrama para esta oficina se proporciona en el Apéndice E. El Municipio utiliza tanto plataformas de redes sociales para comunicación en tiempo real como métodos tradicionales para difundir información al público. Además, la Oficina de Planificación administra la Junta Comunitaria responsable de las decisiones sobre el uso del suelo, que está compuesta en gran parte por residentes municipales. Esta junta sirve como un foro importante para la participación pública y ofrece la oportunidad de ampliar y fortalecer aún más la capacidad de alcance y comunicación del Municipio.

La Tabla 54 detalla las herramientas de comunicación disponibles para el municipio.

Tabla 54. Herramientas de divulgación y comunicación

Herramienta o recurso	Disponible (Y/N)	Descripción	Agencia a cargo	Comentarios
Redes sociales	Y	Facebook	Cargo Principal	El Ayuntamiento compartió información sobre el progreso de la actualización del Plan y publicó las invitaciones para las actividades de divulgación.
Periódico	Y	Aunque el municipio tiene la capacidad y la práctica habitual para publicar en periódicos, para esta revisión la	Junta de Planificación	La junta de planificación hizo anuncios públicos para reuniones de divulgación

Herramienta o recurso	Disponible (Y/N)	Descripción	Agencia a cargo	Comentarios
		junta de planificación		comunitaria, y el municipio fue responsable de compartirlos a través de las redes sociales.
Radio o podcast	Y	Sección semanal en Radio Una 1340	Cargo Principal	Se hizo un anuncio público para la divulgación de las reuniones comunitarias.
Página web	Y	www.poraguadaes.com		
Editorial o capacidad para publicar material	Y			

5.5 Desarrollo de capacidades (C1-b)

Fortalecer la capacidad institucional y técnica es vital para la implementación exitosa de un Plan de Mitigación de Riesgos, ya que las comunidades deben contar con la experiencia, los recursos y los marcos organizativos necesarios para pasar de la planificación a acciones sostenidas de reducción de riesgos. La guía de FEMA subraya que una planificación eficaz de mitigación depende de equipos bien coordinados, acceso a datos técnicos fiables y la capacidad de colaborar entre agencias y partes interesadas, todo lo cual afecta directamente a la ejecución de las estrategias de mitigación. Las evaluaciones nacionales han demostrado que los gobiernos locales y estatales a menudo enfrentan dificultades para implementar proyectos de mitigación no por falta de compromiso, sino por la asistencia técnica limitada, la capacidad administrativa limitada y la insuficiente participación con los programas federales de apoyo. Los estudios centrados en comunidades de baja capacidad demuestran además que las carencias en conocimientos técnicos, formación e implicación del liderazgo pueden dificultar significativamente los resultados de mitigación. Estos hallazgos destacan la importancia de fortalecer las habilidades de la plantilla, mejorar la orientación y herramientas, y reforzar el apoyo institucional para lograr la resiliencia a largo plazo.

El Municipio continúa mejorando su capacidad de mitigación reteniendo profesionales cualificados como personal o contratistas según las necesidades. También participa activamente en las oportunidades de formación y educación continúa ofrecidas por agencias de la Commonwealth e instituciones académicas para construir y mantener la experiencia técnica e institucional necesaria para apoyar los esfuerzos de mitigación de riesgos.

6. Plan de Acción de Mitigación

Las metas, objetivos y acciones de mitigación establecidos en este Plan se basan en las discusiones realizadas por el Comité designado del Plan de Mitigación, así como en las actividades de participación pública realizadas hasta la fecha.

6.1 Objetivos de mitigación (C3-a)

6.1.1 Metas y objetivos de mitigación

Tras revisar la información presentada en la evaluación de riesgos y considerar la aportación de la comunidad, se pueden identificar los siguientes objetivos de mitigación para Aguada:

- Implementar programas y políticas para reducir el impacto de los desastres naturales en la población, las propiedades y las infraestructuras, para protegerse frente a futuros desastres.
- Aumentar la capacidad del municipio para implementar y mantener programas de mitigación identificando y desarrollando políticas, programas y regulaciones que apoyen iniciativas efectivas de mitigación de riesgos en todo el municipio.
- Implementar programas que aumenten la concienciación sobre riesgos y la mitigación ante desastres, desarrollando programas de divulgación centrados en aumentar la conciencia pública sobre los peligros y sus riesgos asociados.
- Aumentar la preparación municipal para emergencias, respuesta y recuperación mejorando la capacidad del municipio para apoyar las operaciones de respuesta y recuperación de emergencias. Además, maximizar la coordinación gubernamental —entre municipios, gobierno central y agencias federales— durante situaciones de emergencia.
- Sustitución y reconstrucción de puentes.

6.1.2 Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación

El Municipio también adopta la Estrategia Nacional de Inversión en Mitigación y los siguientes objetivos.

- **Objetivo 1**: Mostrar cómo las inversiones en mitigación reducen el riesgo - Toda la comunidad fomentará una comprensión compartida de la inversión en mitigación y su valor. Específicamente, toda la comunidad comprenderá cómo las inversiones eficaces en mitigación pueden proteger a las personas, los hogares, los barrios, los recursos culturales e históricos, los ecosistemas y las líneas de salvación (por ejemplo, comunicaciones, energía, transportación y agua). El gobierno federal y sus socios no federales crearán un vocabulario compartido y medidas comunes para comunicar información sobre riesgos y encontrar oportunidades para educar, contratar, formar y desarrollar una base de profesionales cualificados en mitigación.
- **Objetivo 2:** Coordinar inversiones en mitigación para reducir el riesgo - Toda la comunidad coordinará las inversiones en mitigación mediante información compartida sobre riesgos, estrategias reforzadas para la reducción de riesgos y un acceso más fácil a la financiación existente. Esta coordinación ayudará a toda la comunidad a justificar las inversiones en mitigación y a elegir las acciones más rentables y razonables.
- **Objetivo 3:** Convertir la Mitigación en Inversión en Práctica Estándar Toda la comunidad tendrá en cuenta la mitigación en las decisiones de inversión, especialmente en edificios e infraestructuras. El gobierno federal y sus socios no federales utilizarán y ampliarán productos financieros y enfoques para la inversión en mitigación, incluyendo financiación, incentivos y oportunidades de transferencia de riesgos financieros. El gobierno federal y sus socios no federales también harán que la mitigación sea una práctica profesional estándar para salvaguardar las líneas vitales, los servicios y la seguridad nacional.
-

6.2 Criterios de selección de la estrategia de mitigación

Se utilizaron las siguientes metodologías para seleccionar las acciones de mitigación:

- El Comité de Planificación revisó las acciones de mitigación del Plan de Mitigación anterior.
- El Comité evaluó esas acciones y determinó cuáles eran apropiadas para incluir en el Plan actual. Las acciones quedaron excluidas si:
    - La medida ya se había implementado durante el periodo del plan anterior y no era una acción recurrente ni continua.

- La medida ya no era necesaria ni útil según nueva información. Esto se aplica a acciones de mitigación vinculadas a peligros, riesgos y vulnerabilidades identificados.
- El Comité consideró las Cartas de Intención (LOIs) presentadas por el municipio a COR3 en 2019 para participar en el Programa de Subvenciones para la Mitigación de Riesgos. Estos proyectos se incorporaron al Plan actual, asegurando que no se duplicaran los proyectos incluidos en el Plan anterior.
- Los miembros del Comité evaluaron y añadieron nuevas medidas. Estas nuevas acciones se propusieron basándose en la experiencia profesional de los miembros del Comité y en las sugerencias recibidas de miembros de la comunidad.

- Las estrategias de mitigación del Municipio de fueron evaluadas por el Comité utilizando la metodología STAPLEE. Esta metodología se tuvo en cuenta en la selección de las estrategias incluidas en la Sección 6.5. Esta metodología tiene siete criterios de evaluación

    - S – Social: La acción propuesta debe ser socialmente aceptable.
    - T – Técnico: La acción propuesta debe ser técnicamente factible.
    - R – Administrativo: La comunidad debe tener la capacidad de llevar a cabo la acción (por ejemplo, determinar si la agencia responsable puede supervisar el proyecto de mitigación).
    - P – Político: Las acciones de mitigación deben ser políticamente aceptables.
    - L – Legal: La comunidad debe tener la autoridad para llevar a cabo la acción propuesta.
    - E – Económica: Las consideraciones económicas deben incluir la base económica actual, el crecimiento proyectado y los costes de oportunidad.
    - E – Medioambiental: Debe considerarse el impacto medioambiental, dadas las obligaciones legales y el interés público en mantener comunidades sostenibles y ambientalmente saludables.

Categorización de la Estrategia de Mitigación

Para comprender mejor las estrategias de mitigación elegidas, este LHMP clasifica dichas estrategias en cinco grandes categorías, como se muestra a continuación.

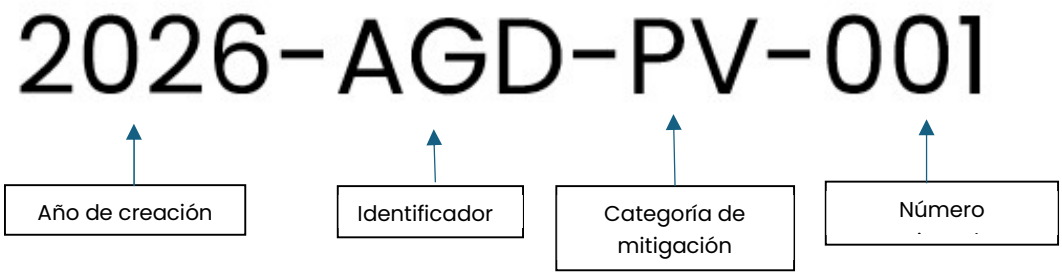
- Prevención - Las actividades de prevención tienen como objetivo evitar que los peligros creen o empeoren los problemas. Estas acciones suelen llevarse a cabo a través de programas gubernamentales o medidas regulatorias que guían el desarrollo del suelo y las prácticas de construcción. La prevención es especialmente eficaz para reducir la vulnerabilidad futura en áreas que aún no se han desarrollado. Ejemplos incluyen:
    - Planificación y zonificación
    - Códigos de construcción
    - Preservación de espacios abiertos
    - Normativas de zonas inundables
    - Normativas sobre la gestión de aguas pluviales
    - Mantenimiento de sistemas de drenaje
    - Programas de mejora de capital
    - Reajuste de las riberas
    - Proyectos que abordan zonas de fallo
- Protección de la propiedad: las medidas consisten en modificar edificios y estructuras existentes para que puedan soportar peligros naturales, o eliminar estructuras situadas en zonas de alto riesgo. Ejemplos incluyen:
    - Adquisición de propiedades
    - Reubicación
    - Estructuras elevadas
    - Protección de instalaciones críticas
    - Rehabilitaciones estructurales (protección contra el viento, protección contra inundaciones, técnicas sísmicas)
    - Habitaciones seguras, contraventanas, ventanas resistentes a impactos
    - Pólizas de seguro
- Protección de recursos naturales – las actividades que reducen el impacto de los desastres naturales al preservar o restaurar áreas naturales que ofrecen beneficios protectores. Estas áreas incluyen llanuras de inundación, humedales, pendientes pronunciadas y dunas de arena. Parques, agencias recreativas y organizaciones de conservación suelen implementar medidas como:
    - Protección contra inundaciones
    - Gestión de cuencas hidrográficas
    - Amortiguadores ribereños
    - Gestión forestal y de vegetación (incluyendo incendios forestales y control de cargas de combustible)
    - Erosión y control de sedimentos
    - Preservación y restauración de humedales

    - Preservación del hábitat
    - Estabilización de taludes
- Mitigación estructural – Los proyectos buscan reducir el impacto de los desastres controlando o alterando el flujo natural de eventos de peligro mediante la construcción de ingeniería. Estos proyectos suelen ser diseñados por ingenieros y mantenidos por equipos de obras públicas. Ejemplos incluyen:
    - Embalses
    - Presas, diques y muros de contención
    - Sistemas de desvío, detención y retención
    - Modificaciones del canal
    - Sistemas de drenaje de aguas pluviales
    - Instalación de alcantarillas pluviales e infraestructuras relacionadas
- Servicios de Emergencia - Aunque normalmente no se clasifican como mitigación, las medidas de gestión de emergencias reducen los impactos humanos y materiales de los peligros naturales. Estas acciones ocurren inmediatamente antes, durante o después de un desastre. Ejemplos incluyen:
    - Sistemas de alerta
    - Gestión y planificación de evacuaciones
    - Simulacros y formación de respuesta a emergencias
    - Medidas de lucha contra inundaciones
    - Instalación de contraventanas
- Concienciación y divulgación pública - Esfuerzos para ayudar a informar a residentes, cargos electos, propietarios de negocios, compradores de vivienda y visitantes sobre áreas propensas a riesgos y técnicas de mitigación que pueden utilizar para protegerse a sí mismos y a su propiedad. Ejemplos incluyen:
    - Proyectos de divulgación
    - Eventos de demostración y presentaciones de invitados
    - Materiales informativos sobre peligros
    - Información específica sobre riesgos de propiedad
    - Materiales de la biblioteca
    - Programas educativos para niños
    - Exposición a información relacionada con riesgos

6.3 Estrategias de mitigación (C4-a, C4-b, C5-a, C5-b, E2.b)

Para mejorar el seguimiento y la actualización, cada estrategia de mitigación ha dado un número de identificación único. La siguiente figura muestra el significado de la nomenclatura.

Figura 39. Nomenclatura de identificación única



Cada estrategia de mitigación identificada incluirá:

- Categoría asignada,
- Peligro(s) mitigado(s)
- Prioridad
- Entidad responsable
- Fuente fundacional
- Coste estimado (cuando esté disponible)
- Beneficio cualitativo
- Horizonte temporal
- Estado
- Ubicación en 2020 (si aplica)

Tabla 55. Estrategias de mitigación – Planificación y regulación local

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-LP-001	P –1	Evitar el desarrollo en zonas de alto riesgo de inundaciones costeras para mitigar futuras pérdidas mediante la regulación y planificación del uso del suelo, incluida la revisión del Plan de Uso del Suelo, para incorporar los resultados del Plan de Mitigación de Riesgos.	Inundaciones	Alto	Seguridad y protección	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal, Estatal (Junta de Planificación)	Corto plazo	Estado actual: **En Marcha**– La estrategia se completó mediante la revisión y aprobación del Plan Territorial por parte de la Junta de Planificación en diciembre de 2024. El Plan seguirá siendo revisado y actualizado, según sea necesario, para garantizar la coherencia con los objetivos actuales de mitigación de riesgos, las políticas de uso del suelo y la información sobre riesgos de inundación. Aunque el municipio no tiene autoridad para emitir permisos de construcción, apoya la reducción del riesgo de inundación mediante recomendaciones de uso del suelo y políticas de planificación que desincentiven el desarrollo en zonas costeras de alto riesgo inundable. Para proyectos propuestos en áreas propensas a inundaciones, el municipio podrá solicitar un certificado de elevación preparado por un profesional cualificado para demostrar el cumplimiento de los requisitos aplicables de gestión de llanuras de inundación. Esta estrategia reduce el riesgo futuro de inundaciones guiando el desarrollo alejándose de las zonas costeras de alto riesgo, reforzando la planificación del uso del suelo, apoyando prácticas de desarrollo más seguras y reforzando la resiliencia a largo plazo de la comunidad frente a las inundaciones.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-LP-002	P –2	Desarrollar una nueva ruta de evacuación a lo largo de la Carretera Estatal 441 hacia la carretera municipal desde el barrio Carrizal hasta el barrio Tablonal en caso de inundación. Se sugiere esta nueva estrategia para que los habitantes del barrio de Carrizal puedan abandonar sus hogares en caso de inundación y evitar la pérdida de vidas.	Inundaciones	Alto	N/A	N/A	N/A	N/A	Estado actual: **Retirado** – La implementación de esta estrategia no es viable como se propuso originalmente porque el segmento del proyecto identificado está bajo jurisdicción federal y contiene infraestructura federal de comunicaciones. El municipio no tiene la autoridad para implementar la acción propuesta en esa ubicación. Por el momento, el municipio no ha identificado ninguna alineación o ubicación alternativa práctica. Por lo tanto, la estrategia ha sido suprimida de este LHMP y será eliminada durante la próxima actualización del LHMP.
2026-AGD-LP-003	P –3	El municipio y sus dependencias participarán activamente en el esfuerzo para implementar controles de uso del suelo para prohibir el desarrollo de estructuras ilegales en zonas propensas a inundaciones conforme al Reglamento de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación, más conocido como Reglamento de Planificación #13, enmendado, y el Reglamento Conjunto (ZR)	Inundaciones	Alto	Seguridad y protección	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal, estatal o federal	Corto plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – Por el momento, no se han recibido casos solicitando nuevas construcciones en zonas propensas a inundaciones. El Municipio, dentro de su competencia, no respalda proyectos en esta zona. Esta estrategia evitará desarrollos inseguros en zonas propensas a inundaciones, reducirá posibles daños a propiedades e infraestructuras, mejorará el cumplimiento normativo y protegerá la seguridad pública minimizando la exposición a riesgos de inundación.
2026-AGD-LP-004	Nuevo	Desarrollar planes de respuesta ante eventos de calor extremo	Calor extremo	Alto	Salud y Medicina	Líder: Apoyo a la Gestión de Emergencias (OMME): Obras Públicas	Municipal	Corto plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia fortalece la capacidad de respuesta ante eventos de calor extremo, mejora la coordinación entre las entidades responsables y ayuda a reducir los riesgos para la salud de la población durante periodos de altas temperaturas.
2026-AGD-LP-005	Nuevo	Desarrollar un plan estratégico de reforestación con el objetivo de proporcionar sombra y zonas estratégicas de refrigeración en las zonas urbanas del municipio.	Calor extremo	Alto	Comida, hidratación y refugio	Líder: Apoyo a la Gestión de Emergencias (OMME): Obras Públicas	Municipal	Medio plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia ayudará a reducir las temperaturas en las zonas urbanas, aumentar la cobertura del dosel arbóreo y promover espacios sombreados que mejoren el bienestar comunitario y la resistencia al calor extremo.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-LP-006	Nuevo	Reforzar, mediante ordenanzas municipales, la imposición de multas por la eliminación ilegal de materiales como basura, escombros, vertederos y otros materiales que tienden a reducir el flujo natural y la calidad del agua. La práctica ilegal de eliminar estos materiales cerca de cuerpos de agua, áreas protegidas de recursos naturales, alcantarillados y drenajes, por nombrar algunos, aumenta o causa inundaciones graves en las zonas urbanas.	Inundaciones	Alto	Comida, hidratación y refugio	Líder: Apoyo a la Gestión de Emergencias (OMME): Obras Públicas	Municipal	Corto plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia reducirá los impactos de las inundaciones evitando la obstrucción de los sistemas de drenaje y los cursos de agua naturales, mejorando el flujo y la calidad del agua. Además, ayudará a proteger las fuentes de agua, infraestructuras y propiedades, reforzando la resiliencia de la comunidad ante lluvias intensas e inundaciones.
2026-AGD-LP-007	Nuevo	Mantener un inventario municipal de los incendios forestales para identificar las áreas vulnerables	Incendios forestales	Alto	Seguridad y protección	Líder: Apoyo a la Gestión de Emergencias (OMME): Obras Públicas	Municipal	Corto plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia permite identificar áreas con mayor riesgo de incendios forestales, facilitando la planificación de medidas preventivas, la asignación eficiente de recursos y el desarrollo de acciones de mitigación que reduzcan los daños a la población, infraestructuras y recursos naturales.
2026-AGD-LP-008	Nuevo	Acceso al agua potable en actividades municipales. Programas para proporcionar acceso controlado al agua potable durante eventos de calor extremo en grandes actividades municipales como festivales, fiestas patronas, iluminación navideña u otros, con el fin de prevenir la deshidratación y reducir los riesgos para la salud asociados al calor extremo. Esto puede ser fuente de agua filtrada instalada en actividades específicas.	Calor extremo	Alto	Comida, hidratación y refugio	Líder: Apoyo a la Gestión de Emergencias (OMME): Obras Públicas	Municipal	Corto plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia reduce los riesgos de deshidratación y enfermedades relacionadas con el calor, protege a las poblaciones vulnerables y fortalece la resiliencia de la comunidad ante la creciente incidencia de eventos de calor extremo.

