

Documento Final

Enero 2020

REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL
**PLAN DE MITIGACIÓN
MULTIRIESGO**

DEL MUNICIPIO AUTÓNOMO DE AGUADILLA



CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 8 |
| 1.1 TRASFONDO | 8 |
| 1.2 BASE LEGAL | 8 |
| 1.3 PROPÓSITO DE LA REVISIÓN | 9 |
| 1.4 ADOPCIÓN DEL PLAN | 10 |
| 2. PROCESO DE PLANIFICACIÓN | 11 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN | 11 |
| 2.1.1 COMITÉ TIMÓN DEL PROYECTO | 11 |
| 2.1.2 ACTIVIDADES DE ALCANCE Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA | 13 |
| 2.1.3 COORDINACIÓN CON AGENCIAS ESTATALES Y FEDERALES | 18 |
| 2.1.4 REVISIÓN E INCORPORACIÓN DE PLANES, ESTUDIOS, INFORMES E INFORMACIÓN TÉCNICA EXISTENTE | 19 |
| 3. PERFIL DE AGUADILLA | 21 |
| 3.1 PERFIL AMBIENTAL DE AGUADILLA | 21 |
| 3.2.1. GEOGRAFÍA..... | 21 |
| 3.2.2. TOPOGRAFÍA Y FISIOGRAFÍA | 22 |
| 3.2.3. GEOLOGÍA | 24 |
| 3.2.4. SUELOS | 26 |
| 3.2.5. HIDROGRAFÍA | 28 |
| 3.2.6. CLIMA..... | 30 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS | 31 |
| 3.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN | 31 |
| 3.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL INGRESO | 37 |
| 3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL EMPLEO..... | 41 |
| 3.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA..... | 43 |
| 4. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS & EVALUACIÓN DE RIESGOS | 47 |
| 4.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES QUE AFECTAN AGUADILLA | 48 |
| 4.2 PERFIL DE RIESGOS | 53 |
| 4.2.1 INUNDACIONES RIBEREÑAS Y OTROS CUERPOS DE AGUAS SUPERFICIALES INTERIORES | 54 |
| 4.2.2 INUNDACIONES COSTERAS | 66 |
| 4.2.3 ESTRUCTURAS ASEGURADAS BAJO EL NFIP QUE HAN EXPERIMENTADO DAÑOS REPETITIVOS POR INUNDACIÓN | 72 |
| 4.2.4 AUMENTO EN EL NIVEL DEL MAR..... | 73 |
| 4.2.5 EROSIÓN COSTERA..... | 77 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 4.2.6 | DESGLIZAMIENTOS | 81 |
| 4.2.7 | TERREMOTOS | 90 |
| 4.2.8 | LICUACIÓN | 100 |
| 4.2.9 | DESGLIZAMIENTOS INDUCIDOS POR TERREMOTOS | 109 |
| 4.2.10 | TSUNAMI | 117 |
| 4.2.11 | VIENTOS FUERTES POR CICLONES TROPICALES | 128 |
| 4.2.12 | INCENDIOS DE VEGETACIÓN..... | 142 |
| 4.2.13 | INCENDIOS URBANOS | 150 |
| 4.2.14 | SEQUÍA | 154 |
| 4.3 | CAMBIOS EN LOS DESARROLLOS Y USOS DE TERRENOS EN AGUADILLA..... | 156 |
| 4.4 | ESTIMADOS DE PÉRDIDAS POTENCIALES..... | 161 |
| 4.4.1 | TERREMOTOS | 161 |
| 4.4.2 | INUNDACIÓN (RIBEREÑA Y COSTERA), DESGLIZAMIENTOS, TERREMOTOS, LICUACIÓN, DESGLIZAMIENTOS INDUCIDOS POR TERREMOTOS, TSUNAMI, VIENTOS FUERTES (CICLONES), INCENDIOS DE VEGETACIÓN Y URBANOS ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED. | |
| 5. | ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN..... | 177 |
| 5.1 | CAPACIDAD INSTITUCIONAL..... | 177 |
| 5.2 | PARTICIPACIÓN DEL MUNICIPIO DE AGUADILLA EN EL NFIP..... | 179 |
| 5.3 | METAS Y OBJETIVOS | 180 |
| 5.4 | LISTA DE ACCIONES DE MITIGACIÓN DISPONIBLES | 181 |
| | AVANCES EN LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN DEL PLAN DE 2011 | 183 |
| 5.5 | EVALUACIÓN & PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE AGUADILLA | 183 |
| | EVALUACIÓN DE ACCIONES DE MITIGACIÓN | 183 |
| | PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES..... | 185 |
| 5.6 | PLAN DE ACCIÓN DE MITIGACIÓN | 186 |
| 5.6.1 | ADQUISICIÓN Y REALOJO DE VIVIENDAS Y ESTRUCTURAS EN ÁREAS DE ALTO RIESGO | 187 |
| 5.6.2 | PROYECTOS PARA EL CONTROL DE INUNDACIONES | 192 |
| 5.6.3 | PROYECTOS DE MEJORAS A RUTAS DE DESALOJO DE TSUNAMIS Y CONTROL DE DESGLIZAMIENTOS | 218 |
| 5.6.4 | PROYECTOS DE EDUCACIÓN Y CONCIENCIACIÓN | 223 |
| 5.6.5 | FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL PARA LA MITIGACIÓN Y RESPUESTA | 229 |
| 5.7 | INTEGRACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL PLAN DE MITIGACIÓN EN OTROS INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN MUNICIPALES | 236 |
| 6. | IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PLAN..... | 238 |
| 6.1 | INTRODUCCIÓN | 238 |

| | | |
|-------------------------|---|------------|
| 6.2 | IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN | 238 |
| | ASIGNACIÓN DE LÍDERES A LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN | 239 |
| 6.3 | MONITOREO DEL PLAN | 240 |
| 6.4 | EVALUACIÓN DEL PLAN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES..... | 240 |
| 6.4.1 | OPORTUNIDADES PARA LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA DURANTE EL MANTENIMIENTO DEL PLAN | 241 |
| 6.4.2 | REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PLAN | 241 |
| REFERENCIAS..... | | 243 |

Anejos

Anejo 1. Aprobación del Plan- Pendiente

Anejo 2. Resultados de los esfuerzos de participación ciudadana

- A. Resultados de los esfuerzos de coordinación con el Comité Timón de Planificación
 - 2-1 Minutas de la reunión inicial con el Comité de Planificación del Municipio de Aguadilla
 - 2-2 Minuta de la reunión con personal de la OMME
 - 2-3 Minuta de la reunión con el Director de la Oficina de Urbanismo
- B. Resultados de los esfuerzos de participación ciudadana
 - 2-4 Plan de participación ciudadana creado para el proceso de revisión del Plan de Mitigación
 - 2-5 Materiales y resultados de la primera reunión comunitaria
 - a. Minuta de la primera reunión comunitaria el 17 de mayo de 2017
 - b. Copia de la lista de asistencia de la primera reunión comunitaria
 - c. Convocatorias para la reunión: afiche para reunión pública, publicación de afiche en el periódico
 - d. Presentación para las reuniones comunitarias
 - 2-6 Segunda reunión comunitaria
 - a. Minuta de la segunda reunión comunitaria el 24 de mayo de 2017
 - b. Copia de la lista de asistencia de la segunda reunión comunitaria
 - 2-7 Encuesta a la comunidad sobre riesgos en Aguadilla
 - a. Resultados de la encuesta
 - b. Instrumento para la encuesta: español e inglés
- C. Resultados de los esfuerzos de coordinación interagencial y con otros municipios colindantes
 - 2-8 Lista de agencias y corporaciones públicas a quienes el Municipio envió cartas sobre el proceso de revisión del Plan de Mitigación y evidencia de las cartas enviadas
 - 2-9 Comunicaciones recibidas de las entidades gubernamentales
 - a. Carta de respuesta de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados y Lista de instalaciones de la AAA en Aguadilla
 - b. Comunicación de la Junta de Planificación de Puerto Rico: estructuras que han experimentado pérdidas repetitivas y lista de propiedades bajo el NFIP en Aguadilla
 - c. Comunicación de FEMA
 - 2-10 Cartas enviadas a los municipios colindantes
- D. Minuta de la reunión comunitaria celebrada durante el proceso de mantenimiento del Plan

Anejo 3. Descripción de la geología y los suelos en el Municipio de Aguadilla

Anejo 4. Reportes de los resultados de HAZUS

Anejo 5. Infraestructura municipal afectada por los huracanes Irma y María

Anejo 6. Análisis de riesgos y usos de terrenos en Aguadilla, PUTPR

Anejo 7. Priorización de acciones de mitigación: Método de lista simple

Anejo 8. Evaluación de Prioridades asignadas a los proyectos para trabajos de mitigación

ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

AAA – Autoridad de Acueductos y Alcantarillados

ABFE- Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendados (Advisory Base Flood Elevations)

AEMEAD – Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres

AF – Año Fiscal

APE – Área de Planificación Especial

APE-RC - Área de Planificación Especial Restringida del Carso

APE-ZC - Área de Planificación Especial Zona Cársica (APE-ZC)

C2ES – Centro de Soluciones Energéticas y Climáticas (Center for Climate and Energy Solutions)

CBRA- Ley de Recursos de Barreras Costera (Coastal Barrier Act)

CBRS - Sistema de Recursos de Barreras Costeras (Coastal Barrier Resources System)

CFR – Código de Regulaciones Federales (Code of Federal Regulations)

CRIM - Centro de Recaudación de Ingresos Municipales

CSC – Centro de Servicios Costeros (Coastal Services Center)

DC- Departamento de Comercio

DHS- Departamento de Seguridad Nacional de EE.UU. (Department of Homeland Security)

DRNA – Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

DTOP – Departamento de Transportación y Obras Públicas

ECPR – Encuesta sobre la Comunidad Puerto Rico

EE. UU- Estado Unidos

EPA – Agencia Federal de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency)

FEMA- Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (Federal Emergency Management Agency)

FIRM- Mapa de Tasas del Seguro de Inundación (Flood Insurance Rate Map)

GAR- Representante Autorizado del Gobernador de Puerto Rico (Governors' Authorized Representative)

HMA - Asistencia para Mitigación de Riesgos (Hazard Mitigation Assistance)

HMGP - Programa de Subvención para Mitigación de Riesgos (Hazard Mitigation Grant Program)

HMMEC - Comité de Monitoreo y Evaluación de Mitigación de Riesgos (Hazard Mitigation Monitoring and Evaluation Committee)

HPL – Instalaciones con Alto Potencial de Pérdida (High Potential Loss Facilities)

IAFC – Asociación Internacional de Jefes de Bomberos (International Association of Fire Chiefs)

IBC – Código de Construcción Internacional (International Building Code)

ICC – Consejo de Códigos Internacional (International Code Council)

IPCC- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)

JP- Junta de Planificación de Puerto Rico

km² – kilómetros cuadrados

MA – Municipio Autónomo de Aguadilla

MEF – Funciones Misión Esencial (Mission Essential Functions)

mhp – millas por hora

miles² – millas cuadradas

MS4 - Sistema Municipal de Alcantarillado Pluvial Separado (Municipal Separate Storm Sewer Systems)

NCEI – Centros Nacionales de Información Ambiental (National Centers for Environmental Information)

NFIA - Ley del Seguro Nacional contra Inundación (National Flood Insurance Act)

NFIP – Programa Nacional de Seguros contra Inundación (National Flood Insurance Program)

NOAA – Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration)

NOS – Servicio Nacional Oceánico (National Ocean Service)

NPDES – Permiso Nacional de Sistemas de Eliminación de Descarga de Aguas de Escorrentía (National Pollutant Discharge Elimination System)

NWS – Servicio Nacional de Meteorología (National Weather Service)

OI - Ocupadas por el inquilino

OMME – Oficina Municipal de Manejo de Emergencias

OP - Ocupadas por el propietario

OPA- Áreas Protegidas de Otro Modo (Otherwise Protected Area)

pies³/seg – pies cúbicos por segundo

PGA – Valores pico de aceleración (Peak Ground Acceleration)

PMEF - Funciones Misión Esencial Primarias (Primary Mission Essential Functions)

PPC- Plan de Participación Ciudadana

PRAPEC – Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso

PRCCC –Consejo de Cambios Climáticos de Puerto Rico (Puerto Rico Climate Change Council)

PT – Plan Territorial

PUTPR– Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico

RL – Pérdidas Repetitivas (Repetitive Losses)

RSPR– Red Sísmica de Puerto Rico

s.f. – sin fecha

SFHA – Áreas Especiales de Riesgo a Inundación (Special Flood Hazard Area)

SIG – Sistemas de Información Geográfica

SLR- Aumento en el nivel del mar (Sea Level Rise)

SWM – Manejo de Escorrentías (Stormwater Management)

SWMP – Plan de Manejo de Escorrentías (Stormwater Management Plan)

UN - Naciones Unidas (United Nations)

USACE – Cuerpo de Ingenieros de los Estado Unidos (United States Corps of Engineering)

USDA- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture)

USFS – Servicio Forestal de los Estados Unidos (United States Forest Service)

USGS – Servicio Geológico de los Estados Unidos (United States Geological Survey)

UWI – Interface Urbano Rural (Urban Wildland Interface)

WMD – Departamento Militar de Washington (Washington Military Department)

WRDA – Ley para el Desarrollo de Recursos Hídricos (Water Resources Development Act)

WTP – Planta de Tratamiento de Agua

1. INTRODUCCIÓN

1.1 TRASFONDO

El Municipio Autónomo de Aguadilla ha revisado y actualizado su Plan de Mitigación Multiriesgo, siguiendo las disposiciones de la Ley de Mitigación de Desastres (Disaster Mitigation Act) de 2000 y la reglamentación correspondiente según el 44 CFR 201.6 – Planes de Mitigación Local.

El Plan de Mitigación Multiriesgo de Aguadilla fue originalmente preparado y aprobado por FEMA en el año 2004. El mismo fue revisado en el año 2011, siendo este documento su revisión más reciente, el cual fue completado en el año 2018. Esta actualización analiza cambios socioeconómicos y físicos, el progreso logrado en los proyectos de mitigación y evalúa los riesgos a los que Aguadilla está expuesto, incluyendo el contexto del cambio climático. Además, los proyectos de mitigación fueron revisados y expandidos con el fin de que sirvan efectivamente a los ciudadanos y al gobierno municipal de Aguadilla en la reducción y mitigación de riesgos que puedan generar la pérdida de vidas y propiedad.

Si bien las amenazas provocadas por riesgos no pueden ser completamente eliminadas, la exposición a estos impactos potenciales puede ser evitada o reducida. El concepto y la práctica de reducir riesgos generalmente se conocen como mitigación de riesgos. Un plan de mitigación de riesgos permite un acercamiento integrado, mediante la combinación de estrategias de mitigación que incluyan tanto medidas estructurales como no estructurales. El Plan de Mitigación Multiriesgos de Aguadilla es un primer paso lógico para incorporar la mitigación de desastres en los esfuerzos municipales y reducir la vulnerabilidad de las personas y los activos.

1.2 BASE LEGAL

Ley de Mitigación de Desastres (Disaster Mitigation Act), 2000

El 30 de octubre de 2000, el Presidente de EE.UU. firmó la Ley de Mitigación de Desastres de 2000—Ley Núm. 106-390—con el propósito de enmendar la Ley de Asistencia de Desastres Robert T. Stafford de 1988. El propósito de esta enmienda fue reducir la pérdida de vida y propiedad, el sufrimiento humano, la interrupción económica y el costo de la asistencia como resultado de desastres naturales. La Sección 322 dirige la planificación de mitigación y les requiere a los gobiernos locales (municipios) la preparación de planes de mitigación multiriesgo como un prerrequisito para recibir subvenciones de la

Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) para proyectos de mitigación. Estos planes deben ser revisados cada cinco años para reflejar los cambios en el desarrollo, el progreso en los esfuerzos locales de mitigación y los cambios en las prioridades para continuar siendo elegibles para financiamiento de FEMA para proyectos de mitigación (FEMA, 2013).

Ley del Departamento de Seguridad Pública de Puerto Rico, Ley Núm. 20 de 10 de abril de 2017

Ley Núm. 20 de 10 de abril de 2017 crea el Negociado para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres adscrito al Departamento de Seguridad Pública. Esta ley establece la política pública para emergencias y desastres, ordena el establecimiento de oficinas municipales para el manejo de emergencias y la administración de desastres y le confiere al Gobernador poderes extraordinarios durante emergencias y desastres.

El Artículo 6.02 de esta Ley crea el cargo de Comisionado de Manejo Emergencias y Administración de Desastres. Esta persona es responsable de todo lo relacionado con las actividades de mitigación en Puerto Rico. Esta Ley le da poderes discrecionales al Gobernador para, en tiempo de emergencias y situaciones de desastres, asumir el control directo y establecer la dirección del Negociado y las agencias municipales relacionadas al manejo de emergencias.

La responsabilidad de cumplir con todos los reglamentos de la Sección 322 de la Ley Stafford y el Programa de Mitigación de Riesgos de FEMA ha sido delegada al Negociado. Para implementar política pública, el Negociado coordina su trabajo con la Oficina del Representante Autorizado del Gobernador (Governor's Authorized Representative o GAR) y con FEMA. FEMA también provee apoyo al Negociado y a los municipios través de guías, recursos y revisiones de planes.

1.3 PROPÓSITO DE LA REVISIÓN

El Municipio Autónomo de Aguadilla ha revisado su plan de mitigación multirriesgo para:

- | reflejar cambios en su estructura poblacional y en el desarrollo y usos de terrenos;
- | revisar la exposición a riesgos de sus comunidades, junto con funcionarios municipales, residentes y comerciantes;
- | incluir eventos recientes que han afectado el municipio a base de la información que ha recopilado la Oficina de Manejo de Emergencias Municipal (OMME) y otros eventos mayores como el Huracán María;

- | incluir información técnica y científica que permita hacer un análisis más robusto de la exposición a riesgos, como los escenarios del aumento en el nivel del mar, la erosión costera, así como los Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendados;
- | revisar las acciones de mitigación que fueron incluidas en 2011 e integrar acciones adicionales que permitan reducir efectivamente la exposición de las comunidades.

Tras un proceso de planificación integral, el municipio presenta el plan para su aprobación para poder seguir siendo elegible a la subvención de proyectos de mitigación, cumpliendo con el Requisito §201.6(d)(3). El mismo está organizado en los siguientes capítulos:

- | Descripción del proceso de planificación
- | Perfil socioeconómico, ambiental y tendencias de usos de terrenos en Aguadilla
- | Identificación de peligros y evaluación de riesgos,
- | Estrategia de mitigación de riesgos, e
- | Implementación, mantenimiento del plan y actualización.

1.4 ADOPCIÓN DEL PLAN

El plan de mitigación debe incluir documentación que evidencie que ha sido formalmente adoptado por el gobierno rector de la jurisdicción solicitando aprobación. (44 CFR 201.6(c)(5)).

La adopción del plan por la Legislatura Municipal de Aguadilla y aprobación por el Alcalde, Hon. Carlos Méndez Martínez, está pendiente a la aprobación de FEMA. Una vez adoptado por la Legislatura Municipal, la Resolución será incluida en el Anejo 1.

2. PROCESO DE PLANIFICACIÓN

La reglamentación federal requiere que en el Plan se documente el proceso de planificación que fue utilizado para desarrollar el plan, incluyendo cómo se preparó, quién estuvo involucrado en el proceso y cómo la ciudadanía estuvo involucrada (§201.6(c)(1)).

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

Las tareas llevadas a cabo para esta revisión del Plan Multirriesgo fueron desarrolladas siguiendo las disposiciones del 44 CFR 201.6. Las mismas se presentan en la siguiente ilustración.

Figura 1. Proceso de planificación



2.1.1 Comité Timón del Proyecto

El proceso de planificación comenzó con una reunión inicial el 27 de abril de 2017 en el Municipio de Aguadilla. El propósito de la reunión fue discutir el plan de trabajo para la revisión del plan, las necesidades de información, los riesgos a ser considerados en la revisión, las estrategias de participación ciudadana a ser implementadas y los representantes del Comité Timón.

En esta reunión participó el siguiente personal clave del Municipio, además de los representantes del equipo consultor:

- | Planificador Manuel Hidalgo, Director de la Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial, y el Planificador Elvin Roldán de la División Ambiental;
- | El Sr. Frank Hernández y la Sra. Wanda Márquez de la Oficina de Manejo de Emergencias Municipal (OMME); y
- | Sra. Annette González de la Oficina de Programa Federales.



Este Comité fue responsable de guiar y supervisar el desarrollo del Plan y proveyó apoyo en los procesos de participación ciudadana. El director de la Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial, el Planificador Manuel Hidalgo, fue la persona contacto y el líder del proyecto en el Municipio hasta octubre de 2018. Los consultores trabajaron, además, en estrecha coordinación con el Sr. Frank Hernández, director de la OMME y Wanda Márquez, quien también trabaja para la OMME. Tanto el Sr. Hidalgo como el Sr. Roldán no se encontraban trabajando en el municipio al momento de llevar a cabo las revisiones finales del documento con los comentarios provistos por FEMA en abril de 2018. La Planificadora Isabel Nieves Cruz, Directora de la Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial del Municipio, estuvo a cargo de completar el proceso de revisión y aprobación del Plan.

Asuntos discutidos durante la reunión inicial con el Comité Timón

Durante la reunión inicial se discutieron los siguientes temas que se resumen a continuación. La minuta resultante se incluye en el Anejo 2-1:

- | Participación ciudadana: Se planteó la preocupación general de que lograr la participación ciudadana podría ser un reto, ya que la participación en estos procesos es usualmente limitada. Como resultado, se acordó combinar varios métodos de participación que incluyen reuniones comunitarias y una encuesta. Se acordó realizar dos reuniones comunitarias en distintas áreas del municipio. La representante de la Oficina de Programas Federales sugirió que la encuesta se preparara en inglés y español ya que durante los pasados años se han mudado al municipio muchas personas que solo hablan inglés. La encuesta estaría disponible en las oficinas municipales. El equipo consultor acordó preparar un plan de participación ciudadana, considerando estas y otras estrategias disponibles.

Respecto a los riesgos, se indicó que aquellos identificados en el año 2004 continúan afectando el municipio. El personal del municipio indicó que las sequías no afectan Aguadilla en términos de abastos de agua para la población y los comercios. Sin embargo, se indicó que la falta de precipitación aumenta el riesgo de incendios de vegetación. Los incendios urbanos todavía son una preocupación, así como los problemas de inundación y los terremotos y maremotos. Durante la reunión se proveyó una lista de áreas que experimentan algún tipo de peligro, con sugerencias de recomendaciones para atenderlos. Esta lista surgió de una reunión comunitaria celebrada el 13 de septiembre de 2016, como parte de las actividades de mantenimiento del Plan de 2011. Dicha minuta resultante de la reunión se incluye en el Anejo 2-D.

La mayoría de los proyectos de mitigación de 2011 continúan siendo relevantes y deben ser incluidos nuevamente, dado que los riesgos siguen presentes. Dichos proyectos no pudieron ser completados por falta de fondos.

Durante el proceso de revisión del plan, se mantuvo comunicación continua con los representantes municipales por medio de llamadas y correos electrónicos. Una segunda reunión se llevó a cabo con representantes de la OMME el 17 de mayo de 2017 para discutir los eventos de riesgo, las áreas de mayor incidencia e intercambiar información sobre los informes generados por dicha dependencia municipal. (La minuta se encuentra en el Anejo 2-2). Luego, en 23 de julio de 2018 se llevó a cabo una reunión con el Sr. Manuel Hidalgo para discutir comentarios provistos por FEMA. (La minuta se encuentra en el Anejo 2-3).

2.1.2 Actividades de alcance y participación ciudadana

El plan debe documentar cómo se involucró al público en el proceso de planificación durante la fase de redacción 44 CFR 201.6(b)(1) y 201.6(c)(1).

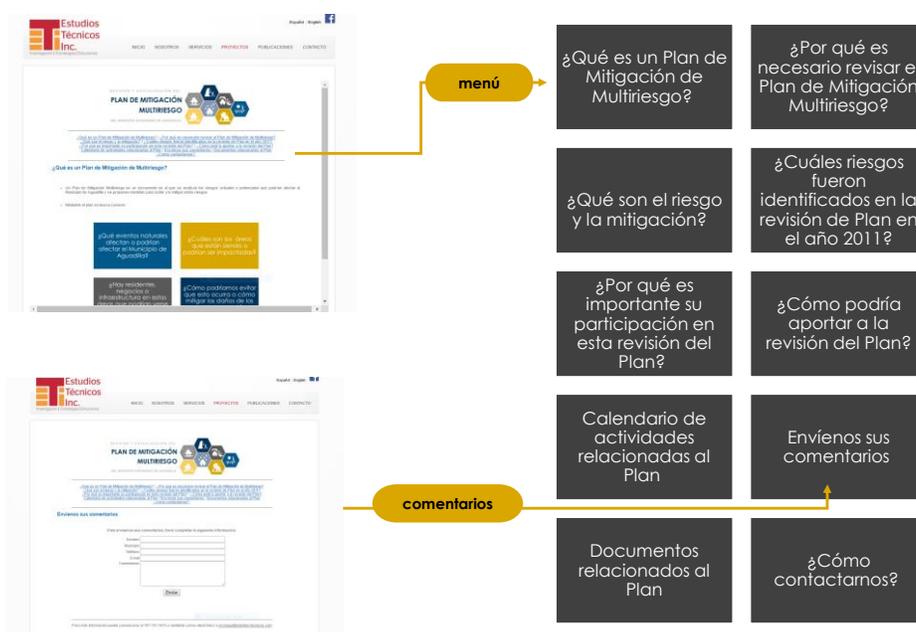
La elaboración de los planes de mitigación y sus revisiones subsiguientes deben incorporar un proceso abierto de participación pública. Para cumplir con estas disposiciones se preparó un Plan de Participación Ciudadana. Dicho plan identifica los grupos de interés de los sectores público y privado; propone diversas estrategias para la comunicación y la participación efectiva, e incluye un itinerario sugerido para llevar a cabo estos esfuerzos de participación. (Este Plan se incluye en el Anejo 2-4). Dicho documento sirvió para guiar los esfuerzos de participación utilizados en la revisión del plan, los cuales se discuten a continuación.

Desarrollo de una página web para el proyecto

Se creó una página web del proyecto que puede ser accedida a través del siguiente enlace [URL]. El propósito de esta página fue proveer información al público general para comprender mejor el proyecto, junto con la oportunidad de comentar.

La información publicada en la página web incluyó: Definición de conceptos como mitigación y riesgo; requisitos del proceso de revisión; oportunidades para la participación ciudadana e importancia de la participación: calendario de actividades, sección de comentarios, información de contacto y copias del plan de 2011 y borradores de los documentos de la revisión.

Figura 2. Menú de la página web del proyecto



Reuniones comunitarias

Se llevaron a cabo dos reuniones comunitarias el 17 y el 24 de mayo de 2017, en los barrios Pueblo y San Antonio de Aguadilla (las respectivas minutas y hojas de asistencia se encuentran en el Anejo 2-5 y 2-6). Estos barrios fueron seleccionados por el personal de la OMME, a base de la accesibilidad y de ser lugares con mayor susceptibilidad e incidencia de eventos durante los pasados años. El propósito de estas reuniones fue:

- | Informar sobre el proceso de revisión del plan, los objetivos del proyecto y el plan de trabajo; y
- | Llevar a cabo un ejercicio de cartografía participativa para recopilar información de las áreas del municipio sujetas a riesgos; identificar su origen o causa y las poblaciones o estructuras expuestas de acuerdo con la ciudadanía.

Los consultores prepararon una presentación corta para explicar el proceso (Anejo 2-5d). Se utilizaron mapas e imágenes como herramienta para que los participantes pudieran identificar sus residencias, comercios, áreas de servicio, así como riesgos percibidos. Se preparó una guía para dirigir el taller y para poder guiar la discusión de ciertos temas, aunque el ejercicio fue lo suficientemente flexible como para necesidades adicionales expresadas por la comunidad.

Convocatoria a las reuniones

Respondiendo a la preocupación de la participación limitada en procesos previos, el personal de la OMME y la Oficina de Relaciones Públicas del Municipio, junto con el consultor, emplearon diversos métodos de convocatoria, entre los cuales se encuentran: desarrollo de un afiche que fue colocado en lugares clave y también fue publicado a través de las redes sociales; participación en programa radial local, anuncio en el periódico y desarrollo de una lista de envío (Véase Anejo 2-5c). El personal de la OMME también visitó algunas áreas para invitar personalmente a los residentes y comerciantes. La reunión también se anunció en la página web del proyecto.

Resultados de la primera reunión

La primera reunión se llevó a cabo el miércoles 17 de mayo de 2017 a las 6:00 pm en el Centro Comunal Villamar en el barrio Pueblo. A pesar de los múltiples métodos utilizados para anunciar la reunión, la participación fue limitada a un residente y a otro personal municipal residente del municipio. La preocupación manifestada durante esta reunión estuvo asociada a los incendios urbanos.

Un residente indicó que vive en el Callejón Sal Si Puedes en el barrio Pueblo. Hace unos años, cuatro casas abandonadas se incendiaron. No se tiene certeza de la razón, pero la preocupación principal es que hay dos casas de madera cerca de su residencia, por lo que este se encuentra preocupado de que el riesgo de otros incendios pueda afectar su vivienda en un futuro cercano.

Al final de la reunión, se discutió la necesidad de llevar a cabo esfuerzos adicionales para convocar para la próxima reunión, de modo que se pueda aumentar la participación ciudadana.

Resultado de la segunda reunión

La segunda reunión se llevó a cabo el miércoles 24 de mayo de 2017 a las 6:00 pm en el Centro Comunal San Antonio en el barrio Montaña. Con el fin de procurar una mayor participación ciudadana, se preparó la lista de envío con información de contacto de personas, organizaciones y negocios. Luego, se enviaron invitaciones por correo

electrónico a comercios y a otras organizaciones. Además, la OMME invitó a varios residentes de la comunidad de San Antonio en persona.

A pesar de estos esfuerzos adicionales, la participación volvió a estar limitada a tres participantes: dos residentes de Aguadilla y un representante de una industria ubicada en Aguadilla, además del personal municipal. Sin embargo, los participantes proveyeron información valiosa e identificaron los siguientes riesgos en los barrios Montaña, Camaseyes y Corrales, así como el origen de dichos eventos, de acuerdo con su conocimiento:

Montaña- Las inundaciones fueron el único riesgo identificado en este barrio. De acuerdo con los participantes, la obstrucción y la falta de mantenimiento de sumideros y drenajes han sido las causas principales. Los lugares específicos mencionados fueron:

- | Carretera PR-110- Ocasionalmente ocurren inundaciones frente a las instalaciones industriales de Hewlett-Packard y Honeywell. Se alega que el agua se supone que drene hacia un canal, pero este canal está obstruido. Se informó que Infotech está desarrollando sus instalaciones en esta área.
- | Calle Jardines- Hay un sistema pluvial obstruido que se construyó en los años 80. El personal de la OMME realiza labores de mantenimiento, pero el sistema necesita ser reemplazado y que se instale una tapa de alcantarilla para lograr ponerlo en servicio. Hay una tubería que corre por debajo de una vivienda y termina en un sumidero que también necesita trabajos de mantenimiento ocasionalmente.
- | Calle Palau- Un sumidero tapado se identificó como la causa de la inundación.
- | Carretera PR-459, ocurren inundaciones debajo del Puente San Antonio.
- | Se reportaron inundaciones alrededor del Centro Comunal en la Comunidad de San Antonio.
- | Calles frente a la Universidad Interamericana de Aguadilla – La inundación cubre otras áreas, como una vivienda que, según se expresó, está construida sobre un sumidero.

Camaseyes- En este barrio también fueron identificados los siguientes problemas de inundación:

- | Una vivienda que aparentemente fue construida sobre un sumidero se inunda durante eventos de mucha lluvia. Se dijo que el agua ha alcanzado hasta 18 pies.
- | La carretera PR-467 también se inunda.

Corrales –Se reportaron inundaciones en las siguientes ubicaciones:

- | La entrada a la Urb. Esteves, cerca de Edgar Auto Parts y La Gomera.
- | Urb. Nuevo San Antonio, hay un sumidero que recibe agua del Parque Industrial en el barrio San Antonio, el cual se desborda, inundando las áreas circundantes.

Encuesta

Se preparó una encuesta como una herramienta de participación adicional. Su propósito, al igual que las reuniones comunitarias, fue identificar y validar riesgos, su ubicación, magnitud y propiedades afectadas, así como recopilar comentarios de los participantes. La encuesta se preparó en inglés y en español para promover una amplia participación (los instrumentos y resultados se encuentran en el Anejo 2-7). Las mismas estuvieron disponibles en las dependencias municipales y fueron distribuidas por personal municipal. La encuesta fue respondida por 8 personas, residentes del municipio.

Los resultados de la encuesta fueron utilizados para la descripción, ubicación y alcance de los riesgos.

Resultados de la encuesta

En la encuesta se identificaron inundaciones y vientos fuertes que afectan carreteras de acceso a viviendas en el barrio Camaseyes. En el Barrio Borinquen se documentaron inundaciones que también afectan carreteras de acceso a viviendas. En Caimital Alto se documentó el desbordamiento del Río Culebrinas e inundaciones por sumideros obstruidos. También se documentaron deslizamientos producidos por lluvias fuertes.