Tabla 56. Estrategias de mitigación - Protección de la propiedad

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-PP-001	PP –1	Mejorar los datos y mapas de vulnerabilidad a inundaciones en el barrio de Mamey, Sector Juan XXIII PR-4417 (14 hogares); inundaciones en el barrio de Cruces, Sector López (abajo) PR-414; el barrio de Guanábano, Parcelas Luyando; los barrios de Guanábano y Asomante, la comunidad de Coloso y en el barrio de Espinar, PR-4439 (carretera). Esta estrategia fue tomada del plan anterior y templada y actualizada para que se lea lo siguiente: Trabajaremos con el Gobierno Central y FEMA para actualizar los mapas de inundaciones del Municipio y así aclarar los datos de riesgo de inundación y prevenir la construcción en zonas susceptibles a inundaciones para los residentes de los 18 barrios del Municipio.	Inundaciones	Alto	Seguridad y protección	Líder: Oficina de Gestión y Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina de Planificación	Municipal	Medio plazo	Estado actual: **Completado** – Actualmente, en los mapas actualizados, la Comunidad del Barrio Mamey se encuentra en la zona de inundación A. El Barrio Cruces se encuentra en las zonas A y AE. El Barrio Guanabano, sector Coloso, se encuentra en las zonas A y AE. El Barrio Asomante, carretera 115, se encuentra en la zona AE. Estrategia suprimida en este LHMP. Esta acción ha sido llevada a cabo por una agencia o autoridad gubernamental central.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-PP-002	PP –2	Comenzar un inventario de todas las estructuras críticas y privadas en los 18 barrios del municipio utilizando el sistema SIG. Identificar eficientemente estas estructuras en los mapas municipales y así poder identificar y estimar con precisión su coste para mitigar futuras pérdidas ante el peligro de inundaciones. Esta estrategia fue tomada del plan anterior y templada y actualizada para que se lea lo siguiente: Crear un calendario para iniciar la tabulación de todas las estructuras críticas y privadas en los 18 barrios. Para ello, se utilizará un sistema de información geoespacial (SIG) para identificar latitudes y longitudes, creando una base de datos de mapas para poder identificar y estimar con precisión el coste de las estructuras identificadas y mitigar futuras pérdidas ante el peligro de inundaciones.	Inundaciones	Alto	Comunicación	Líder: Oficina de Gestión y Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina de Planificación	Estatal o federal	Medio plazo	Estado actual: **Financiación** Actualmente, el Municipio mantiene un inventario de estructuras críticas municipales y estatales; sin embargo, aún no cuenta con un programa de Sistema de Información Geográfica (SIG) ni con personal técnico dedicado. Se están llevando a cabo esfuerzos para identificar y asegurar la financiación y los recursos de personal necesarios para implementar esta iniciativa, incluyendo la adquisición de capacidades SIG y la contratación o formación de personal cualificado. Esta estrategia mejorará la evaluación del riesgo de inundación proporcionando datos geoespaciales precisos sobre estructuras críticas y privadas, permitiendo una mejor planificación, estimación de costes y toma de decisiones, al tiempo que se reducen los daños futuros relacionados con las inundaciones y las pérdidas económicas.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-PP-003	PP –3	Mitigar el riesgo de deslizamientos creando y aplicando normativas que restrinjan la construcción de nuevos proyectos en áreas susceptibles a deslizamientos e implementando vegetación estabilizadora del suelo y/o barreras adecuadas para proteger las siguientes carreteras estatales y municipales y estructuras privadas, como se describe a continuación. Las carreteras que deben mitigar más daños son las siguientes: carreteras estatales (417, 411.419.414.447.441). Los barrios y carreteras municipales que se deben atender son los siguientes: Barrio Jagüey 411 Int., Barrio Naranjo #2, 419 y 416 Int., Bario Cerro Gordo 417 y #2 Int., Barrio Atalaya carr.419, 411 Int., 4411 Int., Barrio Atalaya 419, 411 Int., 4411 Int. Barrio Guanábano 417 Int., Barrio Mamey 4417 Int., Cruces 414 Int., Barrio Espinal de la Costa, Barrio Piedras Blancas 416 Int., Barrio Las Marías Carr 417 Int., entre otros. Para propiedades privadas, incluye los barrios de Atalaya, Marías, Laguna, Naranjo y Cerro Gordo.	Deslizamiento de tierras, terremoto	#CONNECT!	Transportación	Líder: Obras Públicas Apoyo: Oficina de Planificación	Municipal, Federal (USGS, USDA, DRNA, DTOP)	Medio plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – Gracias a esta estrategia, se han construido varios muros estabilizadores en diferentes barrios como Cerro Gordo, Naranjo, Piedras Blancas, Jagüey, Guanao, Cruces, Atalaya y Lagunas, para reparar fallos en las carreteras. Esta estrategia reducirá el riesgo de deslizamientos y fallos de las carreteras, mejorará la estabilidad de las laderas y las infraestructuras críticas, reforzará la seguridad pública, garantizará rutas de transportación más seguras y aumentará la resiliencia de las comunidades y estructuras vulnerables.
2026-AGD-PP-004	PP –4	Instalación de contraventanas para tormentas, cisternas de agua y generadores eléctricos y/o solares en las instalaciones críticas del gobierno municipal para continuar proporcionando servicios básicos y esenciales a los ciudadanos.	Ciclón tropical/Vientos extremos	Alto	Comida, hidratación y refugio	Líder: Obras Públicas Apoyo: Oficina de Planificación	Municipal, Federal (FEMA)	Corto plazo	Estado actual: **En la implementación** – Se han instalado cisternas en diversas instalaciones municipales críticas. Se aprobó un proyecto para la instalación de contraventanas contra tormentas con fondos 404. Actualmente, el proceso de licitación para la adquisición de contraventanas ha finalizado. Esta medida ayudará a proteger el interior de los edificios municipales frente a los impactos de los peligros naturales y a salvaguardar la documentación de las oficinas. También apoyará la continuidad de la prestación de servicios esenciales durante eventos como sequías o cortes de luz.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-PP-005	PP –5	Reconstrucción y mejoras del puente situado en el barrio Lagunas, carretera 416, km 5,2 Sector Internacional JB	Deslizamiento de tierra, inundación	Alto	Transportación	Líder: Obras Públicas Apoyo: Oficina de Planificación	Estado, Federal (FEMA)	Medio plazo	Estado actual: **En el diseño** – Aunque el municipio presentó cartas de intención para obtener financiación del programa 404 HMGP, no fueron aprobadas. Se obtuvieron fondos de FEMA para mejorar los "muros de cabecera". Los trabajos de diseño comenzarán pronto. Esta estrategia reducirá los riesgos de inundaciones y deslizamientos en un punto crítico de cruce, mejorará la integridad estructural y la capacidad de drenaje, reforzará la seguridad pública, garantizará un acceso fiable a la transportación y fortalecerá la resiliencia de las comunidades e infraestructuras cercanas.
2026-AGD-PP-006	PP –6	Reconstrucción y mejoras del puente en el barrio Naranjo, carretera 2 Km 138.7 Int. (Tierras de Eligio)	Deslizamiento de tierra, inundación	Alto	Transportación	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Public Works	Estado, Federal (FEMA)	Corto plazo	Estado actual: **En curso** – Este proyecto ha sido adjudicado y actualmente está en construcción. El municipio continuará haciendo seguimiento y realizando las coordinaciones necesarias para completar la construcción. Este proyecto beneficia a la comunidad ya que garantiza el acceso a sus residencias y mejora la infraestructura de la comunidad.
2026-AGD-PP-007	PP –7	Reconstrucción y mejoras de elevación del puente en el barrio Cerro Gordo, carretera #2 Km 136 Sector Internacional Riverside.	Deslizamiento de tierra, inundación	Alto	Transportación	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Oficina de Programas Federales	Estado, Federal (FEMA)	A largo plazo	Estado actual: **Financiación** – No se ha llevado a cabo debido a la necesidad de identificar una fuente de financiación. Este proyecto beneficia a la comunidad ya que garantiza el acceso a sus residencias y mejora la infraestructura de la comunidad.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-PP-008	PP –8	Reconstrucción y mejoras del puente en el barrio Las Marías, carretera 417 km 7.3 sector Hoyo Frio Int.	Deslizamiento de tierra, inundación	Alto	Transportación	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Public Works	Estado, Federal (FEMA)	Corto plazo	Estado actual: **Financiación** – El proyecto fue presentado a FEMA como parte de los daños causados por el huracán María. El proyecto fue recientemente comprometido y se llevará a cabo un proceso de licitación para el diseño. Este proyecto beneficia a la comunidad ya que garantiza el acceso a sus residencias y mejora la infraestructura de la comunidad.
2026-AGD-PP-009	PP –9	Reconstrucción y mejoras del puente en el barrio Naranjo Militar, carretera #2 Km 135.1 Sector El Dominicano	Deslizamiento de tierra, inundación	Alto	Transportación	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Public Works	Estado, Federal (FEMA)	Medio plazo	Estado actual: **En el diseño** –El proyecto fue presentado a FEMA como parte de los daños causados por el huracán María. El proyecto fue recientemente comprometido y se llevará a cabo un proceso de licitación para el diseño. Este proyecto beneficia a la comunidad ya que garantiza el acceso a sus residencias y mejora la infraestructura de la comunidad.
2026-AGD-PP-010	PP –10	Reconstrucción y mejoras en la elevación del puente en el barrio Guanábano, carretera 417 Km Internacional. Sector Luyando (Puente el Camello)	Deslizamiento de tierra, inundación	Alto	Transportación	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Public Works	Estado, Federal (FEMA)	Corto plazo	Estado actual: **En la implementación** – Esta estrategia está actualmente en proceso de licitación. Se solicitó a través del programa de mitigación 404. Se recibió la aprobación de FEMA y el Ayuntamiento llevó a cabo un proceso de licitación para el diseño. Este proyecto beneficia a la comunidad ya que garantiza el acceso a sus residencias y mejora la infraestructura de la comunidad.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-PP-011	PP –11	Reconstrucción y mejoras en la elevación del puente en el barrio Mamey, carretera 4417 km 1,1, sector Hilda Rosa	Deslizamiento de tierra, inundación	Alto	Transportación	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: DTOP	Estado, Federal (FEMA)	Medio plazo	Estado actual: **Financiación** - Este proyecto fue presentado bajo el programa 404 HMGP, pero no fue aprobado porque está en una carretera estatal y el Municipio no tiene jurisdicción sobre ellas. Esta estrategia reducirá los riesgos de inundaciones y deslizamientos en un punto crítico de puente, mejorará la elevación de las carreteras y la resiliencia estructural, reforzará la seguridad pública, garantizará un acceso fiable para los residentes y fortalecerá la resiliencia general de la comunidad circundante.

Tabla 57. Estrategias de mitigación - Mejora estructural

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-SI-001	PE –1	Construcción del Complejo Deportivo del Bulevar Sector Casualidad del Bo. Guayabo de Aguada; Mejoras en el puente existente, incluyendo la elevación de la estructura.	Inundaciones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Estado actual: Completado - Finalizado el 31 de julio de 2013. Será eliminado en la próxima revisión del LHMP.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-SI-002	PE –2	Mejoras y elevación del terreno en el Centro de Actividades Mayores (CAMPEA), Bo. Espinal. El edificio original se encuentra en una zona propensa a inundaciones en el Bo. Espinal. El proyecto incluye elevación del terreno y mejoras en la estructura original (antes estaba hecha de madera y no resistía los vientos de huracanes; ahora es de hormigón).	Ciclón tropical/Vientos extremos, inundaciones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Estado actual: Completado – Finalizado en 2023 Será eliminado en la próxima revisión del LHMP.
2026-AGD-SI-003	PE –3	Realizar un estudio para identificar medidas de mitigación en zonas propensas a tsunamis, incluyendo la alternativa de estructuras para la evacuación vertical.	Tsunami	Alto	Seguridad y protección	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Oficina de Programas Federales	Municipal	Medio plazo	Estado actual: Financiación – Se presentó un proyecto en la plataforma BRICs del Estado, pero con las nuevas políticas del gobierno federal la financiación se cerró. No se ha llevado a cabo debido a la necesidad de identificar una fuente de financiación Esta estrategia mejorará la comprensión del riesgo de tsunami en zonas vulnerables, apoyará la toma de decisiones informadas para futuras inversiones en mitigación, mejorará la preparación de la comunidad e identificará soluciones eficaces de evacuación, como estructuras verticales de evacuación, para reducir posibles pérdidas de vidas.
2026-AGD-SI-004	PE –4	Adquisición de terrenos para la expropiación de dos (2) estructuras comerciales que se inundan y crean espacios abiertos en lo que será La Puerta del Descubrimiento.	Tsunami, inundación	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Estado actual: Retirado – Suprimido de este LHMP por carecer de especificidad. Será eliminado de la próxima revisión del LHMP. Esta estrategia no avanzó porque no se pudieron identificar las estructuras específicas.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-SI-005	PE –5	"Mitigación del derrumbe de carreteras costeras"; Esto incluye reparaciones de carreteras y erosión costera en Pico de Piedra (Camino de la Playa Bo. Guaniquilla). Esta estrategia es nueva y se implementará para evitar la erosión adicional de parte de las costas de Pico de Piedra.	Modificación costera	Medio	Transportación	Líder: Obras Públicas Apoyo: Oficina de Planificación	Municipal, Estatal, Federal (FEMA)	Corto plazo	Estado actual: Implementación en curso Se llevó a cabo un proceso de licitación para la reparación, pero no se recibieron propuestas de los contratistas. Se llevará a cabo un proceso de licitación para diseñar el método de reparación. Esta estrategia reducirá los riesgos de erosión costera y de colapso de carreteras, protegerá infraestructuras de transportación críticas, mejorará la seguridad pública de residentes y visitantes, preservará el acceso fiable a las zonas costeras y fortalecerá la resiliencia de la costa frente a los peligros costeros recurrentes.
2026-AGD-SI-006	PE –6	Construcción de aceras y nuevas canaletas en diferentes calles municipales para evitar inundaciones en distintos barrios de Aguada.	Inundaciones	Alto	Sistemas de agua	Líder: Obras Públicas Apoyo: Oficina de Programas Federales	Federal (FEMA), Estatal	Corto plazo	Estado actual: Implementación en curso – Se ha llevado a cabo la construcción de zanjas de drenaje en el Barrio Cerro Gordo, Barrio Naranjo, Barrio Mamey y Barrio Pueblo (nuevo desvío sur). 261,045.17 Se planifica la construcción de aceras y canales de drenaje para el Camino La Playa. Esta estrategia reducirá el riesgo de inundaciones a lo largo de las carreteras municipales, mejorará la gestión de aguas pluviales y la capacidad de drenaje, reforzará la seguridad peatonal mediante la construcción de aceras, protegerá infraestructuras críticas y garantizará un acceso de transportación más fiable durante episodios de lluvias intensas.
2026-AGD-SI-007	PE –7	Canalización del río Culebrinas y construcción de diques en el Barrio Espinal de Aguada.	Inundaciones	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Estado actual: Retirado – Suprimido en este LHMP porque está fuera del alcance de responsabilidad y poderes delegados del municipio. El proyecto ha permanecido en fase de diseño durante varios años y, a pesar de los esfuerzos municipales por obtener actualizaciones, no se ha proporcionado información. Será eliminado de la próxima revisión del LHMP.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-SI-008	PE –8	"Box Clop" en la autopista Aguada South Detour (sección o zona frente a "Grand Store")	Inundaciones	Alto	Sistemas de agua	Líder: Oficina de Planificación Apoyo: Oficina del Alcalde	Federal (Revitalización de la ciudad)	Corto plazo	Estado actual: Finalizado – Actualmente beneficia aproximadamente a 13.836 vehículos que circulan diariamente por la zona. Las mejoras implementadas continúan reduciendo el riesgo de inundación en este corredor de alto tráfico, mejorando la capacidad de conducción de aguas pluviales, evitando el desbordamiento de carreteras, protegiendo infraestructuras críticas de transportación y garantizando un acceso seguro y fiable para los usuarios diarios. A medida que este proyecto se haya completado, será retirado en la próxima revisión del LHMP.
2026-AGD-SI-009	Nuevo	Construcción y etiquetado de rutas y estructuras de evacuación hacia zonas más elevadas.		Alto	Transportación	Líder: Apoyo a la Gestión de Emergencias (OMME): Obras Públicas	Municipal, Estatal y Federal	Medio plazo	Estado actual: Implementación en curso – A través de la Oficina de Gestión de Emergencias junto con la Zona, se está trabajando en la señalización (E) hacia los puntos de evacuación. Se realizan ejercicios de preparación para el tsunami con las comunidades. Esta estrategia mejorará la seguridad pública identificando claramente las rutas y refugios de evacuación, mejorando la preparación comunitaria, reduciendo el tiempo de respuesta durante emergencias y minimizando los riesgos para vidas y propiedades durante tsunamis e inundaciones.
2026-AGD-SI-010	Nuevo	Designar y preparar instalaciones municipales en todo el municipio para que sirvan como centros de refrigeración durante las olas de calor.	Calor extremo	Alto	Seguridad y protección	Líder: Soporte a la Gestión de Emergencias (OMME): Oficina de Programas Federales	Municipal, Estado	Medio plazo	Estado actual: **Nuevo** - Esta estrategia reduce los riesgos para la salud durante las olas de calor al proporcionar espacios seguros y con control de temperatura para poblaciones vulnerables. Esta estrategia mejora la seguridad pública, previene enfermedades relacionadas con el calor y fortalece la resiliencia comunitaria durante eventos de calor extremo.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-SI-011	Nuevo	Reformar o construir paradas de transportación pública para proporcionar sombra a peatones.	Calor extremo	Alto	Comida, hidratación y refugio	Líder: Apoyo a la Gestión de Emergencias (OMME): Obras Públicas	Municipal, Estatal y Federal	Medio plazo	Estado actual: **Nuevo** - Esta estrategia mejora la comodidad y la seguridad de peatones y usuarios de la transportación pública al reducir la exposición al calor. Fomenta el uso del transporte público, protege a las poblaciones vulnerables y mejora la resiliencia urbana ante el aumento de las temperaturas.
2026-AGD-SI-012	Nuevo	Diseñar e instalar puntos fijos de suministro de agua en zonas estratégicas de alto riesgo (depósitos, hidrantes rurales, cisternas o estanques artificiales) para facilitar la respuesta rápida de las brigadas frente a incendios forestales, reduciendo los tiempos de operación y aumentando la capacidad de supresión.	Incendio forestal	Alto	Seguridad, Sistemas de Agua	Líder: Obras Públicas Apoyo: Gestión de Emergencias (OMME)	Municipal	Corto plazo	Estado actual: **Nueva** – Estrategia identificada durante la actualización del plan para fortalecer la capacidad de respuesta ante incendios forestales. Se evaluarán las ubicaciones prioritarias y posibles fuentes de financiación para su implementación.
2026-AGD-SI-013	Nuevo	Construcción de sistemas de gestión de escorrentía como bioswales o zanjas de infiltración, jardines de lluvia y áreas naturales de retención, diseñados para capturar la escorrentía superficial y permitir su infiltración en el suelo, favoreciendo la recarga de acuíferos y, al mismo tiempo, reduciendo la escorrentía superficial que, al acumularse, puede causar inundaciones y deslizamientos de tierra.	Deslizamientos de tierra, inundaciones, sequías y calor extremo	Alto	Sistemas de agua	Líder: Obras Públicas Apoyo: Recuperación	Municipal, estatal o federal	Corto plazo	Estado actual: **Nuevo** – Estrategia incorporada para promover la gestión sostenible de la escorrentía y la reducción de riesgos asociados a inundaciones, deslizamientos de tierra, sequías y calor extremo. Requiere evaluar las áreas potenciales para su implementación.
2026-AGD-SI-014	Nuevo	Implementación de sistemas de estabilización de taludes utilizando muros de contención, clavado de suelo y/o mallas geosintéticas para reducir el riesgo de deslizamientos en carreteras municipales expuestas a grandes pendientes y lluvias intensas	Deslizamientos de tierra	Alto	Transportación	Líder: Obras Públicas Apoyo: Recuperación	Municipal, estatal o federal	Corto plazo	Estado actual: **Nuevo** – Se identificarán carreteras municipales con mayor susceptibilidad a deslizamientos para evaluar alternativas de estabilización de laderas y prioridades para la intervención.

Tabla 58. Estrategias de mitigación: Protección de los Recursos Naturales

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026 –AGD –NR –001	PRN-1	Mitigar el riesgo de inundaciones en la zona costera creando y aplicando normativas que restrinjan la construcción de nuevos proyectos en la zona y asegurando que se utilicen zonas de protección durante las inundaciones.	Inundaciones	Alto	Seguridad y protección	Líder: Oficina de Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina de Planificación	Municipal, estatal y federal	A largo plazo	Estado actual: Implementación en curso – El Municipio no respalda nuevos proyectos en zonas costeras susceptibles a inundaciones. Esta estrategia reducirá el riesgo de inundaciones en las zonas costeras limitando el desarrollo en zonas de alto riesgo, preservando los amortiguadores naturales, protegiendo infraestructuras y mejorando la resiliencia comunitaria a largo plazo.
2027 –AGD –NR –001	Nuevo	Reduce la energía de impacto disipando la energía hidráulica a través de barreras naturales en Carrizales: -Restauración de dunas -Plantación de vegetación fija -Establecimiento de bosques costeros (manglares de botón, ucar, Almacigo, etc.)	Tsunami	Alto	Seguridad y protección	Líder: Oficina de Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Public Works	Municipal, estatal y federal	A largo plazo	Estado actual: Implementación en curso – El Municipio ya ha llevado a cabo campañas de plantación de vegetación costera en el barrio Espinal. Esta estrategia reduce la erosión costera y la degradación de la línea costera mientras disipa la energía de olas y tsunamis, protegiendo infraestructuras y comunidades. También restaura hábitats naturales, mejora la biodiversidad, fortalece la resiliencia climática y apoya la sostenibilidad medioambiental a largo plazo y la estabilidad económica local.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2028 –AGD –NR –001	Nuevo	Proteger los cuerpos de agua naturales (arroyos, lagunas, estanques) y sus zonas ribereñas, para contribuir a la regulación térmica del medio ambiente mediante la evaporación y los procesos naturales de refrigeración.	Sequía, calor extremo, incendios forestales	Alto	Sistemas de agua	Líder: Administración Apoyo: Public Works	Municipal, estatal y federal	Medio plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia mejora la resiliencia medioambiental restaurando cuerpos de agua naturales y sus zonas ribereñas, que ayudan a regular las temperaturas locales mediante procesos naturales de refrigeración. Además, mejora la calidad del agua, apoya los ecosistemas y reduce los impactos del calor, la sequía y las inundaciones en las comunidades circundantes.
2029 –AGD –NR –002	Nuevo	Implementar programas de gestión de la vegetación en zonas de alto riesgo mediante la reducción controlada de combustible (material seco, césped, arbustos densos) y el establecimiento de cortafuegos alrededor de comunidades, infraestructuras críticas y corredores de acceso, con el objetivo de reducir la probabilidad de inflamación y limitar la propagación de incendios forestales. Estas acciones deben llevarse a cabo de acuerdo con planes técnicos que definan la frecuencia, los métodos de manipulación y la correcta eliminación del material retirado, evitando prácticas inapropiadas como la acumulación o quema descontrolada de residuos vegetales.	Incendio forestal	Alto	Seguridad y protección	Líder: Obras Públicas Apoyo: Gestión de Emergencias (OMME)	Municipal, estatal y federal	Medio plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia reduce el riesgo de incendios forestales al disminuir la acumulación de combustibles vegetativos y limitar la propagación del fuego cerca de comunidades e infraestructuras críticas.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2030 –AGD –NR –003	Nuevo	La restauración de sistemas completos de humedales costeros (transición manglar-marisma-playa) para aumentar la retención de sedimentos, la energía de las olas amortiguadoras o el impacto hidráulico, permitir la migración natural de los ecosistemas ante la subida del nivel del mar y también funcionar como zona de amortiguamiento para capturar y filtrar contaminantes transportados por la inundación del evento.	Marejadas ciclónicas, inundaciones, ciclones tropicales/vientos extremos, modificación costera	Alto	Seguridad, Protección, Materiales Peligrosos	Líder: Obras Públicas Apoyo: Gestión de Emergencias (OMME)	Municipal, estatal y federal	Corto plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia fortalece la resiliencia costera al reducir el impacto de las olas y las inundaciones, mejorar la retención de sedimentos y apoyar la protección natural frente al aumento del nivel del mar y la contaminación asociada a eventos costeros.
2031 –AGD –NR –004	Nuevo	Implementación de soluciones de "litoral viva" utilizando una combinación de vegetación costera autóctona, preferentemente especies tolerantes a la salinidad (halófitos), así como arrecifes de ostras, troncos anclados y elementos biodegradables, diseñados e instalados estratégicamente para estabilizar la costa, reducir la erosión y mantener los procesos ecológicos naturales frente a las olas y la subida del nivel del mar. Especies tolerantes a condiciones adversas, como el vetiver (Chrysopogon zizanioides), que han demostrado resistencia a olas temporales o eventos de inundación, pueden utilizarse en zonas de transición.	Modificación costera a largo plazo, tsunami	Alto	Seguridad y protección	Líder: Obras Públicas Apoyo: Gestión de Emergencias (OMME)	Municipal, estatal y federal	Corto plazo	Estado actual: Nueva – Esta estrategia fortalece la resiliencia costera al reducir la erosión, conservar los ecosistemas costeros y aumentar la protección natural frente a las olas y el aumento del nivel del mar.
2032 –AGD –NR –005	Nuevo	Proteger los corredores ecológicos y espacios abiertos que faciliten la ventilación natural y el flujo de aire en las zonas urbanas, evitando su fragmentación por desarrollo, para mitigar la acumulación de calor.	Calor extremo	Alto	Seguridad, protección, alimentación, hidratación y refugio	Líder: Dirección Apoyo: Obras Públicas, Recuperación, Policía Municipal	Municipal	Corto plazo	Estado actual: Nuevo – La ciudad promoverá la coordinación con agencias estatales y federales para identificar y proteger corredores ecológicos y espacios abiertos que favorezcan la ventilación natural y contribuyan a reducir la acumulación de calor en las zonas urbanas.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2033 –AGD –NR –006	Nuevo	Crear corredores de sombra, proyectos estratégicos de reforestación con especies resistentes a la sequía y autóctonas, jardines de lluvia, suelos infiltrados y franjas forestales cortafuegos para reducir las temperaturas urbanas, aumentar la retención de humedad y disminuir la propagación del fuego.	Sequía, calor extremo, incendios forestales	Alto	Seguridad, protección, alimentación, hidratación y refugio	Líder: Dirección Apoyo: Obras Públicas, Recuperación	Municipal, estatal y federal	Medio plazo	Estado actual: Nuevo – Esta estrategia fomenta la reforestación, la creación de jardines de lluvia y franjas de fuego que proporcionarán menos calor, humedad y menos incendios.

Tabla 59. Estrategias de mitigación - Servicios de emergencia

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-ES-001	Nuevo	Instalar sistemas de paneles solares en instalaciones críticas para garantizar la continuidad de las operaciones durante cortes de luz y eventos de emergencia en infraestructuras esenciales, como el Coliseo Ismael "Chavalillo", el Estadio Guillermo Hernández, el Ayuntamiento, la Oficina de Programas Federales, la Oficina Municipal de Gestión de Emergencias (OMME) y la Policía Municipal.	Ciclón tropical/Vientos extremos y terremoto	Alto	Energía	Líder: Oficina de Programas Federales Apoyo: Oficina del Alcalde	Federal (HMGP, CDBG, MIT, NMEAD), Estado	A largo plazo	Estado actual: **Nuevo** - Esta estrategia garantiza que los centros de almacenamiento y distribución permanezcan activos y operativos durante eventos de emergencia, apoyando la continuidad de las operaciones, manteniendo un suministro de alimentos fiable, mejorando la resiliencia energética mediante sistemas de respaldo y renovables, reduciendo interrupciones en el servicio durante eventos peligrosos y reforzando la capacidad del municipio para responder y recuperarse de emergencias.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-ES-002	Nuevo	Mejorar o desarrollar sistemas integrados de comunicación y alerta temprana capaces de emitir advertencias a través de múltiples canales, incluyendo alarmas, señales visuales y plataformas digitales, para informar a la comunidad sobre peligros naturales, riesgos esperados, medidas de protección, rutas de evacuación, ubicaciones de refugios, condiciones de las carreteras y otra información crítica antes, durante y después de un evento, apoyando una respuesta oportuna y una recuperación más eficaz.	Todos	Medio	Comunicación	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina de Planificación	Municipal, estatal y federal	Medio plazo	Estado actual: **Nuevo** - Esta estrategia mejora la seguridad pública asegurando una comunicación oportuna y fiable antes, durante y después de emergencias. Al ofrecer advertencias y directrices claras a través de múltiples canales, permite una toma de decisiones más rápida, apoya la evacuación y las acciones de protección, y reduce los riesgos para la vida y la propiedad derivados de peligros como calor extremo, huracanes, terremotos, inundaciones, tsunamis, sequías, deslizamientos de tierra e incendios forestales.
2026-AGD-ES-003	PEM-1	Adquisición de generadores eléctricos para instalaciones críticas del municipio.	Todos	Medio	Energía	Líder: Oficina de Programas Federales Apoyo: Oficina del Alcalde	Federal (FEMA), Municipial	Medio plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – La Policía Municipal y la Oficina de Gestión de Emergencias adquirieron un generador para apoyar las operaciones de emergencia. La adquisición continua de generadores para edificios municipales críticos mejorará la resiliencia y la preparación ante emergencias mediante sistemas de energía de respaldo fiables, apoyará la prestación ininterrumpida de servicios esenciales, reducirá los tiempos de inactividad durante eventos de riesgo y fortalecerá la capacidad del municipio para responder y recuperarse de desastres.

Tabla 60. Estrategias de mitigación – Educación y concienciación

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-EA-001	PEM –1	Adquisición de generadores eléctricos para instalaciones críticas del municipio.	Todos	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Estado actual: **Reclasificado** — Será eliminado de esta tabla en la próxima revisión del LHMP y asignado a la Tabla de Servicios de Emergencia con la nueva identificación 2026-AGD-ES-003.
2026-AGD-EA-002	EAP–1	Desarrollar un Programa Educativo sobre los diferentes riesgos evaluados en el HMP (terremotos, tsunamis, fuertes vientos, incendios, inundaciones en ríos y costas, deslizamientos de tierra inducidos por lluvias y terremotos), incluyendo material educativo e información sobre mejoras estructurales y no estructurales dirigidas a empresas y residentes. Si procede, se proporcionará información sobre evacuaciones durante los eventos. El programa educativo incluirá, entre otros temas, información relacionada con el seguro contra inundaciones del NFIP y los beneficios para residentes.	Todos	Medio	Seguridad y protección	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina de Planificación	Fondos municipales o externos	Medio plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – OMME continúa realizando actividades en escuelas y comunidades, ofreciendo talleres y distribuyendo folletos con información sobre diversos riesgos. Esta estrategia aumentará la conciencia y comprensión pública sobre los peligros naturales, promoverá la toma de decisiones informada por riesgos entre residentes y empresas, apoyará la adopción de medidas de mitigación estructurales y no estructurales, mejorará la preparación y capacidad de respuesta de la comunidad, y reducirá la posible pérdida de vidas y bienes mediante una mejor educación y divulgación.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-EA-003	PEA–2	Proporcionar información sobre mejoras estructurales y no estructurales para que los propietarios puedan realizar mejoras en las estructuras existentes y reducir los daños causados por eventos sísmicos y otros riesgos naturales, estableciendo una biblioteca de documentos técnicos relacionados con opciones de mejora estructural y no estructural, así como el HMP revisado, leyes federales, leyes estatales, ordenanzas, códigos de edificación, planes de uso del suelo, entre otros.	Todos	Medio	Seguridad y protección	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal	Medio plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – Se llevó a cabo un programa educativo en las escuelas para orientar a los residentes sobre mejoras estructurales y reconstrucción alineadas con los manuales y normas de FEMA. Esta estrategia ha aumentado la conciencia y comprensión pública sobre los peligros naturales, ha promovido la toma de decisiones informada sobre riesgos entre residentes y empresas, ha apoyado la adopción de medidas de mitigación estructurales y no estructurales, ha mejorado la preparación y capacidad de respuesta de la comunidad, y ha reducido la posible pérdida de vidas y bienes mediante una mejor educación y divulgación.
2026-AGD-EA-004	PEA–3	Mejorar la evaluación del riesgo de inundaciones y aumentar la conciencia sobre riesgos revisando y actualizando los mapas de tarifas de seguro contra inundaciones (FIRMs) que reflejen las zonas de inundación actuales en el municipio.	Inundaciones	Medio	Seguridad y protección	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Federal (FEMA)	Medio plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – Se implementó una iniciativa educativa en las escuelas para informar a los residentes sobre los riesgos de inundaciones y las medidas de preparación, incluyendo la comprensión de mapas actualizados de inundaciones y el cumplimiento de las directrices de gestión de inundaciones de FEMA. Esta estrategia proporcionará los siguientes beneficios cualitativos. Gracias a esta actualización, se consigue una mejor comprensión de las zonas propensas a inundaciones del municipio.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-EA-005	PEA–4	Desarrollar un programa de concienciación y educación, a través de talleres, charlas y/o publicaciones dirigidas a comerciantes, partes interesadas y el público en general sobre la importancia de la conservación del agua y las alternativas para su almacenamiento y protección.	Sequía	Medio	Sistemas de agua	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal, Estatal y Federal	Corto plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – OMME continúa realizando numerosas actividades, talleres y distribuyendo folletos informativos. Esta estrategia aumenta la conciencia sobre la conservación del agua, fomenta el uso y almacenamiento eficiente del agua, y fortalece la resiliencia de la comunidad ante las condiciones de sequía.
2026-AGD-EA-006	PEA–5	Informar al público, a través de talleres, charlas y/o publicaciones, sobre la importancia y los beneficios de participar en el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP)	Inundaciones	Medio	Seguridad y protección	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal, Estatal y Federal	Corto plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – OMME continúa realizando numerosas actividades, talleres y distribuyendo folletos informativos. Esta estrategia aumenta la conciencia sobre el seguro contra inundaciones y ayuda a reducir las pérdidas económicas derivadas de las inundaciones, al tiempo que mejora la resiliencia y la preparación de la comunidad.
2026-AGD-EA-007	PEA–6	Educar a comerciantes, partes interesadas y al público en general, mediante talleres, charlas y/o publicaciones y recursos externos sobre la importancia de evitar incendios debidos a la combustión espontánea de pastos en el municipio.	Incendio forestal	Alto	Seguridad y protección	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal, Estatal y Federal	Corto plazo	Estado actual: **Implementación en curso** – OMME continúa realizando numerosas actividades, talleres y distribuyendo folletos informativos. Esta estrategia aumenta la conciencia sobre las prácticas de prevención de incendios, reduce el riesgo de incendios de vegetación causados por combustión espontánea y promueve una gestión más segura de la tierra. También mejora la preparación comunitaria, protege los recursos naturales y las propiedades, y fortalece la resiliencia ambiental y de seguridad pública en general.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-EA-008	Nuevo	Desarrollar, en colaboración con agencias centrales y organizaciones sin ánimo de lucro, campañas informativas (materiales educativos, charlas, anuncios) sobre los riesgos del calor extremo y las medidas preventivas aplicables en el hogar y en espacios exteriores.	Calor extremo	Alto	Seguridad y protección	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal	Medio plazo	Estado actual: **Nuevo** – Esta estrategia reducirá la exposición innecesaria a eventos de calor extremo, minimizará todos los costes relacionados con emergencias médicas asociadas al calor extremo y promoverá prácticas sostenibles y resilientes durante eventos de calor extremo.
2026-AGD-EA-009	Nuevo	Desarrollar un programa educativo para residentes y contratistas sobre prácticas seguras de gestión de las laderas, incluyendo prohibir cortes sin diseño técnico, una gestión adecuada de la escorrentía y la importancia de mantener la cobertura vegetal. El programa debe enfatizar los impactos negativos del uso indiscriminado de herbicidas y la eliminación de vegetación, que pueden aumentar la erosión y provocar deslizamientos de tierra.	Calor extremo, deslizamientos de tierra, ciclones tropicales/vientos extremos	Alto	Seguridad y protección	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal	Corto plazo	Estado actual: **Nuevo** – Esta estrategia promoverá prácticas adecuadas de gestión de las laderas, reducirá el riesgo de erosión del suelo y deslizamientos, y fomentará la protección de la cobertura vegetal como medida de mitigación.
2026-AGD-EA-010	Nuevo	Realizar sesiones de divulgación comunitaria sobre la instalación y gestión de sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia (por ejemplo, cisternas), dirigidas a las comunidades, como medida para aumentar la resiliencia ante sequías o situaciones en las que el servicio de agua pueda verse afectado.	Sequía, ciclones tropicales/vientos extremos, terremotos	Alto	Sistemas de agua	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal	Medio plazo	Estado actual: **Nuevo** - La divulgación comunitaria sobre sistemas de recogida y almacenamiento de agua de lluvia, como las cisternas, ayuda a aumentar la disponibilidad de agua durante sequías e interrupciones de servicios. Esta estrategia reduce la dependencia de los sistemas municipales, promueve prácticas sostenibles y mejora la resiliencia de los hogares y la comunidad durante eventos como huracanes y terremotos.

ID 2026	ID 2020	Descripción	Peligro	Prioridad	Línea Vital	Oficina Municipal a Cargo	Posibles fuentes de fondos	Término de implementación	Estado
2026-AGD-EA-011	Nuevo	Implementar programas de talleres prácticos basados en la comunidad centrados en la agricultura urbana, la gestión básica de alimentos y la producción a pequeña escala, apoyados por huertos educativos, con el fin de fortalecer el conocimiento aplicado, la autosuficiencia alimentaria y la resiliencia comunitaria. Esta estrategia contribuye a mejorar la seguridad alimentaria, reducir la dependencia de cadenas de suministro externas y aumentar la capacidad de respuesta ante interrupciones, como las que se experimentan durante pandemias, cuando el acceso a los alimentos puede ser limitado.	Pandemia/Epidemia	Alto	Comida, hidratación y refugio	Líder: Gestión de Emergencias (OMME) y Planificación Apoyo: Oficina del Alcalde	Municipal	Medio plazo	Estado actual: **Nuevo** - Los talleres comunitarios sobre agricultura urbana y manejo de alimentos refuerzan la seguridad alimentaria al reducir la dependencia de cadenas de suministro externas. Desarrollan habilidades prácticas, promueven la autosuficiencia y mejoran la capacidad de la comunidad para responder a interrupciones, especialmente durante emergencias como pandemias.

6.4 Participación en el NFIP

Cubierto por el PRPB, el Municipio mantiene una participación continua en el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) y se compromete a cumplir con todos los requisitos del programa para reducir el riesgo de inundación y proteger vidas y bienes. La participación continua en el NFIP permite a residentes y empresas acceder a seguros contra inundaciones respaldados federalmente, promoviendo prácticas sólidas de gestión de las llanuras inundables. El PRPB, en nombre del municipio, aplica las regulaciones de gestión de zonas inundables conforme a los requisitos de FEMA, incluyendo la adopción y uso de Mapas de Tarifas de Seguro contra Inundaciones (FIRMs) y Estudios de Seguro contra Inundaciones (FIS) para decisiones de desarrollo. Las actividades locales de permisos, inspección y aplicación ayudan a garantizar que nuevas construcciones y mejoras sustanciales en Áreas Especiales de Riesgo de Inundación cumplan con los estándares aplicables de elevación y protección contra inundaciones. El Municipio también apoya actividades de concienciación y educación pública relacionadas con el riesgo de inundación, requisitos de seguro y medidas de mitigación. El cumplimiento continuo del NFIP fortalece la elegibilidad para la financiación federal de mitigación de riesgos y apoya la reducción a largo plazo de los daños relacionados con inundaciones.

7. Mantenimiento del Plan

Este capítulo describe los procedimientos y acciones necesarios para garantizar que el Plan se implemente eficazmente, se revise regularmente y se mantenga en línea con los objetivos y metas de mitigación establecidos. En algunos casos, las actualizaciones del Plan pueden requerir ajustes a las acciones de mitigación propuestas para reflejar cambios en las condiciones in situ que podrían aumentar o reducir el nivel de riesgo que afecta a ciertas áreas.

De acuerdo con los requisitos federales, el proceso de revisión del Plan Local de Mitigación de Riesgos (LHMP) debe incluir los siguientes elementos:

-
- Descripción de los métodos y el calendario para supervisar, evaluar y actualizar el Plan de Mitigación en un periodo de cinco años.
- Un proceso para integrar los requisitos del Plan de Mitigación en otros mecanismos locales de planificación aplicables, como planes integrales o planes de mejora de capital.
- Una descripción de cómo la comunidad seguirá participando en el proceso de revisión y mantenimiento del Plan.

7.1 Punto de contacto

El punto de contacto designado es responsable del monitoreo, revisión y actualización del Municipio de Aguada. La LHMP es la siguiente:

Tabla 61. Información de punto de contacto

Nombre:	Wesley Vega
Posición:	Director
Oficina:	Oficina de Planificación
Teléfono:	(787) 868-6155
Correo electrónico:	wvega@aguada.gov.pr

7.2 Participación Pública Continua (D1-a)

El Municipio de Aguada está comprometido a garantizar la participación pública continua mediante la implementación de los siguientes métodos de participación:

- Iniciativas de educación y concienciación pública
- Encuestas
- Talleres y reuniones comunitarias que se celebran en todo el municipio

En consonancia con este compromiso, la participación pública y la educación comunitaria son componentes integrales de varias estrategias de mitigación incluidas en este Plan. Se anima a los residentes a enviar comentarios y participar en las actualizaciones del LHMP en cualquier momento, incluyendo la solicitud de copias del Plan durante sus fases de desarrollo, monitoreo y mantenimiento.

Cada vez que se complete un informe de progreso, este estará disponible para su revisión pública. El progreso del Plan también se discutirá periódicamente durante reuniones públicas y se compartirá a través de redes sociales y otras plataformas de comunicación. Los avisos de participación pública se distribuirán en todas las etapas de seguimiento y supervisión del Plan.
Además, el Municipio continuará ofreciendo presentaciones a grupos comunitarios sobre el LHMP y el estado de la implementación de la estrategia de mitigación. Estos grupos pueden incluir cargos electos, colegios y otras organizaciones comunitarias. El Municipio también promoverá la participación cívica y la educación en preparación ofreciendo cursos y talleres de formación —como programas del Equipo de Respuesta a Emergencias Comunitarias (CERT)— e informando a los residentes sobre el Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) y otras iniciativas relevantes.

Los esfuerzos de mitigación se adaptarán para abordar las vulnerabilidades y necesidades específicas de las comunidades individuales, apoyando el desarrollo de una población más informada, preparada y resiliente. Este enfoque subraya el compromiso del Municipio con la participación comunitaria sostenida durante todo el periodo de efecto del Plan, los ciclos de actualización y las actividades posteriores a la adopción.

7.3 Supervisión del LHMP (D2-a)

La estrategia del Municipio para la implementación, seguimiento y evaluación del Plan establece un marco que promueve la colaboración, el intercambio de información y la innovación. A través de su Comité de Planificación, compuesto por representantes de diversas agencias y departamentos municipales, el Municipio trabajará con socios y residentes para aplicar un enfoque localizado y coordinado en la mitigación de riesgos. Esta estrategia colaborativa tiene como objetivo reducir pérdidas, atender las necesidades de la comunidad y fortalecer la capacidad del Municipio para resistir futuros eventos de riesgos.

El Plan será supervisado para asegurar:

- Mantener información actualizada y precisa sobre peligros y riesgos
- Asegurar que las estrategias de mitigación reflejen las prioridades de la comunidad y de los grupos de interés
- Cumplir con los requisitos federales y del Commonwealth LHMP
- Mantener la elegibilidad para la financiación de mitigación
- Garantizar la coherencia con otros esfuerzos de planificación local y regional

Para apoyar una implementación efectiva, el Municipio aprovechará los procesos existentes de planificación de recursos e infraestructuras. Las acciones de mitigación identificadas como inmediatas o a corto plazo se llevarán a cabo durante los próximos cinco (5) años, sujetas a la financiación y recursos disponibles.

7.4 Evaluación y seguimiento del LHMP

La evaluación del LHMP será un proceso continuo. Además de la revisión quinquenal requerida por FEMA, el Municipio realizará evaluaciones anuales, o con mayor frecuencia si las condiciones lo requieren. Tras cada revisión anual, el Comité de Planificación se reunirá para aprobar un informe anual de progreso que documente actualizaciones, logros y avances hacia metas y objetivos de mitigación. Este informe se presentará a la Oficina del Alcalde y estará disponible para el público.

A continuación, se detalla un calendario preliminar para las reuniones del Comité de Planificación:

Tabla 62. Calendario de la Reunión del Comité Preliminar de Planificación

Periodo histórico	Participantes	Propósito de la reunión
Reunión Anual (2027)	Comité de Planificación (Puede estar abierto al público si lo considera necesario)	El Comité identificará las necesidades de financiación, reevaluará las prioridades de riesgos, desarrollará estrategias para las solicitudes de subvenciones y realizará visitas a zonas de alto riesgo para supervisar el progreso y relacionarse directamente con las comunidades.
Reunión Anual (2028)	Comité de Planificación (Puede estar abierto al público si lo considera necesario)	El Comité revisará el estado de la implementación de mitigaciones, identificará riesgos emergentes y evaluará las necesidades de la comunidad. Se realizarán visitas a los lugares cuando sea necesario.
Reunión Anual (2029)	Comité de Planificación (Puede estar abierto al público si lo considera necesario)	El Comité confirmará el progreso en las acciones de mitigación y evaluará la necesidad de financiación adicional.
Reunión Anual (2030)	Comité de Planificación (Puede estar abierto al público si lo considera necesario)	El Comité celebrará su última reunión antes de la próxima actualización del LHMP para verificar el estado de la implementación de la mitigación, que quedará documentado en el Plan actualizado.

7.5 Actualización y revisión del LHMP (D2-c, D3-a)

7.5.1 Revisión tras un desastre Mayor

Si durante el mandato de cinco años del Plan ocurre una emergencia o declaración de desastre importante que afecte al Municipio, el Comité de Planificación—junto con partes interesadas, representantes comunitarios y organizaciones sin ánimo de lucro—se reunirá para identificar las áreas afectadas recientemente, revisar las prioridades de mitigación e incorporar las lecciones aprendidas. Esta reunión sustituirá la revisión anual programada para ese año.

7.5.2 Actualización integral de cinco años

De acuerdo con las directrices federales, el LHMP se actualizará de forma exhaustiva cinco (5) años después de su aprobación y se presentará al Oficial Estatal de Mitigación de Riesgos y a FEMA para su revisión y aprobación. Aproximadamente dieciocho (18) meses antes de la expiración del Plan, comenzará el proceso de revisión, que incluirá una evaluación completa del perfil municipal, la evaluación de riesgos y las estrategias de mitigación, con atención a las directrices y requisitos actualizados.

7.6 Integración con otros mecanismos de planificación (D3-a)

Se consideraron las siguientes políticas públicas y documentos de planificación en el desarrollo de este LHMP:

Nivel de la Commonwealth:

- Plan de Uso del Solo de Puerto Rico (PUTPR)
- Plan Territorial (PT) Aguada
- Plan y Regulación del Área Especial de Planificación del Karst
- Reglamento Conjunto para la Evaluación y Emisión de Permisos
- Reglamento de Áreas Especiales de Riesgo de Inundación (2021)
- Reglamento de Diseño, Operación y Mantenimiento de Sistemas de Aguas Pluviales
- Plan de Operaciones de Emergencia Aguada

Tras su adopción, el LHMP guiará las actualizaciones del Plan Territorial, planes especiales de áreas y planes de expansión urbana, e informará las prioridades presupuestarias municipales. Una vez recibida la aprobación de FEMA, se enviará una copia digital del Plan a la Junta de Planificación de Puerto Rico para apoyar las actualizaciones del PUTPR y otros documentos de planificación relevantes del Estado Federal.

8. Adopción y aprobación (F1-a, F1-b)

8.1 Adopción de LHMP

La política federal establece que los LHMP deben incluir "Documentación que indique que el LHMP ha sido formalmente adoptado por el órgano de gobierno de la jurisdicción solicitando la aprobación del Plan. El municipio dispone de un (1) año para adoptar el Plan una vez que reciba una *Aprobación Pendiente de Adopción (APA).* "[14]

Este LHMP fue adoptado por el Municipio de Aguada el **día XXXXXX**. Una copia de **la Resolución**, titulada *"Para Adoptar el Plan de Mitigación de Riesgos Naturales 2026 del Municipio de* Aguada, y *para Otros Fines Relacionados",* se incluye como parte del **Apéndice A**.

8.2 Aprobación LHMP

Este LHMP fue aprobado por FEMA y el SHMO en **XXXXX.** Una copia de la Carta de Aprobación, titulada *"Aprobación del Plan Local de Mitigación de Riesgos, Municipio* de", está Aguada incluida en **el Apéndice A**. La aprobación del Plan por parte de FEMA es válida por un periodo de **cinco (5) años**, hasta **XXXXXX**

[14] 44 C.F.R. §201.6(c)(5)

Referencias Seleccionadas

American Society of Civil Engineers. (2024, August 20). *Civil Engineering Source.* Retrieved December 17, 2025, from Rising heat is scorching Americans - and our infrastructure: https://www.asce.org/publications-and-news/civil-engineering-source/article/2024/08/20/rising-heat-is-scorching-americans-and-our-infrastructure

Anderson, S., Barford, C., & Barford, P. (2020). *Five Alarms: Assessing the Vulnerabilities of US Cellular Communication Infrastructure to Wildfires.* Association for Computing Machinery.

Aqilah, S., Karmilla, K., Tamanna, K., Ali, Z., & Mat, N. (2024). Assesing Socio-Economic and Environmental Losses of Dam Failure Flood Risk: A Review on Sustainable Framework. *Journal of Sustainability Sceince and Management, 19*(1), 171 - 195.

ASDSO. (2022). *Dam Safety Performance Report 2022.* Lexington, KY. Retrieved January 4, 2026, from https://damsafety-dev.s3.amazonaws.com/s3fs-public/files/Puerto%20Rico%20Dam%20Safety%20Performance%20Report%202022.pdf

ASPR. (n.d.). *ASPR Health Care Readiness State Highlights*. Retrieved January 5, 2026, from https://aspr.hhs.gov/HealthCareReadiness/HealthCareReadinessNearYou/Pages/Puerto-Rico.aspx

AtkinsRéalis. (2024). *Hazard Mitigation Plan: Dam Annex Template for Puerto Rico.*

Autonomous Municipality of Bayamón. (2018). *Plan de Mitigación Multi-Riesgos 2018 (All Hazard Local Mitigation Plan.* Bayamón, PR: Oficina de Planificación y Ordenamiento Territorial.