En Guerrero se documentaron vientos fuertes que, junto con la falta de poda de los árboles, ocasionan fallas en el sistema de energía eléctrica. También se identificaron inundaciones causadas por obstrucciones en sumideros y el alcantarillado pluvial. En Montana se identificaron inundaciones por obstrucciones de sumideros y en Victoria se identificó el riesgo de erosión costera, el cual afecta el Parque Colón.

Oportunidades para la revisión pública del Plan

Los borradores del documento del plan revisado estuvieron disponibles en la página Web del municipio de Aguadilla [[URL](#)] y en la Oficina de Urbanismo del Municipio.

2.1.3 Coordinación interagencial y con los municipios contiguos

El proceso de desarrollo y revisión del plan debe proveer la oportunidad para que las comunidades vecinas, agencias locales y regionales involucradas en actividades de mitigación de riesgos y agencias que regulan el desarrollo, así como empresas, instituciones académicas y otros intereses privados y sin fines de lucro puedan participar en el proceso de planificación; (§201.6(b)(2)).

Durante el proceso de revisión del plan, el municipio estuvo en comunicación continua con la oficina del GAR. Una reunión con representantes del GAR se llevó a cabo el 17 de enero de 2018 para discutir los comentarios del borrador del plan. También hubo comunicación en varias ocasiones por teléfono y vía correo electrónico con representantes de la Junta de Planificación (JP).

Además, el Municipio hizo envíos de comunicaciones escritas a agencias federales y estatales en junio de 2017 con el propósito de notificar sobre el proceso de revisión del Plan y solicitar información sobre la infraestructura de las agencias y corporaciones públicas dentro del municipio. Igualmente, se solicitó información sobre las mejoras propuestas, si alguna, la infraestructura ampliada o construida tras la última revisión del plan, así como planes, proyectos o información adicional relevante al Plan de Mitigación Multiriesgo. (La lista de las agencias y las cartas enviadas se encuentran en el Anejo 2-8).

Tras el envío de las cartas, se llevaron a cabo llamadas de seguimiento. Se recibió respuesta de las siguientes entidades: FEMA, Junta de Planificación de Puerto Rico, la Autoridad de Acueductos y Alcantarillado (AAA) y el Representante Autorizado del Gobernador (GAR, por sus siglas en inglés). (Las comunicaciones recibidas de las agencias están incluidas en el Anejo 2-9).

En mayo de 2019, el Municipio de Aguadilla envió cartas a los municipios colindantes, Aguada, Isabela y Moca, junto con una copia del borrador del plan para que estos revisaran y de ser necesario enviaran sus comentarios al mismo. Las cartas se incluyen en el Anejo 2-10. Los comentarios recibidos fueron discutidos verbalmente y tomados en consideración durante la redacción del Plan de Mitigación.

2.1.4 Revisión e incorporación de planes, estudios, informes e información técnica existente

El plan de mitigación y las revisiones subsiguientes deben revisar e integrar, según sea apropiado, información de planes, estudios, reportes existentes, incluyendo otra información técnica §201.6(b)(3).

Durante el proceso de revisión, múltiples documentos e información reciente fueron examinados e incorporados en el Plan revisado. Como resultado, el contenido varió significativamente de la versión de 2011. Estos informes y planes añadieron información de trasfondo importante para el desarrollo del perfil del Municipio, la evaluación de los riesgos y para la revisión de las estrategias de mitigación. Esto incluye, pero no se limita a:

Leyes y reglamentos federales y estatales:

- Ley de Mitigación de Desastres, 2000
- Ley del Departamento de Seguridad Pública de Puerto Rico, Ley Núm. 20 del 10 de abril de 2017
- Ley de Municipios Autónomos. Ley Núm. 81 del 30 de agosto de 1991, según enmendada
- Ley de Recursos de Barreras Costeras, 1982

Planes de desarrollo y usos de terrenos:

- Plan de Uso de Terrenos de Puerto Rico, 2015
- Plan y Reglamentos del Área de Planificación Especial de Carso, 2013
- Plan Territorial del Municipio Autónomo de Aguadilla, revisión Integral, aprobado en el 2012
- Reglamento de Áreas Especiales de Riesgo a Inundación. Reglamento Núm. 13 (Séptima Revisión) Junta de Planificación de Puerto Rico.

Otros planes e informes científicos y técnicos:

- Estado del Clima de Puerto Rico, 2013, preparado por el Consejo de Cambio Climático
- US Caribbean Chapter for the 4th National Climate Assessment, 2018
- Puerto Rico State Forest Action Strategy, 2016
- Programa de Manejo de la Zona Costera de Puerto Rico, borradores del 1978 y 2009
- Informes de Evaluación de Vulnerabilidad a Cambio Climático de la AAA. 2014.
- URS. 2002. Evaluación Integral de Riesgos para la isla de Puerto Rico (Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.)

- Informe del Servicio Nacional de Meteorología sobre el Huracán María – 20 de septiembre de 2017.

Bases de datos y capas de información

- Datos del NCEI, de la NOAA. Provee información sobre eventos recientes.
- Base de datos del Municipio
 - Inventarios de estructuras preparados por el municipio
 - Proyectos de Mejoras Capitales del Municipio.
 - Informes de la OMME basados en notificaciones de los residentes y visitas de campo. Desde el año 2012, la OMME ha estado documentando los eventos de riesgo que ocurren en Aguadilla. Los informes se originan de llamadas de los ciudadanos. Luego, el personal de la OMME realiza visitas de inspección a las áreas y las documenta en una ficha de papel. Como parte de esta revisión, la información de estas fichas se organizó en un documento en formato Excel, para facilitar el recogido y análisis de la información. Estos informes han permitido la participación continua de la ciudadanía en la documentación de los riesgos y han sido una herramienta valiosa en la revisión del perfil de riesgo para esta revisión del Plan.

Otros informes, planes y capas de información georreferenciadas que fueron utilizados se detallan en la sección 4.2.1.

3. PERFIL DE AGUADILLA

El propósito de esta sección es actualizar el perfil general del Municipio de Aguadilla. Durante los pasados cinco años, ha habido cambios en la población, se han desarrollado proyectos, adoptado nuevos planes y reglamentos de usos de terreno y ha surgido información ambiental relevante que debe ser considerada en la revisión del Plan.

Esta sección organiza el perfil de Aguadilla en las siguientes secciones: perfil ambiental; perfil socioeconómico y marco legal y de planificación y proyectos capitales del municipio.

3.1 PERFIL AMBIENTAL DE AGUADILLA

3.2.1. Geografía

Aguadilla está ubicado en la esquina noroeste de Puerto Rico. Tiene un área de 94.8 km² (36.3 millas²). Está delimitado al Noroeste por el Océano Atlántico, al Este por los municipios de Isabela y Moca, y al Sur por el municipio de Aguada. Debido a su ubicación en el Caribe, el Municipio está expuesto a huracanes, tormentas tropicales, marejadas producidas por frentes fríos, terremotos y tsunamis, entre otros riesgos naturales.

Aguadilla está dividido en 16 barrios, según se observa en el siguiente mapa. Estos son: Maleza Alta, Maleza Baja, Aguacate, Montaña, Borinquen, Camaseyes, Arenales, Ceiba Alta, Guerrero, Ceiba Baja, Corrales, Caimital Alto, Caimital Bajo, Pueblo, Victoria y Palmar.



Mapa 1. Ubicación del Municipio de Aguadilla en Puerto Rico y el Caribe

Mapa 2. Límites de los barrios del Municipio de Aguadilla



3.2.2. Topografía y fisiografía

Aguadilla está ubicado dentro de la Región del Carso Norteño y tiene múltiples rasgos topográficos, como depresiones o sumideros, mogotes y farallones. La topografía de este municipio consiste generalmente en colinas y valles que gradualmente ganan elevación hacia el sureste. La mayoría del municipio tiene una elevación en un rango de entre 50 a 150 metros de elevación. El Municipio tiene pocas áreas de terreno abruptamente inclinadas, excepto por algunas partes a lo largo de la costa.

Mapa 3. Topografía



LEYENDA

- Intervalo de las líneas de contorno - 10 metros
- Las líneas gruesas representan contornos de 50 metros
- ☐ Depresiones
- ☐ Cobertura boscosa

Fuente: Digital Elevation Model of Puerto Rico, Integrating Bathymetric and Topographic Datasets. National Geophysical Data Center, NESDIS, NOAA, U.S. Department of Commerce, 2007.

Los escarpados de roca caliza se pueden encontrar a lo largo de la costa, particularmente en las porciones del norte y del oeste. Los mogotes predominan en el centro, en los barrios Ceiba Alta y Guerrero, y también en el sureste, donde se encuentra el punto más alto del municipio. Esto es parte de la Cordillera Jaicoa, ubicada principalmente en el barrio Caimital Bajo, a 250 metros (820 pies) sobre el nivel del mar.

Las depresiones y los sumideros se concentran principalmente la porción sureste de Aguadilla, entre los barrios Caimital Bajo y Caimital Alto y cercano al límite del Municipio de Moca. En el Sur se encuentra el valle de inundación del Río Culebrinas, donde hay remanentes de canales y manglares. La topografía de esta parte costera es bastante llana.

El centro urbano de Aguadilla también se encuentra casi al nivel del mar y está bordeado por colinas.

3.2.3. Geología

Según el Cuadrángulo del Mapa Geológico de Aguadilla, preparado por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, por sus siglas en inglés), el municipio de Aguadilla está compuesto por ocho tipos de formaciones geológicas. La geología predominante es de origen sedimentario, siendo las dos formaciones predominantes la Caliza Aymamón (Tay), y los depósitos de manto de arena (QTs). La Caliza Aymamón data del Mioceno¹ temprano, mientras que la formación de depósitos de manto de arena es del periodo Cuaternario, cuya edad oscila del Mioceno tardío (o Plioceno) al presente.

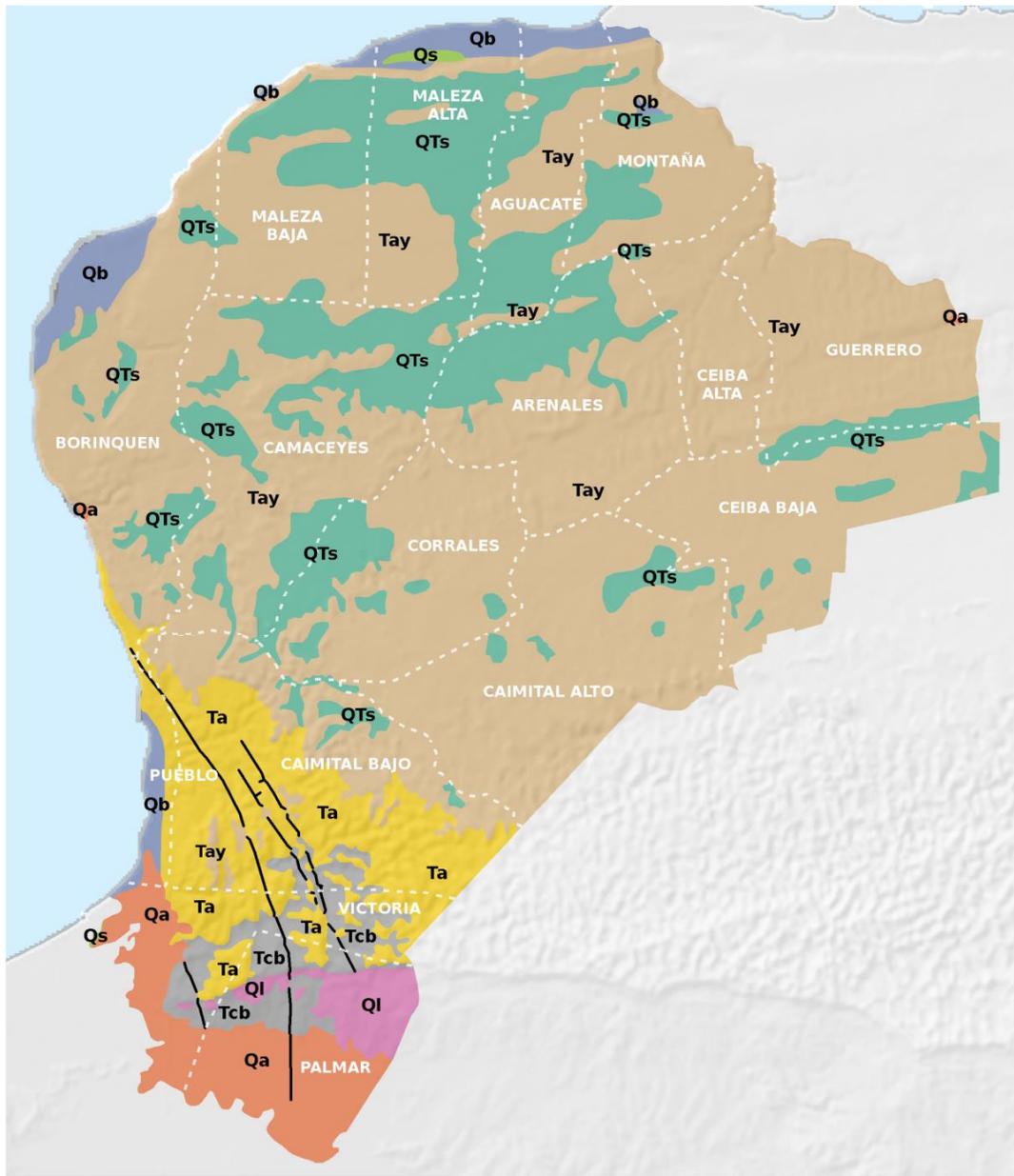
La formación Aymamón tiene más de 1,000 pies de espesor en el noroeste de Puerto Rico. Esta formación de roca caliza ha estado expuesta a un largo proceso de desgaste químico. La falta de restricciones significativas en las pendientes y la naturaleza del manto de roca caliza aumentan la susceptibilidad del municipio a deslizamientos de tierra y riesgos de inundación. Los cortes realizados para el desarrollo de carreteras en las formaciones calizas, a menudo se hace cerca de las pendientes verticales, lo que incrementa la probabilidad de provocar deslizamientos (Guisti, 1978). Esta formación predomina en todos los barrios, excepto en la parte suroeste del Municipio de Aguadilla (es decir, Palmar, Pueblo, Victoria y la parte sur de Caimital Bajo).

En el centro del municipio y en otros parchos dispersos a través del municipio, predominan los depósitos de manto de arena. Los depósitos de playa están ubicados en la parte norte de los barrios Montaña, Aguacate, Maleza Alta, Borinquen y Pueblo. El

¹ Aproximadamente 5.3 a 23.8 años antes del presente. Según Tarbuck & Lutgens, 2005.

barrio Pueblo está compuesto por una formación geológica adicional llamada Caliza Aguada. Los depósitos de arena son susceptibles a la acción de las olas, la marejada ciclónica, los maremotos, las inundaciones y la licuación causada por terremotos.

Mapa 4. Geología



LEYENDA

- Fallas
- QTs Depósitos de manto de arena
- Qa Aluvión
- Qb Depósitos de playa
- Ql Depósitos de deslizamientos
- Qs Depósitos de pantano
- Ta Caliza Aguada
- Tay Caliza Aymamón
- Tcb Formación Cibao

Fuente: Soil Survey Geographic (SSURGO) database for Mayaguez Area, Puerto Rico Western Part. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2015.

Las formaciones geológicas que predominan en el barrio Victoria son la Caliza Aguada y la Formación Cibao. Las pendientes pronunciadas que se encuentran en los escarpados al este del barrio Victoria consisten de arcilla calcárea de la Formación Cibao, que se encuentra sobre el tope del farallón de la Caliza Aguada. Cuando la arcilla se satura de agua, tiende a fluir y arrastrarse pendiente abajo. Esto elimina el soporte de la roca caliza, que luego se desliza por la pendiente lubricada (Guisti, 1978).

El aluvión también predomina en la porción oeste de Victoria y en la porción sur de Palmar. Este es un material no consolidado, asociado con las formaciones del Río Culebrinas y el Caño Madre Vieja. Estos son sedimentos acumulados a bajas elevaciones. La mayoría de estas áreas son tierras valiosas para la agricultura.

Dentro de los límites del municipio hay tres fallas geológicas no meteorizadas. La descripción de las formaciones geológicas identificada en el cuadrángulo geológico de Aguadilla se incluye en el Anejo 3.

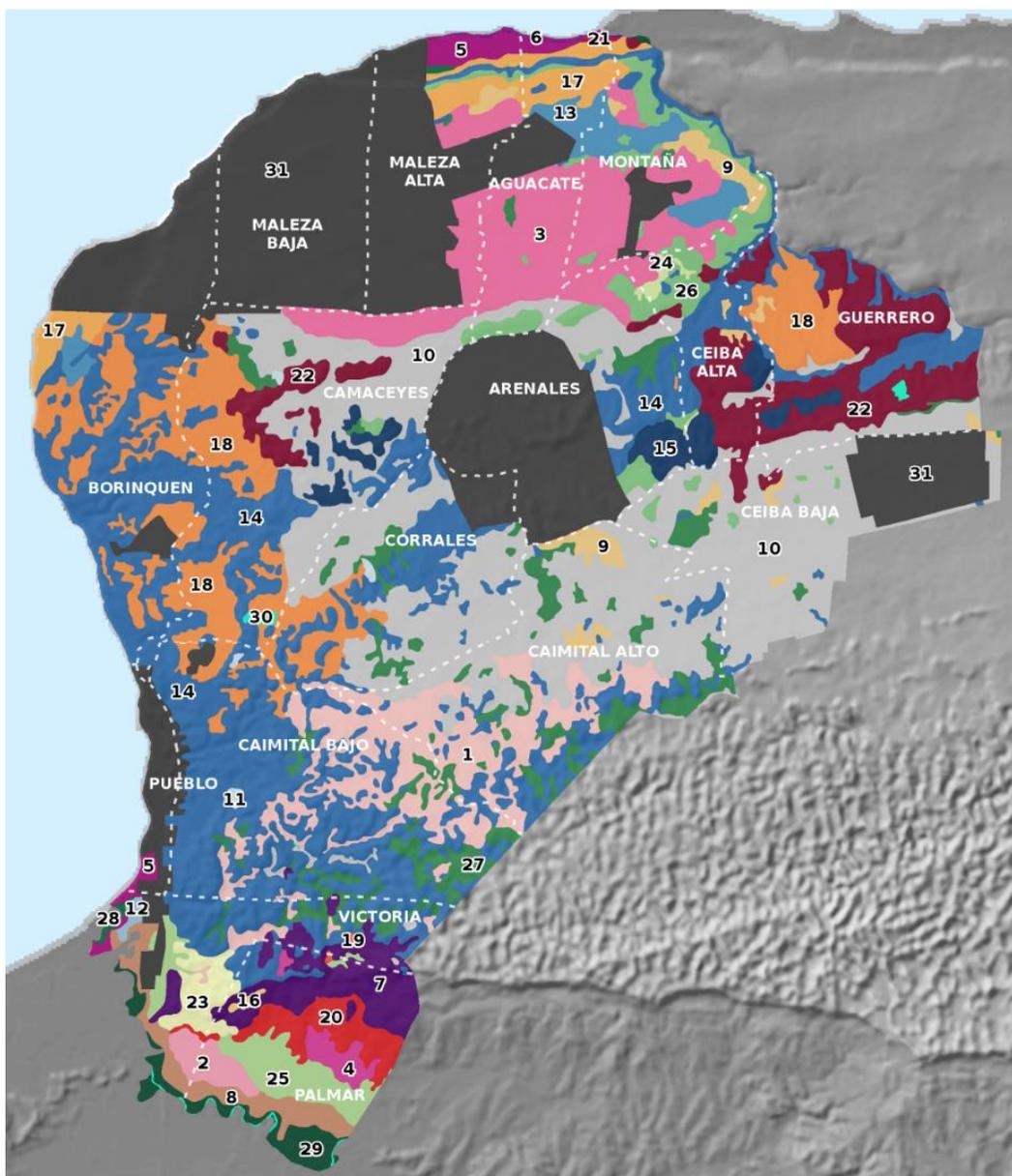
3.2.4. Suelos

Según el inventario de suelos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS, por sus siglas en inglés), Aguadilla está compuesto por 30 series de suelos, donde predominan los afloramientos de roca caliza y la serie Coto. Los afloramientos de roca caliza son duros, masivos y entre grises a gris rosáceo en el 75% al 100% de la superficie. Su pendiente varía de 0 a 60%. Las características de estos suelos limitan severamente su uso para otros fines que no sean el sostenimiento de la vida silvestre y el suministro de agua. Estas series predominan en los barrios Borinquen y Caimital Bajo como un cinturón que atraviesa el centro del municipio.

La serie Coto consiste de arcilla. Estos son suelos profundos, bien drenados, moderadamente permeables, en pendientes de tierras altas y en los valles adyacentes a las colinas de roca caliza. Las pendientes van del 2 al 12%. Los suelos de pendiente de 5 a 12% tienen limitaciones severas debido a que han estado expuestos a una erosión alta. Estos se encuentran en el centro del municipio.

La arcilla Colinas (pendientes de 20 a 60%), la arcilla Coto, la arcilla Moca y la arcilla franco-arenosa de San Germán son susceptibles a la erosión y a la escorrentía. Las arcillas limosa Coloso, Igualdad y Santoni están sujetas a inundaciones frecuentes. Los suelos aluviales se encuentran a lo largo de los ríos principales, como el Río Culebrinas y quebradas más pequeñas en todo el municipio. Para una descripción más detallada de los suelos presentes en el Municipio, vea el Anejo 3.

Mapa 5. Series de suelo en Aguadilla



LEYENDA

| | | | |
|--------------|------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 1. Aceitunas | 9. Cotito | 17. Maleza | 25. Santoni |
| 2. Bajura | 10. Coto | 18. Matanzas | 26. Soller |
| 3. Bejucos | 11. Gravel | 19. Moca | 27. Tanamá |
| 4. Camagüey | 12. Igualdad | 20. Naranja | 28. Pantano de marea |
| 5. Cataño | 13. Jobs | 21. Río Lajas | 29. Toa |
| 6. Playa | 14. Afloramiento roca caliza | 22. San Germán | 30. Agua |
| 7. Colinas | 15. Roca caliza | 23. San Sebastián | Datos digitales no disponibles |
| 8. Coloso | 16. Mabí | 24. Santa Clara | |

Fuente: Soil Survey Geographic (SSURGO) database for Mayaguez Area, Puerto Rico Western Part. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, 2015.

3.2.5 Hidrografía

El Río Culebrinas es el principal sistema fluvial en el Municipio. Su cuenca tiene un área de drenaje de 103 millas² (267 km²). El río nace aproximadamente a 1,580 pies sobre el nivel del mar, cerca del centro urbano de Lares. Desde el interior montañoso, el Río Culebrinas viaja en dirección oeste. Drena la región caliza del noroeste alrededor de Aguadilla, así como un área extensa de la zona montañosa del interior en Moca, Las Marías y San Sebastián, antes de entrar al municipio (USACE, 2003). La porción más al sur del Río Culebrinas constituye el límite entre los municipios de Aguadilla y Aguada.

El Caño Madre Vieja es un pequeño cuerpo de agua ubicado en el valle de inundación de la cuenca del Río Culebrinas, en la parte sur del municipio. Este es una antigua desembocadura del Río Culebrinas que descarga en la bahía de Aguadilla. Su longitud es de aproximadamente 2.1 kilómetros (1.3 millas) (FEMA, 2012). Tanto la desembocadura del Caño Madre Vieja como del Río Culebrinas, a 1.5 kilómetros (0.88 millas) al Sur, están restringidos por bancos de arena.

La quebrada Los Cedros es un cuerpo de agua intermitente ubicado en la porción noreste del Municipio y define el límite entre Aguadilla e Isabela (Tucci & Martínez, 1995). Existen, además, canales de riego que forman parte del Distrito de Irrigación Isabela que extrae agua del Embalse Guajataca, el cual está ubicado entre Isabela y San Sebastián. El agua es transportada desde el Embalse Guajataca a través del Canal de Moca y el Canal de Aguadilla, que se originan en las montañas del municipio de Isabela y desembocan en el barrio Camaseyes en Aguadilla. El distrito de riego transporta una cantidad reducida de agua a algunos valles agrícolas en Aguadilla, Isabela y Moca (Molina-Rivera, 2014).

Los canales de riego de Moca y Aguadilla proporcionan el agua potable que es filtrada en las plantas de tratamiento conocidas como Aguadilla Nueva y Ramey PRASA. Estas plantas de tratamiento sirven a la población de Aguada, Aguadilla, Moca y Rincón.

Mapa 6. Hidrografía



LEYENDA

| | | | |
|--|---------------------------------|--|-------------------|
| | Quebradas / Ríos - Intermitente | | Lago / charca |
| | Quebradas / Ríos - Perenne | | Embalse |
| | Canales | | Ciénaga / pantano |

Fuente: National Hydrography Dataset. U.S. Geological Survey in cooperation with U.S. Environmental Protection Agency, USDA Forest Service, and other Federal, State and local partners, 2015.

3.2.6 Clima

El clima de Aguadilla es cálido y húmedo (tropical-marino), con aguaceros frecuentes que ocurren a través del año. Durante todo el año, en las áreas tropicales como Puerto Rico, durante la noche se pierde más o menos la misma cantidad de energía que se recibe durante el día. El resultado es temperaturas relativamente uniformes a través del año.

Datos de la subestación Isabela, ubicada en Aguadilla, muestra que la precipitación total promedio para el periodo entre 1948 y el 2012 fue de 64.32 pulgadas, mientras que la temperatura promedio anual fluctúa entre 68.6 y 84.7 °F (SRCC, 2012).

Tabla 1. Temperatura y precipitación promedio mensual entre 1948-2015

| UNIDAD | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AG | SEP | OCT | NOV | DIC | ANUAL |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Temperatura promedio máxima (F) | 81.5 | 81.9 | 83 | 84.3 | 85.3 | 86.3 | 86.6 | 87.2 | 87.2 | 86.6 | 84.5 | 82.4 | 84.7 |
| Temperatura promedio mínima (F) | 65.4 | 65.1 | 65.8 | 67.1 | 69.2 | 70.4 | 71.1 | 71.4 | 70.9 | 70.4 | 69 | 67 | 68.6 |
| Precipitación promedio total (in.) | 3.56 | 3.01 | 3.53 | 5.19 | 7.55 | 6.65 | 4.83 | 6.04 | 6.38 | 6.87 | 6.17 | 4.53 | 64.32 |

Por ciento de observaciones posibles para un periodo. Temp. Máx.: 95.7% Temp. Min.: 95.8% Precipitación: 96.5% Fuente: Southeast Regional Climate Center, sercc@climate.ncsu.edu

El clima en la cuenca del Río Culebrinas va de húmedo subtropical a muy húmedo. El promedio de precipitación anual es de 88 pulgadas. La lluvia varía de forma similar a otras zonas en las regiones norte y oeste de Puerto Rico. El principio del año es un periodo relativamente seco, seguido de lluvias intensas en mayo y junio, y un segundo periodo seco en julio y agosto, seguido por lluvias frecuentes e intensas entre septiembre y diciembre (DRNA, 2008).

Los mogotes ubicados al norte del Río Culebrinas y las montañas en el área de Lares inducen lluvias orográficas vespertinas en esta parte de la cuenca. La precipitación anual varía de 100 pulgadas en la Cordillera Central cerca de Lares, a 72 pulgadas en el valle aluvial cerca de la Central Coloso en Aguada. Durante los periodos secos, la precipitación anual puede disminuir a 62 pulgadas. La evapotranspiración promedio en la cuenca es de 49 pulgadas por año (55% de la precipitación) y 45 pulgadas durante los años de sequía (DRNA, 2008).

Debido a los efectos del cambio climático, la evidencia reciente sugiere que en Puerto Rico existe mayor probabilidad de que ocurran condiciones más secas que condiciones

más húmedas (PRCCC, 2013). Sin embargo, se espera un incremento en eventos climáticos extremos y episodios de precipitación extrema, lo que incrementa el riesgo de inundaciones repentinas.

3.2 CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

La vulnerabilidad depende de la exposición a los riesgos y de las características de la población. De ahí la importancia de examinar las variables socioeconómicas para el municipio, con el fin de conocer la ubicación de las poblaciones que podrían necesitar atención particular.

3.2.1 Características de la población

Población

En un periodo de cinco años (entre 2010 y 2015) Aguadilla ha perdido población, según la Encuesta sobre la Comunidad Puerto Rico (ECPR) del Negociado del Censo de EE.UU. Aproximadamente 61,965 personas residían en Aguadilla en el 2010, cantidad que se redujo a 57,973 en 2015, lo que resulta en una tasa de pérdida anual de 1.29%. Esto representa una reducción de 6.4% en cinco años.

El barrio con mayor población es Camaseyes (12,988 o el 22% de la población municipal), seguido de Corrales (7,495 o el 13% de la población municipal). La población aumentó solo en cuatro barrios desde el 2010, siendo Ceiba Alta el barrio con mayor crecimiento, donde la población casi se duplicó.

Mientras que la mayoría de los barrios perdieron población durante el período de 2010-2015. Los que tuvieron la mayor pérdida poblacional fueron Maleza Baja y Ceiba Baja. En Maleza Baja, la población se redujo a una razón anual de 4.71%, produciendo una pérdida de 23.5% en el transcurso de 5 años. En Ceiba Baja, la tasa de pérdida de población fue de 4.50% por año, resultando en la pérdida del 22.5% de la población durante el período examinado.

Tabla 2. . Resumen de los datos de la población del 2010-2015

| Unidad Geográfica | Población Total 2015 | Población Total 2010 | Tasa de cambio 2010-2015 | Tasa de crecimiento de población anual 2010-2015 |
|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--|
| Puerto Rico | 3,583,073 | 3762,322 | -4.8% | -0.95 |
| Aguadilla | 57,973 | 61,965 | -6.4% | -1.29 |
| Aguacate | 1,198 | 1,247 | -3.9% | -0.79 |
| Pueblo | 2,719 | 3,415 | -20.4% | -4.08 |
| Arenales | 2,599 | 2,258 | 15.1% | 3.02 |
| Borinquen | 6,560 | 7,778 | -15.7% | -3.13 |
| Caimital Alto | 3,566 | 4,124 | -13.5% | -2.71 |
| Caimital Bajo | 4,110 | 4,315 | -4.8% | -0.95 |
| Camaseyes | 12,988 | 11,502 | 12.9% | 2.58 |
| Ceiba Alta | 727 | 490 | 48.4% | 9.67 |
| Ceiba Baja | 2,132 | 2,751 | -22.5% | -4.50 |
| Corrales | 7,495 | 8,612 | -13.0% | -2.59 |
| Guerrero | 4,297 | 4,030 | 6.6% | 1.33 |
| Maleza Alta | 1,391 | 1,755 | -20.7% | -4.15 |
| Maleza Baja | 1,622 | 2,121 | -23.5% | -4.71 |
| Montaña | 3,464 | 3,978 | -12.9% | -2.58 |
| Palmar | 1,441 | 1,765 | -18.4% | -3.67 |
| Victoria | 1,664 | 1,824 | -8.8% | -1.75 |

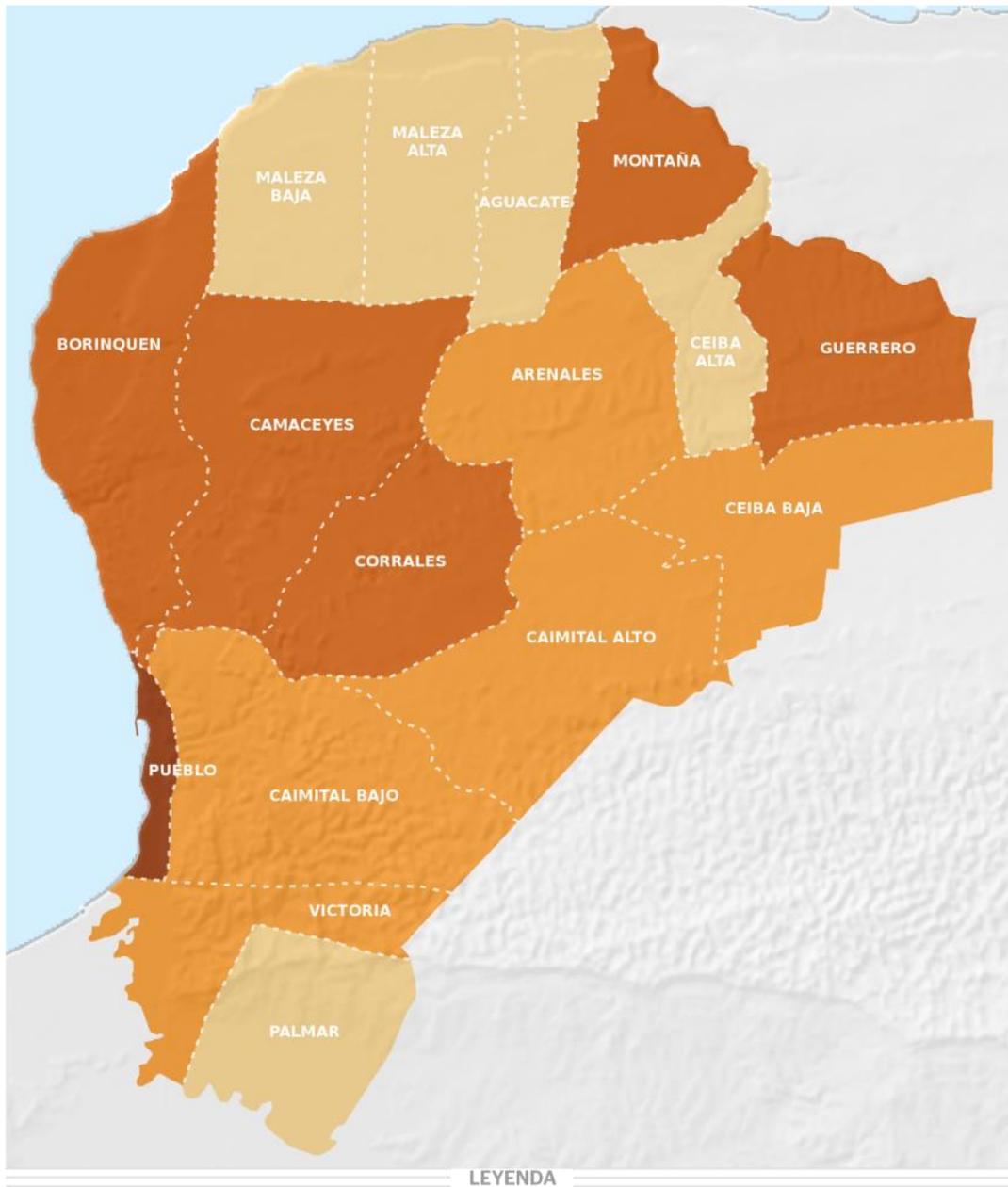
Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2006-2010 y 2011-2015.

Densidad poblacional

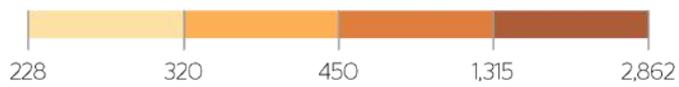
Según la ECPR de 2015, la densidad de población del municipio es de 613 habitantes/km². La población se concentra en los barrios Pueblo, Camaseyes y Corrales. Es importante identificar las áreas de mayor concentración poblacional en el desarrollo de planes de mitigación, ya que estas posiblemente tendrían mayores números de poblaciones vulnerables y requieran una planificación detallada de medidas de mitigación, como rutas de desalojo, protección de estructuras y medidas de educación, entre otras.

El barrio Pueblo tiene una densidad que es aproximadamente cinco veces más alta que el valor para el municipio (2,862 habitantes/km²). Camaseyes (1,315 habitantes/km²) y Corrales (1,199 habitantes/km²) tienen aproximadamente el doble de la proporción municipal. El barrio con la densidad de poblacional más baja es Ceiba Alta (228 habitantes/km²).

Mapa 7. Densidad poblacional



Personas por km²



Fuente: Negociado del Censo de los EE.UU., Encuesta sobre la Comunidad de Puerto Rico del 2011 al 2015.

Tabla 3. Densidad poblacional por barrio

| Unidad geográfica | Población total | Densidad poblacional (población/ km ²) |
|----------------------|-----------------|--|
| Aguadilla | 57,973 | 613 |
| Pueblo | 2,719 | 2,862 |
| Camaseyes | 12,988 | 1,315 |
| Corrales | 7,495 | 1,199 |
| Montaña | 3,464 | 860 |
| Borinquen | 6,560 | 762 |
| Guerrero | 4,297 | 745 |
| Caimital Bajo | 4,110 | 422 |
| Caimital Alto | 3,566 | 397 |
| Victoria | 1,664 | 384 |
| Arenales | 2,599 | 366 |
| Ceiba Baja | 2,132 | 326 |
| Maleza Baja | 1,622 | 318 |
| Aguacate | 1,198 | 312 |
| Palmar | 1,441 | 283 |
| Maleza Alta | 1,391 | 266 |
| Ceiba Alta | 727 | 228 |

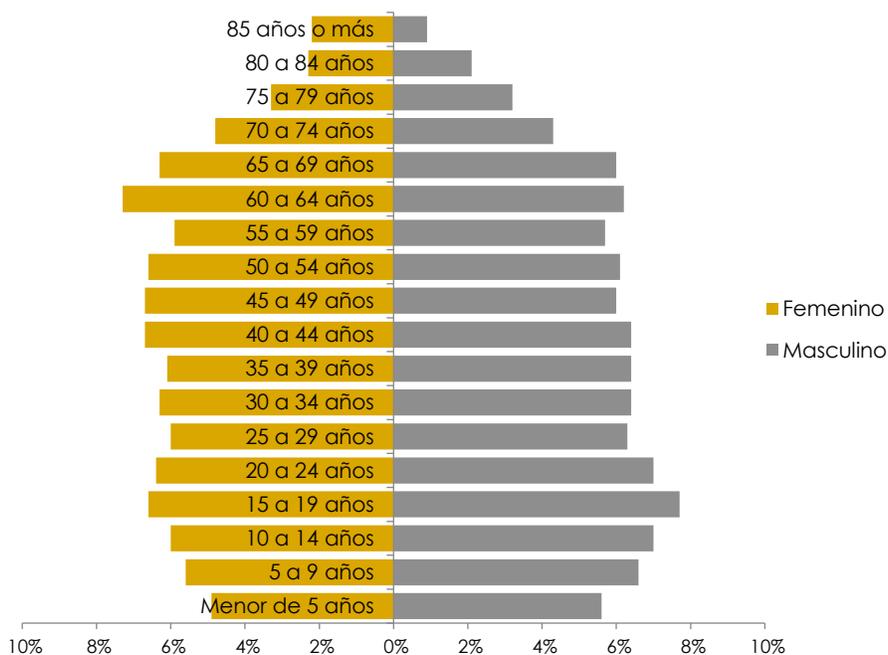
Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

Estructura de la población por edad y sexo

De acuerdo con la ECPR 2015, la mediana de la edad en Aguadilla es de 39.7 años, mayor que el valor para Puerto Rico, que es de 38.7. Palmar tiene la mediana de edad más alta entre todos los barrios (43.5 años); mientras que en Arenales la mitad de la población es mucho más joven, con una mediana de edad de 31 años.

La población igual o menor de 19 años tiene la mayor proporción en los barrios Arenales, Ceiba Alta y Maleza Baja. Mientras tanto, la proporción de la población de 65 años o más es mayor en los barrios Montaña, Ceiba Alta y Ceiba Baja. En general hay una población de mujeres un poco más alta (51%) que de hombres (49%) en el municipio.

Figura 3. Distribución de la población por edad y sexo en Aguadilla (2015)



Fuente: Negociado Federal del Censo, ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

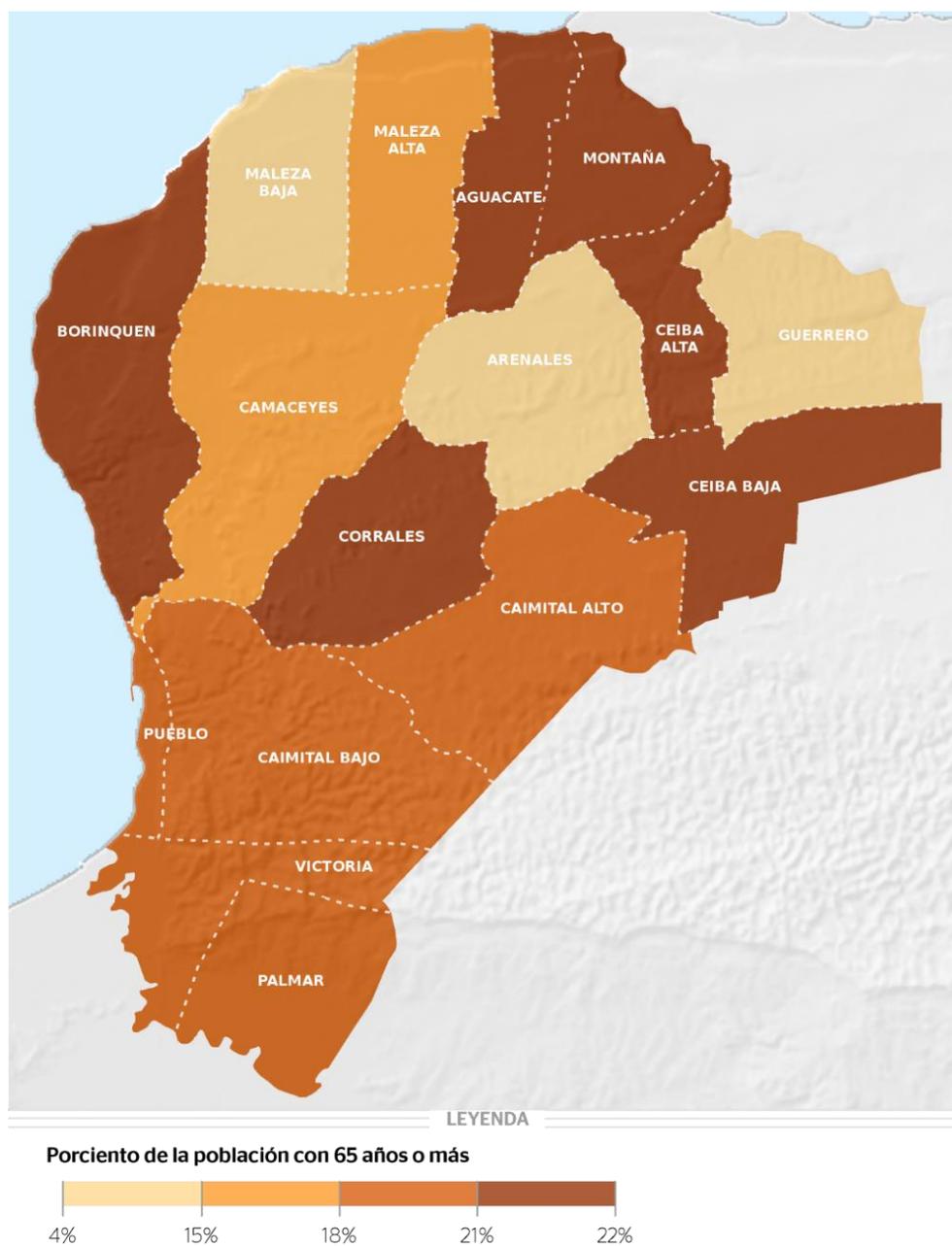
Tabla 4. Distribución y mediana de la edad por barrio

| Unidad Geográfica | 19 años o menos | 20 a 64 años | 65 años o más | Mediana de la edad |
|-------------------|-----------------|--------------|---------------|--------------------|
| Aguadilla | 24.9% | 57.2% | 17.8% | 39.7 |
| Aguacate | 20.7% | 58.2% | 20.9% | 41.8 |
| Pueblo | 20.2% | 61.4% | 18.3% | 42.4 |
| Arenales | 37.9% | 57.8% | 4.2% | 31.4 |
| Borinquen | 20.3% | 58.8% | 20.9% | 43.6 |
| Caimital Alto | 28.4% | 51.3% | 20.2% | 40.1 |
| Caimital Bajo | 23.2% | 56.2% | 20.4% | 42.1 |
| Camaseyes | 26.4% | 57.5% | 16.1% | 39.3 |
| Ceiba Alta | 32.4% | 46.2% | 21.5% | 39.8 |
| Ceiba Baja | 25.4% | 53.2% | 21.4% | 42.5 |
| Corrales | 24.7% | 54.5% | 20.8% | 40.8 |
| Guerrero | 17.5% | 70.9% | 11.5% | 36.6 |
| Maleza Alta | 25.5% | 59.1% | 15.1% | 36.0 |
| Maleza Baja | 32.3% | 56.2% | 11.5% | 33.7 |
| Montaña | 25.4% | 53.1% | 21.6% | 42.5 |
| Palmar | 21.9% | 58.4% | 19.6% | 43.5 |
| Victoria | 29.8% | 50.4% | 19.7% | 34.3 |

Fuente: Negociado Federal del Censo, ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

El siguiente mapa muestra los barrios con la mayor proporción de residentes con 65 años o más.

Mapa 8. Población de 65 años o más



Fuente: Negociado del Censo de los EE.UU., Encuesta sobre la Comunidad de Puerto Rico del 2011 al 2015.

Población con impedimentos

Las poblaciones con impedimentos comúnmente son afectadas de manera desproporcional durante eventos de desastres o emergencias, debido a las dificultades para ser evacuados, la poca disponibilidad de refugios adecuados y hasta la distribución inadecuada de alimentos y esfuerzos de recuperación (UN, s.f.).

En Aguadilla, aproximadamente una cuarta parte (24%) de la población civil no institucionalizada reportó algún tipo de impedimento. El barrio con la mayor proporción de personas con impedimentos es Palmar (31%), seguido de Caimital Bajo (30%) y Pueblo (28%). (Palmar también es el barrio con la mediana de la edad más alta, como se muestra en la Tabla 4).

El barrio con el menor porcentaje de personas con impedimentos es Arenales (14%). (Arenales también es el barrio con la mayor proporción de personas de 19 años o menos, como se muestra en la Figura 3).

Tabla 5. Población con impedimentos por barrio

| Unidad Geográfica | Población total civil no institucionalizada | Población total civil no institucionalizada con impedimento | Por ciento con impedimentos |
|----------------------|---|---|-----------------------------|
| Aguadilla | 56,461 | 13,555 | 24% |
| Palmar | 1,441 | 452 | 31% |
| Caimital Bajo | 4,110 | 1,234 | 30% |
| Pueblo | 2,719 | 763 | 28% |
| Caimital Alto | 3,554 | 909 | 26% |
| Montaña | 3,464 | 891 | 26% |
| Borinquen | 6,535 | 1,604 | 25% |
| Corrales | 7,484 | 1,837 | 25% |
| Camaseyes | 12,981 | 3,120 | 24% |
| Ceiba Baja | 2,123 | 519 | 24% |
| Ceiba Alta | 727 | 168 | 23% |
| Aguacate | 1,198 | 258 | 22% |
| Guerrero | 2,889 | 615 | 21% |
| Maleza Baja | 1,582 | 302 | 19% |
| Victoria | 1,664 | 311 | 19% |
| Maleza Alta | 1,391 | 207 | 15% |
| Arenales | 2,599 | 365 | 14% |

Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

3.2.1 Características del ingreso

La mediana del ingreso por hogar en Aguadilla es de \$17,267 al año, menor que el valor reportado para Puerto Rico, \$19,350. El barrio con la mediana del ingreso por hogar más alta es Maleza Baja (\$ 37,750), seguido por Maleza Alta (\$ 30,167) y luego Ceiba Alta (\$ 29,864). El barrio con el valor más bajo es Caimital Bajo (\$ 12,258), seguido de Pueblo (\$ 12,400) y luego Corrales (\$ 14,957).

Tabla 6. Mediana del ingreso por hogar

| Unidad Geográfica | Total Hogares | Mediana del Ingreso por hogar (dólares) |
|----------------------|---------------|---|
| Aguadilla | 20,821 | 17,267 |
| Maleza Baja | 544 | 37,750 |
| Maleza Alta | 582 | 30,167 |
| Ceiba Alta | 243 | 29,864 |
| Arenales | 817 | 29,496 |
| Ceiba Baja | 792 | 28,041 |
| Aguacate | 450 | 24,221 |
| Caimital Alto | 1,294 | 19,507 |
| Borinquen | 2,517 | 19,448 |
| Camaseyes | 4,578 | 16,538 |
| Guerrero | 963 | 15,679 |
| Montaña | 1,379 | 15,108 |
| Palmar | 609 | 15,028 |
| Corrales | 2,711 | 14,957 |
| Pueblo | 1,161 | 12,400 |
| Caimital Bajo | 1,558 | 12,258 |

Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

Población y familias con ingresos bajo el nivel de pobreza

Casi la mitad de la población en Aguadilla (49%) vive bajo los niveles de pobreza. Esto es ligeramente más alto que la tasa para Puerto Rico, donde aproximadamente el 46% de la población vive bajo el nivel de pobreza. El barrio Pueblo tiene la mayor proporción de población bajo el nivel de pobreza (70%), seguido de Caimital Bajo (66%) y luego Victoria (63%).

Los barrios con los porcentajes más bajos de población bajo el nivel de pobreza son Ceiba Alta (21%), seguido de Aguacate (25%) y luego Maleza Alta (27%).

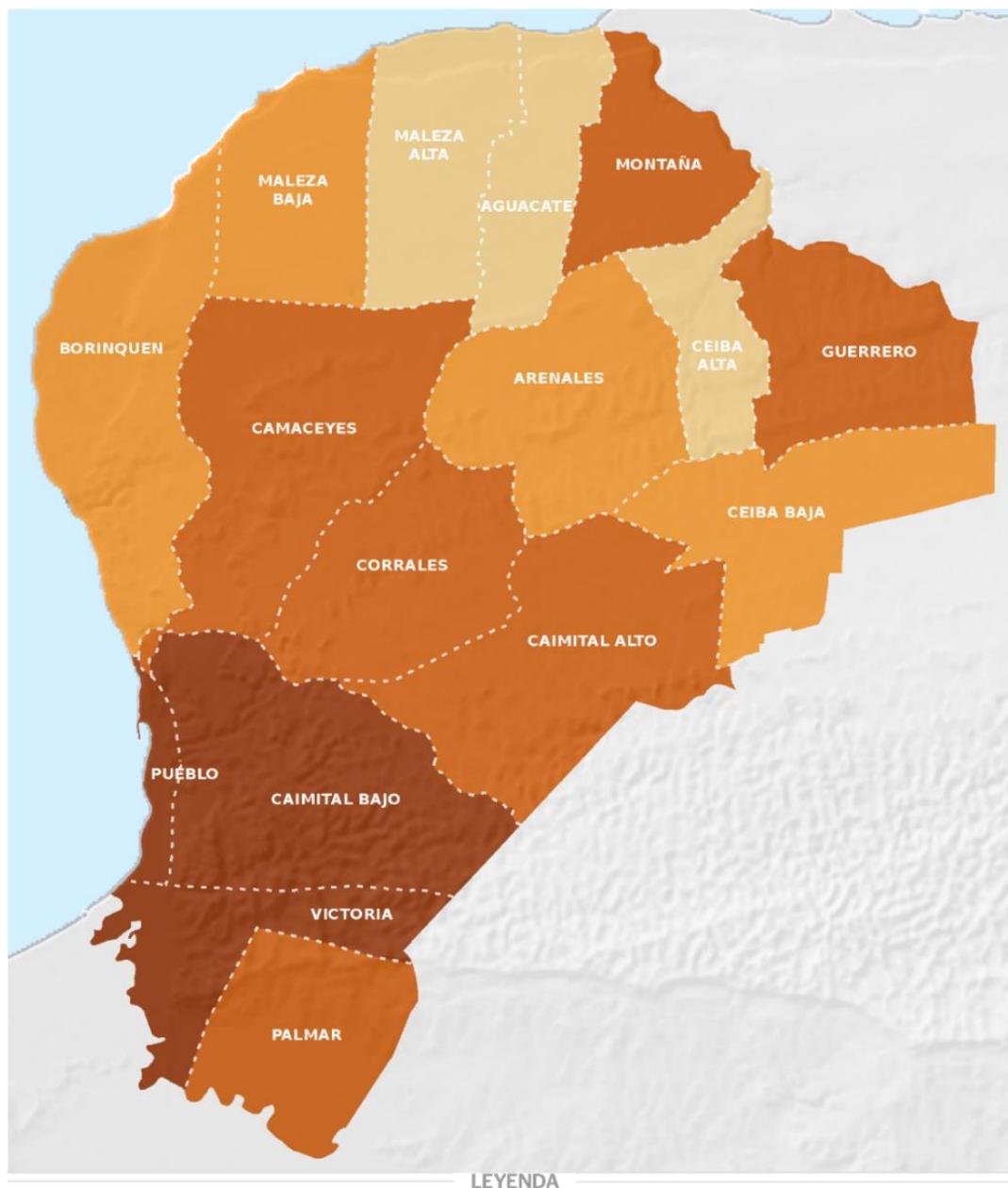
Tabla 7. Población bajo el nivel de pobreza

| Unidad Geográfica | Población para la cual el estatus de pobreza está determinado | Bajo el nivel de pobreza | Por ciento bajo el nivel de pobreza |
|----------------------|---|--------------------------|-------------------------------------|
| Aguadilla | 56,455 | 27,742 | 49% |
| Pueblo | 2,719 | 1,896 | 70% |
| Caimital Bajo | 4,110 | 2,713 | 66% |
| Victoria | 1,664 | 1,052 | 63% |
| Corrales | 7,484 | 3,872 | 52% |
| Guerrero | 2,889 | 1,497 | 52% |
| Palmar | 1,441 | 743 | 52% |
| Camaseyes | 12,952 | 6,645 | 51% |
| Montaña | 3,464 | 1,760 | 51% |
| Caimital Alto | 3,554 | 1,739 | 49% |
| Borinquen | 6,541 | 2,827 | 43% |
| Maleza Baja | 1,599 | 580 | 36% |
| Arenales | 2,599 | 905 | 35% |
| Ceiba Baja | 2,123 | 686 | 32% |
| Maleza Alta | 1,391 | 374 | 27% |
| Aguacate | 1,198 | 299 | 25% |
| Ceiba Alta | 727 | 154 | 21% |

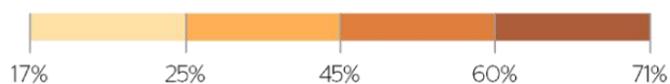
Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

En cuanto a las familias bajo el nivel de pobreza, estas se encuentran comúnmente agrupadas en los alrededores del barrio Pueblo y los barrios de Caimital Bajo y Victoria, según se ilustra el siguiente mapa. En estas áreas, el porcentaje de familias bajo el nivel de pobreza oscila entre 60% y 70%.

Mapa 9. Familias bajo el nivel de pobreza



Familias bajo el nivel de pobreza (%)



Fuente: Negociado del Censo de los EE.UU., Encuesta sobre la Comunidad de Puerto Rico del 2011 al 2015.

3.2.2 Características del empleo

En Aguadilla, el 41% de la población de 16 años o más participa en la fuerza laboral, de los que el 31% indicó estar empleado. La tasa de desempleo para la población de Aguadilla, de acuerdo con la ECPR es de 23%. El barrio con la mayor proporción de población empleada es Arenales (52%), seguido de Maleza Alta (49%) y Aguacate (46%). Los barrios con la tasa de desempleo más alta son Victoria (38%), Palmar (33%) y Pueblo (30%).

Tabla 8. Tasa de empleo

| Unidad Geográfica | Población de 16 años o más | Tasa de participación en la fuerza laboral | Proporción población / empleo | Tasa de desempleo |
|----------------------|----------------------------|--|-------------------------------|-------------------|
| Aguadilla | 46796 | 41% | 31% | 23% |
| Victoria | 1218 | 38% | 24% | 38% |
| Palmar | 1204 | 32% | 22% | 33% |
| Pueblo | 2303 | 34% | 24% | 30% |
| Montaña | 2763 | 45% | 32% | 30% |
| Guerrero | 3764 | 28% | 20% | 28% |
| Corrales | 5972 | 37% | 27% | 28% |
| Borinquen | 5534 | 43% | 33% | 23% |
| Camaseyes | 10300 | 43% | 33% | 22% |
| Caimital Bajo | 3365 | 37% | 29% | 22% |
| Caimital Alto | 2748 | 43% | 33% | 22% |
| Arenales | 1778 | 65% | 52% | 19% |
| Ceiba Alta | 539 | 35% | 28% | 19% |
| Ceiba Baja | 1795 | 40% | 34% | 15% |
| Maleza Alta | 1129 | 58% | 49% | 15% |
| Maleza Baja | 1413 | 38% | 32% | 11% |
| Aguacate | 971 | 50% | 46% | 8% |

Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

En Aguadilla, la industria que emplea a la mayor cantidad de personas es la de servicios educativos, cuidado de la salud y asistencia social (esto representa aproximadamente el 25% del empleo total en Aguadilla). A esta industria le sigue el comercio al detal; la administración pública y la manufactura, que a su vez emplean entre el 11 y el 12 % de la población empleada, respectivamente.

Tabla 9. Población civil empleada de 16 años por sector industrial

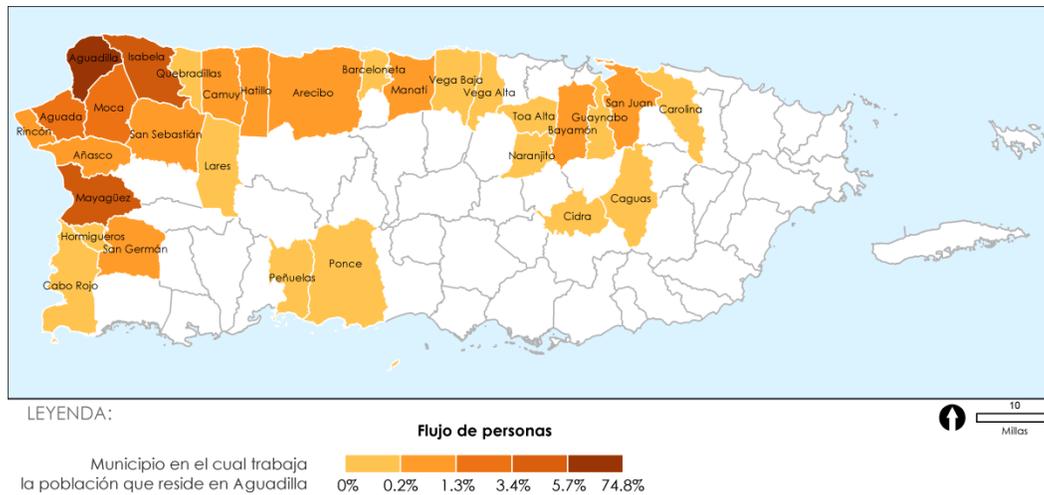
| Unidad Geográfica | Población civil empleada de 16 años o mas | Agricultura, silvicultura, caza y pesca, y minería | Construcción | Manufactura | Comercio al por mayor | Comercio al detal | Transportación, almacenaje y servicios públicos | Información | Finanzas y seguros, y bienes raíces y renta | Profesionales, científicos, y administración y servicios de manejo de residuos | Servicios educativos, cuidado de la salud y asistencia social | Artes, entretenimiento, recreación, hospedaje y servicios de alimentos | Otros servicios, a excepción de la administración pública | Administración pública |
|----------------------|---|--|--------------|-------------|-----------------------|-------------------|---|-------------|---|--|---|--|---|------------------------|
| Aguadilla | 14616 | 87 | 657 | 1618 | 178 | 1810 | 873 | 266 | 480 | 1445 | 3574 | 1170 | 820 | 1638 |
| Aguate | 445 | 0 | 0 | 57 | 21 | 38 | 103 | 0 | 25 | 40 | 72 | 20 | 41 | 28 |
| Pueblo | 541 | 0 | 68 | 50 | 0 | 61 | 24 | 12 | 17 | 53 | 107 | 69 | 24 | 56 |
| Arenales | 928 | 25 | 51 | 116 | 0 | 86 | 77 | 0 | 28 | 82 | 254 | 88 | 62 | 59 |
| Borinquen | 1842 | 12 | 32 | 191 | 31 | 290 | 99 | 60 | 108 | 248 | 474 | 110 | 77 | 110 |
| Caimital Alto | 918 | 0 | 75 | 113 | 22 | 134 | 61 | 21 | 37 | 32 | 147 | 38 | 11 | 227 |
| Caimital Bajo | 977 | 25 | 84 | 84 | 43 | 167 | 27 | 0 | 51 | 97 | 123 | 112 | 52 | 112 |
| Camaseyes | 3439 | 11 | 163 | 419 | 9 | 334 | 239 | 92 | 70 | 223 | 1013 | 273 | 162 | 431 |
| Ceiba Alta | 152 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 38 | 0 | 0 | 13 | 73 | 0 | 28 | 0 |
| Ceiba Baja | 616 | 0 | 15 | 123 | 0 | 93 | 13 | 0 | 10 | 53 | 203 | 0 | 35 | 71 |
| Corrales | 1580 | 0 | 49 | 139 | 52 | 156 | 89 | 23 | 85 | 184 | 274 | 258 | 90 | 181 |
| Guerrero | 748 | 0 | 15 | 66 | 0 | 138 | 0 | 14 | 0 | 87 | 223 | 43 | 84 | 78 |
| Maleza Alta | 557 | 0 | 11 | 60 | 0 | 99 | 20 | 0 | 7 | 112 | 149 | 20 | 11 | 68 |
| Maleza Baja | 448 | 0 | 15 | 53 | 0 | 67 | 0 | 14 | 0 | 38 | 140 | 39 | 27 | 55 |
| Montaña | 875 | 0 | 55 | 117 | 0 | 53 | 72 | 0 | 31 | 137 | 197 | 42 | 75 | 96 |
| Palmar | 261 | 14 | 10 | 30 | 0 | 74 | 11 | 0 | 0 | 35 | 33 | 0 | 6 | 48 |
| Victoria | 289 | 0 | 14 | 0 | 0 | 20 | 0 | 30 | 11 | 11 | 92 | 58 | 35 | 18 |

Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

Lugar de trabajo de los residentes de Aguadilla

La mayoría de los residentes de Aguadilla trabajan en el mismo municipio (75%), según se muestra en el siguiente mapa. Para propósitos de mitigación esto es importante, porque de ocurrir daños a los negocios de Aguadilla, pudiera haber implicaciones en las fuentes de empleo de los residentes.

Mapa 10. Municipios donde trabaja la población que vive en Aguadilla



Fuente: Negociado del Censo de los Estados Unidos. Encuesta de la Comunidad para Puerto Rico. Estimados al año 2013 para 5 años.



3.2.3 Características de la vivienda

Según la ECPR 2015, Aguadilla tiene 27,386 unidades de vivienda, de las cuales tres cuartas partes (76%) están ocupadas. El barrio Pueblo tiene el porcentaje más alto de unidades de vivienda vacantes (53%). Por el contrario, el 100% de las unidades de vivienda en Ceiba Alta, el barrio menos poblado, están ocupadas. De todas las unidades de vivienda ocupadas en Aguadilla, aproximadamente dos tercios (63%) están ocupadas por sus propietarios, mientras que el resto (37%) están ocupadas por inquilinos.

El barrio con el mayor número de unidades de vivienda ocupadas es Camaseyes, donde un poco más de la mitad (54%) de las unidades están ocupadas por el propietario y el resto (46%) se alquila. El barrio con el menor número de unidades de vivienda ocupadas es Pueblo, con solo 1,161 unidades de un total de 2,475; la mayoría de las cuales (48%) están ocupadas por sus propietarios.

Tabla 10. Ocupación de las unidades de vivienda

| Unidad Geográfica | Total unidades de vivienda | Total unidades de vivienda ocupadas | Ocupadas por el propietario | Ocupadas por el inquilino | % Ocupada por el propietario | % Ocupada por inquilino |
|----------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Aguadilla | 27,386 | 20,821 | 13,104 | 7,717 | 63% | 37% |
| Aguacate | 693 | 450 | 360 | 90 | 80% | 20% |
| Pueblo | 2,475 | 1,161 | 559 | 602 | 48% | 52% |
| Arenales | 1,017 | 817 | 600 | 217 | 73% | 27% |
| Borinquen | 3,247 | 2,517 | 1,589 | 928 | 63% | 37% |
| Caimital Alto | 1,728 | 1,294 | 950 | 344 | 73% | 27% |
| Caimital Bajo | 2,142 | 1,558 | 836 | 722 | 54% | 46% |
| Camaseyes | 5,408 | 4,578 | 2,471 | 2,107 | 54% | 46% |
| Ceiba Alta | 243 | 243 | 215 | 28 | 88% | 12% |
| Ceiba Baja | 995 | 792 | 583 | 209 | 74% | 26% |
| Corrales | 3,246 | 2,711 | 1,915 | 796 | 71% | 29% |
| Guerrero | 1,178 | 963 | 696 | 267 | 72% | 28% |
| Maleza Alta | 819 | 582 | 370 | 212 | 64% | 36% |
| Maleza Baja | 890 | 544 | 249 | 295 | 46% | 54% |
| Montaña | 1,768 | 1,379 | 1,019 | 360 | 74% | 26% |
| Palmar | 751 | 609 | 401 | 208 | 66% | 34% |
| Victoria | 786 | 623 | 291 | 332 | 47% | 53% |

Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

La densidad de viviendas en Aguadilla es de 290 unidades por km². Pueblo es, por mucho, el barrio con la densidad de viviendas más alta, con 2,605 unidades por km², que es aproximadamente nueve veces la densidad de vivienda en todo el municipio. Ceiba Alta, por su parte, tiene la densidad de vivienda más baja, con 76 unidades por km².