Autonomous Municipality of Bayamón. (2024). *Plan Territorial Municipio, Fase 1 - Enunciacion de Metas y Objetivos, Plan de Trabajo, Memorial y Programa (Borrador).* Oficina de Planificación.

Autonomous Municipality of Bayamón. (2025). *Emergency Operation Plan.* Bayamón PR: Municipal Agency for Emergency Mangement and Disaster Administration.

Baker, C., Cohen, S., Coulson, G., Durden, S., & Rossman, E. (n.d.). *Identification and Engagement of Socially Vulnerable Populations in the USACE Decision Making Process.* The Institute for Water Resources.

Bates, R., & Jackson, J. A. (1980). In *Glossary of geology.* Falls Church, Va.: American Geological Institute.

Benitez-Jaime, CPA-PSC. (2025). *SINGLE AUDIT REPORT-Independent Auditors' Report on Basic Financial Statements and Supplementary Schedule of .*

Bonano, V. e. (2020). *Perfil de Riesgo: Fallas y Fisuras*. Retrieved from https://storymaps.arcgis.com/stories/142062e6d5ec4bfca832c1a7f97dfa3f

Britannica. (2026). *San Germán.*

Buckeye Partners, L.P. . (2010). *BUCKEYE PARTNERS, L.P. ANNOUNCES AGREEMENT TO PURCHASE REFINED PETROLEUM PRODUCTS TERMINAL IN PUERTO RICO.* Retrieved from https://www.buckeye.com/wp-content/uploads/2021/08/Yabucoa-Agreement-Announcement-FINAL.pdf

Byrne, M. (2019). *Monitoring Storm Tide, Flooding, and Precipitation from Hurricane Maria in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands, September 2017.* USGS.

Caricoos. (n.d.). *Marejada Ciclónica*. Retrieved Noviembre 18, 2025, from http://www.caricoos.org/mao/strorm-surge

Castro Rivera, A. (n.d.). *Proyecto 1867*. Retrieved December 27, 2025, from La triple condena de 1867: https://www.proyecto1867.com/la-triple-condena-de-1867.html

Castro Rivera, A., & López Marrero, T. (2018). *Cartilla de los Ciclones.* Mayagüez, PR: Sea Grant - Universidad de Puerto Rico, Mayagüez.

CBO. (2024). *Federal Spending for Flood Adaptations.* Retrieved from www.cbo.gov/publication/59971

CCOF. (2026, March). *Caribbean Climate Outlook Newsletter - April to June 2026.* Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology. Caribbean Climate Outlook Forum. Retrieved from https://rcc.cimh.edu.bb/files/2026/03/caricofamjjas.pdf

CDC. (2012, May 18). *CDC Archive*. Retrieved December 29, 2025, from https://archive.cdc.gov/www_cdc_gov/csels/dsepd/ss1978/lesson1/section11.html

CDC. (2014, December 5). *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Retrieved December 29, 2025, from Chikungunya Cases Identified Through Passie Surveillance and Household Investigations - Puerto Rico, May 5 - August 12, 2014: https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6348a1.htm

CDC. (2024, Junio 25). *Heat Health*. Retrieved Noviembre 12, 2025, from Heat and Older Adults (Aged 65+): https://www.cdc.gov/heat-health/risk-factors/heat-and-older-adults-aged-65.html

CEACC. (2024). *Borrador del plan de mitigación, adaptación y resilencia al cambio climático en Puerto Rico.* San Juan, PR: Gobierno de Puerto Rico.

Center for Disaster Resilient Communities. (n.d.). *The Health Effects of Landslides.* Retrieved December 28, 2025, from https://edge.deohs.washington.edu/sites/edge/files/2025-07/Landslides%20Fact%20Sheet.pdf

Chowdhury, A., Zzaman, R. U., Hasan, H., Tarin, N. J., Islam, S., Ansenk, O., . . . Leya, R. (2025). Interacting Social and Environmental drivers of gendered resilience to storm surge disasters. *Discover Geoscience, 3*(190). doi:https://doi.org/10.1007/s44288-025-00297-1

Colón, J. A. (2009). *Climatología.* San Juan, PR: La Editorial Universidad de Puerto Rico.

Colorado State University. (2026). *Tropical Cyclones, Radar, Atmospheric Modeling, and Software Team*. Retrieved April 28, 2026, from CSU Tropical Cyclone Impact Probabilities: https://tropical.colostate.edu/TC_impact.html

Columbia University/Mailman School of Public Health. (2021, February 19). *Epidemic, Endemic, Pandemic: What are the Differences?* Retrieved from https://www.publichealth.columbia.edu/news/epidemic-endemic-pandemic-what-are-differences

COR3. (n.d.). *Coronavirus (COVID-19*. Retrieved January 4, 2026, from https://recovery.pr.gov/en/coronavirus

COREPI-PR. (2020). *The State of the beaches of Puerto Rico post Maria (G-1) ArcGIS Story Maps*. Retrieved April 29, 2026, from https://storymaps.arcgis.com/stories/ac6e366a14d840e88a266d23b440ab0c

Cotidiano, U. (2024). *Mapa y calles, información general del municipio San Germán – Puerto Rico.*

Cutter, S., Boruff, B., & Shirley, W. (2003). Social Vulnerability to Envirnmental Hazards. *Social Science Quaterly, 84*(2), 244 - 261.

Cutter, S., Emrich, C., Morath, D., & Dunning, C. (2013). Integrating Social Vulnerability into Federal Flood Risk Management Planning. *Journal of Flood RIsk Management, 6*, 332 - 344.

Dennin, L., Nock, D., Muller, N., Akindele, M., & Adams, P. (2025). Social Vulnerable Communities Face Disproportionate Exposure and Suceptibility to US wildfire and prescribed burn smoke. *Communications Earth & Environment, 6*(190). doi:https://doi.org/10.1038/s43247-025-02100-y

DHS. (n.d.). *Ready.gov*. Retrieved enero 16, 2020, from https://www.ready.gov/heat

Dirlikov, E., Ryff, K. R., Torres -Aponte, J., Thomas, D. L., Pérez - Padilla, J., Muñoz-Jordán, J., . . . Rivera - García, B. (2016, May 6). Update: Ongoing Zika Virus Transmission - Puerto Rico, November 1, 2015 - April 14, 2016. *Morbidity and Mortality Weekly Report, 65*(17), 451-455. Retrieved December 29, 2025, from https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/wr/pdfs/mm6517.pdf

Discover Puerto Rico. (2026). *San German West Region.*

DNER. (2006, Marzo). Incendios Forestales en Puerto Rico. *Hojas de Nuesto Ambiente*, pp. 1 - 2.

DNER. (2015). *Informe sobre la sequía de 2014-2016 en Puerto Rico.* San Juan, PR: Division de Monitoreo del Plan de Aguas.

DNER. (2016). *Informe sobre la sequía 2014 - 16 en Puerto Rico.* San Juan, PR: Departamento de Recursos Naturales y Ambientales.
DNER. (2021). *Puerto Rico Forest Action Plan, 2021.* San Juan, PR: DNER.
DNER. (2021). *The Puerto Rico Forest Action Plan.* The Puerto Rico Department of Natural and Environmental Resources. Retrieved from https://www.drna.pr.gov/documentos/planes-de-manejo/puerto-rico-forest-action-plan-2021/
DOE. (2023, October 25). *Protecting our Electric Grid from Wildfire*. Retrieved December 16, 2025, from https://www.energy.gov/gdo/articles/protecting-our-electric-grid-wildfire
Ecoexploratorio. (2000). *¿Qué son las inundaciones?*
Eliot, J. W., Cloyd, T. E., & Philbin, M. (1994). Impacts of Landslides on an Ecosystem. *ASAE International Winter Meeting.* Atlanta, GA.
EnciclopediaPR. (2010). *Municipio de San Germán.*
EPA. (2012). Cool Pavements. In *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies.*
EPA. (2025, September 2). *Heat Island*. Retrieved December 17, 2025, from What are Heat Islands?: https://www.epa.gov/heatislands/what-are-heat-islands
EPA. (2026). *Hazardous Waste Cleanup: Buckeye Caribbean Terminals Incorporated in Yabucoa, Puerto Rico.* Environmental Protection Agency. Retrieved from https://www.epa.gov/hwcorrectiveactioncleanups/hazardous-waste-cleanup-buckeye-caribbean-terminals-incorporated-yabucoa
FBI & DHS. (2023). *Strategic Intelligences Assessment and Data on Domestic Terrorism.*
FEMA. (1997). *Multi - Hazard Identification and Risk Assessment: A Cornerstone of the National Mitigation Strategy.* Federal Emergency Management Administration.
FEMA. (1997). *Multi- Hazard Identification and Risk Assessment: A Cornerstone of the National Mitigation Strategy.*
FEMA. (1997). *Multi-Hazard Identification and RIsk Assessment: A Cornerstone of the National Mitigation Strategy.*
FEMA. (2013). *Federal Guidelines for Inundation Mapping of Floood Risk Associated with Dam Incidents and Failures - FEMA P-946.*
FEMA. (2018). *Threat and Hazard Identification and Risk Assessment (THIRA) and Stakeholder Preparedness Review (SPR) Guide.*
FEMA. (2021). *Coastal Flood Risk*. Retrieved April 28, 2026, from https://www.fema.gov/flood-maps/coastal
FEMA. (2021). *National Incident Management System.*
FEMA. (2023, July). *fema.gov*. Retrieved November 24, 2025, from Community Lifelines Implementation Toolkit:

https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_lifelines-toolkit-v2.1_2023.pdf
FEMA. (2024, February 20). *2.7 Community Lifelines: The HAZMAT Lifeline*. Retrieved December 28, 2025, from https://www.fema.gov/oet-tools/chemical-incident-consequence-management/2/7
FEMA. (2024). *Federal Guidelines for Dam Safety.* DHS.
FEMA. (2024). *Hazus Earthquake Model User Guidance.*
FEMA. (2024). *Natural and Nature-based Solutions Job Aid for Stormwater Management in Puerto Rico.*
FEMA. (2025). *Local Mitigation Planning Handbook.*
FEMA. (2025). *Local Mitigation Planning Policy Guide.*
FEMA. (2025, May 9). *National Dam Safety Program*. Retrieved April 20, 2026, from Resources for the General Public: https://www.fema.gov/grants/mitigation/learn/dam-safety/resources-general-public
FEMA. (2025). *National Risk Index Data - Technical Documentation.*
FEMA. (2025). *Reducing Damage from Localized Flooding.*
FEMA. (2026, January 7). *National Risk Index for Natural Hazards*. Retrieved June 17, 2026, from https://www.fema.gov/flood-maps/products-tools/national-risk-index
FEMA. (n.d.). *Puerto Rico Earthquakes DR-4473-PR*. Retrieved December 15, 2025, from https://www.fema.gov/disaster/4473
Fox, S., Agyemang, F., Hawker, L., & Neal, J. (2024). Integrating social vulnerability into high-resolution global flood risk mapping. *Nature Communication, 15*. doi:ttps://doi.org/10.1038/s41467-024-47394-2
Ganz, S., Duan, C., & Ji, C. (2023). Socioeconomic Vulnerability and Differential Impact of Severe Weather - Induced Power Outages. *PNAS NEXUS, 2*, 1-10. doi:https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgad295
Gill, J. C., & Malamud, B. D. (2017). Anthropogenic processes, natural hazards, and interactions in a multi-hazard framework. *Earth-Science Reviews*, 246 - 269.
Gould, W. (2008). Editorial. *AMBIO: A Journal of the Human Environment 37(7)*, 521. doi:https://doi.org/10.1579/0044-7447-37.7.521
Guibert, G., & Hyde, I. (2021). *Analysis: COVID-19's impact on Arts and Culture.* Argone National Laboratory.
Guiney, J. (1999). *Preliminary Report Hurricane Georges 15 September - 01 October 1998.* NHC.
Guo, Q., & Lee, D. C. (2021). The Ecology of COVID-19 and Related Environmental and Sustainability Issues. *Ambio*.

Guzmán-Colon, B., Guido, Z., Amaya-Ardilla, C. P., Cabrera-Rivera, L. T., & Méndez-Lázaro, P. A. (2025). Heat Risk Perception and Vulnerability in Puerto Rico: Insights for Climate Adaptation in the Caribbean. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 22*(1197). doi:https://doi.org/10.3390/ijerph22081197

Hernández - Padilla, J. A., & Méndez-Piñero, M. I. (2020). Economic Impact of the COVID-19 Pandemic in Puerto Rico. *Proceedings of the 9th Annual World Conference of the Society for Industrial and Systems Engineering 2020 SISE Virtual Conference*, (pp. 90-95). Retrieved January 5, 2026, from https://ieworldconference.org/content/SISE2020/Papers/Hernandez-Padilla.pdf

Hernández - Torres, R., Martínez - Lozano, M., Torres, I., Rosario - Hernández, E., Ramos - Pibernus, A., Soto, A., . . . Rivera - Segarra, E. (2023). The impact of the Covid-19 pandemic and previous natural disasters on the mental health of healthcare workers in Puerto Rico. *PLOS Global Public Health, 3*(5). Retrieved January 5, 2026, from file:///C:/Users/PITR4955/Downloads/journal.pgph.0001784.pdf

Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). *The Lanslide Handbook - A Guide to Understanding Landslides.* Reston, VA: USGS.

Highways Industry. (n.d.). *Highways Industry.com*. Retrieved January 2, 2026, from https://www.highwaysindustry.com/impact-extreme-heat-roads/

Hirsh, G. B., & Centeno - Marín, H. (2015). The Puerto Rico Emergency Prepara=edness Model. *Proceedings of the System Dymanics Society.* Retrieved January 4, 2026, from https://proceedings.systemdynamics.org/2015/papers/P1186.pdf

Hughes, K., Bayouth García, D., Martínez Milian, G., Schulz, W., & Baum, R. (2019). *Map of slope-failure locations in Puerto Rico after Hurricane María: U.S. Geological Survey data release*. doi:https://doi.org/10.5066/P9BVMD74

IFRC. (2023, August 8). *Landslides*. Retrieved December 28, 2025, from https://epidemics.ifrc.org/manager/disaster/landslides

Institute for Environmental Research and Education. (2025). *How Do Tsunamis Impact the Environment*. Retrieved December 28, 2025, from https://iere.org/how-do-tsunamis-impact-the-environment/

Jessen, J. (2025, June 30). *Energy Digital.* Retrieved December 17, 2025, from https://energydigital.com/news/climate-change-how-heatwaves-are-affecting-power-grids

Kerber, S., & Alkoins, D. (2024). *Lahaina Fire Incident Analysis Report.* Columbia, MD: Fire Safery Research Institute.

Lander, J. F., Whiteside, L. S., & Lockridge, P. A. (2002). A Brief History of Tsunamis in the Caribbean Sea. *Science of Tsunami Hazards, 20*(1). Retrieved December 27, 2025, from

https://www.proyecto1867.com/uploads/8/6/3/9/86396506/lander_et_al.__2002_.pdf

Larsen , M., & Torres-Sanchez, A. (1998). The frequency and distribution of recent landslides in three montane tropical regions of Puerto Rico. *Geomorphology*, 309-331.

Larsen, M., & Park, J. (1997). How wide is a road? The association of roads and mass-wasting in a forested montane environment. *Earth Surface Processes and Landforms*, 835-848.

López Marrero, T. (2010, June). An Integrative Approach to Study and Promote Natural Ahzards Adaptive Capacity: A Case Study of Two Flood-Prone Communities in Puerto Rico. *The Geograhical Journal, 176*(2), 150-163.

López-Vega, CPA, PSC. (2024). *Report on the Audit of the Financial Statements of the Autonomous Municipality of Yabucoa.*

Lugo, A. E., Miranda Castro, L., Abel, V., López, T., Hernández Prieto, E., García Martinó, A., . . . Helmer, E. (2021). *Puerto Rican Karst - A Vital Resource.* Forest Service, United States Department of Agriculture. USFS.

Méndez - Lázaro, P. A., Di Napoli, C., Rivas - Tumanyan, S., Pérez Ríos, N., González Sepulveda, L., Rodríguez, E., . . . Milán, L. (2025). Too hot and too humid in the Caribbean: Impacts of extreme heat events and non-accidental mortality in the tropical island of Puerto Rico. *The Journal of CLimate and Healt*.

Mentaschi, L., Vousdoukas, M., Pekel, J.-F., Voukouvalas, E., & Feyen, L. (2018). Global - long-Term Observations of Coastal Erosion and Accretion. *Scientific Reports, 8*(12876), Scientific Reports. doi:10.1038/s41598-018-30904-w

Muche, M., Yemata, G., Molla, E., Muasya, A., & Tsegay, B. (2022). COVID-19 Lockdown and Natural Resources: A Global Assessment on the Cahllenges, Opportunities and the Way Forward. *Bulleting of the National Research Centre, 46*(20).

Municipality of Aguada. (2024). Plan Territorial.

Municipality of Barranquitas. (2011). *Territorial Plan for the Municipality of Barranquitas.* Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planes%20Territoriales/Barranquitas/Barranquitas-PT-Memorial-2011.pdf

Municipality of Bayamón. (2018). *Plan de Mitigación Multi-Riesgos 2018 (All Hazard Local Mitigation Plan.* Bayamón, PR: Oficina de Planificación y Ordenamiento Territorial.

Municipality of Bayamón. (2025). *Emergency Operation Plan.* Bayamón PR: Municipal Agency for Emergency Mangement and Disaster Administration.

Municipality of San Germán. (2012). Plan Territorial.

Municipality of Yabucoa. (2020). Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planes%20de%20Mitigaci%C3%B3n%20Aprobados/Resumen%20Ejecutivo/Yabu-Approved-HMP-1.pdf

Municipality of Yabucoa. (2020). *Hazard Mitigation Plan, Yabucoa Municipality.* Puerto Rico Planning Board.

Municipality of Yabucoa. (2023). *Land Management Plan for the Municipality of Yabucoa.* Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planificaci%C3%B3n%20F%C3%ADsica/Planes%20Territoriales1/Yabucoa/JP-PT-75-01-Plan_Redacted.pdf

Municipio de Adjuntas. (2011). *Plan de Ordenación Territorial.* Adjuntas, PR: Municipio de Adjuntas.

Municipio de Adjuntas. (2020). *Plan de Mitigación Contra Peligros Naturales.* Adjuntas, PR: Municipio de Adjuntas.

Municipio de San Germán. (2020). *Plan de Mitigación.*

National Institute of Building Sciences. (2020). *2020 NEHRP Recommended Seismic Provisions: Design Examples, Training Materials; and Design Flow Chart.* FEMA. Retrieved April 28, 2026, from https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema_nehrp_design-examples-training-materials_volume-1.pdf

National Integrated Heat Health Information System. (n.d.). *Heat.gov*. Retrieved noviembre 12, 2025, from Urban Heat Islands: https://heat.gov/urban-heat-islands/

National Oceanic and Atmospheric Administration. (2026). *Historical Hurricane Tracks*. Retrieved from https://coast.noaa.gov/hurricanes/#map=8.57/18.2704/-66.2032&search=eyJzZWFyY2hTdHJpbmciOiJQdWVydG8gUmljbywgVVNBIiwic2VhcmNoVHlwZSI6Imdlb2NvZGVkIiwib3NtSUQiOiI0NDIyNjA0IiwiY2F0ZWdvcmllcyI6WyJINSIsIkg0IiwiSDMiLCJIMiIsIkgxIiwiVFMiLCJURCIsIkVUII0sInIlYXJzIjp

NIST. (n.d.). Retrieved November 26, 2024, from Infrastructure: https://www.nist.gov/infrastructure

NMEAD. (2021). *Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico.* San Juan, PR: Negociado de Manejo de Emergencias y Administracion de Desastres.

NOAA. (2022). *Centers for Environmental Information*. Retrieved January 2, 2026, from State Climate Summaries: Puerto Rico and the US Virgin Islands: https://statesummaries.ncics.org/chapter/pr/

NOAA. (2025). *National Centers for Environmental Information*. Retrieved December 28, 2025, from

https://www.ncei.noaa.gov/stormevents/choosedates.jsp?statefips=99%2CPUERTO+RICO
NOAA. (2026). *Relative Sea Level Trends*. Retrieved April 28, 2026, from https://tidesandcurrents.noaa.gov/sltrends/
NOAA. (n.d). *National Hurricane Center and Central Pacific Hurricane Center*. Retrieved April 20, 2026, from Storm Surge Overview: https://www.nhc.noaa.gov/surge/
NOAA. (n.d.). *NCEI*. Retrieved May 27, 2026, from Tsunamis: https://www.ncei.noaa.gov/products/natural-hazards/tsunamis-earthquakes-volcanoes/tsunamis
Norris, F., Stevens, S., Pfefferbaum, B., Wyche, K., & Pfefferbaum, R. (2007). Community Resilience as a Methaphor, Theory, Set of Capabilities and Strategy for Disaster Readiness. *American Jounral of Community Psychology, 47*, 127 - 150. Retrieved April 28, 2026, from https://www.researchgate.net/publication/5691020_Community_Resilience_as_a_Metaphor_Theory_Set_of_Capacities_and_Strategy_for_Disaster_Readiness
Oficina Estatal de Conservacion Histórica (OECH), G. d. (n.d.). *Alcantarrillado Pluvial sobre la Quebrada Manzanares (San German).*
Okamura, K., Fujisawa, A., Kondo, Y., Fujimoto, Y., Uozu, T., Kaner, S., & Mizoguchi, K. (2013). The Great East Japan Earthquake and cultural heritage: towards an archeology of disaster. *Antiquity, 87*, 258-269.
Pasch, R., Penny, A., & Berg, R. (2023). *Hurricane Maria.* NHC. Retrieved April 28, 2024, from https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL152017_Maria.pdf
Pasch, R., Reinhart, B., & Alaka, L. (2023). *Hurricane Fiona.* NHC.
Peek, L., & Stough, L. (2010). Children with Disabilities in the Context of Disaster: A Social Vulnerability Perspective. *Child Development, 81*(4), 1260 - 1270. Retrieved April 20, 2026, from https://hazards.colorado.edu/uploads/publications/36_2010_Peek_Stough.pdf
PRDH. (2022). *Resumen ejecutivo: Situación de la epidemia del COVID-19 en Puerto Rico año 2021.* Retrieved January 5, 2026, from https://www.salud.pr.gov/CMS/DOWNLOAD/8708
PRDOH. (2025). *Puerto RIco Mitigation Action Plan, CDBG-MIT.* San Juan, PR: Puerto Rico Department of Housing.
PREMB. (2021). *2021 Puerto RIco State Natural Hazards Mitigation Plan.*
PRPB. (2014). *Plan de Manejo del Area de Planificación Especial del Carso.*
PRPB. (2015). *Plan de Uso de Terrenos, Guías de Ordenación del Territorio.* San Juan, PR: Junta de Planificación.

PRPB. (2020). *Hazard Mitigation Plan agains Natural Hazards - Municipality of Yabucoa.* Puerto Rico Planning Board. Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planes%20de%20Mitigaci%C3%B3n%20Aprobados/Resumen%20Ejecutivo/Yabu-Approved-HMP-1.pdf

PRPB. (2020). *Hazard Mitigation Plan against Natural Hazards - Muicipality of Jayuya.* Puerto Rico Planning Board. Retrieved from https://docs.pr.gov/files/JP-Junta%20de%20Planificacion/Planes%20de%20Mitigaci%C3%B3n%20Aprobados/Actualizados%20por%20los%20municipios/Jayuya-Approved-HMP-200622.pdf

PRPB. (2021). *Special Flood Hazard Areas Regulation.*

PRPB. (2023). *Reglamento para la evaluación y expedición de permisos relacionados al desarrollo, uso de terrenos y operación de permisos.* San Juan, PR: Junta de Planificación.