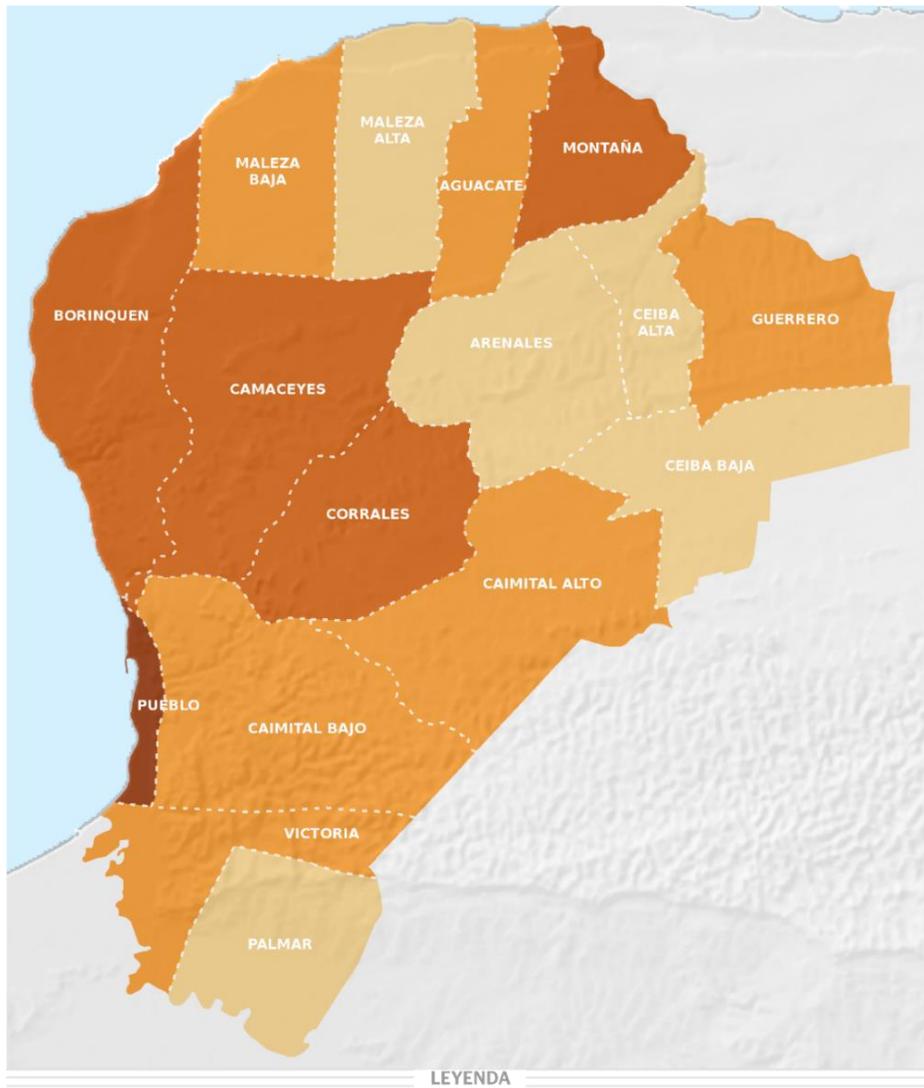
Tabla 11. Densidad de viviendas

| Unidad Geográfica | Total unidades de vivienda | Densidad de viviendas (unidades por km ²) |
|----------------------|----------------------------|---|
| Aguadilla | 27,386 | 289.5 |
| Pueblo | 2,475 | 2,605.1 |
| Camaseyes | 5,408 | 547.6 |
| Corrales | 3,246 | 519.1 |
| Montaña | 1,768 | 439.1 |
| Borinquen | 3,247 | 377.1 |
| Caimital Bajo | 2,142 | 220.0 |
| Guerrero | 1,178 | 204.3 |
| Caimital Alto | 1,728 | 192.3 |
| Victoria | 786 | 181.4 |
| Aguacate | 693 | 180.3 |
| Maleza Baja | 890 | 174.6 |
| Maleza Alta | 819 | 156.5 |
| Ceiba Baja | 995 | 152.1 |
| Palmar | 751 | 147.6 |
| Arenales | 1,017 | 143.4 |
| Ceiba Alta | 243 | 76.3 |

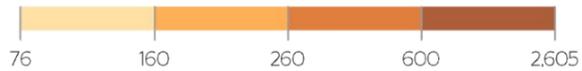
Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

La siguiente figura ilustra la densidad de vivienda por barrio en Aguadilla, evidenciando que el barrio Pueblo tiene la mayor densidad.

Mapa 11. Densidad de vivienda por km² por barrio



Unidades de vivienda por km²

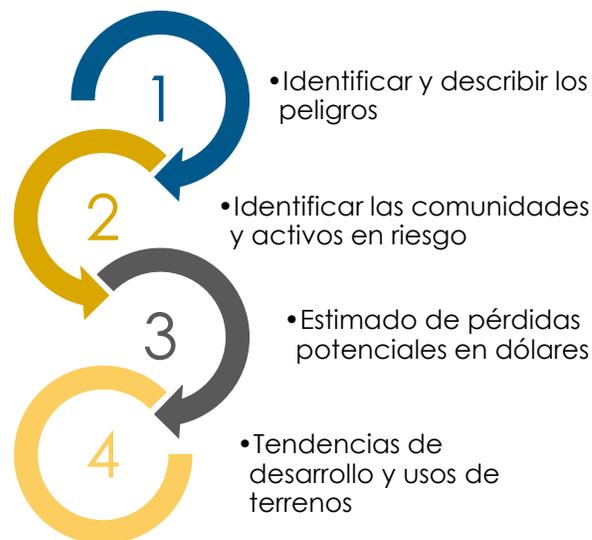


Fuente: Negociado del Censo de los EE.UU., Encuesta sobre la Comunidad de Puerto Rico del 2011 al 2015.

4. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS & EVALUACIÓN DE RIESGOS

Esta sección discute los resultados de la identificación de peligros y la evaluación de los riesgos para el Municipio de Aguadilla. Según el 44 CFR 201.6 (c), los planes de mitigación locales deberán incluir una evaluación de riesgos con suficiente información para permitirle al municipio identificar y priorizar las acciones de mitigación apropiadas para reducir las pérdidas asociadas a los peligros identificados. La siguiente figura representa los componentes de esta sección para la evaluación de riesgos.

Figura 4. Componentes de la evaluación de riesgos



4.1 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES QUE AFECTAN AGUADILLA

El plan debe incluir una descripción del tipo, ubicación y magnitud de todos los peligros naturales que pueden afectar el municipio (201.6 (c)(2)(i)).

Para identificar los riesgos que afectan al municipio en la actualidad y que pueden afectarlo en el futuro, se tomó como punto de partida el Plan de 2011 que identificaba los siguientes riesgos que afectaban al municipio: terremotos, licuación, deslizamientos inducidos por terremotos, tsunami, vientos fuertes – huracanes y tormentas tropicales, inundaciones por ríos, inundaciones de costas, fuego – urbano y forestal y deslizamientos inducidos por lluvia. Estos fueron validados por los miembros del Comité Timón, quienes indicaron que los riesgos naturales continúan siendo los mismos, pero la extensión de algunos ha variado, particularmente las inundaciones. También fueron validados con la información provista por la ciudadanía en las encuestas y reuniones públicas llevadas a cabo en esta revisión, principalmente los riesgos de inundaciones en las comunidades. Otro método utilizado incluye una extensa revisión de la literatura sobre riesgos que afectan a Puerto Rico y al municipio, en especial los asociados a los efectos del cambio climático. Como resultado, en esta revisión se incluyen los riesgos del plan de 2011, y se añaden otros como las inundaciones por el aumento en el nivel del mar, la erosión costera y las sequías. Esto permitió un análisis más robusto y proporcionó el fundamento para la selección de las medidas de mitigación.

Los peligros naturales y antropogénicos que afectan o podrían afectar al Municipio se detallan en la siguiente tabla. La lista se basa en: los eventos de riesgo incluidos en el Plan de 2011; en los informes de incidentes documentados por la OMME desde 2012 hasta mayo de 2017; la información científica reciente generada por entidades como la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), FEMA, la JP y el DRNA para identificar riesgos como la sequía, el aumento del nivel del mar y la erosión; eventos recientes como los huracanes Irma y María, mapas, fotos y documentos técnicos, así como otras fuentes de información relacionadas. Las fuentes de información sobre la ocurrencia de eventos previos y sobre la probabilidad de eventos futuros también se incluyen a continuación.

Tabla 12. Fuentes utilizadas para identificar/validar y describir riesgos

| Riesgo identificado en 2018 | Razón para su inclusión | Fuentes de información utilizadas para la descripción del riesgo 2018 |
|---|--|---|
| Inundaciones | | |
| Inundaciones por el desbordamiento de cuerpos de agua (incluye ríos, quebradas, obstrucción de sumideros y sistemas de aguas pluviales) | Eventos de inundaciones por el desbordamiento del Río Culebrinas e inundaciones locales documentadas por la OMME que obstruyen las vías de acceso y tienen efectos en las actividades económicas y sociales del municipio. Inundaciones tras el paso del huracán María. | <ul style="list-style-type: none"> Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 Información provista por el Comité Timón/Talleres comunitarios/Encuesta a la comunidad Informes de la OMME 2012-2017 JP y FEMA (2018). Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendados Datos del Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI, por sus siglas en inglés) de la NOAA: [https://www.ncdc.noaa.gov/stormevents/textsearch.jsp?q=Aguadilla] |
| Inundaciones costeras | Marejada ciclónica por eventos atmosféricos como el huracán María y la tormenta invernal Riley. Eventos documentados por la OMME. | <ul style="list-style-type: none"> Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 Información provista por el Comité Timón/Talleres comunitarios JP y FEMA (2018). Mapas de Niveles de Inundación Base Recomendados Informes de la OMME 2012-2017 Datos del NCEI de la NOAA Información sobre Peligros Costeros, producida por el Recinto de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico: [https://coastal hazardspr.wordpress.com/] |
| Inundaciones por el aumento en el nivel del mar | Las proyecciones recientes del aumento en el nivel del mar evidencian que Puerto Rico y el resto del Caribe están experimentando incrementos mayores que los promedios globales. Aguadilla como municipio costero, es susceptible a este riesgo. Este riesgo fue añadido durante esta revisión, a base de información técnica y científica disponible. | <ul style="list-style-type: none"> Datos del aumento del nivel del mar del Centro de Servicios Costeros de la NOAA: [https://coast.noaa.gov/slr/] Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico. (2013). Estado del clima: [http://pr-ccc.org/] |
| Riesgos geológicos | | |
| Erosión costera | Eventos de erosión recientes y daños causados por el huracán María y agravados por la tormenta invernal Riley. | <ul style="list-style-type: none"> Barreto, M. 2017. Assessment of beach morphology at Puerto Rico Island. JP y FEMA. 2018. Capas de erosión costera proyectada. |
| Deslizamientos inducidos por lluvia | Deslizamientos documentados por la OMME. Además, la geología y fisiografía del municipio identifican áreas con alta susceptibilidad. | <ul style="list-style-type: none"> Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 Información provista por el Comité Timón Informes de la OMME 2012-2017 |

| Riesgo identificado en 2018 | Razón para su inclusión | Fuentes de información utilizadas para la descripción del riesgo 2018 |
|--|---|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • USGS. 2017. Points of location of landslide impact location. • Monroe, W.H., 1979, Mapa que muestra deslizamientos y áreas susceptibles a deslizamientos en Puerto Rico: U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Series Map I-1148, 1 sheet:[https://pr.water.usgs.gov/public/online_pubs/mism_i_1148/index.html] • URS. 2002. Evaluación Integral de Riesgos para la isla de Puerto Rico (Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.) • AEMEAD. 2016. Plan de Mitigación de Riesgos Naturales para Puerto Rico (Puerto Rico Natural Hazards Mitigation Plan). (borrador 2016). |
| Terremoto: movimientos de tierra | Durante el 2017 la RSPR localizó un total de 3,129 sismos en la Región de Puerto Rico e Islas Vírgenes. Aguadilla fue severamente impactado por el terremoto de 1918 y se ha documentado su vulnerabilidad (Plan 2011). | <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 • Información provista por el Comité Timón • Red Sísmica de Puerto Rico: [http://redsismica.uprm.edu] • USGS. Programa de Riesgo de Terremotos: [https://earthquake.usgs.gov/] • HAZUS modelo de estimado regional de pérdidas regional por terremoto: https://www.fema.gov/hazus-software] |
| Terremoto: licuación | Suelos susceptibles a la licuación y asentamientos en áreas susceptibles, documentados en el Plan de 2011. | <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 • Información provista por el Comité Timón • Red Sísmica de Puerto Rico: [http://redsismica.uprm.edu] • USGS. Programa de Riesgo de Terremotos: [https://earthquake.usgs.gov/] • URS. 2002. Evaluación Integral de Riesgos para la isla de Puerto Rico (Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.) • AEMEAD. 2016. Plan de Mitigación de Riesgos Naturales para Puerto Rico (Puerto Rico Natural Hazards Mitigation Plan). (borrador 2016). |
| Terremoto: Deslizamiento inducido por terremotos | Terrenos susceptibles a deslizamientos y susceptibilidad a terremotos, documentados en el Plan de 2011. | <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 • Información provista por el Comité Timón • Red Sísmica de Puerto Rico: [http://redsismica.uprm.edu] • USGS. Programa de Riesgo de Terremotos: [https://earthquake.usgs.gov/] • URS. 2002. Evaluación Integral de Riesgos para la isla de Puerto Rico (Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.) • AEMEAD. 2016. Plan de Mitigación de Riesgos Naturales para Puerto Rico (Puerto Rico Natural Hazards Mitigation Plan). (borrador 2016). |
| Tsunami | Tsunami experimentado tras el terremoto de 1918, y susceptibilidad documentada en el | <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 |

| Riesgo identificado en 2018 | Razón para su inclusión | Fuentes de información utilizadas para la descripción del riesgo 2018 |
|---|--|--|
| | Plan de 2011. Riesgo de alta preocupación para el municipio. | <ul style="list-style-type: none"> • Información provista por el Comité Timón • Red Sísmica de Puerto Rico: [http://redsismica.uprm.edu] • USGS. Programa de Riesgo de Terremotos: [https://earthquake.usgs.gov/] • URS. 2002, Evaluación Integral de Riesgos para la isla de Puerto Rico (Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.) • AEMEAD. 2016. Plan de Mitigación de Riesgos Naturales para Puerto Rico (Puerto Rico Natural Hazards Mitigation Plan). (borrador 2016). • Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez: Peligros Costeros de Puerto Rico. Mapa de inundación costera por tsunami para Puerto Rico e islas adyacentes: [http://poseidon.uprm.edu]. |
| Eventos ciclónicos | | |
| Vientos fuertes producidos por sistemas tropicales (incluye huracanes, tormentas tropicales, trombas marinas) | Eventos pasados y recientes como los huracanes Irma y María han tenido efectos severos en el municipio al igual que en el resto del país. Las trombas marinas son un evento incluido en esta revisión. Hay evidencia de ocurrencia de trombas marinas en el área de Aguadilla. | <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 • Información provista por el Comité Timón • URS. 2002. Evaluación Integral de Riesgos para la isla de Puerto Rico (Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.) • Informe del Servicio Nacional de Meteorología sobre el Huracán María – 20 de septiembre de 2017: [http://www.weather.gov/sju/maria2017] • AEMEAD. 2016. Plan de Mitigación de Riesgos Naturales para Puerto Rico (Puerto Rico Natural Hazards Mitigation Plan). (borrador 2016). • Datos del NCEI, de la NOAA: [https://www.ncdc.noaa.gov/stormevents/textsearch.jsp?q=Aguadilla] |
| Incendios | | |
| Incendios de vegetación | Eventos documentados por la OMME y en el Plan de 2011. | <ul style="list-style-type: none"> • Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 • Información provista por el Comité Timón • Informes de la OMME 2012-2017 • URS. 2002. Evaluación Integral de Riesgos para la isla de Puerto Rico (Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.) • AEMEAD. 2016. Plan de Mitigación de Riesgos Naturales para Puerto Rico (Puerto Rico Natural Hazards Mitigation Plan). (borrador 2016) • DRNA. Plan de Acción Forestal para Puerto Rico (Puerto Rico Forest Action Plan), 2016. |

| Riesgo identificado en 2018 | Razón para su inclusión | Fuentes de información utilizadas para la descripción del riesgo 2018 |
|-----------------------------|--|---|
| | | <ul style="list-style-type: none"> Southern Forest Land Assessment, A cooperative project of the Southern Group of State Foresters) (2008) y Urban Wildland Interface. Puerto Rico Gap Analysis Project. |
| Incendios urbanos | Eventos documentados en el Plan de 2011 y por la OMME. Continúa la vulnerabilidad en la población del municipio. | <ul style="list-style-type: none"> Plan de Mitigación Multiriesgos de 2011 Información provista por el Comité Timón Talleres comunitarios Informes de la OMME 2012-2017 |
| Sequía | | |
| Sequía | Evento de sequía en 2015 impactó toda la Isla. Aunque en Aguadilla no hubo racionamiento de Agua, el monitor de Sequia identificó este municipio como una de las áreas impactadas. | <ul style="list-style-type: none"> Riganti, C. 2018. Monitor de Sequía de los Estados Unidos. DRNA. 2016. Informe sobre la sequía 2014-16 en Puerto Rico. Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico. (2013). Estado del clima: [http://pr-ccc.org/] USCGRP. Fourth National Climate Assessment: Chapter 20: US Caribbean. |

4.2 PERFIL DE RIESGOS

El plan debe incluir una descripción de la vulnerabilidad de la jurisdicción a los riesgos que afectan el municipio. Esta descripción debe incluir un resumen general de cada peligro y su impacto en la comunidad (§201.6(c)(2)(ii)). El plan debe describir la vulnerabilidad en términos de: (A) Tipo y número de edificios, infraestructura e instalaciones críticas existentes y futuras ubicadas en las áreas de peligro identificadas; §201.6(c)(2)(ii)

En esta sección se describen los riesgos que afectan el municipio de Aguadilla, su ubicación, extensión, eventos previos y la frecuencia o probabilidad de que ocurran en el futuro. Se presenta, además, el análisis de vulnerabilidad para cada riesgo. La sección incluye la información de las estructuras aseguradas bajo el NFIP que han tenido pérdidas repetitivas por eventos de inundaciones.

Para estimar la vulnerabilidad de la población se utilizaron los datos del Negociado del Censo Federal (Encuesta a la Comunidad 2011-2015). Para estimar el tipo y cantidad de infraestructura por zona de riesgo se utilizaron los inventarios realizados por el municipio de Aguadilla, la información del Censo de los EE. UU. sobre hogares y las capas de activos de agencias y corporaciones públicas, que se encuentran disponibles.

Para propósitos de este Plan, la infraestructura y otros activos en el Municipio de Aguadilla se clasificaron en dos categorías principales: (1) instalaciones críticas e (2) instalaciones esenciales.

- | Las instalaciones críticas fueron definidas como aquellas que son absolutamente necesarias para la operación y la prestación de servicios en Aguadilla. Estas instalaciones brindan servicios a la comunidad y deberían ser funcionales después de un evento de riesgo. Estas incluyen: infraestructura asociada al sistema de energía eléctrica, telecomunicaciones, transporte de gas y petróleo, banca y finanzas, sistemas de abastecimiento de agua, sistemas de respuesta a emergencias (incluyendo asistencia médica, policías, bomberos y rescate).
- | Las instalaciones esenciales son aquellas públicas y privadas importantes para la población, compuestas por edificios municipales, comercios, residencias y activos comunitarios públicos y privados. Estos incluyen, pero no están limitados a: instalaciones municipales incluyen, entre otras: empresas municipales y centros comunitarios; comercios: oficinas y negocios privados y locales; activos comunitarios: iglesias, plazas públicas, parques y canchas de baloncesto, entre otros; instituciones educativas: escuelas públicas y privadas, universidades,

colegios comunitarios y mixto: estructuras con uso mixto, por lo general comercial y residencial.

Los nombres y la ubicación de la infraestructura crítica y esencial se documentan en las próximas secciones. Es importante indicar que los valores resultantes corresponden al número de estructuras para cada tipo de infraestructura o instalación. Por ejemplo, en una instalación hospitalaria se podrían impactar varias estructuras o una institución educativa, como la Universidad de Puerto Rico en Aguadilla, pudiera tener sobre 10 estructuras en el inventario. Además, los proyectos de inversión o de mejoras capitales del Municipio fueron evaluados para cada riesgo utilizando los SIG. Los resultados se presentan en las secciones correspondientes del perfil de riesgo.

Los perfiles para cada riesgo identificado en el municipio de Aguadilla se presentan en los siguientes apartados.

4.2.1 Inundaciones ribereñas y otros cuerpos de aguas superficiales interiores

Descripción del riesgo

Existen diversas definiciones para el riesgo de inundación, dependiendo de la entidad y su marco de trabajo. Las inundaciones son definidas por FEMA como "una condición general y temporal donde dos o más acres de tierra normalmente secos o dos o más propiedades se inundan por agua o lodo". El Servicio Nacional de Meteorología de la NOAA (NOAA-NWS, por sus siglas inglés) lo define como "cualquier flujo alto, desbordamiento o inundación por el agua que ocasione o amenace con un daño".² Para propósitos de este Plan, el municipio se propone atender todos los eventos de acumulación de agua que afectan a sus residentes y propiedades, incluyendo inundaciones por ríos y otros cuerpos de aguas superficiales, por el efecto de la marejada, y por obstrucciones en los sistemas de aguas pluviales naturales, como los sumideros, y construidos.

Las inundaciones en Aguadilla resultan del desbordamiento de ríos y quebradas, la obstrucción de sumideros y sistemas de aguas pluviales, o son causadas por el oleaje o las marejadas que afectan la costa. Los problemas de inundación más graves están asociados al Río Culebrinas y sus tributarios, como el Caño Madre Vieja. Las inundaciones, además, ocurren en varias áreas de poca elevación en todo el Municipio, especialmente en el sector Nuevo San Antonio. Los cuerpos de agua más pequeños

² <https://www.fema.gov/national-flood-insurance-program>

también son susceptibles a las inundaciones causadas por sistemas meteorológicos y episodios de lluvias fuertes. Debido a la topografía, las escorrentías descienden rápidamente produciendo inundaciones repentinas.

La gravedad de los impactos de las inundaciones depende de la infraestructura y la cantidad de población que vive en estas áreas. La impermeabilización de los suelos, los cambios en los patrones de escorrentía y las obstrucciones de los sumideros agravan este peligro. Además, uno de los efectos del cambio climático es el aumento en la frecuencia de eventos de precipitación intensa (PRCCC, 2013). Como resultado, es muy probable que aumenten los eventos de inundación en el municipio y también la extensión de los mismos, como resultado del cambio climático.

Ubicación, extensión y distribución del riesgo

En general, las causas de las inundaciones documentadas en Aguadilla incluyen:

- | Falta de mantenimiento y capacidad insuficiente de los sistemas de drenaje pluvial, incluyendo los sumideros, para manejar las escorrentías en las carreteras, áreas urbanas y comunidades;
- | El desbordamiento de sumideros en áreas con sistemas de drenaje deficientes, debido a la falta de capacidad o mantenimiento, y
- | El desbordamiento del Río Culebrinas y el Caño Madre Vieja, ubicado al sur del Municipio. Según el USACE (2015), en la cuenca del Río Culebrinas las inundaciones pueden ocurrir en cualquier momento del año, sin embargo, son más frecuentes durante el período de mayo a diciembre. En las partes altas de la cuenca las pendientes son pronunciadas, por lo que cuando ocurren aguaceros el agua baja rápidamente, produciendo inundaciones repentinas. También se producen descargas máximas como resultado de las lluvias torrenciales, generalmente asociadas con el paso de huracanes, depresiones tropicales y ondas tropicales sobre o cerca de Puerto Rico.

De acuerdo con los ABFE, en Aguadilla existen las siguientes áreas de inundación ribereña: A, AE y X. La zona A se define como un área especial de riesgo a inundación con período de recurrencia de 100 años; determinada por métodos aproximados y para la cual no se ha determinado la elevación de la inundación base (JP, 2010). En Aguadilla esta zona se observa principalmente en el barrio Palmar donde el 30.3% del área total del barrio está en riesgo de inundación, seguido por el barrio Victoria con 24.1%.

La zona AE se define como los terrenos en riesgo a la inundación, que ubican entre los límites del cauce mayor y del valle inundable. Puede incluir, además, terrenos

correspondientes al cauce mayor (Floodway) (JP, 2010). Esta zona predomina mayormente en los barrios Pueblo (30.7%) y Maleza Alta (11.5%). Mientras que la zona X se define como una zona de inundación de 0.2% de recurrir en cualquier año o zona de inundación con periodo de recurrencia de 500 años, y se observa mayormente en los barrios Borinquen y Pueblo con 6.2% y 5.0%, respectivamente.

Estas zonas corresponden principalmente al cauce mayor del Río Culebrinas. Cuando el río se eleva en su segmento costero, envía agua hacia el Caño Madre Vieja, afectando las comunidades de menor elevación en Aguadilla (USACE, 2003).³ En Victoria, por ejemplo, la comunidad García es particularmente propensa a inundaciones recurrentes (Véase siguiente mapa).

La siguiente tabla presenta la extensión de terrenos en cada barrio de Aguadilla que se encuentra en las zonas de inundación ribereñas, de acuerdo con los ABFE. Mientras que el siguiente mapa muestra las áreas susceptibles al riesgo de inundación en Aguadilla de acuerdo con los ABFE. A este mapa se le agregaron las áreas identificadas por la comunidad en los ejercicios de cartografía participativa y los indicados por el personal de la OMME, los cuales fueron digitalizados. De acuerdo con dicha información, en Aguadilla se inundan áreas en el norte del barrio Camaseyes, Aguacate y Montaña, particularmente en el sector Poblado San Antonio y algunas áreas en Borinquen y Guerrero.

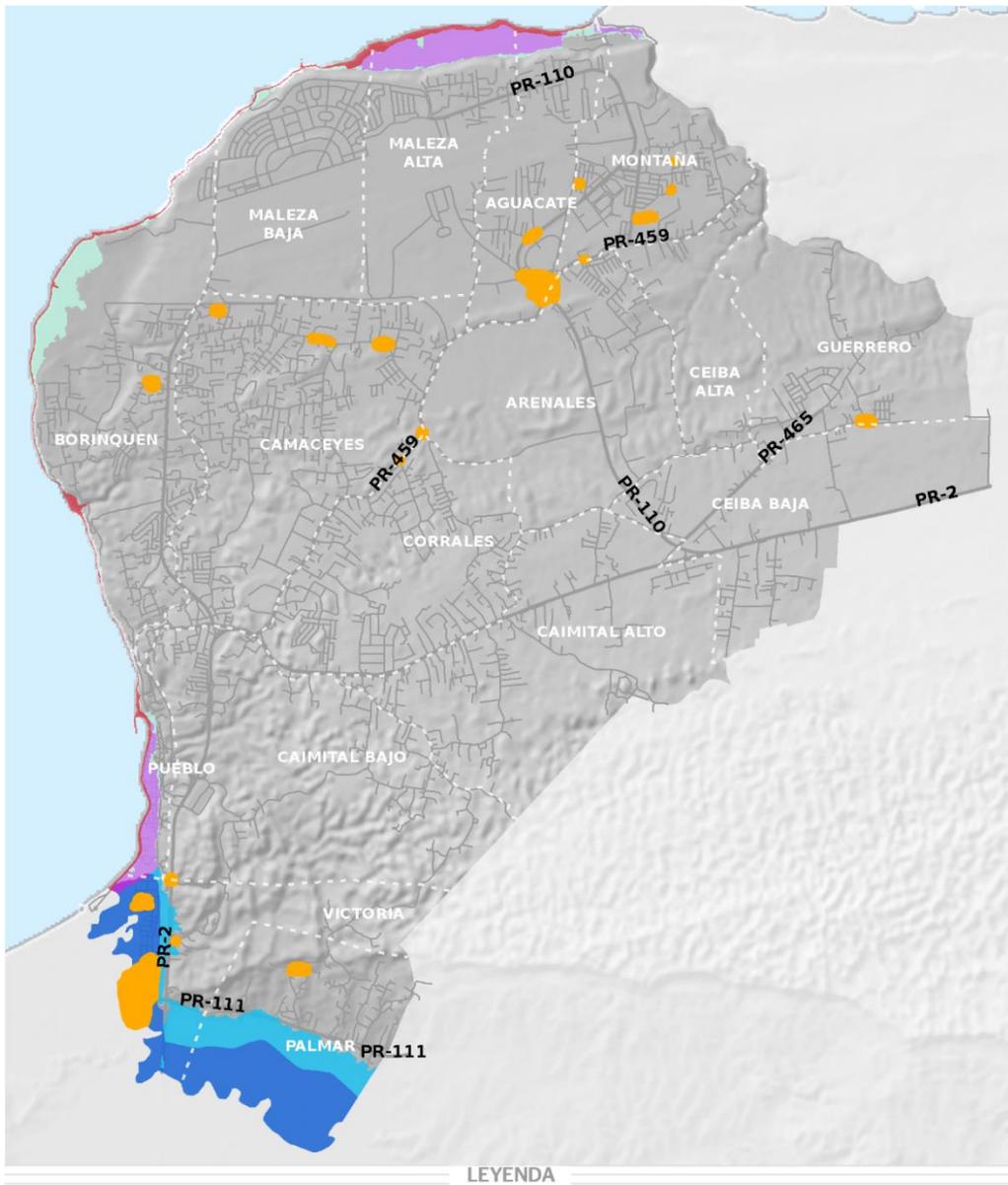
³ La zona VE se describe en la sección inundación costera.

Tabla 13. Área (m²) y por ciento de zonas A, AE y X por barrio en Aguadilla

| Barrio | Zona A | % | Zona A Cauce Mayor | % | Zona AE | % | Zona AE Cauce mayor | % | Zona X | % |
|--------------------------|-----------|-------|--------------------------|-------|-----------|-------|---------------------------|-------|---------|-------|
| Aguacate | - | - | - | - | 127,835 | 3.3% | - | - | 49,735 | 1.3% |
| Maleza Alta | - | - | - | - | 612,453 | 11.5% | - | - | 36,511 | 0.7% |
| Montaña | - | - | - | - | 33,136 | 0.8% | - | - | 16,106 | 0.4% |
| Maleza Baja | - | - | - | - | 19,858 | 0.4% | - | - | 44,003 | 0.9% |
| Borinquen | - | - | - | - | - | - | - | - | 525,461 | 6.2% |
| Ceiba Alta | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Guerrero | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Arenales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Camaseye s | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Ceiba Baja | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Corrales | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Caimital Alto | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Caimital Bajo | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Pueblo | 11,484 | 1.2% | 2,478 | 0.3% | 284,564 | 30.4% | 2,704 | 0.3% | 46,488 | 5.0% |
| Victoria | 418,522 | 9.5% | 1,058,052 | 24.1% | 14,567 | 0.3% | 29,664 | 0.7% | 665 | 0.02% |
| Palmar | 834,747 | 16.2% | 1,560,119 | 30.3% | - | 0.0% | - | - | 353 | 0.01% |
| Total | 1,264,752 | 1.3% | 2,620,649 | 2.8% | 1,092,413 | 1.2% | 32,368 | 0.03% | 719,322 | 0.8% |

Fuente: FEMA, AdvisoryMaps, Flood Hazard Area (2018); JP (2015); Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Mapa 12. Áreas inundables de acuerdo con los ABFE y las identificadas por la comunidad



Zonas inundables



Fuente: Junta de Planificación y Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (2018).

* Recopilado en reuniones públicas más personal de OMME.

Eventos históricos y recientes

Los eventos de inundación documentados para el municipio de Aguadilla datan del 1972 al presente. Los eventos históricos y recientes se han obtenido de: la Base de Datos de Eventos de Tormentas de la NOAA; del NCEI, que proporcionan datos climáticos históricos; planes previos; todos los informes de eventos recopilados por el personal de OMME entre el 2012 y el 2017; así como reportajes de periódicos e incidentes publicados en las redes sociales.

Los eventos de inundación significativos más recientes ocurrieron en septiembre de 2017, asociados con el huracán María (Cat. 4) y otros eventos climáticos en días subsiguientes, los cuales provocaron lluvias fuertes e inundaciones repentinas en el municipio. Todo Puerto Rico fue incluido bajo una Declaración Presidencial mayor (DR-4339), debido a la magnitud y extensión de la devastación ocurrida. Las lluvias asociadas a este huracán causaron extensas inundaciones debido al desbordamiento del Río Culebrinas y otros cuerpos de agua en Aguadilla. Los sectores Victoria, García y el barrio Pueblo fueron severamente afectados, según se muestra en la siguiente imagen.

Figura 5. Inundación del Río Culebrinas causada por el Huracán María (2017)



Fuente: Barreto, M. (s.f.) In Facebook. Obtenida el 3 de octubre de 2017. de: <https://www.facebook.com/misael.barreto.5074/posts/280214182484535>

En Aguadilla y su vecindad se documentaron tres muertes directas a este evento. Dos policías murieron, arrastrados por un golpe de agua del Río Culebrinas, mientras intentaban cruzar un puente en la PR-2 en la jurisdicción de Aguada. Esto ocurrió en la carretera PR-115 (en los km. 27 y 28), la cual se tornó intransitable, obstruyendo el paso entre Aguadilla y Aguada. La otra víctima fatal en Aguadilla fue una mujer encamada, cuyo apartamento en el Residencial José Aponte se inundó. La magnitud de las

inundaciones dificultó la asistencia de los policías que se encontraban en la estación de policía cercana (Jiménez, 2017).

Figura 6. Inundaciones en el Residencial José Aponte durante el huracán María



Fuente: Municipio de Aguadilla, 2018

Una lista completa de los eventos históricos y recientes se incluye en las siguientes tablas.

Tabla 14. Cronología de inundaciones significativas en Aguadilla de 1972 al presente

| Fecha | Ubicación | Severidad/Intensidad del Riesgo | Impacto económico |
|-----------------------------|----------------|--|-------------------|
| 1972 (octubre) | Río Culebrinas | El flujo de inundación excedió los 30,000 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1975 (septiembre 16) | Río Culebrinas | Tormenta tropical Eloise. Mayor inundación registrada con un intervalo de recurrencia estimado de 50 años. El flujo de inundación superó los 41,200 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1980 (mayo) | Río Culebrinas | El río excedió los 30,000 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1981 (octubre) | Río Culebrinas | El río excedió los 30,000 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1985 (mayo) | Río Culebrinas | El flujo de inundación excedió 30,000 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1986 (mayo) | Río Culebrinas | El flujo de inundación excedió 30,000 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1988 (agosto) | Río Culebrinas | El flujo de inundación excedió 30,000 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1993 (octubre 4) | Río Culebrinas | El río excedió 28,400 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 1996 (septiembre 21) | Río Culebrinas | Huracán Hortense. El Río Culebrinas se desbordó y causó inundaciones en viviendas y daño infraestructura. Se estima que la inundación fue equivalente a un evento de 100 años. | Desconocido |
| 1997 (enero 1) | | Defensa Civil informó que las inundaciones continuaron en Aguadilla. | Desconocido |
| 1998 (agosto 12) | | Se informó que varias calles quedaron intransitables en Aguadilla debido a las fuertes lluvias. | Desconocido |
| 1998 (septiembre 13) | | Se reportaron inundaciones en una calle del sector Campo Alegre | Desconocido |
| 1998 (septiembre) | Río Culebrinas | Huracán Georges. El Río Culebrinas se desbordó y causó inundaciones y daños en viviendas e infraestructura. El flujo de inundación superó los 36,900 (pies ³ /seg). | Desconocido |

| Fecha | Ubicación | Severidad/Intensidad del Riesgo | Impacto económico |
|-----------------------------|--------------------|---|--|
| 1999 (mayo 5) | | La Defensa Civil reportó carreteras inundadas debido a fuertes lluvias en partes de Aguadilla. | Desconocido |
| 1999 (mayo 26-28) | Río Culebrinas | La Defensa Civil reportó que el Río Culebrinas se salió de su cauce inundando el barrio Palmar en Aguadilla. | Desconocido |
| 1999 (noviembre 7) | Quebradas pequeñas | Fuertes lluvias provocaron que pequeñas quebradas se desbordaran inundando las carreteras cercanas. En el barrio Corrales, un centro de envejecientes tuvo que ser evacuado, y algunos carros fueron arrastrados por las aguas. En otro lugar, una iglesia fue reportada inundada. | Desconocido |
| 2002 (octubre 15) | Río Culebrinas | El Río Culebrinas se salió de su cauce inundando una carretera cercana en Aguadilla. | Desconocido |
| 2002 (noviembre 13) | Río Culebrinas | Lluvias torrenciales durante las horas de la tarde sobre la región noroeste de Puerto Rico causaron que el Río Culebrinas se saliera de su cauce. | Desconocido |
| 2003 (mayo 17) | Río Culebrinas | El río excedió los 31,800 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 2004 (septiembre 26) | Río Culebrinas | El río excedió los 33,100 (pies ³ /seg) | Desconocido |
| 2006 (abril 1) | | Las inundaciones repentinas obligaron a varias familias a evacuar sus hogares en los barrios Borinquen y Camaseyes. Al menos 10 familias perdieron todas sus pertenencias personales y otras 90 sufrieron pérdidas parciales. Se informaron daños en las carreteras 459, 467 y 468, así como la calle Marina y el Parterre. | \$3M |
| 2006 (junio 16) | | Inundación de calles y hogares se reportaron en la barriada Estévez en Aguadilla. | \$4K |
| 2008 (octubre 27) | Río Culebrinas | Tormenta tropical Gustav. El Río Culebrinas se desbordó a lo largo de la carretera PR-418 en el Valle de Coloso. | Desconocido |
| 2009 (junio 2) | | Se reportó la inundación de la carretera PR-2 a la altura de Plaza Victoria. | Desconocido |
| 2009 (octubre 24) | | Se reportaron inundaciones urbanas en el barrio Borinquen, sector El Cobo, carreteras 407 y 467 y el barrio Camaseyes. Se informó que alrededor de 33 casas se inundaron debido a las fuertes lluvias. El pluviómetro de la OMME registró 2 pulgadas durante el evento. | Desconocido |
| 2010 (octubre 8) | | Las bandas de lluvia distantes que formaron el huracán Otto afectaron a Puerto Rico. Se informó que la carretera 459 en Aguadilla se inundó debido a las fuertes lluvias. | Desconocido |
| 2011 (octubre 18) | | Fuertes lluvias causaron inundaciones cerca del edificio de la Policía en Aguadilla. | Desconocido |
| 2013 (mayo 8) | Río Culebrinas | Las carreteras PR-418 y PR-115 se reportaron inundadas y cerradas debido a la salida de su cauce del Río Culebrinas. | Desconocido |
| 2015 (agosto 16) | | Inundaciones urbanas causadas por fuertes lluvias se reportaron en el sector de San Antonio. | Desconocido |
| 2015 (septiembre 22) | Río Culebrinas | Las carreteras PR-418 y PR-439 quedaron intransitables debido a que el Río Culebrinas se salió de su cauce. Se informó que se inundó un carril de la carretera PR-2 cerca de la farmacia Walgreens en Aguadilla. | Desconocido |
| 2016 (abril 26) | | Causado por fuertes lluvias. Carretera PR-467 completamente inundada en su intersección con la carretera PR-107. | Desconocido |
| 2017 (septiembre 20) | Río Culebrinas | Huracán María. El Río Culebrinas se desbordó y causó inundaciones y daños en viviendas e infraestructura. En la Calle Violeta en el residencial José A. Aponte una persona de edad avanzada murió a consecuencias de las inundaciones en la jurisdicción de Aguadilla. | \$15,993,018.58daños estimados por el municipio de Aguadilla |
| 2017 (octubre 3) | Río Culebrinas | El Río Culebrinas se salió de su cauce inundando parte de la carretera PR-115 y la Ave. Victoria | Desconocido |

Fuente: Tabla 4.2 Resumen de los Riesgos de Interés para el Municipio de Aguadilla del Plan de Mitigación Multiriesgo del 2011; USACE.2002. Río Culebrinas Aguadilla-Aguada, Puerto Rico. Section 205. Detailed Project Report and Environmental Assessment; NCEI: datos obtenidos en junio 2017 de: <https://www.ncdc.noaa.gov/stormevents/textsearch.jsp?q=Aguadilla>; InterNews Services, 2017; *<https://www.ncdc.noaa.gov/billions/events/US/1980-2017>; Rivera, 2017.

Además de los eventos antes presentados, la OMME ha documentado 55 eventos de inundación en distintos barrios de Aguadilla. Estas son áreas que se inundaron al menos una vez durante los últimos cinco años. Muchas de estas inundaciones fueron causadas por obstrucciones al sistema de drenaje, incluyendo sumideros. La mayoría de los incidentes se reportaron en Montaña, barrio con la mayor cantidad de población mayor de 65 años. Algunas de las inundaciones impactan la carretera PR-110, afectando el acceso a varias instalaciones manufactureras. Otras áreas con mayor cantidad de eventos reportados fueron los barrios Victoria, Pueblo y Borinquen, incluyendo varias áreas de la calle Progreso, la cual es una de las principales vías del Centro Urbano y alberga varias instalaciones municipales y la calle El Masetaso, donde las inundaciones a menudo afectan el tráfico vehicular. La siguiente tabla muestra los eventos recientes de inundación documentados por la OMME.

Tabla 15. Eventos recientes documentados por la OMME

| Años | Barrios | Núm. de incidentes | Áreas afectadas |
|---------------------------------|---------------|--------------------|--|
| 2016 | Arenales | 2 | Urb. Nuevo San Antonio, calle 3, #213 Carretera PR-459, Urb. Paseos Reales |
| | Borinquen | 7 | Sector Marbella Calle El Masetaso, sector Los Cobos Áreas de la carretera PR-459 Carretera PR-467, calle Malezas Calle Valladolid Intersección entre las carreteras PR-467 y PR-107, Carretera PR-467 |
| 2012, 2013 | Caimital Alto | 3 | Sector Pupo Jiménez, carretera PR-467, Km 0.5 Carretera PR-2, Km 120.1 Carretera PR-2, cerca de la tienda Pepín |
| 2013 | Caimital Bajo | 1 | Urb. Monte Real |
| | Camaseyes | 3 | Intersección entre las carreteras PR-459 y PR-463, al frente de la Universidad Interamericana, carretera PR-467, al lado del Liceo Aguadillano Intersección entre las carreteras PR-469 y PR-461 |
| 2013, 2014 | Corrales | 4 | Entrada a la Urb. Estévez, carretera PR-459, cerca de Edgar AutoParts y la gomera, Urb. Nuevo San Antonio, Ave. Interamericana., Urb. Villa Linda, Urb. Nuevo San Antonio, Calle 1, #2 |
| 2017 | Guerrero | 3 | Carretera PR-466, km 2.2, Parcelas Rafael Hernández, calle Venecia, #225; Urb. Jardines de Guerrero |
| 2015, 2017 | Maleza Baja | 3 | Urb. Cristal, calle B, #61, Base Ramey, al lado de gasolinera Caribe, Base Ramey, calle Crown, #119 |
| 2012, 2015 | Montaña | 8 | Carretera PR-459 y PR-110, frente a la HP y Honeywell, Calle Jardines, Polanco, sector San Antonio, San Antonio, Reparto Los Pinos Calle Palau, sector San Antonio, Intersección entre las carreteras PR-459 y PR-110, debajo del puente San Antonio, Áreas del sector San Antonio, Calle Sol, #186 |
| 2012, 2013, 2015 | Palmar | 6 | Urb. Vista Verde, #16, Urb. Vista Verde, calle 12 Urb. Vista Verde, calle 16 |

| Años | Barrios | Núm. de incidentes | Áreas afectadas |
|-------------------------|----------|--------------------|---|
| | | | Carretera PR-459, Urb. Vista Verde, calle 12, Áreas de la carretera PR-443 Áreas cerca del Río Culebrinas |
| 2012, 2013 | Pueblo | 7 | Caño "La Cacula", Centro urbano, Calle Betances, Centro urbano, Áreas de la calle Progreso, Ave. Victoria, en frente de emisora Waba, Calle Progreso, #420 (Nivel de calle), Calle Mercado, Calle Progreso, #135 |
| 2013, 2014, 2017 | Victoria | 8 | Carretera PR-111, Ramal 418, km 0.1, Carretera PR-2, frente a la gasolinera Total y Aguadilla Medical Services, Calle Tulipán, en frente de la residencia #110, Intersección La Victoria. Los Indios. Carretera PR-111, Parque Colón, Intersección entre las calles Tulipán and C, sector Monte Brujo y calle Juan Yuyo, Carretera PR-2, cerca de Walgreens |

Fuente: OMME. Informes de eventos (2012-2017) / Reuniones comunitarias (17 & 24 de mayo de 2017).

Figura 7. Inundaciones locales documentadas por la OMME

Camaceyes



Puente San Antonio



Calle Palau, San Antonio



Centro comunal La charca, San Antonio



Guerrero



Fuente: Municipio de Aguadilla, 2018

Probabilidad de eventos futuros

Se estima que existe, al menos, una probabilidad de 1% anual de que ocurran inundaciones ribereñas en Aguadilla en las zonas AE, A y VE. Mientras que hay una probabilidad de 0.2% para la zona X, basado en los ABFE. Para los eventos no asociados a cuerpos de agua como el río Culebrinas, por ejemplo, se estima que la probabilidad puede ser de una a dos veces al año. Esto es para las inundaciones localizadas que surgen de las obstrucciones en el drenaje pluvial, por ejemplo, las cuales son documentadas por la OMME.

Análisis de vulnerabilidad

Población en riesgo de inundaciones por el desbordamiento de ríos y quebradas

Se estima que en la zona A habitan 1,634 personas, de las que 1,443 se encuentran en cauce mayor. Mientras que en la zona AE se identificaron 638 personas, de las cuales 35 se encuentran en cauce mayor. En la zona X se identificaron 164 personas. Esto no incluye la población que experimenta inundaciones causadas por sumideros obstruidos o deficiencias en el sistema de alcantarillado pluvial, ya que no existe información detallada que permita cuantificar esta población.

El 14.3% de los residentes que viven en el cauce mayor de la zona A es mayor de 65 años. Mientras que unas 376 personas viven bajo los niveles de pobreza. Datos adicionales de la población que vive en áreas de riesgo a inundación por el desbordamiento de ríos se incluyen en la tabla a continuación.

Tabla 16. Características de la población que vive en áreas en riesgo a inundación ribereña

| Zona de inundación/ Subtipo de zona | Zona A | Zona A cauce mayor | Zona AE | Zona AE cauce mayor | Zona X (0.2% Probabilidad de inundación anual) |
|---|-----------|-----------------------|------------|------------------------|---|
| Población total | 1,443 | 191 | 603 | 35 | 164 |
| Población menor de 18 años | 451 | 38 | 99 | 11 | 29 |
| Población mayor de 65 años | 257 | 37 | 102 | 6 | 35 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 333 | 43 | 163 | 8 | 34 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 239 | 41 | 134 | 6 | 33 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$14,259 | \$9,569 | \$15,238 | \$9,541 | \$17,401 |
| Ingreso per cápita | \$8,355 | \$8,329 | \$9,510 | \$8,326 | \$10,187 |
| Familias con un solo jefe de familia | 237 | 213 | 77 | 5 | 15 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 220 | 201 | 53 | 5 | 10 |

| Zona de inundación/ Subtipo de zona | Zona A | Zona A cauce mayor | Zona AE | Zona AE cauce mayor | Zona X (0.2% Probabilidad de inundación anual) |
|---|--------|--------------------|---------|---------------------|--|
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 242 | 198 | 141 | 5 | 42 |
| Unidades de vivienda | 845 | 722 | 470 | 17 | 152 |
| Hogares | 93 | 604 | 333 | 14 | 94 |

Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015. FEMA-ABFEs – 2018.

Estructuras e infraestructura en riesgo de inundación ribereña

En Aguadilla las inundaciones han causado extensos daños a la propiedad como por ejemplo obstrucciones a las vías de acceso, interrupciones de las actividades económicas por el cierre de instalaciones críticas y daños repetitivos a viviendas. El USACE estima que, durante un evento de inundación de 100 años del Río Culebrinas, más de 560 estructuras estarían sujetas a inundaciones (USACE, 2003).

Se estimó que 232 estructuras esenciales y críticas en Aguadilla están ubicadas en áreas de riesgo de inundación en la zona AE, de las cuales una (1) se encuentran en el cauce mayor. En la zona A hay 16 estructuras, de las cuales seis están en el cauce mayor. Se identificaron 84 estructuras en la zona X. La siguiente tabla solo incluye instalaciones seleccionadas en riesgo y no es una lista exhaustiva de toda la infraestructura de Aguadilla en riesgo.

Tabla 17. Activos en riesgo de inundación por desbordamiento de río (zonas A, AE, y X)

| Instalaciones esenciales | Número de estructuras | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|--|-----------------------|-----------|-----------|---|------------------|
| | AE | A | X | | |
| Mixto (residencial & comercial) | 54 | 5 | 15 | UNITEC & US Post Office | 488 PR-471 |
| Instalaciones Municipales | 4 | - | 1 | | |
| Instituciones educativas | 12 | 1 | 2 | Instituto La Reiné Biblioteca Ana Roque de Duprey | |
| Activos comunitarios | 12 | 5 | 3 | Parque Pelota César Augusto Santiago Edificio Casa Alcaldía Biblioteca Electrónica | Centro urbano |
| Comercios | 150 | 5 | 63 | Island Finance & Café Urbano L C Disponible W.G.P. Doors & Windows | |
| Edificios gubernamentales | - | - | - | | |
| Total | 232 | 16 | 84 | | |

Fuente: FEMA ABFE, 2018; EPR, 2015; Capa de instalaciones provista por el Municipio de Aguadilla. Instalaciones de agua y aguas residuales de la AAA, 2017.

Como se indicó anteriormente, el Municipio tiene varios proyectos en diferentes fases de desarrollo. Los siguientes proyectos están ubicados en las zonas de inundación de A, AE y X, por lo que su ubicación será evaluada cuidadosamente para asegurar cumplimiento con las disposiciones del Reglamento de Planificación Núm. 13 de la JPPR.

Tabla 18. Proyectos futuros de capital municipal ubicados en zona de inundación A, AE y X

| Instalación | Zona | Tipo | Fase |
|---|------|----------------------------------|-------------------------|
| Centro de Información Turística | AE | Edificio | Diseño |
| Condo-Hotel & Casino | AE | Hotel | Diseño |
| GYM | AE | Facilidad Deportiva y Recreativa | Diseño |
| Remodelación Plaza Pública Rafael Hernández | X | Plaza | Diseño |
| Mejoras al Parque de Pelota | AE | Facilidad Deportiva y Recreativa | Listo para Construcción |
| Ocean Dreams Apartments | AE | Edificio de Apartamentos | Listo para Construcción |
| Paseo Real Marina (Fase 2 A) | AE | Paseo | Listo para Construcción |

Fuente: FEMA ABFE, 2018. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla.

4.2.2 Inundaciones costeras

Descripción del riesgo

Las inundaciones costeras son causadas por aumentos inusuales en el nivel del mar asociados a huracanes o tormentas, fuertes vientos que afectan la costa, fuertes marejadas, o por aumentos en el nivel promedio del mar. Los eventos de inundación costera tienen el potencial de amenazar la vida y la seguridad de la ciudadanía, especialmente en comunidades y asentamientos costeros en elevaciones bajas. Las inundaciones costeras con frecuencia obstruyen la infraestructura, en particular las carreteras y tienen el potencial de causar daños a instalaciones críticas y estructuras residenciales.

La marejada ciclónica es el aumento en el nivel del mar debido a la baja presión, los vientos fuertes y el oleaje alto asociado con un huracán o tormenta tropical cuando tocan tierra. Los ABFE identifican las inundaciones costeras como zonas VE, que es de alto riesgo por marejada ciclónica mayor o igual a tres pies. La zona VE es muy peligrosa y los estudios muestran que en el área donde las olas son de tal altura, las corrientes y el material flotante pueden alcanzar velocidades que ocasionen daños estructurales significativos y también erosión significativa (Mercado, 2003).

Ubicación, extensión y distribución del riesgo

En Aguadilla, todos los barrios costeros, excepto Montaña y Palmar son susceptibles a la marejada ciclónica. El barrio Pueblo es el que tiene la mayor cantidad de terreno (8.9% o 82,852 m²) del área total, susceptible a eventos de marejada ciclónica. La ubicación, el alcance y la distribución de las inundaciones costeras cambiarán en la medida que

continúen los aumentos en el nivel del mar. Las extensiones de terrenos en este y otros barrios de Aguadilla susceptibles a la marejada ciclónica se presentan en la siguiente tabla y mapa.

Tabla 19. Terreno susceptible a inundación costera por barrio en Aguadilla (m²)

| Barrio | Área VE | % |
|--------------|----------------|-------------|
| Aguacate | 44,438 | 1.1% |
| Maleza Alta | 117,655 | 2.2% |
| Montaña | - | - |
| Maleza Baja | 71,310 | 1.4% |
| Borinquen | 149,511 | 1.8% |
| Pueblo | 82,852 | 8.9% |
| Victoria | 7,136 | 0.2% |
| Palmar | - | - |
| Total | 472,902 | 1.3% |

Fuente: FEMA-ABFE, 2018. JP, 2014. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Mapa 13. Áreas susceptibles a marejada ciclónica en el barrio Pueblo y la altura de la inundación durante un escenario de marea alta



Fuente: Agencia Federal para el Manejo de Emergencias y Junta de Planificación (2018); NWS Meteorological Development Lab (MDL); NWS SLOSH MOMs, 2014.

Eventos históricos y recientes

Las áreas más afectadas por las inundaciones costeras se encuentran en los barrios Pueblo y Victoria. Los eventos recientes surgieron durante el paso del huracán María, que causó graves inundaciones costeras y erosión en el Municipio. La marejada ciclónica provocada por el huracán María causó daños graves a las estructuras y la economía pesquera en todo Aguadilla, al igual que en Puerto Rico.⁴

Tras el paso del huracán María, las estructuras ubicadas en la costa tuvieron daños graves o fueron totalmente destruidas. El NWS (2017) informó que, los daños más importantes en la costa oeste se asociaron con la erosión de las playas y las inundaciones costeras cuando el huracán María se movió hacia las aguas costeras del Atlántico y los vientos soplaron en tierra. Las estructuras de concreto ubicadas en la playa pública de Crash Boat sufrieron graves daños y la playa estuvo sujeta a una fuerte erosión debido a la acción del oleaje (Díaz, 2018).

Figura 8. Daños causados por los efectos de la marejada y el viento en el litoral de Aguadilla



La siguiente tabla presenta los eventos de inundaciones costeras que han sido documentados en Aguadilla entre el 1996 al 2017.

Tabla 20. Eventos de inundación costera en Aguadilla

| Año | Área afectada | Evento | Intensidad del evento | Daños / Impacto económico |
|------|---|------------------|--|---------------------------|
| 1996 | Áreas costeras, desde la calle Comercio hasta el Parque Colón | Huracán Hortense | Se estima que es equivalente a un evento de 100 años | Desconocido |
| 1998 | Áreas costeras, desde la calle Comercio hasta el Parque Colón | Huracán Georges | Desconocido | \$4,900.00, Parque |

⁴ <https://www.fema.gov/zh-hans/media-library/assets/images/153927>

| Año | Área afectada | Evento | Intensidad del evento | Daños / Impacto económico |
|------|--|--|--------------------------------|---------------------------|
| | | | | Colón, Paseo Tablado |
| 1999 | Varios barcos de pesca sufrieron algunos daños | | | |
| 1999 | Áreas costeras | | Desconocido | Desconocido |
| 1999 | Huracán Lenny | Categoría 4. Pasó a un 1º de latitud al sur de Puerto Rico y las Islas Vírgenes de EE. UU., La marejada ciclónica afectó el oeste de Puerto Rico, incluyendo Aguadilla | Desconocido | Desconocido |
| 2000 | Áreas costeras | | Desconocido | Desconocido |
| 2000 | Áreas costeras | Corrientes marinas | Desconocido | Desconocido |
| 2001 | Áreas costeras, desde la calle Comercio hasta el Parque Colón | Inundación costera | Desconocido | \$90,000.00 |
| 2004 | Áreas costeras, desde la calle Comercio hasta el Parque Colón | Inundación costera | Desconocido | No determinado |
| 2006 | Las áreas costeras de Aguadilla fueron impactadas por olas de 12 a 15 pies que inundaron las carreteras y obligaron a varias escuelas a cerrar. | Inundación costera | Desconocido | \$35K |
| 2006 | Las olas rompientes y el oleaje resultante provocaron inundaciones en la avenida Marina y obligaron al cierre de las escuelas cercanas San Carlos y Eladio G. Vega en Aguadilla. Los barcos de los pescadores fueron empujados a la orilla. | Marejada alta | Desconocido | Desconocido |
| 2012 | Una ola grande y de larga duración inundó la calle Marina en el Municipio de Aguadilla. Las escuelas locales fueron cerradas debido a la interrupción del tráfico. | Inundación costera | Desconocido | Desconocido |
| 2012 | Un miembro de la Guardia Nacional de Iowa se ahogó en Surfer Beach en Aguadilla. Un nadador de rescate le dio resucitación cardiopulmonar y el hombre fue llevado a un hospital donde fue declarado muerto. | Marejada alta | Desconocido | Desconocido |
| 2017 | La trayectoria del huracán Irma pasó al noreste de Puerto Rico el 6 de septiembre de 2017. Dos turistas fueron rescatados en la playa de Crash Boat por el personal de OMME. El área costera del Centro Urbano, desde el Sector Tamarindo hasta La Victoria, fue desalojada. | Huracán Irma | Cat. 4 | Desconocido |
| 2017 | Inundaciones costeras fueron reportadas en el CE, sector Tamarindo, en Victoria y Crash Boat donde se reportaron daños a estructuras y erosión severa. | Huracán María | Cat. 4 | Desconocido |
| 2018 | El área del Parque Colón la acumulación de escombros causó el cierre de la carretera y peligro de erosión costera. Pescadería Vila del Ojo colapsó por el oleaje fuerte en el área de Crash Boat. | Tormenta invernal Riley | Marejada por tormenta invernal | Sobre \$1.9 millones |

Fuente: Plan de Mitigación Multiriesgos Municipio de Aguadilla, 2011. Actualizado con datos del National Climatic Data Center de la NOAA [<http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>]. Periódico El Nuevo Día, 6 de septiembre de 2017 y NWS: [<http://www.weather.gov/sju/maria2017>].

Probabilidad de eventos futuros⁵

Se estima que existe, al menos, una probabilidad de 1% anual de que ocurran inundaciones costeras en Aguadilla en las zonas VE basado en los ABFE.

Análisis de vulnerabilidad

Población en riesgo de inundación costera

Los eventos significativos de inundación costera también tienen el potencial de amenazar la vida y la seguridad pública, especialmente en comunidades y asentamientos costeros de poca elevación. La presencia del Centro Urbano en una zona de poca elevación hace que su población y su infraestructura sean más vulnerables.

Se estima que hay alrededor de 76 personas en la zona de inundación VE, de las cuales 15 viven bajo los niveles de pobreza. Según se ha indicado previamente, en la medida que los niveles del mar incrementen, estos números aumentarían si no se toman las medidas de mitigación necesarias. La siguiente tabla muestra características sociodemográficas de la población vulnerable a la marejada ciclónica.

Tabla 21. Población vulnerable a marejada ciclónica (zona VE)

| Características | Zona VE |
|---|-------------|
| Población total | 76 |
| Población menor de 18 años | 12 |
| Población mayor de 65 años | 18 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 15 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 14 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$20,282.59 |
| Ingreso per cápita | \$12,134.55 |
| Familias con un solo jefe de familia | 7 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 5 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 17 |
| Unidades de vivienda | 57 |
| Hogares | 37 |

Fuente: Negociado Federal del Censo, ECPR Estimados a cinco años 2006-2010 y 2011-2015 y FEMA-ABFE, 2018

⁵ Igual al Plan de 2011.

Estructuras e infraestructura en riesgo de inundación costera

Los sitios históricos potencialmente vulnerables en Aguadilla son la Iglesia San Carlos Borromeo y el Antiguo Cementerio Municipal.

Se estima que 12 estructuras en Aguadilla están ubicadas en áreas en riesgo de marejada ciclónica (zona VE). Estos son: el cuartel de la Policía Municipal, diez comercios y doce activos comunitarios. La siguiente tabla solo incluye instalaciones seleccionadas en riesgo y no es una lista exhaustiva de toda la infraestructura de Aguadilla en riesgo.

Por otra parte, el municipio recopiló información sobre el impacto del huracán María en el Parque Colón. Fueron afectados el edificio de administración, la cancha de baloncesto, el parque de pelota, el área de juegos para niños y el paseo tablado. El daño total aproxima \$1,112,000.00.

Tabla 22. Activos en áreas en riesgo de marejada ciclónica (zona VE)

| Instalaciones críticas | Número de estructuras VE | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|---------------------------------|--------------------------|---|------------------------|
| Instalaciones de la policía | 1 | Cuartel de la policía | Calle Stahl, Bo.Pueblo |
| Instalaciones esenciales | | | |
| Mixto (residencial & comercial) | 1 | | |
| Instalaciones Municipales | - | | |
| Instituciones educativas | - | | |
| Activos comunitarios | 12 | | |
| Comercios | 10 | Asociación De Pescadores Videl Ojo Inc. | Pueblo |
| Total | 12 | | |

Fuente: FEMA FIRM, 2016. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla.

Como se indicó anteriormente, el Municipio tiene varios proyectos en diferentes fases de desarrollo. Los siguientes proyectos están ubicados en las zonas de inundación VE, susceptible a marejada ciclónica.

Tabla 23. Proyectos futuros de capital municipal ubicados en zona de inundación VE

| Instalación | Tipo | Fase |
|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Centro de Bellas Artes | Empresa | Diseño |
| Hotel - Aguadilla Ice Skating Arena | Hotel | Diseño |
| Mejoras a Pescadería | Edificio | Diseño |
| Mejoras Estacionamiento Crash Boat | Estacionamiento | Diseño |
| Atlantic SunView Apartments | Edificio de Apartamentos | Listo para Construcción |
| Paseo Real Marina (Fase 2 B) | Paseo | Listo para Construcción |
| Real Marina Suites | Edificio de Apartamentos | Listo para Construcción |

Fuente: FEMA ABFE, 2018. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla.

4.2.3 Estructuras aseguradas bajo el NFIP que han experimentado daños repetitivos por inundación

El plan debe incluir las estructuras aseguradas dentro del NFIP para cada jurisdicción que han sufrido daños repetitivos por inundaciones 44 CFR 201.6(c)(2)(ii)

FEMA proporcionó los datos de los registros del Seguro de Inundación para el Municipio de Aguadilla en una comunicación escrita con fecha del 18 de julio de 2017. Según los registros, actualmente hay 149 pólizas bajo el NFIP en Aguadilla, de las cuales 46 pólizas fueron emitidas por FEMA. Se documentaron 47 reclamaciones históricas; 39 reclamaciones históricas fueron pagadas, para una suma de \$265,934.00.

La oficina del GAR proporcionó el desglose de las estructuras clasificadas como "pérdidas repetitivas" en Aguadilla. Las propiedades que experimentan daños por inundación con frecuencia se conocen como "propiedades con pérdidas repetitivas". FEMA identifica las propiedades con pérdidas repetitivas como aquellas que han experimentado dos o más reclamaciones al seguro de inundación de al menos \$1,000 dentro de un período de 10 años, a partir del 1978.

De acuerdo con la información suministrada por la oficina del GAR, hasta el 31 de enero de 2015, tres estructuras habían reportado pérdidas repetitivas en Aguadilla, todas ubicadas en el barrio Pueblo. No se reportó información de pérdidas repetitivas severas (*Severe Repetitive Losses*).⁶

El Plan de Mitigación de Riesgos se enmendará para incluir la información requerida por Programa Nacional de Seguros de Inundación (NFIP), una vez que la Junta de Planificación de Puerto Rico / Municipio pueda recuperarla de la nueva herramienta de informes del NFIP. La información del NFIP debe incluir propiedades que estén cubiertas por el NFIP y que hayan sufrido pérdidas repetitivas y / o pérdidas repetitivas severas ubicadas en las áreas de peligro de inundación identificadas. Estos deben describir los tipos de estructuras (residenciales, comerciales, institucionales, etc.) Incluirán aquella información suplementaria que proporcione probabilidad de alcance a la vulnerabilidad de las propiedades por daños a inundación en su jurisdicción proveyendo posibilidades mayores de elegibilidad a propuestas para el control o prevención de

⁶ La información más reciente sobre los datos de pérdidas repetitivas ha sido solicitada por el Municipio de Aguadilla al GAR. Al momento, dicha información no ha sido recibida para actualizar estos datos, de ser necesario.

inundaciones a través de la Asistencia de Mitigación de Inundaciones de FEMA “Flood Mitigation Assistance” (FMA) y los programas del Programa de Subvención de Mitigación de Riesgos (HMGP), el Programa de Vivienda y Desarrollo Urbano (HUD), CDBG-DR y otros.

4.2.4 Aumento en el nivel del mar

Descripción del riesgo

Las inundaciones costeras han incrementado como resultado del aumento en el nivel del mar, el cual es un efecto del cambio climático. El aumento en el nivel del mar se define como un aumento en el nivel promedio del océano (IPCC, 2007). Las dos causas principales del aumento global en el nivel del mar son la expansión térmica causada por el calentamiento del océano (ya que el agua se expande a medida que se calienta) y un mayor derretimiento del hielo de los glaciares y las capas de hielo.

De acuerdo con la cuarta edición del Informe Nacional del Clima (Fourth National Climate Assessment: Chapter 20: US Caribbean, en Puerto Rico se ha documentado incrementos en el nivel del mar desde principios de la década de 2000 y recientemente, entre 2010 y 2011, se ha observado una aceleración notable (por un factor de cerca de 3). El aumento en el nivel del mar causa cambios en la línea de la costa, aumentos en la tasa de erosión, cambios en la vegetación costera que sirve como barrera protectora y la salinización del agua subterránea. Además, provoca que la marejada ciclónica tenga una penetración mayor, y es responsable de las inundaciones conocidas como molestosas (*nuisance flooding*).⁷

Las inundaciones molestosas ocurren debido al aumento en el nivel del mar asociado al clima, el hundimiento del terreno y la pérdida de barreras naturales. Aunque estas inundaciones se consideran eventos de inundación más pequeños (probabilidad de superación mayor de 0.50), con impactos públicos relativamente menores, causan inconvenientes en la comunidad (Moftakhari, et al, 2017). Sus impactos no son destructivos en un sentido inmediato, pero son capaces de causar impactos socioeconómicos negativos sustanciales, comprometiendo la infraestructura como el transporte, los sistemas de alcantarillado y creando riesgos para la salud pública (Moftakhari, et al, 2017). La NOAA (2014) informó que estas inundaciones molestosas han aumentado en las tres costas de EE. UU., entre 300% y 925% desde la década de 1960.