PRSN. (n.d.). Retrieved December 27, 2025, from http://www.prsn.uprm.edu/Spanish/tsunami/historia.php

PRSN. (2019). *Red Sísmica de Puerto Rico*. Retrieved enero 13, 2020, from http://redsismica.uprm.edu/Spanish/educacion/terremotos/

PRSN. (2025). *Puerto Rico Seismic Network*. Retrieved December 15, 2025, from https://redsismica.uprm.edu/english/education/prediction.php

PRSN. (2025). *Red Sísmica de Puerto Rico.* Retrieved December 15, 2025, from Resumen Preliminar de actividad sísmica anual para el 2024: https://redsismica.uprm.edu/spanish/sismicidad/reportes/anuales/Informe_Anual_2024.pdf

PRSN. (2025). *Seismic Information*. Retrieved December 26, 2025, from Earthquake of 1918: http://www.prsn.uprm.edu/English/information/quake1918.php

PRSN. (n.d.). *Red Sísmica de Puerto Rico*. Retrieved December 15, 2025, from Reporte de Sismicidad: https://redsismica.uprm.edu/spanish/sismicidad/reportes/

Public-Private Analytic Exchange Program. (2025). *Implications of Extreme Weather Events on U.S. Telecommunications Infrastructure.* DHS.

Quiñones, F. (1992). Resumen Histórico de los Temporales en Puerto Rico. *Acta Científica, 6*(1-3), 165 - 170. Retrieved April 22, 2026, from https://www.recursosaguapuertorico.com/Historia_Huracanes_en_Puerto_Rico__1502-1992__por_Ferdinand_Qui__ones.pdf

Rigau-Pérez, J., & Vallejo - Calzada, E. D. (2020, march). Measles, Malnutrition and Mortality. *Puerto Rico Health Science Journal, 39*(1), 20 - 27. Retrieved December 29, 2025, from https://issuu.com/coleccionpuertorriquena/docs/rigau__vallejo_measles_in_pr_1917-1918_prhsj_2020

Robbins, A., Eckelmann, C., & Quiñones, M. (2009). Forest Fires in the Insular. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 37:528-534.

Rodríguez, D. M., Madwell, Z. J., Torres, J. M., Rivera, A., Wong, J. M., Santiago, G. A., . . . Adams, L. E. (2024, December 12). Epidemiology of Dengue - Puerto RIco, 2010 - 2024. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Retrieved December 29, 2025, from https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/73/wr/pdfs/mm7349a1-H.pdf

Rosario Urrutia, M. (2021, February 12). *Puerto Rican Endowment for the Humanities - Encyclopedia of Puerto Rico*. Retrieved December 29, 2025, from From the forgotten Flu Pandemic in Puerto Rico, 1918-1919, to the beginning of Covid-19 in 2020: https://en.enciclopediapr.org/content/from-flu-pandemic-1918-to-covid19-puerto-rico/

Sánchez - Plazas, L. C., García - De Jesús, R., Martínez - González, K. G., Amaya - Ardila, C. P., & Almodóvar - Rivera, I. A. (2024). The psychological impact of the COVID-19 pandemic on physicians in Puerto Rico: a cross-sectional study after the second wave in 2021. *Psychiatry, 14*. Retrieved January 5, 2026

Sandia National Laboratories. (n.d.). *Wildfire Electric Grid Resilience*. Retrieved December 16, 2025, from https://energy.sandia.gov/programs/electric-grid/wildfire-electric-grid-resilience/

Schumann, III, R., Emrich, C., Bustic, V., Mockrin, M., Zhou, Y., Johnson - Gaither, C., . . . Aksha, S. (2024). The Geography of Social Vulnerability and Wildfire Ocurrebce (1984 - 2018) in the Contermonous USA. *Natural Hazards, 120*, 4297 - 4327. doi:https://doi.org/10.1007/s11069-023-06367-2

Seadex. (n.d.). *Yabucoa Port (Small) — Puerto Rico Maritime Hub*. Retrieved from https://seadex.ai/en/port/pryab

Segarra Alméstica, E. V. (2018). María y la Vulnerabilidad en Puerto Rico. *Revista de Administración Publica, 49*, 13 -38.

Sharp, T. M., Roth, N. M., Torres, J., Ryff, K., Pérez Rodríguez, N., Mercado, C., . . . Rivera García, B. (2014, December 5). Chikungunya Cases Identified Through Passive Surveillance and Household. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Retrieved December 29, 2025, from https://www.cdc.gov/mmwr/pdf/wk/mm6348.pdf

Shipnext. (Accessed 2026). *Yabucoa, Puerto Rico (PRYAB)*. Retrieved from https://shipnext.com/port/yabucoa-pryab-pri

SNOFLO. (2026). *Carite Dam Report*. Retrieved January 4, 2026

SNOFLO. (2026). *Cidra Dam Reservoir Report*. Retrieved January 2, 2026, from https://snoflo.org/reservoir/puerto-rico/pr00020-cidra-dam

Soler - López, L. R. (2010). *Sedimentation Survey of Lago de Cidra, Puerto Rico.* Retrieved January 2, 2026, from https://pubs.usgs.gov/sim/3118/

Stein, S. M., Comas, S. J., Menakis, J. P., Carr, M. A., Steward, S. I., Cleveland, H., . . . Radeloff, V. (2013). *Wildfire, Wildlands and People: Undertaking and preparing*

for Wildfire in the Wildland-Urban Interface - a Forest on the Edge Report. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture - Forest Service, Rocky Mountain Resewarch Station.

Thomas, D. L., Sharp, T. M., Torres, J., Armstrong, P. A., Muñoz-Jordán, J., Ryff, K. R., . . . Rivera - García, B. (2016, February 19). Local Transmission of Zika Virus — Puerto Rico,. *Morbidity and Mortality Weekly Report, 65*(6). Retrieved December 29, 2025, from https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/65/wr/pdfs/mm6506e2.pdf

Timothee, R. A., Morris, L., Filiberti, M., & Mainardi, L. E. (1963). Epidemic of Poliomyelitis in Puerto Rico, 1960. *Public Health Reports, 78*(1), 65 - 76.

UNESCO. (2021). *World Heritage in the Face of COVID-19.*

US Census Bureau. (2024, September 26). *Resource Library*. Retrieved February 10, 2025, from Tools for Vulnerable Populations in Puerto Rico: https://www.census.gov/library/stories/2024/09/cre-pr-tools.html

US Census Bureau. (2025). *Census Data*. Retrieved November 21, 2025, from https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S1701?g=050XX00US72021

US Census Bureau. (2025). *Census Data*. Retrieved November 21, 2025, from https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S0101?g=050XX00US72021

US Census Bureau. (2025). *Census Data*. Retrieved November 30 30, 2025, from S1810 Disability Characteristics: https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S1810?g=050XX00US72021

US Census Bureau. (2025). *Data Census*. Retrieved November 21, 2025, from https://data.census.gov/table?g=050XX00US72021

US Census Bureau. (2025). *Data Census*. Retrieved November 30, 2025, from S1810 Disability Characteristics: https://data.census.gov/table/ACSST5Y2018.S1810?g=050XX00US72021

US Census Bureau. (2025). *Data.Census*. Retrieved November 30, 2025, from S2201: Food Stamps/Supplemental Nutrition Assistance Program: https://data.census.gov/table/ACSST5Y2023.S2201?g=050XX00US72021

US Drought Monitor. (2025). *Data*. Retrieved December 16, 2025, from Time Series: https://droughtmonitor.unl.edu/DmData/TimeSeries.aspx

US Fire Administation. (2025, December 16). *What is the WUI?* Retrieved from https://www.usfa.fema.gov/wui/what-is-the-wui/

USACE. (2013). *Coastal Risk Reduction and Resiliency: Using the Full Array of Measures.* Retrieved April 28, 2026, from https://cdm16021.contentdm.oclc.org/utils/getfile/collection/p266001coll1/id/5270

USACE. (2019). *LifeSim: Flood life-loss estimation model - Technical reference manual.*

USACE. (2020). *Safety of Dams- Policy and Procedures .*

USACE. (2021). *HEC-RAS river analysis system user's manual.*

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from Cidra Dam: https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00020/inspections

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from Carite Dam: https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00021/inspections

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00018/inspections

USACE. (2022, May 11). *National Inventory of Dams*. Retrieved January 4, 2026, from https://nid.sec.usace.army.mil/nid/#/dams/system/PR00019/summary

USACE. (2023, May). *Congresional Fact Sheets 2025*. Retrieved December 29, 2025, from Guajataca Dam Repairs: https://www.saj.usace.army.mil/About/Congressional-Fact-Sheets-2025/Guajataca-Dam-Repairs-PR-C/

USACE. (2024). *Public Notice Archive*. Retrieved from SAJ-1987-01095(SP-CGR): https://www.saj.usace.army.mil/Missions/Regulatory/Public-Notices/Article/3875333/saj-1987-01095sp-cgr/

USACE. (n.d.). *Publications*. Retrieved April 20, 2026, from Risk - Informed safety Program: https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerPamphlets/EP_360-1-31.pdf

USACE. (n.d.). *Value to the Nation*. Retrieved December 22, 2025, from Flood Risk Mgmt: Ecomomic Impaxct: https://www.iwr.usace.army.mil/Missions/Value-to-the-Nation/Flood-Risk-Mgmt/Flood-Risk-Economic-Impact/

USDA. (2001, 07). *MAUNABO SERIES*. Retrieved from Soil Series: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/M/MAUNABO.html

USDA. (2002, 06). *TALANTE SERIES*. Retrieved from Soil Series: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/T/TALANTE.html

USDA. (2004, 06). *TEJA SERIES*. Retrieved from Soil Series: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/T/TEJA.html

USDA. (2023, 10). *PANDURA SERIES*. Retrieved from SoilSeries: https://soilseries.sc.egov.usda.gov/OSD_Docs/P/PANDURA.html

USDOT - FRA. (2013). *Track Buckling Prevention: Theory, Safety Concepts, and Applications.* Washington DC: Office of Research and Development.

USFS. (n.d.). *Fire Effects Information System*. Retrieved December 16, 2025, from https://www.fs.usda.gov/database/feis/glossary.html#SCATTER-HOARD:

USGS. (2014). *Puerto Rico's Rainfall Deficit Indicates Drought*. Retrieved December 23, 2025, from https://www.usgs.gov/news/state-news-release/puerto-ricos-rainfall-deficit-indicates-drought

USGS. (2016). *Caribbean - Florida Water Science Center*. Retrieved December 23, 2025, from Drought Conditions in Puerto Rico: https://www.usgs.gov/centers/caribbean-florida-water-science-center-%28cfwsc%29/science/drought-conditions-puerto-rico

USGS. (2018). *Long-Term Coastal Change*. Retrieved April 28, 2026, from https://www.usgs.gov/programs/cmhrp/science/long-term-coastal-change#overview

USGS. (2019, August 6). *Earthquake Hazards 201 Technical Q&A*. Retrieved April 28, 2026, from https://www.usgs.gov/programs/earthquake-hazards/science/earthquake-hazards-201-technical-qa

USGS. (2020). *La duración potencial de las réplicas del terremoto 2020 del suroeste de Puerto Rico.* Reston Virginia: Servicio Geológico de EE. UU.

USGS. (2023). *Coastal Hazards and Resilience*. Retrieved April 28, 2026, from https://www.usgs.gov/science/science-explorer/coasts/coastal-hazards-and-resilience

USGS. (2024, September 10). Retrieved December 15, 2025, from Moment magnitude, Richter scale- what are the different magnitudes scales, and why are there so many?: https://www.usgs.gov/faqs/moment-magnitude-richter-scale-what-are-different-magnitude-scales-and-why-are-there-so-many

USGS. (2025). *Deep Dive: Protecting Critical Infrastructure*. Retrieved April 29, 2026, from https://www.usgs.gov/programs/climate-adaptation-science-centers/science/deep-dive-protecting-critical-infrastructure

USGS. (2026). *Granodiorite–Quartz Diorite of San Lorenzo, Puerto Rico (Geologic Unit Ksl). Mineral Resources Online Spatial Data.* Retrieved from https://mrdata.usgs.gov/geology/pr/prgeo-unit.php?unit=Ksl

USGS. (2026). *Granodiorite–Quartz Diorite of San Lorenzo, Puerto Rico (Geologic Unit Ksl). Mineral Resources Online Spatial Data.* Retrieved from https://mrdata.usgs.gov/geology/pr/prgeo-unit.php?unit=Ksl

USGS. (2026). *State Geologic Map Compilation (SGMC) Lithology Classification—Metavolcanic Rock (Lithology Code 5.3). Mineral Resources Online Spatial Data.* Retrieved from Available at: https://mrdata.usgs.gov/geology/state/sgmc-lith.php?code=5.3

USGS. (n.d.). *Earthquake Hazard Program*. Retrieved December 15, 2025, from Earthquake Hazards ProgramM 6.4 - 4 km SSE of Indios, Puerto Rico: https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us70006vll/executive#d

USGS. (n.d.). *Topoview*. Retrieved Noviembre 12, 2025, from http://ngmdb.usgs.gov/topoview/#13/18.3925/-661240

Vega Lugo, R. (2021, February 21). *Enciclopedia de Puerto Rico*. Retrieved December 29, 2025, from El cólera morno en Puerto Rico, 1855 a 1856: https://enciclopediapr.org/content/el-colera-morbo-en-puerto-rico-1855-a-1856/

Ware-Gilmore, F., Rodríguez, D. M., Ryff, K., Torres, J. M., Pérez Vélez, M., Torres - Toro, C. T., . . . Marzán-Rodríguez, M. (2025, February 20). Dengue Outbreak and Response — Puerto Rico, 2024. *Morbidity and Mortality Weekly Report, 74*(5). Retrieved December 29, 2025, from https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/74/wr/pdfs/mm7405-H.pdf

Weilert, L., & Laó-Dávila, D. (2023, August). Fault structure and segmentation of the Punta Moltalva Fault in sourhwestern Puerto Rico using high-resolution digital elevantion models. *Tectonophysics*.

West, J., Rodríguez Cruz, L. A., & Hughes, K. (2023). Assessing Social Vulnerability to Landslides in Rural Puerto Rico. *Natural Hazards Center Public Health Disaster Research Report Series*. Retrieved February 10, 2025, from https://hazards.colorado.edu/public-health-disaster-research/steep-risks

WHO. (2025). *Floods*. Retrieved December 22, 2025, from https://www.who.int/health-topics/floods/#tab=tab_1

World Bank. (n.d.). *Climate Knowledge Portal*.

World Bank. (n.d.). *Think Hazard*. Retrieved from https://www.thinkhazard.org/en/report/200-puerto-rico-u-s/WF

World Bank. (n.d.). *Think Hazard*. Retrieved April 20, 2026, from Puerto Rico (US): Wildfire: https://www.thinkhazard.org/en/report/200-puerto-rico-u-s/WF

Zhang, R., Ji, H., Pang, Y., & Suo, L. (2022). The Impact of COVID-19 on Cultural Industries: An Empirical Research Based on Stock Market Returns. *Frontiers in Public Health*.

Apéndice A: Adopción y Aprobación

Adopción

Se incluirá con la versión aprobado por FEMA

Aprobación por parte de FEMA

Se incluirá con el borrador final

Carta APA de FEMA

Se incluirá con el borrador final

Herramienta de Revisión

Se incluirá con el borrador final

Apéndice B: Comité de Planificación

Carta de compromiso

JUNTA DE
PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

Carta de Compromiso sobre el Plan de Mitigación Municipal

El Municipio de Aguada, representado en este acto por su alcalde, Hon. Christian Cortés Feliciano, mediante el presente documento denominado carta de compromiso se compromete en conjunto con la Junta de Planificación de Puerto Rico (JPPR) trabajar en la revisión y actualización del plan de mitigación contra peligros naturales 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 entre otros que apliquen. 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 del 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.

Observando los planes que se han vencido, y están próximos a vencer, la *Oficina Central de Recuperación, Reconstrucción y Resiliencia* (COR3 por sus siglas en inglés) procedió asignar presupuesto a la JPPR para atender la revisión y actualización de los Planes de Mitigación Contra Peligros Naturales de los municipios. Es importante destacar que los planes de mitigación deberán estar aprobados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA por sus siglas en inglés) para evitar que los municipios pierdan los fondos asignados para la ejecución de los proyectos. Por lo tanto, recae sobre el municipio la responsabilidad de gestionar adecuadamente su plan, ya que la falta de vigencia conllevaría la pérdida de dichos fondos.

La JPPR 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). Asimismo, la JPPR podrá hacer uso de recursos externos para la elaboración del plan de mitigación.

A su vez el Municipio está facultado a realizar acuerdos con cualquier agencia del Gobierno Central para que este desarrolle o lleve a cabo, en beneficio del Municipio, cualquier estudio, trabajo, obra o mejora pública municipal conforme a lo establecido en la ley Código Municipal de Puerto Rico, Ley Núm. 107 del 13 de agosto de 2020, según enmendada.

Es esencial que este plan cumpla con los requisitos del Acta de Mitigación de Desastre, la cual establece que los gobiernos municipales y estatales que hayan adoptado sus planes de mitigación contra peligros naturales serán elegibles para fondos de mitigación pre-desastre (Pre-disaster 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 JPPR 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.

P.O. Box 41119, San Juan PR, 00940-1119 • 787.723.6200 • jp.pr.gov

Nombramientos en el Comité de Planificación

MUNICIPIO DE AGUADA
HON. CHRISTIAN E. CORTÉS FELICIANO
ALCALDE

OFICINA DEL ALCALDE

NOTIFICACIÓN DE DESIGNACIÓN

Comité de Planificación del Municipio de Aguada

Yo, Hon. Christian E. Cortés Feliciano, alcalde del Municipio de Aguada, designo a los siguientes funcionarios y representantes como integrantes del *Comité de Planificación para la actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Aguada*, con el deber de apoyar, asesorar, coordinar y evaluar los trabajos de revisión, actualización, implementación y monitoreo del Plan mencionado.

Nombre	Puesto y Oficina	Correo electrónico	Teléfono (Ext.)
Wesley Vega López	Director Oficina de Planificación	wvega@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 1400
CPA Marisol Rosa Acevedo	Administradora Municipal	mrosa@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 1002
Jairo Jiménez	Ayud Administrativo – Manejo de Emergencias	jjimenez@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 2300
Jimmy L. Hernández	Comisionado de la Policía Municipal	policiamunicipal@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 2400
Javier Feliciano	Director de Obras Públicas	obraspublicas@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 2500
Hector Cajígas	Director de Control Ambiental	saneamiento@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 2601
Damaris Feliciano	Directora de Programas Federales	dfeliciano@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 1500
Carlos A. Rodríguez	Representante Comunidad	crodriguez@aguada.gov.pr	(787)868-6400 ext. 1807
Anibal Nieves	Representante Comunidad	No disponible	No disponible

Funciones principales del Comité:

- Coordinar con los trabajos relacionados con la actualización del Plan de Mitigación.
- Participar de talleres, presentaciones y reuniones sobre la actualización del Plan de Mitigación de Riesgos
- Proporcionar información, y datos sobre la evaluación de los riesgos y vulnerabilidades del municipio, así como las capacidades y los proyectos prioritarios de mitigación.
- Asegurar el cumplimiento con los requisitos estatales y federales para la elegibilidad de fondos de mitigación.

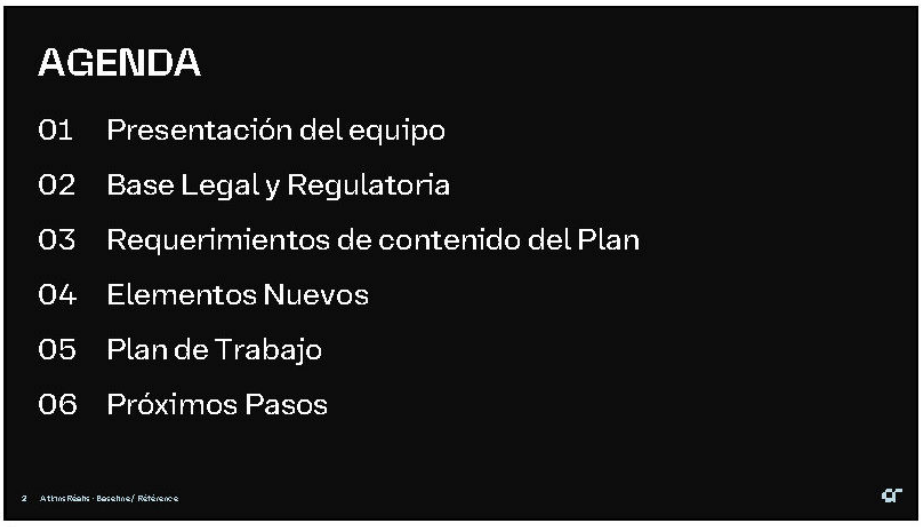
PO Box 517. Aguada, PR 00602 / Tel. 787-868-6400 / Fax 787-252-1561

Primera reunión del Comité de Planificación

Presentación

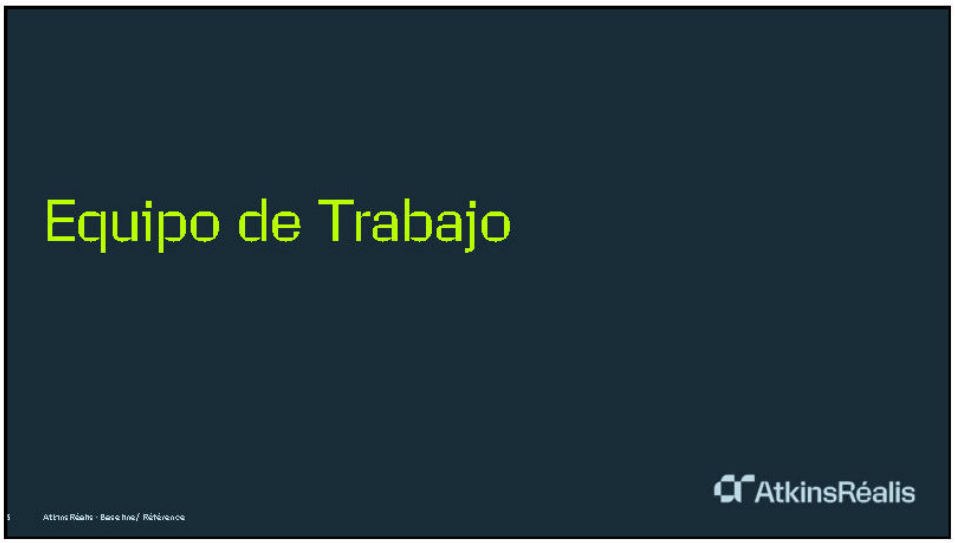


1

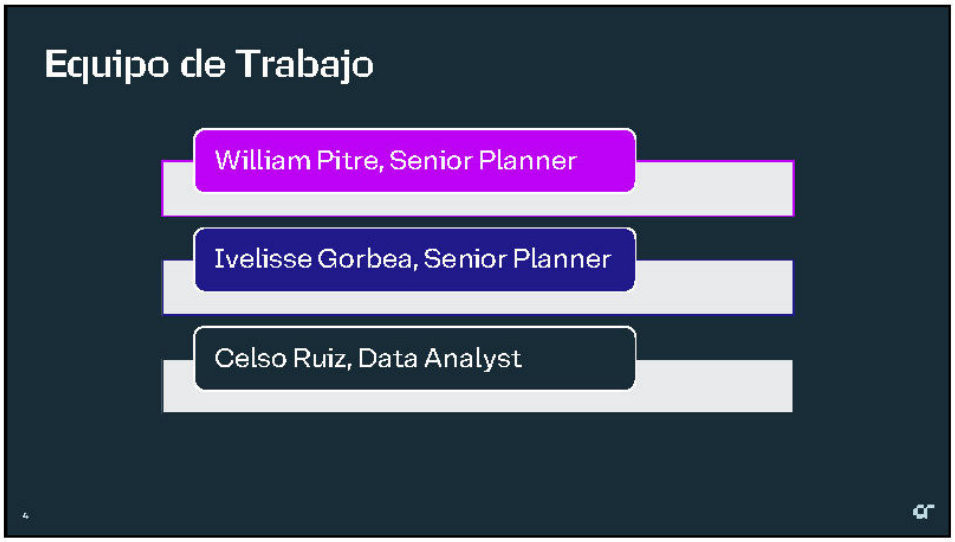


2

1


Equipo de Trabajo
AtkinsRéalis

3


Equipo de Trabajo
William Pitre, Senior Planner
Ivelisse Gorbea, Senior Planner
Celso Ruiz, Data Analyst

4

2


Equipo de Trabajo
Mario González, Analista de Planificación
Yashira Santos, Analista de Planificación
Leonardo Pérez, Analista de Planificación
Armando Rodríguez, Analista de Planificación
Juan Rotger, Analista de Planificación

5


Aguada
Añasco
Isabela
San Germán
Rincón
Mario González
Leonardo Pérez
Armando Rodríguez
Yashira Santos
Juan Rotger

6

3

Base Regulatoria

7 All rights Reserved - Baseline/ Reference

7

Base Legal y Regulatoria

- **Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act (Stafford Act), as amended**

- PL 100-707, signed into law November 23, 1988; amended the Disaster Relief Act of 1974, PL 93-288.
- National Flood Insurance Act of 1968, as amended.
- National Dam Safety Program Act (Pub. L. 92-367), as amended.
- Regulation: 44 CFR Part 201 Mitigation Planning.