⁷ Datos recopilados de: <https://oceanservice.noaa.gov/facts/sealevel.html>

En Puerto Rico, estas inundaciones son motivo de preocupación y alcanzan su punto máximo durante el periodo de mareas altas en los meses de agosto-septiembre-octubre (Mercado, 2016).

Ubicación, alcance y distribución del riesgo

En Aguadilla, los barrios costeros, en particular los sectores de menor elevación en los barrios Pueblo, Victoria, Borinquen, Maleza Alta, Maleza Baja y Aguacate son susceptibles al aumento en el nivel del mar. Se estima que el barrio más susceptible al aumento en el nivel del mar es Pueblo. Un 1.8% (16,917 m²) del barrio Pueblo es susceptible a un aumento en el nivel del mar de 2 pies, mientras que un 2.3% (21,265 m²) del área total del barrio estará en riesgo con un aumento de 3 pies.

Tabla 24. Terreno susceptible a aumento en el nivel del mar por barrio en Aguadilla (m²)

| Barrio | 2 pies | | 3 pies | |
|-------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | m ² | % del barrio | m ² | % del barrio |
| Aguacate | 10,343 | 0.3% | 12,003 | 0.3% |
| Maleza Alta | 14,267 | 0.3% | 18,763 | 0.4% |
| Montaña | - | - | - | - |
| Maleza Baja | 17,205 | 0.3% | 22,507 | 0.4% |
| Borinquen | 52,682 | 0.6% | 60,524 | 0.7% |
| Pueblo | 16,917 | 1.8% | 21,265 | 2.3% |
| Victoria | 2,090 | 0.05% | 29,204 | 0.7% |
| Total | 113,504 | 0.1% | 164,266 | 0.2% |

Fuente: NOAA Office of Coastal Management Digital Coast, 2012. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes de aumento en el nivel del mar

El cambio climático es un proceso gradual que ha estado ocurriendo aproximadamente por un siglo. En Aguadilla particularmente, ya se han evidenciado algunos episodios de inundaciones molestosas en edificios en el Centro Urbano. Por ejemplo, el sótano del Tribunal de Aguadilla se inunda ocasionalmente causando problemas en el edificio. Otros eventos recientes, cuya intensidad pudiera estar asociada al cambio climático fue la sequía del 2014 al 2016, cuyos detalles se discuten más adelante, y el impacto severo de los huracanes Irma y María en el año 2017.

Probabilidad de eventos futuros

Es importante indicar que el aumento en el nivel del mar no es un evento, más bien es un estado de inundación permanente, que sería agravado por la marejada ciclónica y las mareas, entre otros factores climáticos. Las proyecciones más recientes publicadas para la región del Caribe indican que para el año 2050 podrían ocurrir los siguientes escenarios de incrementos en el nivel del mar: intermedio bajo (0.8 pies), intermedio (1.2 pies) y extremo (2.8 pies).

Dichos escenarios dependen de los patrones de emisiones de gases de efecto de invernadero, la pérdida de glaciares y de las capas de hielo (Gould, 2018). Considerando que las emisiones de gases de efectos de invernadero han incrementado sustancialmente, de acuerdo con la información publicada por la World Meteorological Organization (2018) y que las capas de hielo continúan patrones acelerados de derretimiento, se considera que es 100% probable que ocurran incrementos de 2-3 pies en el nivel del mar para 2050.

Evaluación de vulnerabilidad

Población en riesgo de aumento en el nivel del mar

La NOAA cuenta con información georreferenciada que permite llevar a cabo algunos estimados para conocer la vulnerabilidad de la población de Aguadilla, considerando los escenarios antes presentados de intermedio y extremo para 2050⁸. Actualmente, en Aguadilla hay 65 personas viviendo en las áreas que serán inundadas por el aumento en el nivel del mar de 2 pies y 96 en tres pies.

Hay 48 unidades de viviendas en las áreas susceptibles a dos pies, de las cuales 30 están ocupadas y 63 a tres pies, de las cuales 43 están ocupadas. Las características actuales de los ocupantes de estas zonas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 25. Características de la población en áreas susceptibles al aumento del nivel del mar

| Características | 2 pies | 3 pies |
|------------------------------------|--------|--------|
| Población total | 65 | 96 |
| Población menor de 18 años | 10 | 19 |
| Población mayor de 65 años | 18 | 23 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 8 | 15 |

⁸ Los datos de la NOAA están disponibles para dos y tres pies. Por tanto, se consideró dos pies como intermedio (en la tabla 26 es 1.2 pies) y tres pies como extremo (en la tabla es 2.8 pies).

| Características | 2 pies | 3 pies |
|---|-----------|-----------|
| Hogares | 30 | 43 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 11 | 16 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$24,723 | \$20,227 |
| Ingreso per cápita | \$14,668 | \$12,806 |
| Familias con un solo jefe de familia | 5 | 10 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 3 | 7 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 14 | 18 |
| Unidades de vivienda | 48 | 63 |

Fuente: NOAA Office of Coastal Management Digital Coast, 2012 y 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Estructuras e infraestructura en riesgo por aumento en el nivel del mar

Se identificaron tres proyectos municipales, los cuales se encuentran en diferentes fases de desarrollo, ubicados en las áreas susceptibles por aumento en el nivel del mar de 3 pies, ninguno en el área de dos pies.

Tabla 26. Proyectos futuros de capital municipal ubicados en zonas susceptible por aumento en el nivel del mar

| Instalación | SLR 3ft | Tipo | Fase |
|------------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------|
| Paseo Real Marina (Fase 2 B) | SI | Paseo | Listo para Construcción |
| Mejoras al Parque de Pelota | SI | Facilidad Deportiva y Recreativa | Listo para Construcción |
| Mejoras al Parque Colón | SI | Parque | Diseño |

Fuente: FEMA ABFE, 2018. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla.

Por otro lado, en el año 2014 la AAA desarrolló un Estudio de Vulnerabilidad de su infraestructura a los efectos del cambio climático, el cual fue revisado para conocer la condición de la infraestructura de Aguadilla. Los impactos identificados serían a las tuberías, según se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 27. Daños esperados en la tubería del sistema de agua por el aumento en el nivel mar

| Material de la tubería | Largo total de la tubería (metros) | Diámetro total de la tubería (pulgadas) | SLR de 0.5 metros (1.6 pies) | | | SLR de 1.0 metros (3 pies) | | |
|------------------------|------------------------------------|---|------------------------------|---------|--------------|----------------------------|---------|--------------|
| | | | Daño esperado | Impacto | Probabilidad | Daño esperado | Impacto | Probabilidad |
| Hierro fundido | 675 | 12 | Inundación | Severo | Muy alta | | | |
| Desconocido | 1,611 | 2 | Inundación | Severo | Muy alta | | | |
| PVC | 873 | 2 | | | | Inundación | Severo | Muy alto |
| Desconocido | 2,167 | 4 | | | | Inundación | Severo | Muy alto |

Fuente: AAA, 2014.

4.2.5 Erosión costera

Descripción del riesgo

La erosión costera es la pérdida de arena en las playas lo que desplaza la orilla tierra adentro (AMCPR, 2004). La erosión es causada principalmente por el impacto de la acción de las olas y la marejada ciclónica generadas por los vientos fuertes asociados a huracanes y tormentas (FEMA, 2018).

Ubicación, alcance y distribución del riesgo

Basado en las proyecciones a 30 y 60 años de FEMA y la JP (2018), el barrio que tendrá más área susceptible a erosión costera es Borinquen. Con un 2.3% (90,342 m²) para un periodo de 30 años y con un 4.7% (183,526 m²) en un periodo de 60 años. Seguido por el barrio Maleza Alta con 0.8% (31,851m²) para una proyección a 30 años y 1.7% (63,987 m²) en un periodo de 60 años.

Tabla 28. Áreas susceptibles a erosión costera proyectada por barrio (m²)

| Barrio | 30 años | % | 60 años | % |
|----------------------|---------|------|---------|------|
| Aguacate | 11,139 | 0.3% | 22,329 | 0.6% |
| Maleza Alta | 31,851 | 0.8% | 63,987 | 1.7% |
| Montaña | - | - | - | - |
| Maleza Baja | 20,600 | 0.5% | 41,248 | 1.1% |
| Borinquen | 90,342 | 2.3% | 183,526 | 4.7% |
| Ceiba Alta | - | - | - | - |
| Guerrero | - | - | - | - |
| Arenales | - | - | - | - |
| Camaseyes | - | - | - | - |
| Ceiba Baja | - | - | - | - |
| Corrales | - | - | - | - |
| Caimital Alto | - | - | - | - |
| Caimital Bajo | - | - | - | - |
| Pueblo | 21,380 | 0.6% | 43,758 | 1.1% |
| Victoria | 4,041 | 0.1% | 7,550 | 0.2% |
| Palmar | - | - | - | - |

Fuente: JP y FEMA. 2018. Capas de erosión costera proyectada. . Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes de erosión costera

Con respecto a los eventos históricos y recientes de erosión costera, un estudio subvencionado por el Programa de Manejo de la Zona Costanera del DRNA y la NOAA identificó áreas con problemas significativos de erosión costera en Puerto Rico entre los

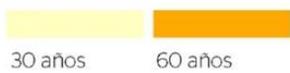
años 1977 y 2016 (Barreto, 2017). No obstante, en Aguadilla, ninguna de las 32 unidades de playas analizadas mostró cambios significativos, como una tasa de acreción o tasa de pérdida grave de arena. Por el contrario, Aguadilla fue mencionada en el estudio como un municipio que tiene algunas playas estables.

Sin embargo, en el 2017 durante el paso del huracán María se reportaron impactos en la costa de Aguadilla relacionados principalmente con la fuerza del viento y la marejada ciclónica. En varias zonas de la costa, las playas cambiaron e incluso desaparecieron. Se afectaron propiedades, rampas y muelles para embarcaciones y villas pesqueras, cuyos escombros ocuparon el espacio costero, donde se destruyeron (Sea Grant Program, 2017). Se ha documentado que casi todas las playas perdieron altura, lo que redujo su capacidad para prevenir las inundaciones costeras y aumentó la vulnerabilidad de las comunidades, según los análisis realizados por la Dra. Maritza Barreto. La arena que estaba en las playas fue removida por el efecto del agua y el viento, agravando el problema de la erosión costera (Alvarado, 2018). Según Barreto (2017), hubo casos donde litorales costeros perdieron hasta 60 metros de extensión de playas en menos de 12 horas. Algunos de estos ejemplos se pudieron identificar en secciones de la costa del municipio de Aguadilla.

Mapa 14. Áreas susceptibles a erosión costera proyectada a 30 y 60 años



Erosión costera proyectada



Fuente: Junta de Planificación y Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (2018).

Probabilidad de eventos futuros

La frecuencia e intensidad del impacto de erosión costera está basado en un retorno de 100 años, por lo que el municipio tiene una probabilidad anual de 1% de ser afectado por un evento de erosión costera.

Evaluación de vulnerabilidad

Para determinar el impacto futuro de la erosión costera en la población e infraestructura de Aguadilla se utilizó la información más reciente generada por FEMA y la JP (2018) sobre el impacto de la erosión en las costas de Puerto Rico. Esta capa contiene polígonos que representan áreas proyectadas para ser erosionadas en los próximos 30 y 60 años en el litoral para la Isla Grande, Culebra y el norte de Vieques.

Población en riesgo de erosión costera

Para Aguadilla se proyecta que en 30 años unas 25 personas vivirán en áreas en riesgo de erosión costera, mientras que en 60 años ese número aumentará a 58 personas. De estas 58 personas, el 17.2% se proyecta será menor de 18 años, mientras que el 25.8% será mayor de 65 años. La siguiente tabla muestra las características sociodemográficas de la población que reside en áreas que serán susceptibles a erosión costera en la proyección a 30 y 60 años. Características adicionales de esta población se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 29. Características de la población en áreas susceptibles a erosión costera proyectada

| Características | 30 años | 60 años |
|---|----------|----------|
| Población total | 25 | 58 |
| Población menor de 18 años | 4 | 10 |
| Población mayor de 65 años | 7 | 15 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 4 | 9 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 4 | 11 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$22,624 | \$21,327 |
| Ingreso per cápita | \$13,572 | \$12,841 |
| Familias con un solo jefe de familia | 2 | 6 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 1 | 4 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 5 | 13 |
| Unidades de vivienda | 20 | 52 |
| Hogares | 12 | 29 |

Fuente: JP y FEMA, 2018. Capas de erosión costera proyectada, y 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Estructuras e infraestructura en riesgo de erosión costera

Se estima que en Aguadilla habrá 35 estructuras en áreas costeras susceptibles a la erosión en un periodo de 60 años. De estas 35 estructuras, 29 son hogares de los cuales un 37.9% (11) tiene un residente o más con impedimento. La proyección estima infraestructura esencial en riesgo como cuatro comercios, un activo comunitario y una instalación municipal. La siguiente tabla solo incluye instalaciones seleccionadas en riesgo y no es una lista exhaustiva de toda la infraestructura de Aguadilla en riesgo.

Tabla 30. Activos ubicados en áreas susceptibles a erosión costera proyectada

| Instalaciones esenciales | Número de estructuras | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|---------------------------------|-----------------------|----------|-------------------------|---------------------------------|
| | 30 años | 60 años | | |
| Mixto (residencial & comercial) | - | - | | |
| Instalaciones municipales | - | - | | |
| Instituciones educativas | - | - | Cancha de baloncesto | Sector Tamarindo, barrio Pueblo |
| Activos comunitarios | - | 1 | | |
| Comercios | - | 4 | | |
| Edificios gubernamentales | - | - | | |
| Total | - | 5 | | |

Fuente: JP y FEMA. 2018. Capas de erosión costera proyectada. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

El Municipio tiene varios proyectos en diferentes fases de desarrollo. Los siguientes proyectos están ubicados en áreas susceptibles a erosión costera proyectada a 30 y 60 años.

Tabla 31. Proyectos futuros de capital municipal ubicados en áreas susceptibles a erosión costera proyectada

| Instalación | Erosión | Tipo | Fase |
|---------------------------------|---------|----------------------------------|-------------------------|
| Mejoras al Parque de Pelota | 30 años | Facilidad Deportiva y Recreativa | Listo para Construcción |
| Centro de Información Turística | 60 años | Edificio | Diseño |
| Mejoras al Parque de Pelota | 60 años | Facilidad Deportiva y Recreativa | Listo para Construcción |

Fuente: FEMA ABFE, 2018. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla.

4.2.6 Deslizamientos

Descripción del riesgo

Los deslizamientos ocurren cuando masas de roca, tierra o escombros se deslizan por una pendiente (DHS, 2017). Normalmente, la presencia de pendientes empinadas en terrenos montañosos, junto con suelos erosionados y lluvias intensas, produce graves problemas de estabilidad en estas pendientes. También esto puede ocurrir en áreas de bajo relieve, donde se llevan a cabo cortes y relleno (por ejemplo, excavaciones para carreteras y edificios); por el desprendimiento de los márgenes de los ríos; deslizamientos de extensión lateral y una gran variedad de fallas en pendientes asociadas con canteras (USGS, 2004).

Algunos eventos desencadenantes como los huracanes y los terremotos exacerbando estos problemas. También los cortes hechos por el hombre causan la inestabilidad del

terreno. Las excavaciones en áreas con sumideros pueden ser peligrosas y los deslizamientos de tierra en tales áreas generalmente implican la caída de rocas. Las áreas propensas a deslizamientos también incluyen laderas desarrolladas donde existen múltiples pozos sépticos sin la construcción o el mantenimiento apropiados.

En Puerto Rico, las áreas de topografía empinada y los suelos poco profundos y de grano fino sobre lecho rocoso, son altamente susceptibles a deslizamientos de terreno (URS, 2002). La mayoría de los deslizamientos de terreno que ocurren en Puerto Rico son "flujos de escombros", el cual es un movimiento rápido de masa en el que se combinan los suelos sueltos, las rocas y la materia orgánica. Esto ocurre en áreas montañosas empinadas durante los eventos de lluvia intensa que saturan el terreno, causando que el subsuelo poco profundo pierda estructura y falle, generalmente, al contacto con el sustrato rocoso (URS, 2002).

Monroe (1979) clasifica la susceptibilidad a deslizamientos en las siguientes categorías:

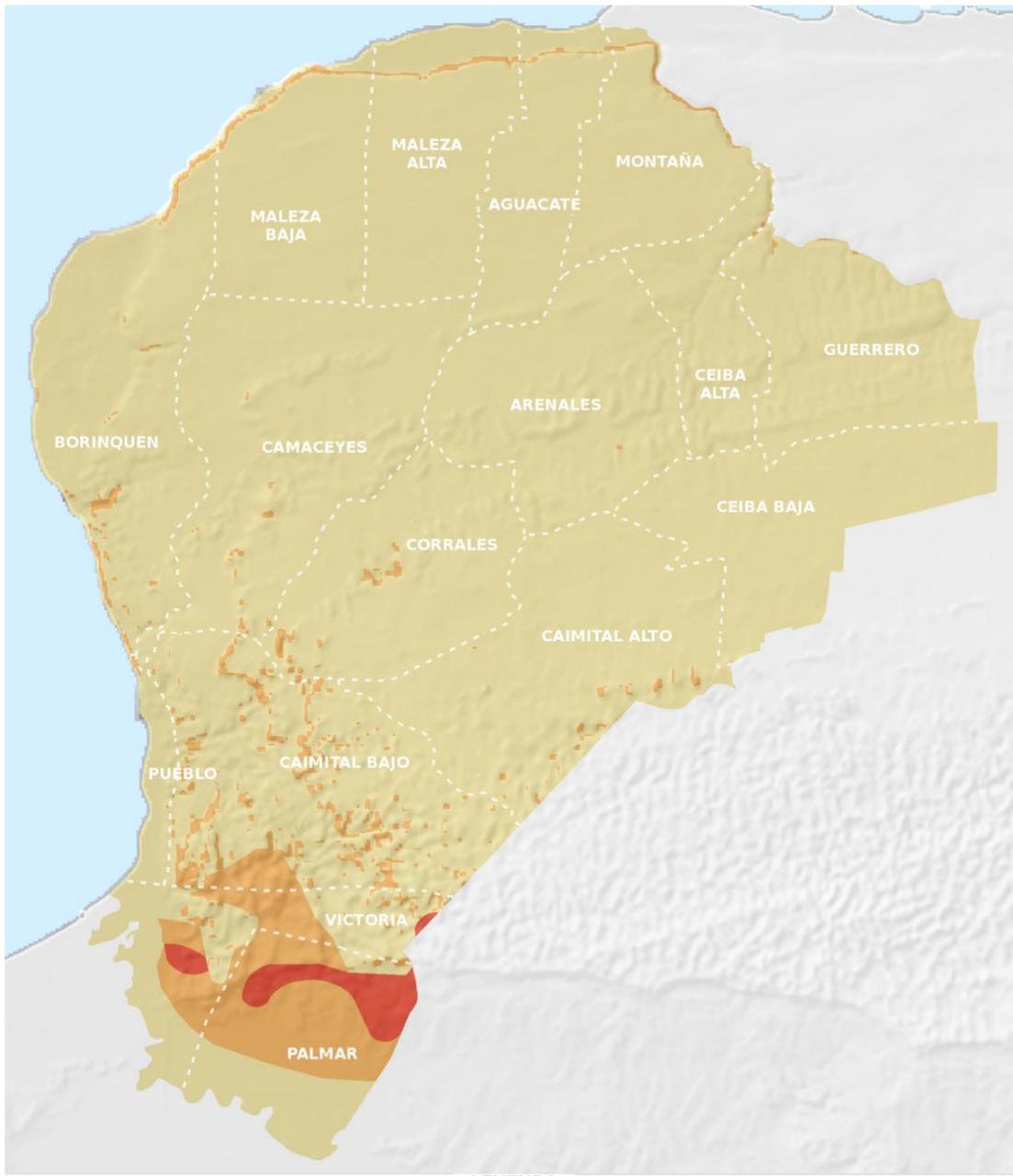
- | Muy alta: Estas áreas consisten en depósitos de deslizamientos, algunos se han cementado y no están activos. Sin embargo, son áreas de riesgo por lo que debería evitarse cualquier acción que pueda perturbar la estabilidad actual o deberían tomarse medidas de precaución, ya que las excavaciones en estas áreas tienen el potencial de producir deslizamientos nuevos. Se recomienda tomar precauciones adicionales antes de llevar a cabo excavaciones significativas en áreas próximas a carreteras.
- | Alta- Incluye casi todas las áreas con pendientes mayores de 50% y los cinturones de afloramientos de la Formación Cibao en el norte de Puerto Rico. Se pueden hacer excavaciones en algunas de estas áreas, pero se deben tomar precauciones especiales para evitar deslizamientos.
- | Baja- Áreas niveladas o que se encuentran sobre rocas estables no erosionadas. Usualmente, se componen de materiales que han sido depositados de las partes altas, como el aluvión, los depósitos costeros (depósitos de playas y depósitos de pantano). En la costa del Océano Atlántico se incluyen los depósitos de dunas de arena y las eolianitas. Las excavaciones y cortes profundos en estas áreas pueden ocasionar deslizamientos.

Ubicación, extensión y distribución del riesgo

La causa principal de los deslizamientos en Aguadilla es la lluvia intensa o prolongada. En el Municipio, la susceptibilidad a los deslizamientos de tierra se concentra principalmente en el Sur. Según se observa en los mapas y la tabla siguiente, las áreas

con riesgo alto o muy alto se encuentran en los barrios de Palmar y Victoria. Aproximadamente el 65% (3,343,783 m²) del barrio Palmar está clasificado con susceptibilidad muy alta o alta a deslizamientos, así como un 34% (1,493,534 m²) del barrio Victoria, incluyendo el Camino Los Concepción que se encuentra en un área con susceptibilidad alta a deslizamientos y en eventos de lluvia no se puede utilizar de manera segura. Otras áreas dispersas con alto riesgo de deslizamiento se encuentran en los barrios Caimital Bajo y Borinquen.

Mapa 15. Susceptibilidad a deslizamientos en Aguadilla



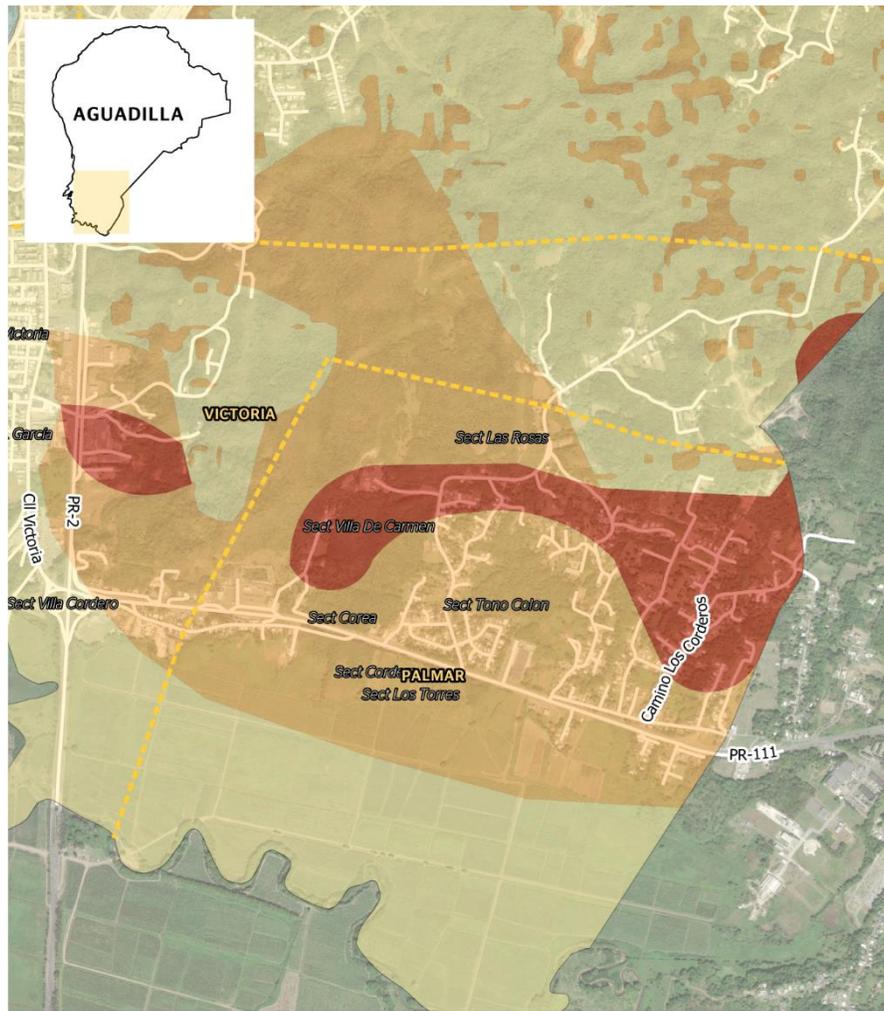
LEYENDA

Susceptibilidad a deslizamiento



Fuente: Monroe, W.H., 1979, Mapa que muestra deslizamientos de tierra y áreas de susceptibilidad a los deslizamientos de tierra en Puerto Rico: Servicio Geológico de EE. UU. Mapa de Investigaciones Misceláneas I-1148, 1 hoja.

Mapa 16. Vista cercana a las áreas en riesgo de deslizamiento en los barrios Palmar y Victoria en Aguadilla



LEYENDA

Susceptibilidad a deslizamientos

-
 Más alta
 Alta
 Baja
 Barrios

Fuente: Monroe, W.H., 1979, Mapa que muestra deslizamientos de tierra y áreas de susceptibilidad a los deslizamientos de tierra en Puerto Rico. Servicio Geológico de EE. UU. Mapa de Investigaciones Misceláneas H-148, 1 hoja.

Tabla 32. Áreas susceptibles a deslizamiento por barrio (m²)

| Barrio | Bajo | | Alto | | Muy Alto | |
|-------------|----------------|------|----------------|------|----------------|---|
| | m ² | % | m ² | % | m ² | % |
| Agucate | 3,830,003 | 99% | 34,929 | 1% | - | - |
| Maleza Alta | 5,234,383 | 98% | 84,593 | 2% | - | - |
| Montaña | 3,960,228 | 98% | 82,859 | 2% | - | - |
| Maleza Baja | 4,909,000 | 98% | 113,313 | 2% | - | - |
| Borinquen | 8,185,136 | 97% | 245,085 | 3% | - | - |
| Ceiba Alta | 3,153,913 | 100% | 8,311 | 0.3% | - | - |

| Barrio | Bajo | | Alto | | Muy Alto | |
|----------------------|----------------|------|----------------|-------|----------------|-----|
| | m ² | % | m ² | % | m ² | % |
| Guerrero | 5,832,517 | 100% | 15,417 | 0.3% | - | - |
| Arenales | 7,148,727 | 100% | 3,399 | 0.05% | - | - |
| Camaseyes | 9,880,580 | 99% | 54,848 | 1% | - | - |
| Ceiba Baja | 6,535,807 | 100% | 957 | 0.01% | - | - |
| Corrales | 6,136,168 | 98% | 128,651 | 2% | - | - |
| Caimital Alto | 8,835,384 | 99% | 103,548 | 1% | - | - |
| Caimital Bajo | 8,208,805 | 85% | 1,490,838 | 15% | - | - |
| Pueblo | 894,806 | 96% | 16,257 | 2% | - | - |
| Victoria | 2,902,518 | 66% | 1,317,109 | 30% | 176,425 | 4% |
| Palmar | 1,797,704 | 35% | 2,445,123 | 48% | 898,660 | 17% |

Fuente: Monroe, 1979. JP, 2014. Cobidas estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes

La tormenta tropical Jeanne, que impactó a Puerto Rico el 13 de septiembre de 2004, tuvo una Declaración Presidencial (DR 1552) el 17 de septiembre de 2004. Esta tormenta tropical causó múltiples deslizamientos de tierra y de lodo en prácticamente toda la Isla. Un total de 72 municipios recibieron asistencia debido a este evento, incluido Aguadilla, que recibió asistencia individual y pública (AEMEAD, 2016; FEMA 2005).

En Aguadilla la OMME ha documentado otros eventos de deslizamiento que han ocurrido entre 2012 y 2017. La mayor cantidad de incidentes se ha reportado en el barrio Pueblo. Los detalles se muestran en la tabla a continuación. Ni el USGS ni la OMME reportaron eventos de deslizamiento de terreno debido al paso de los huracanes Irma y María.

Tabla 33. Eventos de deslizamiento en Aguadilla

| Año | Ubicación | Barrio |
|------|--|---------------|
| 2012 | Calle Mercado, sector Campo Alegre | Pueblo |
| 2012 | Cuesta Nueva, cerca de Coquí Típico | Pueblo |
| 2012 | Poblado San Antonio, Urb. Paseos Reales, calle Alcazar | Arenales |
| 2012 | Sector Cambija, cercano a un espacio comercial | Victoria |
| 2013 | Carretera PR-2, cerca de Garage Ruben Transm. | Pueblo |
| 2014 | Sector Calero, calle C, cerca de Pipo's Place | Montaña |
| 2015 | Urb. Cristal, #224 | Corrales |
| s.f. | Ave. Los Corazones | Caimital Bajo |
| s.f. | Calle Toño Colón | Caimital Bajo |

Fuente: OMME. Informe de eventos (2012- mayo 2017) y el Plan 2011

Probabilidad de eventos futuros?

La causa principal de deslizamientos en Aguadilla es la lluvia intensa o prolongada. En Puerto Rico, las lluvias que causan deslizamientos ocurren a una tasa promedio de 1.2 por año (Larsen y Simon, 1993). Por tanto, a base de esta información y la recopilada sobre eventos pasados en el municipio, se podría presumir que la probabilidad de ocurrencia de eventos de deslizamientos en Aguadilla es de 1.2 anualmente.

Análisis de vulnerabilidad

Población en riesgo de deslizamiento

Los deslizamientos son un riesgo para la vida y la propiedad y pueden interrumpir el tráfico en las carreteras, arrastrar árboles, casas, puentes y autos, entre otros. Con los datos de la ECPR de 2011 a 2015, se estimó que unas 493 personas en Aguadilla se encuentran en áreas de susceptibilidad muy alta a deslizamientos y 1,895 vive en áreas de susceptibilidad alta.

⁹ Igual que en el 2011.

De la población que vive en áreas con susceptibilidad alta y muy alta, unas 437 personas (18%) tienen más de 65 años, mientras que 523 (22%) tienen menos de 18 años. Se estima que 478 personas (20%) que viven en estas áreas se encuentran bajo el nivel de pobreza.

De los 1,055 hogares ubicados en áreas con susceptibilidad muy alta y alta a deslizamientos, el 43% tiene una o más personas con impedimento.

Tabla 34. Características de la población viviendo en áreas susceptibles a deslizamientos

| Características | Bajo | Alto | Muy Alto |
|--|----------|----------|----------|
| Población total | 55,584 | 1,895 | 493 |
| Población menor de 18 años | 12,273 | 428 | 95 |
| Población mayor de 65 años | 9,880 | 340 | 97 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 9,580 | 378 | 100 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 9,199 | 343 | 108 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$19,387 | \$15,465 | \$15,105 |
| Ingreso per cápita | \$10,372 | \$8,643 | \$8,281 |
| Familias con un solo jefe de familia | 5,708 | 199 | 46 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 4,428 | 161 | 37 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 11,438 | 443 | 128 |
| Unidades de vivienda | 27,117 | 1,037 | 274 |
| Hogares | 22,497 | 827 | 228 |

Fuente: Monroe, 1979 y 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates

Estructuras e infraestructura en riesgo de deslizamiento

Se estimó que hay 32 estructuras en áreas de alta susceptibilidad a deslizamiento. Por otro lado, en áreas de susceptibilidad alta, se estimó que hay un hospital, seis instituciones educativas y un edificio gubernamental. La tabla a continuación presenta las instalaciones críticas y esenciales en áreas susceptibles a riesgo de deslizamientos.

Tabla 35. Activos en riesgo de deslizamientos

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | Instalaciones ubicadas en áreas susceptibles a deslizamientos | Dirección Física |
|---|-----------------------|------|----------|--|--|
| | Bajo | Alto | Muy Alto | | |
| Instalaciones del aeropuerto | 27 | - | - | Hangar, almacén, terminal, terminal de carga, edificio de mantenimiento, radar, oficinas | Ave. Ing. Orlando Alarcón, Base Ramey, Bo. Maleza Baja |
| Hospitales | 3 | 1 | - | Aguadilla Medical Services | Carr. 2, Km. 129.3, Bo. Victoria |
| Subestaciones de energía eléctrica | 5 | - | - | | |
| Respuesta de emergencias | 1 | - | - | OMME | Estadio Luis A. Canena |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | Instalaciones ubicadas en áreas susceptibles a deslizamientos | Dirección Física |
|--|-----------------------|------|----------|---|---|
| | Bajo | Alto | Muy Alto | | |
| | | | | | Marquez, PR-2, Bo. Caimital Bajo Aguadilla |
| Estación de Bomberos | 1 | - | - | | Calle José de Diego, Bo. Pueblo |
| Instalaciones de la Policía | 7 | - | - | División de Drogas y Narcóticos, Cuartel de la Policía, División de Vehículos Hurtados, Cuartel de la Policía Municipal, División de Patrullas | |
| Instalaciones de manejo de aguas residuales | 13 | - | - | Bombas y planta de filtración de Montaña | Bo. Montaña |
| Instalaciones de manejo de agua | 16 | 4 | - | Bombas potables: <ul style="list-style-type: none"> Palmar Tanques: <ul style="list-style-type: none"> Palmar Caimital (Vista Verde) Aguadilla WTP Backwash | Palmar Palmar Caimital Camaseyes |
| Instalaciones esenciales | | | | | |
| Mixto (residencial & comercial) | 302 | - | - | | |
| Instalaciones municipales | 44 | 2 | - | Terminal Aguadilla, Centro comunal Palmar | (a) PR-2R, Bo. Pueblo, (b) Carr. 443 Bo. Palmar |
| Instituciones educativas | 232 | 6 | - | Headstart Capa Headstart Cuba Headstart Gándara Headstart Cuchillas Headstart Palmar Universidad Metropolitana del Este | Carr.111 Ruta421 buzón 952 Carr.125 Km 3.40 Carr.110 Km 12.30 Carr. 434 Km 2.7 Carr. 111 R 443 Km. 6.4 Carr. 111, Bo. Palmar |
| Activos comunitarios | 240 | 4 | - | Cancha de baloncesto Victoria y Palmar | |
| Comercios | 1,534 | 3 | - | | |
| Edificios gubernamentales | 101 | 1 | - | DTOP | |
| Total | 2,535 | 32 | - | | |

Fuente: Monroe, 1979. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio Aguadilla. Instalaciones de agua y de aguas usadas provistas por AAA, 2017.

De acuerdo con los resultados del análisis, los proyectos municipales futuros no están en áreas susceptibles al riesgo de deslizamiento. Todos están ubicados en áreas de baja susceptibilidad, de acuerdo con la información disponible.

4.2.7 Terremotos

Descripción del riesgo

Puerto Rico se encuentra en una zona sísmicamente activa. La Isla está rodeada de fallas geológicas que son el resultado de la convergencia entre la falla del Caribe y la falla de Norteamérica. La actividad sísmica se concentra en ocho zonas:

- Trinchera de Puerto Rico
- Fallas con pendiente en el norte y sur de Puerto Rico
- Al noreste de la "Zona del Sombrero"
- Al oeste, en el Cañón de la Mona
- Pasaje de la Mona
- Hacia el Este, en las depresiones de las Islas Vírgenes y Anegada
- Depresión Muertos hacia el Sur, y
- Sureste de Puerto Rico.

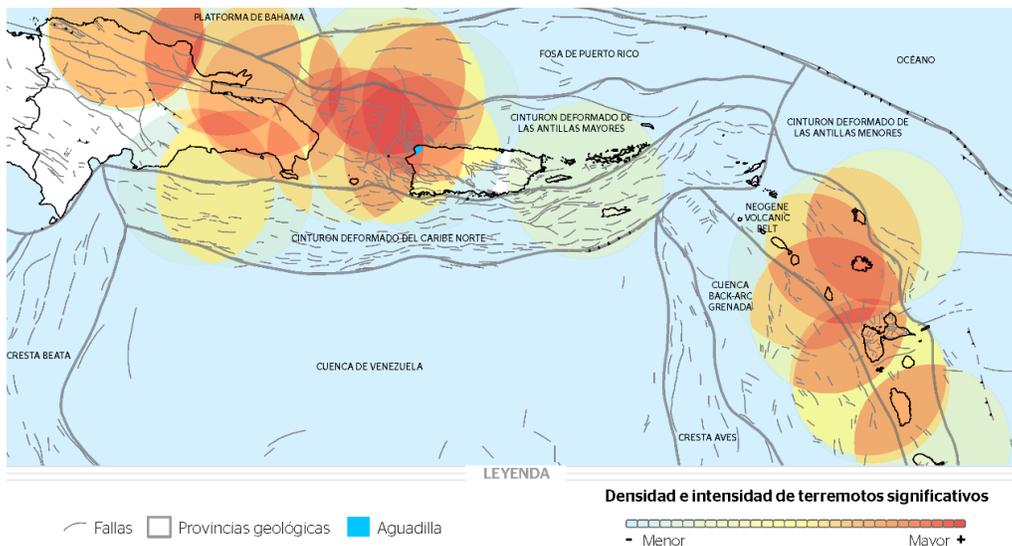
Además, hay múltiples fallas dentro de la Isla. La parte Oeste y Suroeste de la Isla son las más vulnerables a terremotos (USGS, 2004). Aguadilla se encuentra cerca de la Zona del Cañón del Mona, un área de actividad sísmica relativamente frecuente. De hecho, los terremotos de mayor frecuencia y magnitud se concentran al oeste de Aguadilla, en el Cañón de Mona, según se observa en el siguiente mapa.

Los terremotos suelen ser causados por la liberación de energía acumulada dentro o a lo largo del borde de las placas tectónicas. Los mismos representan una amenaza grave debido a los intervalos de tiempo irregulares entre los eventos, la falta de predicción adecuada y el daño catastrófico que puede ocurrir a partir de un evento de gran magnitud. La gravedad de un terremoto depende de varios factores como: la ubicación del evento sísmico (epicentro), la magnitud (la cantidad de energía liberada) y la distancia desde la superficie.

A medida que estos ocurren, las ondas sísmicas se irradian alejándose de la ubicación del terremoto, causando que la tierra se sacuda. El temblor de tierra asociado al terremoto se puede sentir a cientos de millas de donde ocurrió. La intensidad de la

sacudida es el resultado de varios factores que incluyen: la magnitud y el tipo de terremoto y distancia del terremoto, las condiciones del suelo del área, y la orientación del sitio en relación con la ocurrencia del terremoto.

Mapa 17. Susceptibilidad a terremotos y placas tectónicas regionales



La base de datos de terremotos significativos contiene información sobre terremotos destructivos desde 2150 a. C. hasta el presente que cumplen al menos uno de los siguientes criterios: Daño moderado (aproximadamente \$ 1 millón o más), 10 o más muertes, Magnitud 7.5 o mayor, Intensidad Mercalli X modificada o mayor, o el terremoto generó un tsunami.

Fuente de Terremotos significativos: Centro nacional de datos geofísicos / Servicio mundial de datos (NGDC / WDS) base de datos de terremotos significativa, Centro Nacional de Datos Geofísicos, NOAA, doi: 10.7289 / V5TD9N7K

Fuente de Fallas & Provincias geológicas: Informe de archivo abierto 97-470-K 'Mapa que muestra geología, campos de petróleo y gas y provincias geológicas de la región del Caribe', Servicio Geológico de los Estados Unidos, Equipo Central de Recursos Energéticos.

Los terremotos pueden inducir riesgos adicionales además de la sacudida del suelo. Según la RSPR, se reconoce que las zonas costeras de poca elevación son más vulnerables a fenómenos como maremotos, licuación y amplificación de ondas sísmicas, mientras que en el interior la mayor amenaza son los deslizamientos.¹⁰

Ubicación, extensión y distribución

Todo el municipio de Aguadilla está expuesto a los efectos de las ondas sísmicas. Las áreas con más susceptibilidad a los impactos de un temblor son:¹¹

- Áreas urbanas de alta densidad y las carreteras PR-2, PR-110 y PR-111;
- Instalaciones críticas, infraestructura, y utilidades, principalmente en el Centro Urbano. Los daños resultantes perjudicarán severamente las funciones de respuesta a emergencias y de recuperación; y

¹⁰ Obtenido de: http://redsismica.uprm.edu/english/Info/sisnotas_predic.php

¹¹ Igual al Plan de 2011.

- Edificios que no fueron diseñados de acuerdo a los requisitos del Código Internacional de Construcción (IBC por sus siglas en inglés). Por ejemplo, edificios de hormigón de varios pisos y estructuras de mampostería no reforzada, muchas de las cuales se encuentran en el Centro Urbano. Se prevé que las pérdidas residenciales y comerciales se concentren en dichas estructuras.

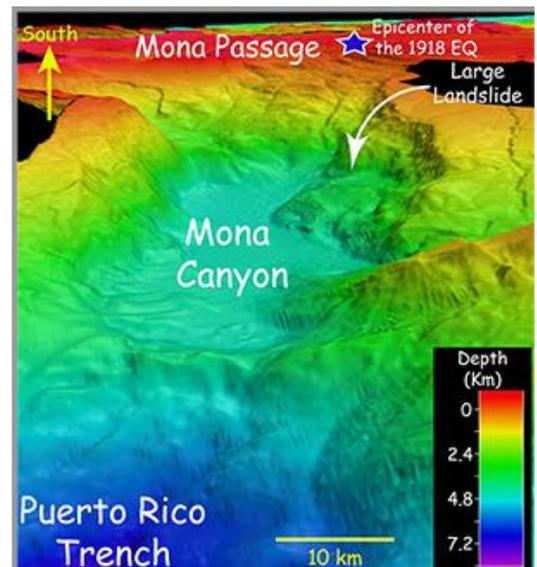
Eventos históricos y recientes

Desde el año 2150 A.C. han ocurrido 11 terremotos significativos con epicentro en Puerto Rico o sus áreas circundantes. Los terremotos significativos se definen como eventos que cumplen, al menos, con uno de los siguientes criterios:

- Causó daños moderados (aproximadamente \$ 1 millón o más);
- Causó 10 o más muertes;
- Magnitud de 7.5 o mayor;
- Intensidad de Mercalli modificada X o mayor; o
- El terremoto generó un tsunami.

El último terremoto que causó daños significativos en Puerto Rico ocurrió el 11 de octubre de 1918 en el Cañón de Mona. Su magnitud fue de 7.5 en la escala de Richter, y estuvo acompañado por un tsunami cuya ola fue de 3 a 5 pies de altura. Los daños se concentraron en la parte Oeste de la Isla, por ser la zona más cercana al epicentro. El terremoto y el tsunami cobraron unas 116 vidas y causaron daños estimados en más de cuatro millones de dólares. Numerosas viviendas, fábricas, edificios públicos, chimeneas, puentes y otras estructuras sufrieron daños severos.¹²

Este evento representa una preocupación para Aguadilla, dado que fue el Municipio más cercano al epicentro del terremoto de 1918, que se encontraba a 25 millas de Aguadilla. La siguiente figura muestra una vista del Cañón de Mona ubicado al oeste de Aguadilla.



Fuente: NOAA.2015. El entorno tectónico y la geología de Puerto Rico y el fondo marino circundante (<http://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/ex1502/background/geology/welcome.html>)

¹² Igual que en el Plan de 2011. M es la magnitud que refleja la energía liberada por el terremoto. Si no se especifica que la intensidad es RF (Rossi Forell), es MM (Mercalli modificado). Datos recopilados por la Universidad de Puerto Rico, Red Sísmica de Puerto Rico.

Aunque hay movimientos sísmicos frecuentes en la Isla, en los últimos años no ha habido un terremoto que haya producido daños graves. Los terremotos con una intensidad de menos de cuatro han producido poco o ningún daño, aunque los movimientos de tierra relacionados con estos eventos se han sentido.

Tabla 36. Eventos significativos de terremoto¹³

| Fecha | Área afectada | Severidad /Intensidad del peligro | Daños/ Impacto económico |
|--------------------------|---|--|--|
| 18 octubre 1918 | Oeste de Puerto Rico, incluyendo Aguadilla | M= 7.5 | Daños severos en el lado oeste de la Isla. \$4 millones, 116 personas muertas |
| 24 octubre 1918 | Oeste de Puerto Rico, incluyendo Aguadilla | La intensidad máxima en la Isla fue VII (RF). | Desconocido |
| 12 noviembre 1918 | Oeste de Puerto Rico, incluyendo Aguadilla | La intensidad máxima en la Isla fue VII (RF). | Desconocido |
| 10 febrero 1920 | Terremoto que se sintió en todo Puerto Rico | La intensidad máxima en la Isla fue VI (DH), M=6.5. | Desconocido |
| 18 diciembre 1922 | Terremoto que se sintió en todo Puerto Rico | La intensidad máxima en la Isla fue VI (DH), M=6.3 | Desconocido |
| 12 junio 1939 | Terremoto que se sintió en todo Puerto Rico | Terremoto se sintió en toda la Isla. Intensidad máxima de VI (DH). | Desconocido |
| 28 julio 1943 | Terremoto ocurrió al noroeste de Puerto Rico. | Tuvo una magnitud de 7.5 (PS) | Mucha gente en Puerto Rico sintió el evento, pero no hubo daños |
| 4 agosto 1946 | Intensidad de hasta VI en la Isla Mona y la costa Oeste de Puerto Rico. En el resto de la Isla se informó una intensidad de V. Se observó un tsunami de 2 pies en las | La magnitud fue 7.8 (PS) | Se informaron daños menores en todo Puerto Rico (DH). |

¹³ Igual al plan de 2011.

| Fecha | Área afectada | Severidad /Intensidad del peligro | Daños/ Impacto económico |
|----------------------|---|---|--------------------------|
| | costas Oeste y Norte de la Isla. | | |
| 8 agosto 1946 | Terremoto en la República Dominicana (M = 7.4, PS). Pequeño tsunami en Mayagüez y Aguadilla | | Desconocido |
| 23 marzo 1979 | Fuerte terremoto que se sintió en todo el Caribe; en Puerto Rico | M=6.1, se sintió con una intensidad de VI | Desconocido |
| 30 mayo 1987 | Fuerte terremoto en el suroeste de la Isla, M = 4.6, intensidad VI. Epicentro cerca de Boquerón. | Hubo daños leves (USGS). | Desconocido |

Fuente: Red Sísmica, Universidad de Puerto Rico, USGS.

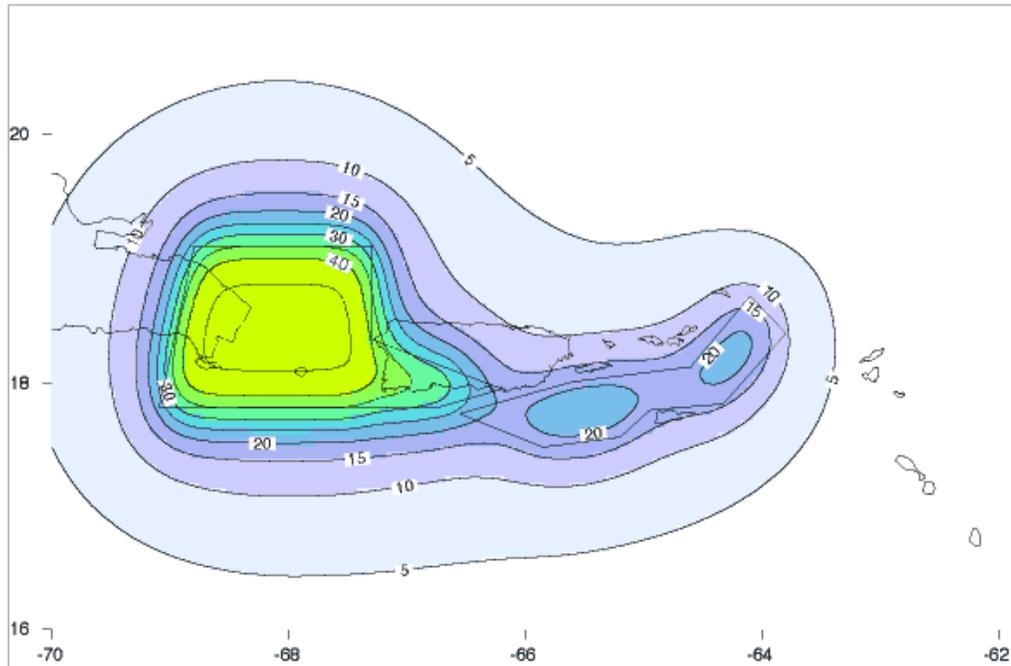
Probabilidad de eventos futuros

De acuerdo con la RSPR, los estudios de vulnerabilidad sísmica en Puerto Rico han mostrado una probabilidad de entre 33% y 50% de ocurrencia de un terremoto de intensidad fuerte (Intensidad VII o más en la escala Modificada de Mercalli) para diferentes partes de la Isla durante un período de 50 años (McCann, 1987, citado por la RSPR, 2005).

Según los Mapas de Riesgo Sísmico del USGS 2003 para Puerto Rico y las Islas Vírgenes de EE. UU., en la Zona de Extensión del Canal de la Mona, el modelo predice la ocurrencia de un terremoto de magnitud de 6.5 o más en la zona cada 50 años (Mueller et al, 2003).

Figura 9. Canal de Mona y Zonas de Extensión del Canal de Aneгада

Mapa de probabilidades de los valores pico de aceleración (PGA, por sus siglas en inglés) para los modelos del Canal de Mona y el Canal de Aneгада: PGA (% g) con un 2% de probabilidad de superar en 50 años las zonas de extensión de Aneгада y Mona.



Fuente: USGS, 2003 (<https://pubs.usgs.gov/of/2003/ofr-03-379/GIFS/fig03e.gif>)

Análisis de vulnerabilidad

Para estimar la vulnerabilidad de la población e infraestructura causados por terremotos, se utilizó el programa Hazus 4.0. Esta herramienta fue diseñada para producir estimados de pérdidas para ser utilizados por los gobiernos y empresas privadas en la planificación de mitigación de riesgos, preparación para emergencias, respuesta y recuperación (DHS, 2013). Los informes resultantes de la corrida de Hazus se incluyen en el Anejo 4.

La vulnerabilidad de la población y los activos durante un evento sísmico dependerá de su magnitud, longitud y profundidad. Toda la población y los activos del municipio están en riesgo durante y después de un terremoto grave, especialmente si causa un tsunami. Para fines de planificación, se utilizó el sistema Hazus bajo dos escenarios:

- Escenario 1: Un escenario probabilístico de 100 años, dado que Hazus no permite predecir un escenario de 50 años.
- Escenario 2: Un escenario histórico que replica el terremoto de 1918, considerando que el Canal Mona es la zona sísmica con mayor probabilidad de afectar al Municipio de Aguadilla, basado en eventos previos.

Población en riesgo

HAZUS estimó la cantidad de personas que resultarán con heridas y muertas por un terremoto. Estas poblaciones se dividieron en cuatro niveles de severidad que describen el alcance de las heridas. Estos niveles se describen de la siguiente manera:

- Nivel de severidad 1: las heridas requerirán atención médica, pero no se necesitará hospitalización;
- Nivel de severidad 2: las heridas requerirán hospitalización, pero no se consideran una amenaza para la vida de la víctima;
- Nivel de severidad 3: las heridas requerirán hospitalización y pueden amenazar la vida de la víctima, si no se atienden con prontitud;
- Nivel de severidad 4: la víctima perderá su vida por el terremoto.

La siguiente tabla presenta el estimado de las víctimas que pudiera resultar si el terremoto ocurriese durante tres períodos distintos del día: 2:00 a.m., 2:00 p.m. y 5:00 p.m. Estos horarios representan los períodos del día en que diferentes estructuras están en su pico de ocupación. El estimado de las 2:00 a.m. considera que la ocupación residencial está en su máximo; el estimado de las 2:00 p.m. considera que la ocupación en las instituciones educativas, comerciales e industriales están en su máximo y el de las 5:00 p.m. representa el pico máximo de viaje.

- **Escenario 1: Probabilístico de 100 años:** De acuerdo a Hazus, el horario y la ocupación más críticos para la población sería a las 2:00 a.m. en edificios unifamiliares, donde podrían resultar 11 muertes.
- **Escenario 2: Histórico, replicando los efectos del terremoto de 1918:** bajo este escenario se estimó que el horario y la ocupación más críticos para la población sería a las 2:00 a.m. en edificios unifamiliares, donde podrían resultar 34 muertes.

Debido a que la costa Oeste está mucho más poblada ahora de lo que estaba a principios de siglo, una réplica de un evento como el de 1918 podría causar daños y muertes considerables.

Tabla 37. Estimado de víctimas: escenario probabilístico de 100 años y escenario histórico (1918)

| Hora del día | Tipo de ocupación | Escenario 1: Probabilístico 100 años | | | | Escenario 2: Histórico, 1918 | | | |
|----------------|-------------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|------------------------------|---------|---------|---------|
| | | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 | Nivel 4 | Nivel 1 | Nivel 2 | Nivel 3 | Nivel 4 |
| 2:00 AM | Comercial | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Industrial | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Otro-residencial | 22 | 5 | 1 | 1 | 59 | 17 | 3 | 5 |
| | Unifamiliar | 178 | 38 | 5 | 10 | 406 | 109 | 17 | 34 |
| | Total | 201 | 43 | 6 | 11 | 467 | 127 | 20 | 40 |
| 2:00 PM | Comercial | 25 | 5 | 1 | 1 | 83 | 24 | 4 | 7 |
| | Educativo | 3 | 1 | 0 | 0 | 8 | 2 | 0 | 1 |
| | Industrial | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| | Otro-residencial | 8 | 2 | 0 | 0 | 22 | 6 | 1 | 2 |
| | Unifamiliar | 64 | 14 | 2 | 4 | 144 | 39 | 6 | 12 |
| | Total | 101 | 22 | 3 | 6 | 259 | 72 | 12 | 22 |
| 5:00 PM | Comercial | 18 | 4 | 1 | 1 | 60 | 17 | 3 | 5 |
| | Viaje | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| | Educativo | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | Industrial | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| | Otro-residencial | 9 | 2 | 0 | 0 | 23 | 7 | 1 | 2 |
| | Unifamiliar | 71 | 16 | 2 | 4 | 161 | 43 | 7 | 13 |
| | Total | 99 | 22 | 3 | 6 | 249 | 70 | 15 | 22 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: Software de estimado de pérdidas Multiriesgo. [Washington, D.C.] y Agencia Federal de Manejo de Emergencias, 2017.

Estructuras e infraestructura en riesgo de terremotos

La vulnerabilidad de la infraestructura y las instalaciones críticas en Aguadilla depende, además de la magnitud, longitud y profundidad del terremoto; de la condición, el mantenimiento y el material de construcción de las estructuras. Hazus proporciona un inventario de materiales de construcción y utilidades.

1) Instalaciones críticas

Hazus clasifica las instalaciones críticas (edificios) en dos grupos: instalaciones esenciales e instalaciones con alto potencial de pérdida (HPL por sus siglas en inglés).

- Las instalaciones esenciales incluyen hospitales, clínicas médicas, instituciones educativas, estaciones de bomberos, estaciones de policía e instalaciones de operaciones de emergencia. Se reportaron tres instituciones hospitalarias, con una capacidad total de 300 camas. Hay 21 escuelas, dos estaciones de bomberos, siete estaciones de policía y una instalación de operaciones de emergencias.
- HPL incluye aguas represadas, diques, instalaciones militares, plantas de energía nuclear y áreas con materiales peligrosos. No hay HPL identificados dentro del inventario.

2) Inventario de transportación y utilidades esenciales

El inventario de líneas de utilidades esenciales se divide en sistemas de líneas de utilidades de servicios públicos y de transporte.

- Los sistemas de transporte incluyen autopistas y aeropuertos, entre otros. En Aguadilla, Hazus identificó: ocho puentes y 13 segmentos de carreteras (37 kilómetros de carreteras). Además, se identificaron una instalación aeroportuaria y una pista.
- Hay seis sistemas de utilidades que incluyen una instalación de agua potable, dos instalaciones de aguas residuales, líneas de distribución de gas y una instalación de comunicaciones.

Escenario 1: Probabilístico de 100 años

El escenario probabilístico de 100 años se describe como un terremoto de magnitud 5.0. La Tabla 35 muestra la cantidad de infraestructura que se vería afectada por este escenario.

Se estima que 306 edificios unifamiliares serían destruidos por completo, mientras que 4,221 tendrían daños moderados. En términos de daños por material de construcción, los resultados evidencian que la mayoría de los fanos los experimentarían las estructuras de mampostería. Unas 264 o el 83.5% de las estructuras que podrían verse completamente afectadas son de mampostería no reforzada, las abundan en el Centro Urbano del Municipio.

La Tabla 36 muestra el número total de kilómetros de tuberías de agua potable, aguas residuales y gas en Aguadilla y la cantidad de fugas o roturas que se espera ocurran debido al terremoto. La mayoría de los daños ocurriría al sistema de agua potable con 144 fugas y 36 roturas.

En términos de instalaciones críticas, como hospitales, se estimó que en el día del terremoto solo 102 camas de hospital (34%) estarían disponibles para el uso de los pacientes que ya están en el hospital y los lesionados por el terremoto. Después de una semana, el 58% de las camas volverían a estar en servicio. A los 30 días, el 83% estaría en funcionamiento. De acuerdo con el estimado, ninguna instalación esencial en el Municipio tendría al menos un daño moderado.

Escenario 2: Histórico, replicando los efectos del terremoto de 1918

Este se describe como un terremoto de magnitud 7.3. La Tabla 35 muestra la cantidad de infraestructura que se vería afectada por este escenario.

Se estima que 1,141 edificios unifamiliares tendrían daños irreparables, mientras que 4,941 tendrían daños moderados. Al examinar el material de construcción de las edificaciones, se observó que el 59.6% (709) de las estructuras que podrían verse completamente afectadas son edificios de hormigón.

La Tabla 36 muestra la longitud de tubería de agua potable, aguas residuales y gas en Aguadilla y la cantidad de fugas o roturas que se espera ocurran debido al terremoto. La mayoría de los daños se esperan en el sistema de agua potable con 654 fugas y 164 roturas esperadas.

En términos de instalaciones críticas, como hospitales, se estimó que en el día del terremoto solo 66 camas de hospital (22%) estarían disponibles para el uso de los pacientes que ya están ingresados en el hospital y los heridos por el terremoto. Después de una semana, el 44% de las camas volverían a estar en servicio. A los 30 días, el 73% estaría en operación. Según el estimado del sistema, tres hospitales, 19 escuelas, una

oficina de manejo de emergencias, seis cuarteles de policía y dos estaciones de bomberos tendrían como mínimo daños moderados.

Tabla 38. Daño esperado en los edificios por ocupación: escenario probabilístico de 100 años e histórico (1918)

| Ocupación | Escenario 1: Probabilidad de 100 años | | | | Escenario 2: Histórico, 1918 | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-----|------------------------------|-------|-------|-------|
| | Nivel de daño | | | | Nivel de daño | | | |
| Comercial | 4 | 4 | 1 | 0 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| Industrial | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Otro-residencial | 185 | 144 | 50 | 9 | 186 | 166 | 87 | 46 |
| Unifamiliar | 5,574 | 4,221 | 1,492 | 306 | 5,670 | 4,941 | 2,471 | 1,141 |
| Total | 5,767 | 4,371 | 1,544 | 316 | 5,861 | 5,112 | 2,562 | 1,189 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: software de estimado de pérdidas Multiriesgos. [Washington, D.C.] y Agencia Federal de Manejo de Emergencias, 2017.

Tabla 39. Daño esperado en las tuberías del sistema de utilidades (específico del sitio): escenarios probabilísticos de 100 años e históricos (1918)

| Sistema | Largo total tubería (km) | Escenario 1: Probabilístico 100 años | | Escenario 2: Histórico, 1918 | |
|-------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|
| | | Número de fugas | Número de roturas | Número de fugas | Número de roturas |
| Agua potable | 2,540 | 144 | 36 | 654 | 164 |
| Aguas residuales | 1,524 | 104 | 26 | 469 | 117 |
| Gas | 1,016 | 30 | 7 | 134 | 34 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: software de estimado de pérdidas Multiriesgos. [Washington, D.C.] y Agencia Federal de Manejo de Emergencias, 2017.

4.2.8 Licuación

Descripción del riesgo

La licuación (o licuefacción) ocurre cuando la arena o el cieno que están saturados con agua, se comportan como líquido al ser sacudidos por un terremoto (USGS, 2006^a). La licuación puede causar la pérdida de la resistencia, cuando el suelo pierde su capacidad de brindarle soporte a estructuras o porque el suelo puede deslizarse por pendientes suaves o hacia bancos de ríos que se encuentran sobre capas de suelo enterradas que han experimentado licuación, entre otros efectos (USGS, 2006^a).

La susceptibilidad de eventos de licuación depende de varios factores, incluyendo las condiciones geológicas del área y los suelos, la profundidad del agua subterránea y la

magnitud e intensidad del terremoto. La licuación generalmente ocurre en sedimentos aluviales no consolidados, profundos y en arenas finas de edad geológica reciente, que usualmente se encuentra en zonas con niveles freáticos altos. Los márgenes de los ríos y quebradas están entre las áreas más peligrosas al potencial de licuación, además de ser susceptibles a inundación, según descrito previamente.

De hecho, durante los grandes terremotos que han causado daños significativos en partes de la Isla, incluyendo la zona de Aguadilla, se han documentado características típicas de licuación. Esto se ha documentado en, al menos, tres terremotos diferentes desde el año 1300 D.C., en sedimentos de la planicie inundable del Holoceno en varios sitios en el Oeste de Puerto Rico (Tuttle et al., según citado en Hengesh y Bachhuber, 2005). Las características históricas de los terremotos y la licuación demuestran que existe la posibilidad de que ocurran eventos futuros de licuación en Puerto Rico.¹⁴

Ubicación, extensión y distribución

Para evaluar la ubicación, extensión y distribución de este riesgo en Puerto Rico se utilizó el sistema de clasificación de Youd & Perkins (1978) (URS, 2002). Las categorías de susceptibilidad a licuación, que van desde muy altas a muy bajas, consideran principalmente la edad de los depósitos geológicos. Se observa que los depósitos más recientes (<500 años) presentan la mayor susceptibilidad a licuación. En general, las áreas de susceptibilidad alta y muy alta son aquellas que tienen depósitos aluviales profundos, no consolidados, asociados a nivel freático alto. Estas áreas comúnmente se encuentran en las planicies aluviales.

Tabla 40. Susceptibilidad a licuación de los depósitos sedimentarios de acuerdo con Youd y Perkins (1978).

| Tipo de depósito | Susceptibilidad a licuación, de acuerdo con la edad del depósito geológico | | | |
|--------------------------------|--|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | < 500 años Moderno | Holoceno < 11 ka | Pleistoceno 11 ka - 2 Ma | Pre-Pleistoceno > 2 Ma |
| Canal de río | Muy alta | Alta | Baja | Muy baja |
| Llanura inundable | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Abanicos y planicies aluviales | Moderada | Baja | Baja | Muy baja |
| Terrazas y planicies marinas | - | Baja | Muy baja | Muy baja |
| Deltas y abanicos- delta | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Lacustre y playa | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Coluvión | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Talud | Baja | Baja | Muy baja | Muy baja |
| Dunas | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Loess (depósito eólico) | Alta | Alta | Alta | Muy baja |
| Toba | Baja | Baja | Muy baja | Muy baja |

¹⁴ Igual que en el plan de 2011.

| Tipo de depósito | Susceptibilidad a licuación, de acuerdo con la edad del depósito geológico | | | |
|---|--|------------------|--------------------------|------------------------|
| | < 500 años Moderno | Holoceno < 11 ka | Pleistoceno 11 ka - 2 Ma | Pre-Pleistoceno > 2 Ma |
| Tefra (material volcánico de precipitación) | Alta | Alta | -- | -- |
| Suelos residuales | Baja | Baja | Muy baja | Muy baja |
| Sebka | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Delta | Muy alta | Alta | Baja | Muy baja |
| Estuarino | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Playa alta energía | Moderada | Baja | Muy baja | Muy baja |
| Playa baja energía | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Lagunar | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |
| Orilla de costa | Alta | Moderada | Baja | Muy baja |

Fuente: URS 2002; Rosado, 2010.

Según se observa en el siguiente mapa, los barrios con mayor área susceptible a licuación son, en el norte las áreas donde se encuentran depósitos de playa, en las costas de Maleza Alta y Baja, Aguacate y Montaña, al igual que en Borinquen. Otras áreas con una susceptibilidad muy alta son Pueblo, Victoria y Palmar, donde predominan los depósitos de aluvión, asociados al Río Culebrinas al sur del Municipio, respectivamente.

De acuerdo con lo presentado en el mapa siguiente, se estimó que el 59% (550,856 m²) del área total del barrio Pueblo tiene una susceptibilidad muy alta al fenómeno de licuación. Es importante destacar que el Centro Urbano de Aguadilla está ubicado en una zona de sedimentos aluviales no consolidados y muchos de los edificios históricos más antiguos son de mampostería no reforzada, lo que aumenta el peligro.

El 49% de Palmar y el 35% del barrio Victoria son susceptibles a licuación. Mientras que las áreas de susceptibilidad moderada están dispersas por el Municipio, como se muestra en el siguiente mapa. Se concentran principalmente en los barrios de Montaña, Aguacate y Maleza Alta.

Mapa 18. Susceptibilidad a licuación en Aguadilla



Riesgo de licuefacción



Fuente: Evaluación Integrada de Riesgos para la Isla de Puerto Rico, 2002.