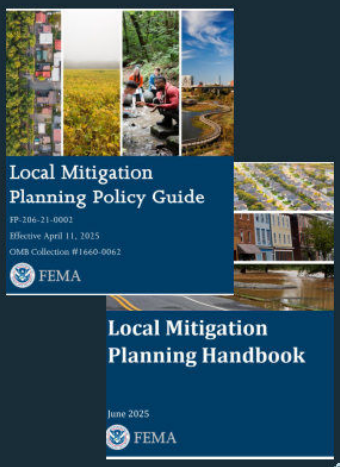
8 All rights Reserved - Baseline/ Reference

8

4

Requerimientos del Plan de Mitigación

- Elemento A: Proceso de Planificación
- Elemento B: Identificación de Peligros y Evaluación de riesgos
- Elemento C: Estrategias de Mitigación
- Elemento D: Plan de Seguimiento e Implementación
- Elemento E: Actualización del Plan
- Elemento F: Adopción del Plan
- Elemento G: Peligros Potenciales ante fallos en Represas (opcional)
- Elemento H: Requisitos Estatales Adicionales



9

Elementos nuevos del Plan

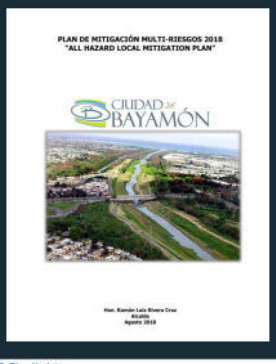
1. **Identificación y evaluación de riesgos**
   - Se clasifica la infraestructura crítica por servicio vital o línea de vida
   - Se analiza su exposición y vulnerabilidad
   - Se prioriza por línea de vida
2. **Evaluación de capacidades**
   - Se evalúa la capacidad local para proteger servicios vitales
   - Se identifican brechas y se proponen acciones
3. **Estrategia de Mitigación**
   - Se incluyen acciones específicas para proteger, estabilizar y restaurar servicios vitales
4. **Participación de Partes Interesadas**
   - Se invita a agencias responsables o representantes de servicios vitales y se documenta su participación
   - Se comunica al público y recopila retroalimentación sobre los servicios vitales



10

Elementos nuevos del Plan

- **Actualización del Plan:**
  "Review Tool" especifica los elementos que se deben documentar para reflejar los cambios
  - El Plan describe los cambios en las áreas propensas a peligros (ha incrementado o disminuido la vulnerabilidad o peligro)
  - Deberá reflejar los cambios en prioridades y progreso de los esfuerzos locales de mitigación.



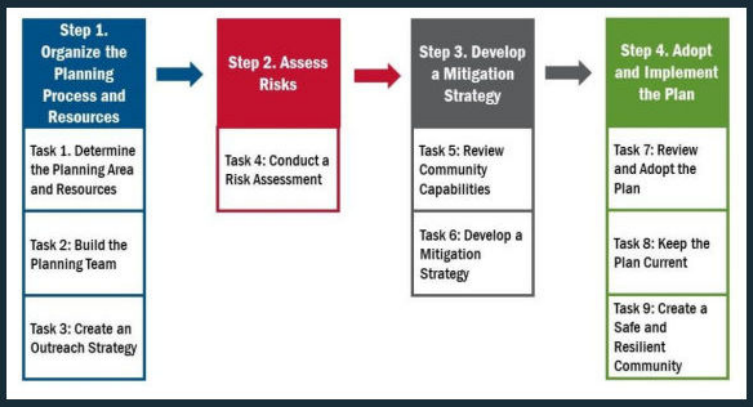
Element E: Plan Update

Element E Requirements	Location in Plan (section and/or page number)	Met / Not Met
E1. Was the plan revised to reflect changes in development? (Requirement 44 CFR § 201.6(d)(3))		
E1-a. Does the plan describe the changes in development that have occurred in hazard-prone areas that have increased or decreased each community's vulnerability since the previous plan was approved?	Click or tap here to enter text.	Choose a

11 Attire Réalis - Baseline / Référence

11

Proceso del Plan de Mitigación



12 Attire Réalis - Baseline/ Référence

Local Mitigation Planning Handbook

12

Riesgos a Evaluar

13 Athos Réahs · Baseline/ Référence

13

Peligros a considerar


Terremoto


Modificaciones costeras


Marejada Ciclónica


Fuego Forestal


Deslizamientos


Inundaciones


Calor Extremo


Pandemia/ Epidemia


Tsunami


Ciclones Tropicales


Sequías

14 Athos Réahs · Baseline/ Référence

14

Represas





Isabela

16 Attribution · Baseline / Référence

15

¿Qué necesitamos del Municipio?

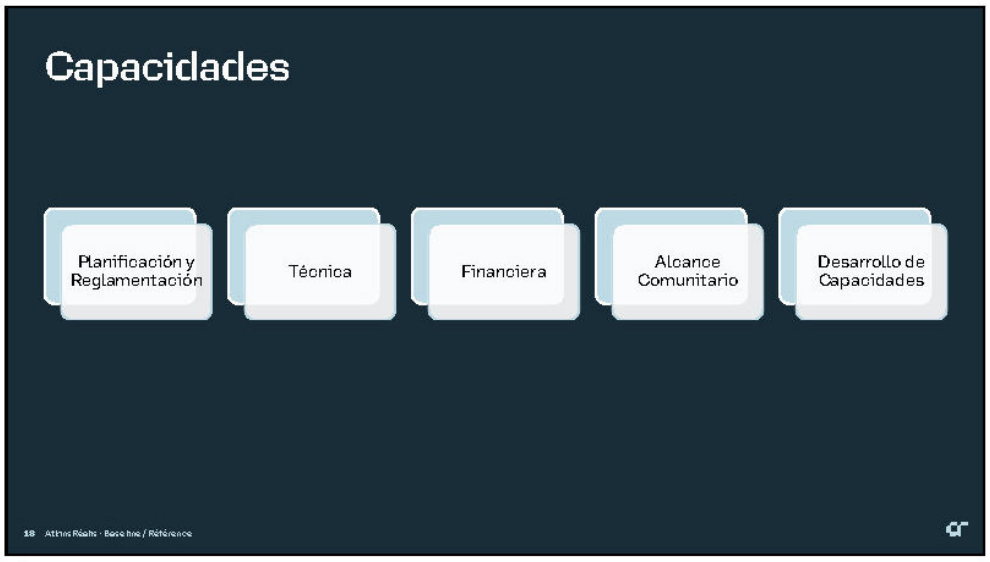
- Designación del Comité de Planificación
- Apoyo en la actualización de las estrategias de mitigación del plan anterior.
- Incorporación de nuevas estrategias de mitigación.
- Actualizacion de capacidades

16 Attribution · Baseline / Référence

16


Evaluación de Capacidades
17 Atlas Réalto - Baseline/ Référence

17


Capacidades
Planificación y Reglamentación
Técnica
Financiera
Alcance Comunitario
Desarrollo de Capacidades
18 Atlas Réalto - Baseline/ Référence

18

9

Participación Ciudadana

19

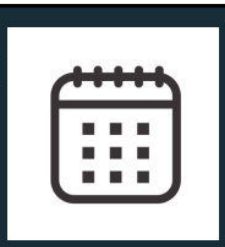
Participación Ciudadana

- Dos reuniones de participación ciudadana.
- Notificación sera publicada por Junta de Planificación.
- Publicar 15 días antes de la reunion
- Se otorga 15 días para comentarios
- Para la Segunda reunion se discute el primer borrador.
- El primer borrador sera comentado por el publico, el municipio y la Junta de Planificación



20

Ventana para la primera actividad de participacion ciudadana



26 de febrero al 6 de marzo

Debe informar su fecha de reunion antes del lunes 9 de febrero.

Favor proveer varias fechas para que su analista de Planificación pueda estar.

De no recibir las fechas en o antes del lunes 9, su reunión será calendarizada después de las de otros municipios.

21 Attmo Réalis - Baseline/ Référence

21

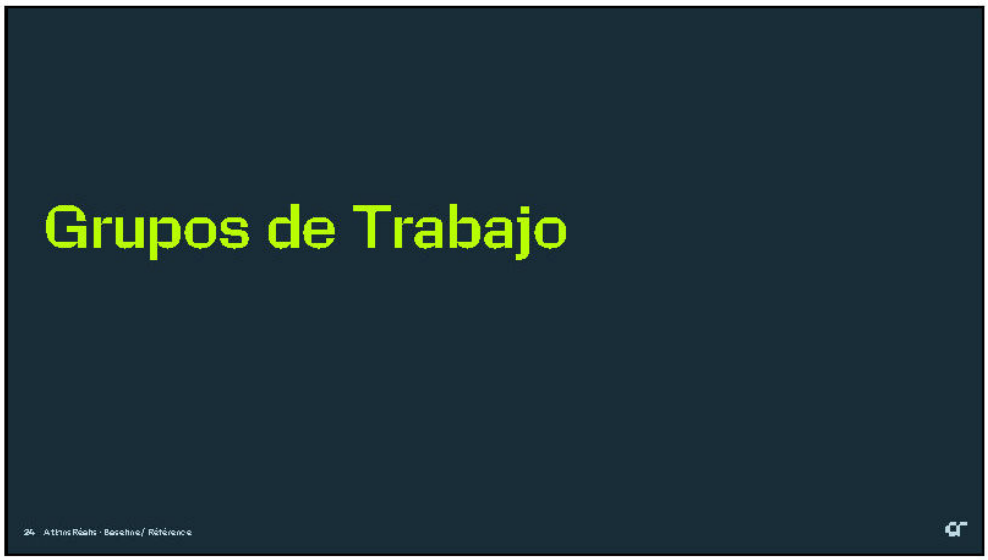
Comunicación

22 Attmo Réalis - Baseline/ Référence

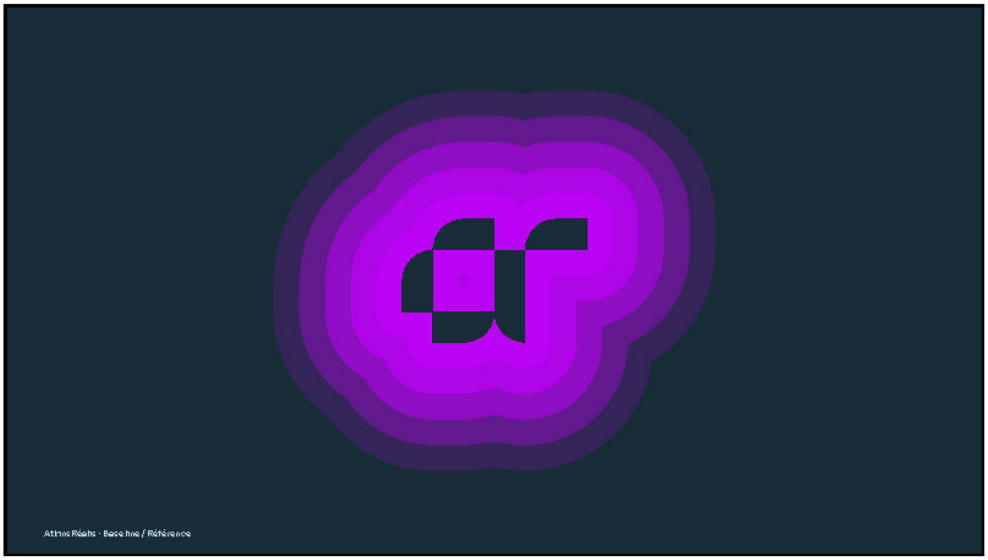
22


JUNTA DE
PLANIFICACION
Información de Contacto
Programa
Junta de Planificación
prpb.lhmp@atkinsrealis.com
Plan. Ivette Colón
Junta de Planificación
colon_i@jp.pr.gov
Plan. William Pitre
AtkinsRéalis Caribe
William.Pitre@atkinsrealis.com /+19392051336
Pedimos que el título de todo correo comience únicamente con el nombre del municipio.
Ej.: "San Germán – Tablas de Mitigación Actualizadas"
Solicitamos que en todo correo electrónico relacionado con el programa se copie siempre al correo oficial:
prpb.lhmp@atkinsrealis.com

23


Grupos de Trabajo

24



25

13

Hojas de Inicio de Sesión

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

HOJA DE ASISTENCIA

Fecha: 5 de febrero de 2026 Hora: 1:30pm Asunto: 1era Reunión -Revisión Plan de Mitigación contra Peligros Naturales

Nombre y dos apellidos	Teléfono	Municipio	Firma	Correo Electrónico
Wesley Vega López	PII protegida			wvega@aguada.gov.pr

MINUTA

PROYECTO:	PRPB 25 LHMP Update		
TITULO:	Primera Reunión con Comité de Planificación – Municipio de Aguada		
LUGAR DE LA REUNIÓN:	Centro de Gobierno Roberto Sánchez Vilella, Sala de Prensa A y B, 300 Avenida José de Diego, San Juan, 00911, Puerto Rico	**# REUNIÓN:**	1
FECHA Y HORA:	06/02/2026 1:00pm – 4:00pm	**MINUTA POR:**	Mario González

Lista de Asistencia:

NOMBRE	INICIALES	COMPAÑÍA
Wesley Vega	WV	Municipio de Aguada, Director Oficina de Planificación Municipal (AGU)
Mario González	MG	AtkinsRéalis Caribe (ARC)
Rebecca de la Cruz	RdC	COR3
William Pitre	WP	AtkinsRéalis Caribe (ARC)
Ivette Colón	IC	Junta de Planificación de Puerto Rico (JPPR)

Asuntos Discutidos:

ID	ASUNTOS DISCUTIDOS
AD-1	Presentación e Introducción al Programa: • La reunión comenzó con una presentación que proveyó el trasfondo y próximos pasos del Programa. La misma fue liderada por I. Colón y W. Pitre. Al finalizar la ponencia, el equipo de trabajo de ARC se dividió entre los municipios participantes para comenzar los talleres iniciales.

NOTA A LOS DESTINATARIOS:
Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

ID	ASUNTOS DISCUTIDOS
AD-2	Actualización de Ejercicio de Priorización de Riesgos: • El ejercicio de Priorización de Riesgo comenzó con una breve introducción entre el Punto de Contacto (POC por sus siglas en inglés) de AGU, W. Vega, y el facilitador de ARC- M. González. El ejercicio comenzó con un repaso de la priorización de riesgos en la versión previa del Plan de Mitigación del Municipio de Aguada. Entre los riesgos identificados como de mayor impacto se encontraban: Inundación, Licuación de terreno, Tsunami, Sequía y Vientos Fuertes. M. González presentó estos riegos sobre el mapa del municipio provisto por la JPPR y solicitó a W. Vega discutir si el comportamiento de los mismos ha sido consistente en años recientes o si amerita una reclasificación de los riesgos. W. Vega comentó que el comportamiento de los riesgos se ha mantenido consistente, con la excepción de los deslizamientos y los incendios forestales. Explicó que la frecuencia e intensidad de los deslizamientos ha mermado significativamente en el período post-María. W. Vega comentó que en el 2023 ocurrió un fuego forestal significativo que se propagó entre los municipios de Aguada y Moca. Explicó que el incendio llegó a cubrir varias hectáreas, que en Aguada se registró la pérdida de dos (2) viviendas y que su control requirió la intervención de múltiples regiones del Cuerpo de Bomberos. W. Vega comentó que entre los riesgos que más consistentemente impactan al municipio, y/o que la preocupan con particularidad, son los de Inundación y Tsunami. W. Vega comentó que comunidades como Espinar, Tablonal y Carrizal son particularmente vulnerables a estos riesgos, cuentan con una sola ruta de acceso o escape. W. Vega comentó que entre los proyectos nuevos que le interesa incluir a la actualización del Plan se encuentra el estudio, diseño y construcción de rutas secundarias de acceso o escape para estas comunidades.
AD-3	Actualización de Tablas de las Estrategias de Mitigación • M. González explicó que entre los elementos críticos de la actualización de los Planes de Mitigación, está la actualización de las Tablas de Estrategias de Mitigación identificadas o propuestas por el municipio en el plan anterior. M. González comentó que FEMA definió este ejercicio como un requisito para la aprobación de los Planes de Mitigación. M. González explicó que el tipo de narrativa para proveer una actualización debe ser precisa y fiel al estado corriente del proyecto. Añadió que, si se propone eliminar o añadir alguna estrategia, esta debe de incluirse en la tabla actualizada junto con una narrativa que justifique dicha acción. W. Vega indicó que se reunirá con el resto de su equipo para comenzar a trabajar con la actualización de las tablas.
AD-4	Ejercicio de Identificación de Necesidades Nuevas • M. González explicó que uno de los objetivos del Programa e ayudar al municipio a definir una ruta para el desarrollo socioeconómico. Para ello, las estrategias de mitigación deben contemplarse no solo como mecanismos de protección ante riesgos existentes y futuros, si no también como herramienta para promover actividades más resilientes. M. González le preguntó a W. Vega sobre nuevas necesidades en proyectos de mitigación. W. Vega explicó que es prioritario para el municipio proveer rutas de desalojo para las comunidades de Espinar, Tablonal y Carrizal. Ambas partes concluyeron que esta necesidad podría definirse como de estudio, diseño y construcción de rutas alternas de acceso y desalojo para dichas comunidades. M. González aprovechó para repasar los “Lifelines” y

NOTA A LOS DESTINATARIOS:
Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

ID	ASUNTOS DISCUTIDOS
	preguntó si algún otro elemento del municipio requiere atención. W. Vega comentó que el núcleo de servicios que incluye policía, bomberos, alcaldía y OMME cuenta con infraestructura física anticuada y vulnerable. Explicó que la planta física presenta problemas de suplido elétrico y redundancia en sus sistemas. M. González sugirió como posible proyecto el diseño y construcción de un Centro de Mando ("Safe Room") que pueda operar de forma ininterrumpida durante una emergencia, propuesta que W. Vega acogió. R. de la Cruz preguntó a W. Vega si existe alguna otra parte del municipio que pudiera beneficiarse de un proyecto de mitigación. W. Vega indicó que va a discutir el tema con el resto del equipo de trabajo municipal.
AD-5	Discusión de Acciones por Tomar • M. González recalcó la importancia de que el municipio priorice la entrega de las Tablas de Estrategias de Mitigación. W. Vega inidicó que comunicará lo discutido al resto del equipo y que estarán entregando las mismas a la brevedad posible.
AD-6	Coordinación de Primera Reunión Comunitaria • M. González indicó que el municipio debe proveer dos fechas para la primera reunión comunitaria, así como la localización de la misma. W. Vega comentó que estará respondiendo a la JPPR con esta información a la mayor brevedad posible.

Acciones Por Tomar:

ID	ACCIONES POR TOMAR	FECHA LÍMITE	ENTIDAD RESPONSABLE
AT-1	Entrega de Tablas de Estrategias de Mitigación actualizada.	Sin definir, pero con carácter de urgencia.	Municipio de Aguada
AT-2	Confirmar fecha, lugar y hora para la primera reunión comunitaria.	09/02/2026	Municipio de Aguada

Acuerdos/Aclaraciones:

ID	DESCRIPCIÓN
AC-1	N/A

Anejos:

NOTA A LOS DESTINATARIOS:
Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

ID	DESCRIPCIÓN ANEJO	NÚMERO DE PÁGINAS
AN-1	N/A	N/A

PRÓXIMA REUNIÓN:	Por definir.		
MEDIO DE DISTRIBUCIÓN:	Correo Electrónico.		
FECHA DISTRIBUCIÓN:	02/11/2026	**ARCHIVO DE REFERENCIA:**	First Planning Committee Meeting

NOTA A LOS DESTINATARIOS:
Estas notas de la reunión reflejan la interpretación de AtkinsRéalis sobre la reunión y las acciones previstas que se derivan de la misma. Se asumirá su conformidad en que estas notas constituyen un registro fiel de lo discutido, a menos que se reciban comentarios adversos por escrito dentro de los cinco (5) días posteriores a su recepción.

Apéndice C – Participación y Divulgación Pública

Primera Reunión de Participación Pública

Notificación pública



CLASIFICADOS

>Vehículos >Clases
>Bienes Raíces >Servicios
>Misceláneas >Avisos
>Empleos >Esquelas

*El Vocero de Puerto Rico no se responsabiliza por el contenido de anuncios pautados en esta sección

El Vocero >18 La verdad no tiene precio > LUNES, 23 DE FEBRERO DE 2026 Metro: 787-724-1485 / EMAIL: clasificados@elvocero.com

>VEHÍCULOS

Mitsubishi

Outlander 2019 3 filas de asiento sunroof $13,200, OMO. INF.787-243-4511

>BIENES RAÍCES

Apt. Alquiler Levittown

Estudio amueblado con AA, play station y aire para este lugar. Incluido $800 787-555-0344

Fincas

SV 30 cdas Bo. Las Vegas, Cayey $692,000 787-908-9187 Lic.C-25250

>EMPLEOS

Generales

Urg Ebenistas Empleos busco personas para limpieza $12/hr IVT Inf 787-460-0830

Hojalatería

Se solicita Bondero, Preparador de aplic. Pintor en San Juan 787-640-0001

>SERVICIOS

Asesorías Legales

Reclamaciones a SEGUROS, ACCIDENTES, DIVORCIOS, Pensión alimentaria, Custodia, Casos civiles y criminales, Agencias Gubernamentales, Casos Federales, Plan de pagos. Lcdo. Pérez Cuello 787-764-1116; 787-9474

Plomería

Certificaciones ana Maestro Plomero Inf.787-640-7750

Cortinas

CORTINAS DE LORA, Todos modelos, Instalación, reparación, Inf. 787-810-0919

Techos

Soldado de techos, desde $1,400 completos, pintura y mtto. de goteras 787-545-0048

>AVISOS

Solicitud de Amistad

Viudo cristiano desea conocer dama cristiana (50+) 939-808-0000 con fines amistosos o serios

Edictos

SS-24379 ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO TRIBUNAL GENERAL DE JUSTICIA TRIBUNAL DE PRIMERA INSTANCIA SALA SUPERIOR DE ARECIBO

ADALBERTO GONZALEZ RODRIGUEZ ITAMAR MORENO GONZALEZ

PETICIONARIOS EX-PARTE

CIVIL NUM: AR2025CV01724 SALA: SOBRE: DOMINIO COD: 030-000-002-44-000 EDICTO EL ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO A: todo el que tenga algún derecho real sobre el inmueble descrito en esta petición de dominio, a las personas ignoradas a quienes pueda perjudicar la inscripción y en general, a toda persona que desee oponerse. Por la presente se le notifica para que comparezcan, si creen que les asiste derecho, ante este Tribunal, dentro de VEINTE (20) días a exponer lo que a sus derechos convenga en el expediente de dominio promovido para adquirir el dominio sobre la siguiente propiedad: "RUSTICA: Predio de terreno radicado en el Barrio Hato abajo, Sector El Tanque de Arecibo, Puerto Rico, con una cabida de 724.8200 metros cuadrados, colindando al Norte, Sur y Oeste, con Administración de Terrenos de Puerto Rico y por el Este, camino municipal. Contiene una estructura dedicada a vivienda de hormigón y bloque COD: 030-000-002-44-000. Debe presentar su alegación responsiva a través del Sistema Unificado de Administración y Manejo de Casos (SUMAC), al cual puede acceder utilizando la siguiente dirección electrónica: https://unired.ramajudicial.pr, salvo que se represente por derecho propio, en cuyo caso deberá presentar su alegación responsiva en la secretaría del tribunal y enviar copia a la representación de la promovente Lcdo. Luciano Sánchez González, AVE. LLORENS TORRES #257, ARECIBO, PR 00612, TELS. 878-5055, 873-2560, NOTARIO NUM. 4151, lcdo.lucianosuncher@gmail.com , VIVIAN Y. FRESSE GONZALEZ SECRETARIO DEL TRIBUNAL POR SANDRA DIAZ SECRETARIA AUX.

LB-8159 ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO TRIBUNAL DE PRIMERA INSTANCIA SUBSECCIÓN DE DISTRITO REGION JUDICIAL DE HUMACAO SALA DE FAJARDO

COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO NAGUABEÑA

PARTE DEMANDANTE

VS

JOEL ALEXIS BURGOS SOSTRE

PARTE DEMANDADA

CIVIL NUM: FAJ2025CV01303 SALA: 301 SOBRE: COBRO DE DINERO VIA ORDINARIA ** E M P L A Z A M I E N T O P O R E D I C T O ** A: JOEL ALEXIS BURGOS SOSTRE: URB. MONTE BRISAS 5 5C230 CALLE 5-18 FAJARDO PR 00738-3985 POR LA PRESENTE se le emplaza para que presente al tribunal su alegación responsiva dentro de los 30 días de haber sido diligenciado este emplazamiento, excluyéndose el día del diligenciamiento. Usted deberá presentar su alegación responsiva a través del Sistema Unificado de Manejo y Administración de Casos (SUMAC), al cual puede acceder utilizando la siguiente dirección electrónica: https://www.poderjudicial.pr/index.php/tribunal-electronico/ salvo que el caso sea de un expediente físico o que se represente por derecho propio, en cuyo caso deberá presentar su alegación responsiva en la Secretaría del Tribunal y notificar copia de la misma al (a/la) abogado(a) de la parte demandante o a esta, de no tener representación legal. Si usted deja de presentar su alegación responsiva dentro del referido término, el tribunal podrá dictar sentencia en rebeldía en su contra y conceder el remedio solicitado en la demanda o cualquier otro, si el tribunal, en el ejercicio de su sana discreción, lo entienda procedente. Además se le apercibe que, en los casos al amparo de la Ley Núm. 57-2003, titulada Ley para la Prevención del Maltrato, Preservación de la Unidad Familiar y para la Seguridad, Bienestar y Protección de los Menores, entre los remedios que el Tribunal podrá conceder se incluyen la ubicación permanente de un (una) menor fuera de su hogar, el inicio de procesos para la privación de patria potestad, y cualquier otra medida en el mejor interés del (de la) menor. (Artículo 33, incisos b y f de la Ley Núm. 57-2003). Se le advierte su derecho a comparecer acompañado(a) de abogado(a) en los casos que proceda. LCDO. RAFAEL E. TORRES SUAREZ NUM. RUA 5889 URB. PEREZ MORRIS 654 CALLE YABUCOA SAN JUAN, PR 00917 TEL. (787) 379-8525 EMAIL: rtorressuarez@hotmail.com Expedido bajo mi firma y sello del Tribunal, hoy 27 de ENERO de 2026. WANDA I. SEGUI REYES Nombre del (de la) Nombre del (de la) Secretario(a) Regional Secretario(a) Auxiliar del Tribunal SHEILA ROSLES HERNANDEZ Firma del (de la) Secretario(a) Auxiliar del Tribunal

LB-8160 ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO TRIBUNAL DE PRIMERA INSTANCIA SUBSECCION DE DISTRITO REGION JUDICIAL DE HUMACAO SALA DE NAGUABO

COOPERATIVA DE AHORRO Y CREDITO

NAGUABEÑA

PARTE DEMANDANTE

VS

MARIA A. NEVAREZ RODRIGUEZ

PARTE DEMANDADA

CIVIL NUM: NG2025CV00118 SALA: 302 SOBRE: COBRO DE DINERO VIA ORDINARIA ** E M P L A Z A M I E N T O P O R E D I C T O ** A: MARIA A NEVARES RODRIGUEZ: 5162 BO. DAGUAO NAGUABO, PR 00718-2997 POR LA PRESENTE se le emplaza para que presente al tribunal su alegación responsiva dentro de los 30 días de haber sido diligenciado este emplazamiento, excluyéndose el día del diligenciamiento. Usted deberá presentar su alegación responsiva a través del Sistema Unificado de Manejo y Administración de Casos (SUMAC), al cual puede acceder utilizando la siguiente dirección electrónica: https://www.poderjudicial.pr/index.php/tribunal-electronico/ salvo que el caso sea de un expediente físico o que se represente por derecho propio, en cuyo caso deberá presentar su alegación responsiva en la Secretaría del Tribunal y notificar copia de la misma al (a/la) abogado(a) de la parte demandante o a esta, de no tener representación legal. Si usted

ACEPTAMOS
✓ATH Móvil
✓Visa
✓Mastercard
✓ATH
✓Cheques

PLANIFICACIÓN AVISO PÚBLICO

PRIMERA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD

La Junta de Planificación, junto al Municipio de Adjuntas, invitan a los organismos gubernamentales, entidades privadas, dueños de negocios, líderes comunitarios y ciudadanía en general a participar de la 1ra reunión de Planificación con la Comunidad para la revisión del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales.

Los peligros naturales pueden causar la pérdida de vida y propiedad y tener consecuencias nefastas. La mitigación de riesgos es el esfuerzo de nuestra comunidad por reducir los daños o riesgos ocasionados por peligros naturales mediante el diseño de medidas que reduzcan su impacto.

El Plan de Mitigación contra Peligros Naturales para el Municipio de Adjuntas tiene el propósito de guiar al gobierno municipal en el desarrollo y adopción de estrategias dirigidas al manejo de peligros, tales como inundaciones, huracanes, sequías, deslizamientos, terremotos y otros.

FECHA: 9 DE MARZO DE 2026
HORA: 10:00 AM
LUGAR: COLISEO RAFAEL LLULL PÉREZ
CALLE D, BARRIO JUAN GONZÁLEZ
ADJUNTAS, PR

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

ADJUNTAS

PARA MÁS INFORMACIÓN, ACCEDA: JP.PR.GOV

PLANIFICACIÓN AVISO PÚBLICO

PRIMERA REUNIÓN DE PLANIFICACIÓN CON LA COMUNIDAD

La Junta de Planificación, junto al Municipio de Aguada, invitan a los organismos gubernamentales, entidades privadas, dueños de negocios, líderes comunitarios y ciudadanía en general a participar de la 1ra reunión de Planificación con la Comunidad para la revisión del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales.

Los peligros naturales pueden causar la pérdida de vida y propiedad y tener consecuencias nefastas. La mitigación de riesgos es el esfuerzo de nuestra comunidad por reducir los daños o riesgos ocasionados por peligros naturales mediante el diseño de medidas que reduzcan su impacto.

El Plan de Mitigación contra Peligros Naturales para el Municipio de Aguada tiene el propósito de guiar al gobierno municipal en el desarrollo y adopción de estrategias dirigidas al manejo de peligros, tales como inundaciones, huracanes, sequías, deslizamientos, terremotos y otros.

FECHA: 10 DE MARZO DE 2026
HORA: 6:00 PM
LUGAR: BIBLIOTECA MUNICIPAL, CALLE COLÓN
EDIFICIO 159, BO. PUEBLO, AGUADA, PR

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

AGUADA

PARA MÁS INFORMACIÓN, ACCEDA: JP.PR.GOV

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN
CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

1RA Reunión de Planificación con la Comunidad
Municipio de Aguada

Asunto: Actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales
Lugar: Biblioteca Municipal
Fecha: 10 de marzo de 2026
Hora: 6:00 pm

Notas:

- Representante de la Junta de Planificación:
  - Plan. Ivette Colón Meléndez
- Personal enlace del Municipio de Aguada/Miembros del Comité de Planificación:
  - Wesley Vega López
  - Damaris Feliciano
  - Jimmy L. Hernández
  - Héctor Cajigas
  - Javier Feliciano
  - Carlos A. Rodríguez
  - Marisol Rosa
- Hon. Ramiro Javier Ariza Almanzar, Alcalde - Presente
- La reunión comenzó a las 6:00 pm.
- El Sr. Wesley Vega López, brindó el mensaje de bienvenida e introducción a la 1ra Reunión de Planificación con la Comunidad (1ra RPC). Además, mencionó los miembros del Comité de Planificación del municipio que estaban presentes en la reunión. Luego procedió a presentar al honorable alcalde Ramiro Javier Ariza Almanzar.
- El alcalde dio la bienvenida a los presentes, indicó la importancia de exponer a la comunidad información sobre el comienzo de la revisión y actualización del Plan de Mitigación, lo que significa esto para los proyectos financiados por la Agencia de Manejo de Emergencias Federal
- El Sr. Vega presentó a la Plan. Ivette Colón Meléndez, personal de la Junta de Planificación (JP), quien ofreció un resumen sobre los trabajos a realizarse en la 1ra RPC, los cuales incluían la presentación sobre el proyecto, la encuesta a la comunidad y el ejercicio de identificación de los peligros naturales en su comunidad mediante los mapas impresos.
- La Plan. Colón procedió a brindar la presentación sobre el proceso de actualización del Plan de Mitigación contra Peligros Naturales del Municipio de Aguada. Entre los asuntos discutidos, se encuentran, pero no se limitan a los siguientes:
  - Se identificaron de fondos por COR3 y la JP para realizar la actualización de los planes de mitigación. A estos efectos, se identificaron aquellos planes con 5 años o más desde su aprobación, los cuales perdieron su vigencia y ahora forman parte de este proyecto de actualización.
  - Se mencionó el trasfondo normativo federal y los conceptos básicos de mitigación.

  - Se explicó el ciclo de manejo de emergencias (mitigación, preparación, respuesta y recuperación).
  - Se orientó sobre el proceso de planificacion para la mitigación.
  - Se mencionó como se identificarán las estrategias de mitigación, esto mediante la evaluación de riesgos y evaluación de capacidades del Municipio.
  - Se identificaron los riesgos naturales que se estarán evaluando a la luz de la realidad del Municipio. Además, se indicó que en reunión previa con el Comité de Planificación se solicitó a la JP que se incluyera el peligro por tornados.
  - Se ilustró mapa con los 25 municipios cuyos planes de mitigación se están actualizando con la JP.
  - Se discutió flujograma de las actividades que comprenden el proyecto de actualización de los planes de mitigación. Se identificaron las actividades realizadas y aquellas en el pipeline para realizar.
  - Se administró una encuesta comunitaria mediante un código QR, lo que permitió a los participantes responder preguntas sobre los peligros identificados en su comunidad.
  - Se exhortó a los asistentes a colaborar en un ejercicio de identificación de riesgos utilizando los mapas impresos provistos durante la actividad.
  - El personal del Municipio y de la JP brindó asistencia a los participantes durante ambos ejercicios, ofreciendo orientación tanto en el uso de la encuesta como en la marcación de peligros en los mapas, pero los participantes no realizaron notas.
- Se le brindo oportunidad participación ciudadana durante el cual los asistentes manifestaron preocupación por el proyecto de Río Culebrinas y la información obsoleta utilizada por el Cuerpo de Ingenieros para el proyecto, que entienden que si diseña bajo datos obtenidos en los setenta agravaría aún más las condiciones preexistentes, así como comunidades aledañas. También manifestaron su preocupación por las intenciones del municipio de Aguadilla de alterar un área natural que provocaría otros problemas a comunidades. Se les suministró los cuestionarios para que colocaran datos, ubicación y posibles problemas en los sectores que mencionan se pueden afectar por inundaciones.
- Una residente indicó que su propiedad se vio afectada por un tornado.
- Se entregó formulario para recopilar las preocupaciones.
- Se pasó al ejercicio de los mapas donde algunas personas marcaron la ubicación aproximada de sus residencias y sectores que pueden afectarse.
- Al concluir la presentación, se mostró la información de contacto de los enlaces de la JP relacionados con el Proyecto de actualización de los planes de mitigación, así como el correo electrónico oficial para canalizar comentarios (plandemitigacion@jp.pr.gov).
- La reunión comunitaria finalizó aproximadamente a las 8:00 pm.

Anejo: Notas del público y formularios cumplimentados.

10/marzo/2024

Primera reunión del Plan de Mitigación Aguada

- Incluir en el Plan el tema de los tornados

¿ Han surgido cambios en los vientos, ahora son mas fuertes al punto de que se caen, arboles y postes ect.

R: Se activa manejo de emergencia, no lo podemos controlar. Si existen informes o datos deben proveerlos para evaluación.

Ramonita Hendez y un grupo de personas expresan que el el BO. tablonal el Alcalde de Aguadilla solicitó al cuerpo de ingenieros una medida para el control de inundaciones por la construcción de 2 diques. Estos diques no se toma en consideración el sentir de la comunidad de tablonal y solo les incrementaría las inundaciones. Las medidas que pretenden usar es que el Alcalde rehubique a las personas y expropiar sus propiedades. Esta solución que pretende hacer aguadilla no aporta solución, si no que perjudica a los residentes de tablonal. Este proyecto pone en riesgo a toda la comunidad.

BOLETA DE COMENTARIOS COMUNITARIOS

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguada
Municipio

Nombre (Opcional): Olga C. Vega Pérez (787-450-1829)

Barrio: Espinar

Sector:

Carretera y Kilómetro:

Información Personal Protegida

Referencia relativa del lu

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:
(Describa inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

Nuestra comunidad es costera y el río Culebrinas es parte de nuestro territorio. Es una comunidad que requiere un plan de mitigación.

¿Cómo se afectó?

Luego de las inundaciones del Huracán María nuestra comunidad estuvo bien afectada. El barrio quedó incomunicado teniendo el mar, río Culebrinas y Caño Madre Vega

Fecha: 10/3/2026

- Crear proyecto de mitigación utilizando siembra de árboles y mangle.
- No apoyamos construcción de diques.
- Evitar construcciones en la costa.
- Construir proyectos que afecten el área.
- Controlar desarrollos en el Valle del Coloso.
- Se debe dar mantenimiento y limpieza de alcantarillas, quebrados, etc. Han sido evidente y se debe mejorar.
- En el 2024 el cuerpo de ingenieros hizo un levantamiento hidrológico pero nunca vinieron a resultados.

Nombre y apellidos

COMENTARIOS DE LA COMUNIDAD

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguada
Municipio

Nombre (Opcional): _____

~~Barrio:~~ Aguada

~~Sector:~~ _____

Carretera y Kilómetro: _____

Referencia relativa del lugar: _____

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:
(Describa inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

* Mayor inquietudes tienen que ver con la inacción respecto a construcciones en nuestra costa. La Restauración de áreas naturales es esencial. Esto incluye remoción de escombros en la costa.

¿Cómo se afectó?

* Me preocupa la propuesta de un proyecto turístico en Bo. Rio Grande
* Los adultos mayores en Espinar necesitan que se rescate la escuelita para un centro comunal que sirva de centro de acopio, comedor, cisternas, equipo médico, etc.
* ~~Mayor vigilancia y protección de caños, ríos y quebradas.~~ Los rellenos ilegales

Fecha: _____ Se necesita un equipo para trabajar en esto.

* Estructura desalojo vertical

En el Plan de Recuperación, p. 41
Iniciativa A.2 - Plan de Trabajo para limpiar y conservar cuerpos de agua.
"se recomienda restaurar la faja de conservación de 5 mts requerida por la Ley # 49 de 2003..."

Fecha: _____

* Se debe insistir en revisar el lenguaje del Plan para que no se le de prioridad a infraestructura gris, (muros de contención, diques, represas) si se puede explorar y trabajar con infraestructura verde. Además, integrar a la comunidad en estos procesos. página 234 - Plan Mitigación 2020

* Formalizar la Reserva del Caño Madre Vieja como medida de Mitigación. (pág. 234)

COMENTARIOS DE LA COMUNIDAD

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguada
Municipio

Nombre (Opcional): María E. Ruiz Quirós

Barrio: Bo. Piedras Blancas

Sector: Información Personal Protegida

Carret

Refere

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:
(Describa inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

(1) Inquietud de que vuelva a surgir otro tornado en el área del Paseo Las Flores y no tengan las ayudas ni nos cubra los seguros de póliza de la casa.
(2) Inquietud por una quebrada que ha sido tapada con tierra y venga un huracán o fuertes lluvias que inunden el área de las casas dentro del Paseo Las Flores

¿Cómo se afectó?

(1) Dentro del tornado que vimos formarse la presión del aire fue tan fuerte que se levantaron las tejetas de la marquesina. Ninguna agencia se presentó y el seguro de la propiedad no nos quiso cubrir.
(2) Ante el azote del Huracán María se inundó la quebrada y estuvo cerca de llegar al patio trasero de las casas en el lado de la Calle Clavel.

Fecha: 10 de marzo 2026
-martes-

María E. Ruiz Quirós
787-314-5770

COMENTARIOS DE LA COMUNIDAD

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguada
Municipio

Nombre (Opcional): Javier López Vázquez (cel. 939-349-3293)

Barrio: Espinar

Sector: Costero

Carretera y Kilómetr

Referencia relativa d

Información Personal Protegida

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:
(Describa inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

Siembra de Arboles y reforestación del manglar, invasoras en los terrenos publicos que conforman la ZNT (Reserva Natural del Cabo Mala Vida). Deseamos que se apruebe su designación como reserva por parte de la JPPR. El municipio de Aguada se apoya y entiende que la conservación de éstos terrenos ayuda a combatir o reducir los

¿Cómo se afectó? Seguridad de los residentes en los puntos bajos del Bo. Espinar de Aguada.

→ Actualmente estamos a la espera que la JPPR realice las vistas publicas y se establezca de una vez este Reserva Natural que contiene el Segmento de Barrera Costera → PR-75 y PR-75P → (Parque Colón)

COMENTARIOS DE LA COMUNIDAD

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguada
Municipio

Nombre (Opcional): Ramonita Méndez Méndez

Barrio: Tablonales (Carrizales)

Sector:

Carretera y

Información Personal Protegida

Referencia relativa del lugar:

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:
(Describa inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

En Bo. Espinar de Aguada y Victoria de Aguadilla el USACE ha presentado proyecto de control de inundaciones con 2 diques; Sin consultarnos a Tablonal, a quien le ofrecen desalojo y rehubicación, imponiendo al Alcalde de Aguada expropiación. Si alguna medida, se haga en forma natural.

¿Cómo se afectó?

Está en estudios H.H. Proyecto está activo.

Fecha:

COMENTARIOS DE LA COMUNIDAD

Plan de Mitigación contra Peligros Naturales Aguada
Municipio

Nombre (Opcional):

Barrio: Espinal

Sector:

Carretera y K

Información Personal Protegida

Referencia relativa del lugar:

Comentario relacionado a temas de mitigación de peligros naturales:
(Describa inquietudes, riesgos identificados, sugerencias o situaciones que afecten su comunidad)

Caño Hondo Vieja - Reserva Natural - Causes de Agua
Inclusión de Pinos
Mitigación de los mangles
Control de Inundaciones

¿Cómo se afectó?

No Visto afectó la propiedad - Todo zinc

Fecha: 10 de noviembre

TRASFONDO

Ley de Mitigación de Desastres de 2000 (DMA2K)

Requiere un plan de mitigación aprobado y adoptado para recibir financiamiento federal a través de:

- ❑ Programa de subvenciones para mitigación de peligros
- ❑ mitigación previa al desastre, y
- ❑ asistencia para mitigar inundaciones.

(d) ***Local governments.*** The key responsibilities of local governments are to:

(1) Prepare and adopt a jurisdiction-wide natural hazard mitigation plan as a condition of receiving project grant funds under the HMGP, in accordance with § 201.6.

(2) At a minimum, review and update the local mitigation plan every 5 years from date of plan approval of the previous plan in order to continue program eligibility.

Regulation: 44 CFR Part 201 Mitigation Planning.

JUNTA DE PLANIFICACIÓN

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

CONCEPTOS IMPORTANTES

Peligros naturales	Eventos o sucesos naturales que amenazan vidas, bienes materiales, infraestructura, el ambiente y otros activos. Tienden a ocurrir repetidamente en las mismas zonas geográficas. Ej. Terremotos, deslizamientos de tierra, hundimientos, Inundaciones, tsunamis, huracanes, erosión, incendios, etc.
Mitigación de riesgos	Esfuerzo o acciones para reducir la pérdida de vida y propiedad reduciendo el impacto de los peligros naturales.
Plan de mitigación contra peligros naturales	Documento donde se evalúan la vulnerabilidad del municipio ante los peligros naturales y se identifican acciones para minimizar las pérdidas de vida y propiedad ante un evento futuro.

JUNTA DE PLANIFICACIÓN

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

Ciclo para el manejo de emergencias



JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

Proceso de Planificación para la Mitigación

1. Coordinación con Municipio
2. Evaluación de riesgos
3. Evaluación de capacidad
4. Estrategias de mitigación
5. Mantenimiento del plan
6. Documentación del plan



JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

Coordinación con Municipio

- Carta de compromiso
- Designar el Comité de Planificación de Mitigación de Peligros del municipio.
- Reunión inicial ("kick off meeting").
- La participación pública y divulgación a las principales partes interesadas.
- La recopilación y el análisis de datos.
- Preparación y presentación del plan.

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

Evaluación de Riesgos


Terremoto


Erosión costera/ modificaciones costeras


Marejada Ciclónica


Deslizamientos


Inundaciones


Calor Extremo


Tsunami


Ciclones Tropicales


Sequías


Fuego Forestal


Pandemia/ Epidemia

JUNTA DE PLANIFICACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

Evaluación de capacidad

- Mide la capacidad para implementar el plan de mitigación de peligros.
- El propósito es establecer la capacidad municipal para la planificación, determinación de la capacidad financiera, la asistencia técnica y la necesidad de adiestramiento.
- Las capacidades evaluadas son las siguientes:



Junta de Planificación
Gobierno de Puerto Rico

Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
Planificar para proteger

Resultado de Evaluación



Junta de Planificación
Gobierno de Puerto Rico

Estrategias de Mitigación

- Describir las metas y objetivos específicos para minimizar el impacto en el municipio.
- Identificar acciones de mitigación específicas y proyectos.
- Estas pueden incluir:
  - Prevención- actividades tales como planificación usos terrenos, regulaciones, mantenimientos, etc.
  - Protección de propiedades- mejoras de diseños, relocalización, adquisición, etc.
  - Proyectos de estructura- ej. Diques, muros de contención, alcantarillado pluvial, etc.
  - Servicios de emergencia- alertas, sistemas de advertencias, manejo y planes de desalojo, ejercicios de respuesta a emergencias, etc.
  - Educación y concientización pública.

Mantenimiento y documentación del Plan

- **Monitoreo:** Identificar frecuencia para verificar el progreso de las acciones en el plan.
- **Evaluación:** Determinar si el plan sigue siendo viable, si las acciones aún tienen sentido, etc.
- **Actualización:** Si se determina que algo debe cambiarse en el proceso de evaluación, identificar persona a cargo (comité de planificación) para la actualización cada 5 años.
- **Adopción del Plan por el municipio:** ordenanza de la legislatura municipal u orden ejecutiva del alcalde.
- Revisión, certificación y aprobación de FEMA.

Proyecto actualización de los Planes de Mitigación

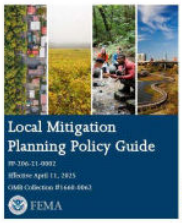


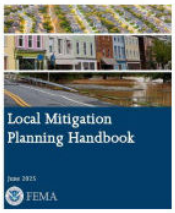
Junta de Planificación

Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
Planificar para proteger

Alcance del trabajo

1. Revisar y actualizar los planes de mitigación contra peligros naturales de acuerdo con las nuevas guías y regulaciones.
2. Coordinar las actividades y trabajos en conjunto con el municipio y la Junta de Planificación.
3. Promover la participación ciudadana.
   - Reuniones de planificación con la comunidad
   - Página cibernética JP (www.jp.pr.gov)

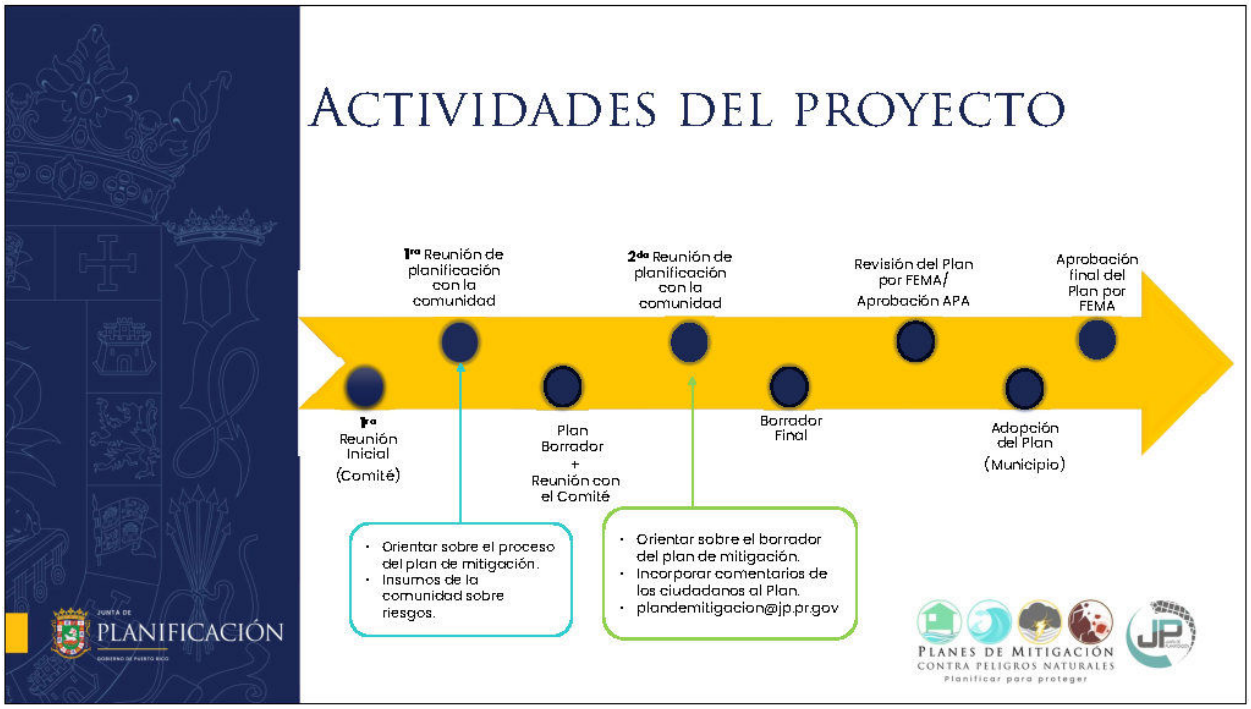




plandemitigación@jp.pr.gov

Junta de Planificación

Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
Planificar para proteger


ACTIVIDADES DEL PROYECTO
1ra Reunión de planificación con la comunidad
2da Reunión de planificación con la comunidad
Revisión del Plan por FEMA/ Aprobación APA
Aprobación final del Plan por FEMA
1ra Reunión Inicial (Comité)
Plan Borrador + Reunión con el Comité
Borrador Final
Adopción del Plan (Municipio)
• Orientar sobre el proceso del plan de mitigación.
• Insumos de la comunidad sobre riesgos.
• Orientar sobre el borrador del plan de mitigación.
• Incorporar comentarios de los ciudadanos al Plan.
• plandemitigacion@jp.pr.gov
JUNTA DE PLANIFICACIÓN
PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger


ENCUESTA DE LA COMUNIDAD
JUNTA DE PLANIFICACIÓN
PLANES DE MITIGACIÓN CONTRA PELIGROS NATURALES
Planificar para proteger

Identificar áreas de riesgo



Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
Planificar para proteger

¡Gracias!

Información de contacto

Lcdo. Héctor Morales Martínez
Presidente

Plan. Rebecca Rivera Torres
Directora Ejecutiva Auxiliar Interna
Miembro Alterno
Rivera_r1@jp.pr.gov

Plan. Ivette Colón Meléndez
Planificadora de Ordenación Territorial Senior
colon_i@jp.pr.gov

Plan. Erika Rivera Felicié
Planificadora de Ordenación Territorial Senior
rivera_e1@jp.pr.gov

Plan. Vanessa I. Marrero Santiago
Planificadora de Ordenación Territorial
marrero_v@jp.pr.gov

Plan. Onix Concepción Rodríguez
Planificador de Ordenación Territorial
Concepcion_o@jp.pr.gov

plandemitigacion@jp.pr.gov
***Incluir nombre del municipio en el asunto.**

787-723-6200 ext. 16623 y 16681

Planes de Mitigación contra Peligros Naturales
Planificar para proteger

Hojas de Inicio de Sesión

MUNICIPIO DE AGUADA
HON. CHRISTIAN E. CORTÉS FELICIANO
ALCALDE

OFICINA DE PLANIFICACIÓN

HOJA DE ASISTENCIA
PRIMERA REUNION COMUNITARIA PLAN DE MITIGACION
3 de marzo de 2026

NOMBRE	AGENCIA/BARRRIO	TELEFONO	CORREO ELECTRONICO	FIRMA	COMENTARIOS
Damaris Feliciano Nieves	Mun Aguada				comite
Olga C Vega	Espinar				
Juan I. Muñoz Morales Pepe	Espinar				
Carlos A. Rodriguez Millayes	Mun Aguada				comite
Christian Cortés	Mun Aguada				
Jimmy Hernández	Mun Aguada				comite
Wesley Vega Soja	Mun Aguada				comite
Hector L. Cajigas	Mun Aguada				comite
Ismael S. Vargas Estrada	Alcaldía				
María E Ruiz Quirós	Iglesia Presbiteriana de Aguada				

Información Personal Protegida

PO Box 517. Aguada, PR 00602 / Tel. 787-868-6400 / Fax 787-252-1561

MUNICIPIO DE AGUADA
HON. CHRISTIAN E. CORTÉS FELICIANO
ALCALDE

OFICINA DE PLANIFICACIÓN

Manuel Rosa Acevedo	Mun. Aguada				comite
Edwin Acevedo Rivera	Iglesia Presbiteriana de Aguada				
Sonixsa M. Guerra	Mun Aguada				
Ramonita Núñez	Tablonal - Aguada				
Jorge L. López Nieves	Aguada				
Manuel Acevedo	Malpaso				
Javier Feliciano	Aguada Mainen				comite
Javier López Vargas	Aguada, Malpaso				

Información Personal Protegida

PO Box 517. Aguada, PR 00602 / Tel. 787-868-6400 / Fax 787-252-1561

Documentación fotográfica







Segunda Reunión de Participación Pública

Notificación pública

Se incluirá con el borrador final

Actas

Se incluirá con el borrador final

Presentación

Se incluirá con el borrador final

Hojas de Inicio de Sesión

Se incluirá con el borrador final

Documentación fotográfica

Se incluirá con el borrador final

Otras actividades de divulgación

Se incluirá con el borrador final

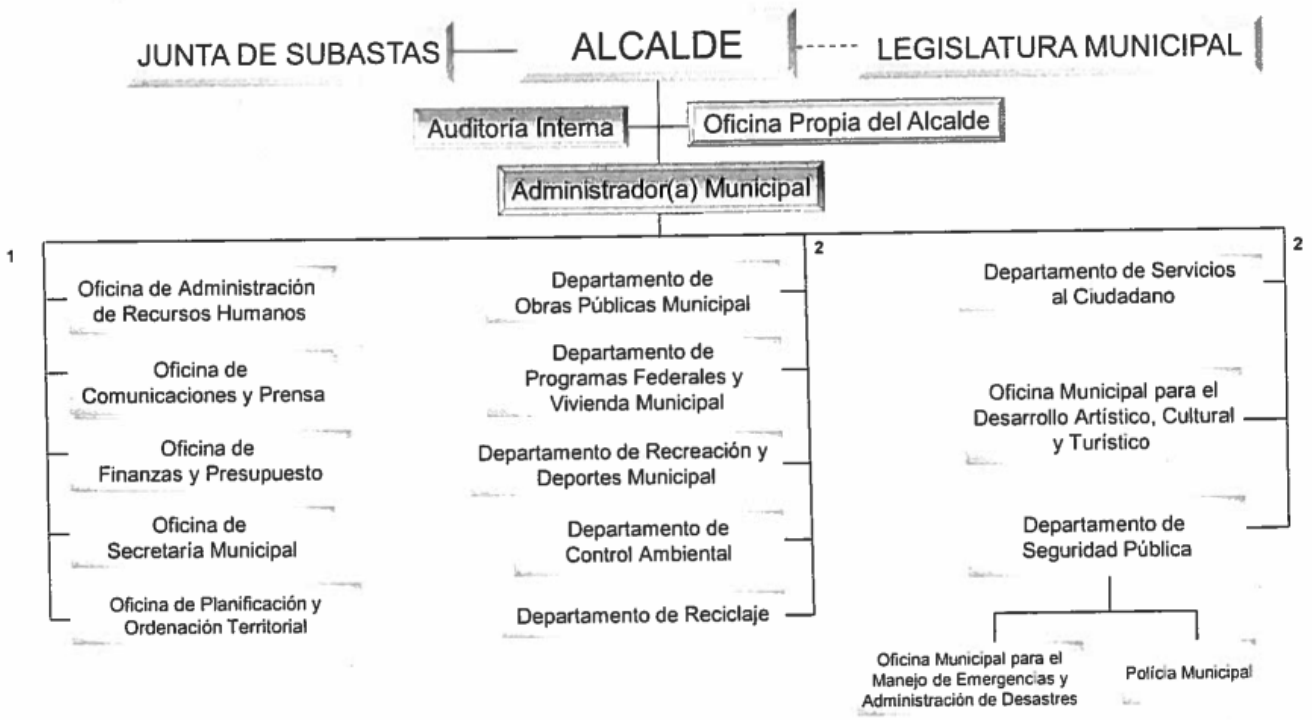
Apéndice D: Participación de los Grupos de Interés

Se incluirá con el borrador final

Apéndice E: Organigramas del Municipio

Estado Libre Asociado de Puerto Rico
Gobierno Municipal de Aguada

ORGANIGRAMA



Hon. Christian E. Cortés Feliciano
Alcalde

19 enero 2021
Fecha

1 Oficinas de Apoyo y Asesoramiento
2 Departamentos Operacionales

Apéndice F. Infraestructura Crítica

Nombre De La Instalación	Dirección	Coordenadas		Línea Vital	Categoría
		Y	X		
(Est. de Bomba) Caceres		18.37767	-67.19167	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Casualidad		18.37772	-67.19911	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Los Almendros		18.38634	-67.18201	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Los Robles		18.38306	-67.18700	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Luyando		18.36656	-67.15508	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Moropo		18.38263	-67.19115	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Rincon 2		18.37532	-67.23176	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Ruiz Hernandez (Ruiz González)		18.38209	-67.18838	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) San Cristobal		18.38115	-67.18643	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Temporera		18.37693	-67.18569	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
(Est. de Bomba) Villas de Sotomayor (FO)		18.37333	-67.18598	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
PR-345 To PR-2		18.38250	-67.20924	Transportación	Sistemas de Transportación
Aeronet Wireless Broadband, Lic.		18.37642	-67.18186	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Aguada Elderly Apartments	PR-441 Interior Bo Guaniquilla	18.38971	-67.19361	Otras Instalaciones	Instalaciones para Personas de Edad Avanzada
Aguada Medical Center	Carr. 115 Km 24.5, Bo. Asomante	18.38630	-67.17520	Salud y Medicina	Atención Médica

	Aguada, Puerto Rico 00602				
Aguada Medical Center, Inc.		18.38616	-67.17522	Salud y Medicina	Atención Médica
Aguada Shopping Center		18.38292	-67.19678	Otras Instalaciones	Instalaciones Económicas
Antena Alarma Tsunami Municipal	Bo Guaniquilla	18.38515	-67.19157	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Antena Comunicaciones	Carr. # 2 Bo Naranjo	18.34777	-67.16088	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Antena Comunicaciones	Carr. # 2 Bo Cerro Gordo	18.32218	-67.14783	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Antena Comunicaciones	Carr. 411 Bo Atalaya	18.32171	-67.17449	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Antena Comunicaciones	Carr. 411 Bo Atalaya	18.31616	-67.17786	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Antena Comunicaciones	Carr. 411 Bo Atalaya	18.31540	-67.17958	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Asociación Pro Bienestar Marias	Marias	18.36085	-67.14062	Otras Instalaciones	Instalaciones para Personas de Edad Avanzada
Biblioteca Municipal Malpaso	Malpaso	18.36306	-67.17042	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Biblioteca Pública Municipal		18.37919	-67.18586	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Casa Alcaldía		18.38012	-67.18861	Seguridad y Protección	Servicios Gubernamentales
Centro Comercial De Aguada		18.38539	-67.17695	Otras Instalaciones	Instalaciones Económicas
Centro Comunal y Biblioteca electrónica	Cerro Gordo	18.33696	-67.14266	Otras Instalaciones	Instalaciones Recreativas
Centro De Bellas Artes De		18.37938	-67.18897	Otras Instalaciones	Instalaciones Recreativas

Aguada.					
Centro De Envejecientes Acción Social	Mamey	18.37230	-67.13678	Otras Instalaciones	Instalaciones Recreativas
Centro De Gobierno De Aguada		18.38130	-67.19538	Seguridad y Protección	Servicios Gubernamentales
Centro De Servicios Múltiples Campea (Envejecientes)	Espinal/Asomante	18.40675	-67.16402	Otras Instalaciones	Instalaciones Recreativas
Centro De Terapia De Educación Especial	Pueblo	18.37920	-67.18679	Otras Instalaciones	Instalaciones Recreativas
Centro De Usos Múltiples y Terminal Publico		18.37947	-67.18728	Otras Instalaciones	Instalaciones Recreativas
Centro Judicial	Piedra Blancas	18.37795	-67.19149	Seguridad y Protección	Aplicación de la Ley
Centro Vocacional	Guanábano	18.36950	-67.15539	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Colegio San Francisco	Pueblo	18.37944	-67.19222	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Coliseum Street		18.37861	-67.19714	Transportación	Sistemas de Transportación
Costa Salud	Asomante	18.38085	-67.18415	Salud y Medicina	Atención Médica
Cuartel de la Policía Estatal	Pueblo	18.38156	-67.19494	Seguridad y Protección	Aplicación de la Ley
Cuartel de la Policía Estatal	Guayabo	18.38156	-67.19502	Seguridad y Protección	Aplicación de la Ley
Desvio Sur St.		18.37816	-67.18948	Transportación	Sistemas de Transportación
Esc. Anselmo Villarrubia	Malpaso	18.36107	-67.17287	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Esc. Aquilino Caban	Mamey	18.37423	-67.14514	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Esc. Dr. Carlos Gonzalez	Guaniquilla	18.38349	-67.19106	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas

Esc. Eladio Tirado López	Guanábano	18.36961	-67.15601	Alimentación, Hidratación y Refugio	Refugios
Esc. Epifanio Estrada	Jaguey	18.36145	-67.19972	Alimentación, Hidratación y Refugio	Refugios
Esc. Juan B Soto	Jaguey	18.34089	-67.19457	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Esc. Juan Lino Santiago	Guanábano	18.36888	-67.15554	Otras Instalaciones	Instituciones Educativas
Esc. Juana Rosario	Piedra Blancas	18.37661	-67.18513	Alimentación, Hidratación y Refugio	Refugios
Esc. Lydia Melendez	Asomante	18.38333	-67.18350	Alimentación, Hidratación y Refugio	Refugios
Estacion de Bombas AAA	Carr. 110. Límite Aguada/Rincón	18.36932	-67.12696	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
Estacion de Bombas AAA	Carr. 419 Bo Naranjo	18.32692	-67.15556	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
Estación de Bomberos	Asomante	18.38109	-67.18372	Seguridad y Protección	Instalaciones de Bomberos
Estacionamiento Público (Policía Municipal)	Pueblo	18.37931	-67.18734	Transportación	Sistemas de Transportación
Gasolinera (Ecomaxx)	Carr. 110	18.33437	-67.13293	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Ecomaxx)	Carr. # 2	18.33198	-67.15629	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Gulf)	Cerca de Reparto Bonet	18.38240	-67.18111	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Gulf)	Carr. 115.	18.38111	-67.19188	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Gulf)	Carr. # 2	18.36479	-67.15966	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Mobil)	Carr. 115. Cerca de Costa Salud	18.37939	-67.18534	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Phillip)	Carr. # 2	18.37352	-67.15596	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Shell)	Carr. 115.	18.38687	-67.17356	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Shell)	Carr. # 2	18.33487	-67.15710	Energía	Distribución de Combustible

Gasolinera (Texaco)	Ave Nativo Alers	18.37792	-67.19004	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Texaco)	Carr. 417	18.36944	-67.16165	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Total Energies)	Carr. 115 Intersección con la Carr. 414	18.38116	-67.21254	Energía	Distribución de Combustible
Gasolinera (Ultra Top Fuel)	Carr. # 2	18.34241	-67.15897	Energía	Distribución de Combustible
Hogar De Ancianos Amada senior Care	PR-2 Km 137.8 Int. Bo Cerro Gordo	18.33558	-67.15560	Otras Instalaciones	Instalaciones para Personas de Edad Avanzada
Hogar De Ancianos Love And Care Nursing Home	PR-411 Km 1.3 Bo Piedras Blancas	18.35536	-67.19174	Otras Instalaciones	Instalaciones para Personas de Edad Avanzada
Hogar De Ancianos María Isabel	PR-115 Km 19.7 Int. Bo Guayabo	18.38006	-67.22146	Otras Instalaciones	Instalaciones para Personas de Edad Avanzada
Hogar Moret	Bo Cerro Gordo	18.34389	-67.15393	Otras Instalaciones	Instalaciones para Personas de Edad Avanzada
Legislatura Municipal	Edificio Juan Figueroa Gonzalez	18.38009	-67.18848	Seguridad y Protección	Servicios Gubernamentales
Obras Públicas Municipal	Guaniquilla	18.38702	-67.17349	Seguridad y Protección	Servicios Gubernamentales
Oficina de Manejo de Emergencia Municipal	Pueblo	18.37976	-67.18969	Seguridad y Protección	Servicios Gubernamentales
Parroquia San Francisco De Asís		18.37966	-67.18822	Otras Instalaciones	Activos Comunitarios
Planta De Tratamiento	Carr. 115. Cerca de Aguada Medical Center	18.39183	-67.18079	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
Pozo Comunitario Cerro Gordo Sector el Parque	Carr. 417 km 9.1 Bo Cerro Gordo	18.33526	-67.14008	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua

inc.					
Pozo Comunitario Comunidad Aislada	Carr. 417 km 7.7 Bo Cerro Gordo	18.34210	-67.14486	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
Pozo Comunitario Comunidad La Ceiba	Carr. 417 km Bo Cerro Gordo	18.32859	-67.14734	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
Pozo Comunitario Comunidad Luis Suarez Suárez	Carr. 411 km 5.7 Bo Jaguey	18.33628	-67.20189	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
Pozo Comunitario Gabino Negron	Carr. 417 km 7.9 Bo Cerro Gordo	18.34455	-67.14106	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
Pozo Comunitario Pozo Quebrada Larga	Carr. 417 km 11.1 int Bo Cerro Gordo	18.32608	-67.14062	Sistema de Agua	Abastecimiento de Agua
PR 115		18.39425	-67.16062	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 115		18.37786	-67.22314	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 115 Km. 17.5		18.36634	-67.23177	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 115 Km. 21.8		18.37974	-67.20028	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 115 Km. 26.9		18.39858	-67.16061	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 115 Km. 27.4		18.40298	-67.15733	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 2		18.39470	-67.15334	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 2 Km. 131.6		18.38588	-67.15377	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 2 Km. 137.2		18.34383	-67.15598	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 2 Km. 137.8		18.37070	-67.16384	Transportación	Sistemas de Transportación

PR 2 NoRoute h Km. 131.3		18.39470	-67.15334	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 411		18.35839	-67.20586	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 411		18.34017	-67.19566	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 411 Km. 5.7		18.33980	-67.19236	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 414		18.34848	-67.22162	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 416		18.36306	-67.18449	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 417 Km. 4.2		18.37015	-67.15115	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 418 Km. 0.2		18.40104	-67.15560	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 418 Km. 0.6		18.39887	-67.15614	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 4411 Km. 0.5		18.37973	-67.20003	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 4417		18.37379	-67.14073	Transportación	Sistemas de Transportación
PR 4439 Km. 0.5		18.40268	-67.15672	Transportación	Sistemas de Transportación
PR-115 Km. 21.0		18.38248	-67.20959	Transportación	Sistemas de Transportación
PR-411		18.37212	-67.19236	Transportación	Sistemas de Transportación
Programa Apoyo Enlace Comunitario	Naranjo	18.33162	-67.16820	Seguridad y Protección	Servicios Gubernamentales
Puente Carr. # 115	Río Culebrina	18.39874	-67.16071	Transportación	Sistemas de Transportación
Puente Carr. # 2	Río Culebrina	18.39492	-67.15361	Transportación	Sistemas de Transportación
Residencial Aguada Gardens		18.38365	-67.18193	Alimentación, Hidratación y Refugio	Vivienda Pública
Residencial Francisco Egipciaco		18.38083	-67.19314	Alimentación, Hidratación y Refugio	Vivienda Pública

Subestación LUMA		18.38273	-67.19249	Energía	Generación y Distribución de Energía
Torre De Comunicaciones	USGS	18.39868	-67.17719	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Torre De Comunicaciones	Residencial Francisco Egipciaco	18.38097	-67.19364	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
USPS Correo Federal	Piedra Blancas	18.37865	-67.19209	Comunicaciones	Infraestructura de Comunicaciones
Zona Industrial De Aguada	Carr. 115 Km 22.7	18.38203	-67.19482	Materiales Peligrosos	Instalaciones Industriales

Apéndice G: Otros Mapas de Referencia