Tabla 41. Áreas susceptibles a licuación por barrio (m²)

| Barrio | Muy Bajo | | Bajo | | Moderado | | Alto | | Muy Alto | |
|----------------------|----------------|-----|----------------|-------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| | m ² | % | m ² | % | m ² | % | m ² | % | m ² | % |
| Aguacate | 587,346 | 15% | 16,092 | 0.4% | 2,978,729 | 77% | 12,600 | 0.3% | 261,552 | 7% |
| Maleza Alta | 744,537 | 14% | 2,700 | 0.05% | 3,982,552 | 75% | 16,200 | 0.3% | 518,004 | 10% |
| Montaña | 718,649 | 18% | 21,391 | 0.5% | 3,170,840 | 78% | 4,439 | 0.1% | 127,768 | 3% |
| Maleza Baja | 1,363,276 | 27% | 18,418 | 0.4% | 3,556,879 | 71% | 3,600 | 0.1% | 39,136 | 1% |
| Borinquen | 4,821,549 | 57% | 51,015 | 0.6% | 2,147,455 | 25% | - | - | 1,219,146 | 14% |
| Ceiba Alta | 2,808,497 | 89% | 23,468 | 0.7% | 330,259 | 10% | - | - | - | - |
| Guerrero | 4,868,003 | 83% | 1,415 | 0.02% | 978,516 | 17% | - | - | - | - |
| Arenales | 3,968,810 | 55% | 73,489 | 1% | 3,109,827 | 43% | - | - | - | - |
| Camaseyes | 5,412,705 | 54% | 104,082 | 1% | 4,418,641 | 44% | - | - | - | - |
| Ceiba Baja | 931,741 | 14% | 42,470 | 0.6% | 5,562,553 | 85% | - | - | - | - |
| Corrales | 2,734,455 | 44% | 52,079 | 0.8% | 3,478,286 | 56% | - | - | - | - |
| Caimital Alto | 3,259,291 | 36% | 85,081 | 1.0% | 5,594,559 | 63% | - | - | - | - |
| Caimital Bajo | 8,575,895 | 88% | 64,003 | 0.7% | 1,023,517 | 11% | - | - | 36,227 | 0.4% |
| Pueblo | 350,519 | 37% | - | - | - | - | - | - | 550,856 | 59% |
| Victoria | 2,834,463 | 64% | - | - | - | - | - | - | 1,552,603 | 35% |
| Palmar | 2,326,294 | 45% | - | - | 2,700 | 0.1% | 306,263 | 6% | 2,506,231 | 49% |

Fuente: URS, 2002 y JP, 2014. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes

No se encontró evidencia específica para Aguadilla relacionada a eventos previos de licuación. La documentación revisada corresponde a efectos del terremoto de 1918 en el oeste de Puerto Rico. Información de la RSPR indica que durante el terremoto de 1918 se observaron fuentes de arena de hasta 10 a 12 pies de altura. Además, se observaron grietas en los terrenos de poca elevación, especialmente en los cultivos de caña de azúcar en el Oeste de Puerto Rico.¹⁵

Este terremoto supuestamente produjo licuación en el valle del Río Añasco (Reid y Taber, 1919). Moya y McCann (1991) sugirieron que el terremoto de 1918 también pudo haber generado eventos de licuación cerca de Aguadilla.

Probabilidad de eventos futuros

La probabilidad de un evento de licuación está directamente relacionada con la ocurrencia de un terremoto, además de la intensidad del temblor (expresada en

¹⁵ <http://redsismica.uprm.edu/english/Info/quake1918.php>

términos de la Aceleración Pico del Suelo (*Peak Ground Acceleration* o PGA) y la susceptibilidad del área.

Por ejemplo, existe un 25% de probabilidad de que haya licuación en las áreas con una susceptibilidad muy alta y 20% en las áreas con susceptibilidad alta tras la ocurrencia de un terremoto de 6.5 o más en un periodo de 50 años, de acuerdo con la probabilidad de terremotos descrita en la sección 4.2.7. La tabla siguiente describe las probabilidades para cada nivel de susceptibilidad y de acuerdo con las diferentes intensidades de temblor.

Tabla 42. Probabilidad de licuación de acuerdo con los niveles de susceptibilidad y PGA

| PGA (g) | Muy Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto |
|-------------|----------|------|----------|------|----------|
| 0.50 | 1% | 5% | 10% | 20% | 25% |
| 0.45 | 0.8% | 5% | 10% | 20% | 25% |
| 0.40 | 0.6% | 5% | 10% | 20% | 25% |
| 0.35 | 0.4% | 4% | 10% | 20% | 25% |
| 0.30 | 0.2% | 2% | 10% | 20% | 25% |
| 0.25 | 0.00 | 1% | 7% | 20% | 25% |
| 0.20 | 0.00 | 0.00 | 3% | 12% | 25% |
| 0.15 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6% | 15% |
| 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2% |
| 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Fuente: URS, 2002. Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.

Evaluación de vulnerabilidad

Población en riesgo de licuación

Se estima que 3,351 habitantes de Aguadilla lo que constituye el 5.8% de su población total, vive en áreas con una susceptibilidad alta y muy alta de experimentar el riesgo de licuación. Unos 3,079 habitantes de Aguadilla viven en zonas de muy alta susceptibilidad y 272 personas habitan en áreas de susceptibilidad alta.

De la población que vive en áreas con una susceptibilidad muy alta a licuación, unas 561 personas (18%) tienen más de 65 años, mientras que 733 (23%) tienen menos de 18 años. Alrededor de 760 personas (25%) viven bajo los niveles de pobreza. En esta zona el 41% de los hogares tiene al menos uno de sus miembros con algún impedimento.

Tabla 43. Características de la población viviendo en áreas susceptibles a licuación

| Características | Susceptibilidad | | | | |
|--|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| | Muy baja | Baja | Moderada | Alta | Muy Alta |
| Población total | 28,922 | 381 | 25,215 | 272 | 3,079 |
| Población menor de 18 años | 6,522 | 86 | 5,386 | 53 | 733 |
| Población mayor de 65 años | 5,057 | 66 | 4,552 | 53 | 561 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 5,581 | 55 | 3,592 | 55 | 760 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 4,843 | 61 | 4,049 | 61 | 617 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$17,203 | \$21,881 | \$22,416 | \$15,317 | \$11,946 |
| Ingreso per cápita | \$9,567 | \$11,269 | \$11,344 | \$8,426 | \$8,531 |
| Familias con un solo jefe de familia | 3,167 | 36 | 2,288 | 26 | 428 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 2,481 | 27 | 1,745 | 21 | 347 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 6,436 | 68 | 4,797 | 70 | 617 |
| Unidades de vivienda | 14,371 | 172 | 11,577 | 157 | 2,082 |
| Hogares | 11,791 | 145 | 9,917 | 130 | 1,521 |

Fuente: URS, 2002. 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates

Estructuras e infraestructura en riesgo de licuación

Utilizando la información provista por el Municipio de Aguadilla para el propósito de este proyecto y la información del Censo para el 2015, se estimó que 513 estructuras en Aguadilla están ubicadas en áreas con muy alta susceptibilidad a la licuación. De las estructuras ubicadas en estas áreas de riesgo existen algunas instalaciones críticas incluyendo: un cuartel de la Policía Municipal; 12 instituciones educativas y tres subestaciones de energía eléctrica.

Tabla 44. Activos en riesgo de licuación

| Instalaciones críticas | Número de estructuras por nivel de susceptibilidad al riesgo de licuación | | | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|-------------------------------------|---|------|----------|------|----------|---|---|
| | Muy Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto | | |
| Instalaciones del aeropuerto | 3 | - | 24 | - | - | Terminal, Hangar, Almacén, Oficinas | Ave. Borinquen-Base Ramey, Bo. Borinquen |
| Hospitales | 3 | - | 2 | - | - | Ramey Medical Center, Sala de emergencias San Francisco | (a) Bo. Maleza Baja (b) Bo. Caimital Alto |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras por nivel de susceptibilidad al riesgo de licuación | | | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|---|---|------|----------|------|----------|--|--|
| | Muy Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto | | |
| Subestaciones de energía eléctrica | 1 | - | 1 | - | 3 | AEE Planta de Energía Eléctrica Subestación | Bo. Pueblo Bo. Victoria |
| Respuesta de emergencias | | - | 1 | - | - | OMME | Estadio Luis A. Canena Marquez, PR-2, Bo. Caimital Bajo |
| Estación de Bomberos | 1 | - | - | - | - | | Calle José de Diego, Bo. Pueblo |
| Instalaciones de la Policía | | - | 6 | - | 1 | Cuartel de la Policía Municipal | Calle Stahl, Bo. Pueblo |
| Instalaciones de manejo de aguas residuales | 7 | - | 6 | - | - | Bombas sanitarias: <ul style="list-style-type: none"> • Guerrero Ward • Troncal Este • Poblado San Antonio High School • Montaña Industrial Area • Paseos de San Antonio • Lift Station No. 5 | Bo. Ceiba Baja Bo. Caimital Alto Bo. Ceiba Alta Bo. Camaseyes Bo. Montaña Bo. Maleza Alta |
| Instalaciones de manejo de agua | 17 | - | 3 | - | - | Bombas potables: Hogar Crea Aguadilla Correccional - Guerrero (FO) Tanque: <ul style="list-style-type: none"> • Aguadilla Correccional - Guerrero | Bo. Ceiba Baja Bo. Guerrero Bo. Guerrero |
| Instalaciones esenciales | | | | | | | |
| Mixto (residencial & comercial) | 107 | 2 | 78 | - | 115 | Oficina comercial y apartamentos, | |
| Instalaciones Municipales | 21 | - | 18 | - | 6 | Centro gubernamental, Biblioteca electrónica | Bo. Pueblo |
| Instituciones educativas | 96 | - | 100 | - | 12 | Esc. José de Diego Esc. Eladio J. Vega Centro Head Start Iglesia Presbiteriana | Bo. Caimital Bajo Bo. Pueblo Bo. Pueblo Bo. Pueblo Bo. Pueblo |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras por nivel de susceptibilidad al riesgo de licuación | | | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|----------------------------------|---|------|----------|------|----------|---|--|
| | Muy Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto | | |
| | | | | | | Century College UNITEC Esc. Dr. Agustín Stahl Instituto La Reiné Esc. Dr. Rafael del Valle Colegio San Carlos Borromeo Headstart Aponte Headstart Jaicoa Headstart Early Head Start | Bo. Pueblo Bo. Pueblo Bo. Pueblo Bo. Victoria Res. Jose A. Aponte, Carr. 111, Bo. Victoria Calle Yumet Marin #119, Bo. Pueblo Cil Luis Muñoz Rivera PR-1107 Km 3.20, Bo. Pueblo |
| Activos comunitarios | 101 | - | 116 | - | 25 | Parque de pelota César Augusto Santiago, Iglesia Presbyterian, Skate Park Plácido Acevedo | Bo. Pueblo |
| Comercios | 503 | 8 | 701 | 2 | 351 | Parador Villa Montaña, Tropical Trail Rides | Bo. Montaña |
| Edificios gubernamentales | 53 | 2 | 47 | - | - | Tribunal Superior, Departamento de la Familia | Bo. Pueblo |
| Total | 913 | 12 | 1,103 | 2 | 513 | | |

Fuente: URS. 2002. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Instalaciones de agua potable y aguas residuales provistas por AAA, 2017.

Desarrollos futuros en riesgo de licuación

Según se indicó anteriormente, el Municipio tiene varios proyectos en diferentes fases de desarrollo. Los siguientes proyectos municipales están ubicados en áreas susceptibles a licuación.

Tabla 45. Inventario de proyectos municipales en riesgo potencial de licuación

| Proyecto | Tipo | Fase | Nivel de susceptibilidad |
|---|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Hotel - Aguadilla Ice Skating Arena | Hotel | Diseño | Muy Alto |
| Centro de Información Turística | Edificios | Diseño | Muy Alto |
| Centro de Bellas Artes | Comercios | Diseño | Muy Alto |
| Condo-Hotel & Casino | Hotel | Diseño | Muy Alto |
| Gimnasio | Parques y recreación | Diseño | Muy Alto |
| Remodelación de la plaza pública Rafael Hernández | Plaza pública | Diseño | Muy Alto |
| Skate Park - Cuesta Vieja | Parques y recreación | Diseño | Muy bajo |
| Gimnasio San Antonio | Parques y recreación | Diseño | Moderado |
| Mejoras al Parque Colón | Parques y recreación | Diseño | Muy Alto |
| OMME | Edificio - administrativo | Diseño | Moderado |
| Mejoras al estacionamiento de Crash Boat | Estacionamiento | Diseño | Muy bajo |
| Mejoras a la pescadería | Edificio | Diseño | Muy Alto |
| Centro Comunal Esteves | Edificio – Comunitario | Diseño | Moderado |
| La Vía Bulevar | Carretera | Diseño | Muy Alto |
| Real Marina Suites | Edificio - residencial | Listo para construcción | Muy Alto |
| Atlantic SunView Apartments | Edificio - residencial | Listo para construcción | Muy Alto |
| Paseo Real Marina (Fase 2 A) | Paseo | Listo para construcción | Muy Alto |
| Paseo Real Marina (Fase 2 B) | Paseo | Listo para construcción | Muy Alto |
| Mejoras al parque de pelota | Parques y recreación | Listo para construcción | Muy Alto |
| Skate Park - Urb. Paseos Reales | Parques y recreación | Listo para construcción | Moderado |
| Ocean Dreams Apartments | Edificio -residencial | Listo para construcción | Muy Alto |

Fuente: URS, 2002 e Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla

4.2.9 Deslizamientos inducidos por terremotos

Descripción del riesgo

El deslizamiento inducido por terremoto se refiere al momento en que un terremoto hace que una pendiente se vuelva inestable, debido a la carga inercial impuesta o al causar una pérdida de resistencia en los materiales de la pendiente (USGS, 2004). Los deslizamientos inducidos por terremotos pueden ocurrir en pendientes naturales, pendientes que han tenido cortes o relleno o en rocas erosionadas. Estos son comunes

en pendientes de corte pronunciado en suelos relativamente poco profundos, sobre rocas no erosionadas o fracturadas (URS, 2002).

Ubicación, extensión y distribución del riesgo

La susceptibilidad de un área a experimentar deslizamientos inducidos por terremotos depende de las condiciones del suelo y la geología, de la pendiente, del contenido de agua que haya en el suelo, y del comportamiento histórico de las pendientes. A base de estas características, se establecen categorías de susceptibilidad que van desde muy bajas a muy altas, según se presenta en la siguiente tabla (URS, 2002).

Tabla 46. Categorías de susceptibilidad a base de la geología, fisiografía y ángulo de las pendientes

| Grupo geológico | Ángulo de la pendiente (grados) | | | | | |
|--|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 0-10 | 10-15 | 15-20 | 20-30 | 30-40 | >40 |
| Seco (planicies costeras semi áridas y terrenos firmes semiáridos) | | | | | | |
| Rocas fuertemente cementadas | MB | MB | MB | MB | B | B |
| Rocas débilmente cementadas y suelos arenosos y arenisca pobremente cementada | MB | MB | B | B | B | M |
| Rocas arcillosas | MB | B | M | A | A | A |
| Húmedos (planicies costeras húmedas, terrenos firmes y valles húmedos) | | | | | | |
| Rocas fuertemente cementadas | MB | MB | B | M | M | M |
| Rocas débilmente cementadas y suelos arenosos y arenisca pobremente cementada | MB | B | M | A | A | MA |
| Rocas arcillosas | B | M | A | MA | MA | MA |

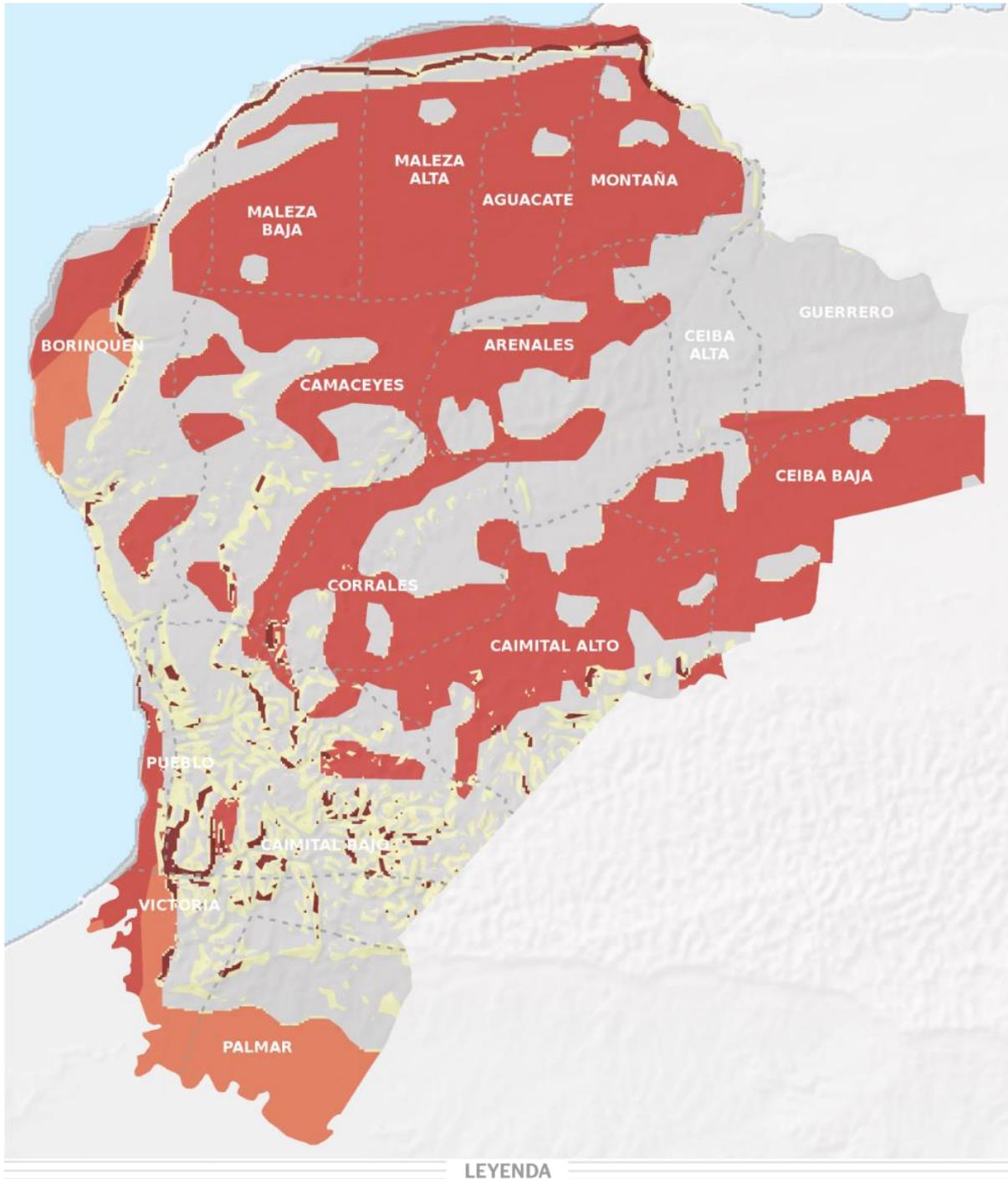
MB-Muy Bajo; B- Bajo; M- Moderado; A- Alto, MA- Muy Alta

En Aguadilla, las áreas de muy alta susceptibilidad a deslizamientos inducidos por terremoto son aquellas donde predominan los mogotes y los farallones en las costas. Las de alta susceptibilidad a deslizamientos corresponden a aquellas ubicadas en la costa, en áreas de arenas no consolidadas y en la planicie aluvial del Río Culebrinas.

Caimital Bajo y Pueblo son los barrios con las mayores extensiones de terrenos susceptibles a deslizamientos inducidos por terremoto. Caimital Bajo representa la zona más vulnerable, por ser el barrio con la mayor extensión de terrenos en riesgo muy alto de deslizamiento inducido por terremoto. Aproximadamente 6% (587,377 m²) del área total, seguido por Pueblo con 4% (39,746 m²).

Las áreas de susceptibilidad moderada están dispersas en el Municipio, como se muestra en el siguiente mapa. Se concentran principalmente en los barrios Palmar y Victoria con un 48% y un 23%, respectivamente.

Mapa 19. Susceptibilidad a deslizamientos inducidos por terremotos en Aguadilla



Riesgo a deslizamiento inducido por terremoto



Fuente: Evaluación Integrada de Riesgos para la Isla de Puerto Rico, 2002.

Tabla 47. Áreas susceptibles a deslizamientos inducidos por terremotos por barrio (m²)

| Barrio | Muy Bajo | | Bajo | | Moderado | | Alto | | Muy Alto | |
|----------------------|-----------|------------|-----------|-----|-----------|------------|-----------|--------|----------|-------|
| | | Muy Bajo % | | % | | Moderado % | | Alto % | | % |
| Aguacate | 483,303 | 12% | 95,712 | 2% | - | - | 3,218,796 | 83% | 52,398 | 1% |
| Maleza Alta | 531,066 | 10% | 154,451 | 3% | - | - | 4,444,661 | 83% | 104,070 | 2% |
| Montaña | 551,152 | 14% | 143,974 | 4% | 1,800 | 0.04% | 3,234,598 | 80% | 111,563 | 3% |
| Maleza Baja | 1,134,116 | 23% | 169,365 | 3% | - | - | 3,534,050 | 70% | 119,878 | 2% |
| Borinquen | 4,123,949 | 49% | 829,950 | 10% | 1,078,505 | 13% | 1,995,348 | 24% | 158,958 | 2% |
| Ceiba Alta | 2,765,821 | 87% | 60,174 | 2% | - | - | 336,229 | 11% | - | - |
| Guerrero | 4,838,584 | 83% | 56,155 | 1% | - | - | 953,195 | 16% | - | - |
| Arenales | 3,929,342 | 55% | 124,662 | 2% | 1,256 | 0.02% | 3,096,867 | 43% | - | - |
| Camaseyes | 4,822,150 | 49% | 721,974 | 7% | - | - | 4,360,052 | 44% | 31,253 | 0.31% |
| Ceiba Baja | 917,638 | 14% | 116,337 | 2% | - | - | 5,502,789 | 84% | - | 0% |
| Corrales | 2,627,069 | 42% | 218,059 | 3% | - | - | 3,383,691 | 54% | 36,001 | 1% |
| Caimital Alto | 2,685,194 | 30% | 689,984 | 8% | - | - | 5,481,510 | 61% | 82,243 | 1% |
| Caimital Bajo | 4,762,018 | 49% | 3,452,093 | 36% | - | - | 898,154 | 9% | 587,377 | 6% |
| Pueblo | 214,992 | 23% | 196,503 | 21% | 6,254 | 1% | 422,665 | 45% | 39,746 | 4% |
| Victoria | 1,784,077 | 41% | 1,001,953 | 23% | 1,006,473 | 23% | 458,894 | 10% | 130,118 | 3% |
| Palmar | 2,194,188 | 43% | 444,291 | 9% | 2,484,869 | 48% | - | - | 18,138 | 0% |

Fuente: URS, 2002 y JP, 2014. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes

No se identificaron eventos históricos o recientes de deslizamiento inducido por terremotos para Aguadilla. Según la RSPR, durante el terremoto de 1918 no se produjeron deslizamientos significativos. Los desprendimientos de rocas ocurrieron en áreas donde la intensidad fue VI o mayor y las condiciones del terreno fueron favorables. La mayoría de los desprendimientos de roca ocurrieron en áreas que concentran colinas de roca caliza empinadas cerca de Arecibo y en los acantilados de roca caliza que se encuentran en las costas del noroeste de Puerto Rico.¹⁶

Probabilidad de eventos futuros

La probabilidad de un evento de deslizamientos inducidos por terremotos está directamente relacionada con la ocurrencia de un terremoto, además de la intensidad del temblor (expresada en términos de la Aceleración Pico del Suelo (*Peak Ground Acceleration* o PGA) y la susceptibilidad del área.

Por ejemplo, existe un 30% de probabilidad de que haya deslizamientos inducidos por terremotos en las áreas con una susceptibilidad muy alta y 25% en las áreas con susceptibilidad alta tras la ocurrencia de un terremoto de 6.5 o más en un periodo de 50 años, de acuerdo con la probabilidad de terremotos descrita en la sección 4.2.7. La tabla siguiente describe las probabilidades para cada nivel de susceptibilidad y de acuerdo con las diferentes intensidades de temblor.

Tabla 48. Probabilidad de deslizamientos inducidos por terremoto de acuerdo con los niveles de susceptibilidad y PGA

| PGA (g) | Muy Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto |
|---------|----------|------|----------|------|----------|
| 0.5 | 1% | 5% | 15% | 25% | 30% |
| 0.45 | 0% | 5% | 15% | 25% | 30% |
| 0.4 | 0% | 5% | 15% | 25% | 30% |
| 0.35 | 0% | 5% | 15% | 25% | 30% |
| 0.3 | 0% | 5% | 15% | 25% | 30% |
| 0.25 | 0% | 0% | 15% | 25% | 30% |
| 0.2 | 0% | 0% | 15% | 25% | 30% |
| 0.15 | 0% | 0% | 0% | 25% | 30% |
| 0.1 | 0% | 0% | 0% | 0% | 30% |
| 0.05 | 0% | 0% | 0% | 0% | 30% |

Fuente: URS, 2002. Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico.

¹⁶ Obtenido de: Red Sísmica de Puerto Rico: Información sísmica: Terremoto, 1918. <http://redsismica.uprm.edu/english/Info/quake1918.php>

Evaluación de vulnerabilidad

Aguadilla es el municipio de Puerto Rico con la mayor proporción de población vulnerable a los efectos de un deslizamiento inducido por terremoto, según el Plan de Mitigación de Riesgos Naturales de Puerto Rico (2016, borrador). En Aguadilla, la geología caliza, combinada con la presencia de población y de infraestructura en áreas de topografía empinada aumentan la vulnerabilidad.

Se estima que aproximadamente 26,528 residentes de Aguadilla viven en áreas con una susceptibilidad muy alta o alta a deslizamientos inducidos por terremotos. Esto constituye el 46% de la población total del municipio. De las 25,951 personas que viven en áreas con alta susceptibilidad a deslizamientos inducidos por terremoto, unas 4,665 (17%) tiene más de 65 años y 5,559 (21%) tiene menos de 18 años. Alrededor de 3,843 personas en esta categoría vive bajo el nivel de pobreza. Mientras que en 4,249 hogares ubicados en esta área habitan una o más personas con impedimento. El resto de la población, 31,322 personas se encuentran en áreas de muy baja a moderada susceptibilidad a deslizamientos inducido por terremoto, según se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 49. Características de la población viviendo en áreas con riesgo a deslizamiento inducido por terremoto

| Características | Muy Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|
| Población total | 25,582 | 4,426 | 1,314 | 25,951 | 577 |
| Población menor de 18 años | 5,777 | 975 | 323 | 5,559 | 141 |
| Población mayor de 65 años | 4,433 | 809 | 285 | 4,665 | 94 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 4,857 | 945 | 266 | 3,843 | 129 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 4,264 | 793 | 229 | 4,249 | 94 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$17,402 | \$15,995 | \$14,512 | \$21,890 | \$14,937 |
| Ingreso per cápita | \$9,618 | \$9,157 | \$10,122 | \$11,198 | \$8,465 |
| Familias con un solo jefe de familia | 2,771 | 518 | 145 | 2,439 | 70 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 2,165 | 406 | 126 | 1,868 | 56 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 5,650 | 1,025 | 241 | 4,941 | 127 |
| Unidades de vivienda | 12,353 | 2,627 | 697 | 12,315 | 355 |
| Hogares | 10,301 | 1,994 | 576 | 10,363 | 262 |

Fuente: URS. 2002 y 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates

Estructuras e infraestructura en riesgo de deslizamiento inducido por terremoto

Se estimó que 1,531 estructuras críticas y esenciales ubican en áreas de alta o muy alta susceptibilidad a deslizamientos inducidos por terremotos. De las estructuras en áreas de alta susceptibilidad, hay cuatro que son instituciones educativas que también se utilizan

como refugio en caso de emergencias. La siguiente tabla presenta alguna infraestructura crítica e instalaciones esenciales por nivel de susceptibilidad.

Tabla 50. Activos en riesgo de deslizamiento inducido por terremoto

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|--|-----------------------|------|---------------|------|----------|--|--|
| | Muy Bajo | Bajo | Modera- do | Alto | Muy Alto | | |
| Instalaciones del aeropuerto | 2 | 2 | - | 23 | - | Terminal, Hangar, Almacén, Oficinas | Ave. Borinquen-Base Ramey, Bo. Borinquen |
| Hospitales | 3 | - | - | 2 | - | Ramey Medical Center, Sala de Emergencias San Francisco | (a) Bo. Maleza Baja (b) Bo. Caimital Alto |
| Subestaciones de energía eléctrica | 1 | - | - | 4 | - | | |
| Respuesta de emergencias | - | - | - | 1 | - | OMME | Estadio Luis A. Canena Marquez, PR-2, Bo. Caimital Bajo |
| Estación de Bomberos | 1 | - | - | - | - | | |
| Instalaciones de la Policía | - | 1 | - | 6 | - | Cuartel de la policía, Negociado Investigación y Vehículos Hurtados, Policía De Puerto Rico - División De Patrullas Drogas y Narcóticos | Bo. Ceiba Baja Bo. Maleza Baja Bo. Ceiba Baja Bo. Maleza Baja |
| Instalaciones de manejo de aguas usadas | - | - | - | 2 | - | Bombas sanitarias: <ul style="list-style-type: none"> Escuela superior Poblado San Antonio Paseos de San Antonio | Bo. Ceiba Alta Bo. Montaña |
| Instalaciones de manejo de agua potable | 7 | 3 | - | 2 | | Bombas potables: <ul style="list-style-type: none"> Aguadilla Correccional - Guerrero (FO) Tanques: <ul style="list-style-type: none"> Aguadilla Correccional - Guerrero | Bo. Ceiba Alta Bo. Ceiba Alta |
| Instalaciones esenciales | | | | | | | |
| Mixto (residencial & comercial) | 98 | 19 | 6 | 178 | 1 | Registro demográfico & Plaza Apartments, Programa WIC & Victoria Apartments | Bo. Pueblo Bo. Pueblo |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|----------------------------------|-----------------------|------------|-----------|--------------|-----------|---|--|
| | Muy Bajo | Bajo | Moderado | Alto | Muy Alto | | |
| Instalaciones Municipales | 17 | 4 | 3 | 21 | - | Biblioteca Ana Roque de Duprey, Centro comunal sector La Charca | Bo. Arenales |
| Instituciones educativas | 93 | 4 | 2 | 120 | - | Escuela José de Diego Escuela Eladio J. Vega Centro Head Start Iglesia Presbiteriana UNITEC Dr. Agustín Stahl Instituto La Reiné Dr. Rafael del Valle Colegio San Carlos Borromeo Century College Esc. Carmen Gómez Tejera Esc. Benito Cerezo Vásquez Centro de Adiestramiento/ Bellas Artes (CABA) Escuela Superior Juana Suarez Pelegrina Escuela S.U. Adams | Bo. Pueblo Carr. 4442, Calle Yumet, Bo. Pueblo Bo. Pueblo Calle Marina, Bo. Pueblo "Calle Betances, Bo. Pueblo" Bo. Pueblo Calle Agustín Stahl, Sector Tamarindo, Bo. Pueblo Calle Yumet, Bo. Pueblo Bo. Pueblo Calle Agustín Stahl, Sector Tamarindo, Bo. Pueblo Carr. 107, Bo. Borinquen Ave. Ing. Orlando Alarcon, Bo. Maleza Baja Carr. 459, Bo. Ceiba Alta PR 2, Bo. Caimital Alto |
| Activos comunitarios | 95 | 11 | 5 | 129 | 1 | Iglesia Cristiana del Valle, Cancha de baloncesto sector Tamarindo | |
| Comercios | 463 | 78 | 29 | 983 | 10 | Aguadilla Mall, Parador Villa Montaña, Pep Boys Auto Parts | |
| Edificios gubernamentales | 43 | 11 | | 48 | | Departamento de Educación, ASUME, Departamento de Seguridad Nacional | |
| Total | 823 | 133 | 45 | 1,519 | 12 | | |

Fuente: URS, 2002. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Instalaciones de agua y de agua residuales provistas por la AAA, 2017.

Según se indicó anteriormente, el Municipio tiene varios proyectos en diferentes fases de desarrollo. Los siguientes proyectos están ubicados en áreas de susceptibilidad alta o muy alta a deslizamientos inducidos por terremotos.

Tabla 51. Inventario de desarrollos potenciales en riesgo de deslizamiento inducido por terremoto

| Proyecto | Tipo | Fase | Nivel de susceptibilidad |
|--|---------------------------|-------------------------|--------------------------|
| Paseo Real Marina (Fase 2A) | Paseo | Listo para construcción | Muy Alto |
| Paseo Real Marina (Fase 2B) | Paseo | Listo para construcción | Muy Alto |
| Hotel - Aguadilla Ice Skating Arena | Hotel | Diseño | Alto |
| Centro de Información Turística | Edificio | Diseño | Alto |
| Centro de Bellas Artes | Comercio | Diseño | Alto |
| Condo-Hotel & Casino | Hotel | Diseño | Alto |
| Gimnasio | Deportes y recreación | Diseño | Alto |
| Remodelación de plaza pública Rafael Hernández | Plaza pública | Diseño | Alto |
| Gimnasio San Antonio | Deportes y recreación | Diseño | Alto |
| Mejoras al Parque Colón | Parque | Diseño | Alto |
| Edificio OMME | Edificio - Administrativo | Diseño | Alto |
| Mejoras a la pescadería | Edificio - comercial | Diseño | Alto |
| Real Marina Suites | Edificio - residencial | Listo para construcción | Alto |
| Atlantic SunView Apartments | Edificio - residencial | Listo para construcción | Alto |
| Mejoras al parque de pelota | Deportes y recreación | Listo para construcción | Alto |
| Skate Park - Urb. Paseos Reales | Deportes y recreación | Listo para construcción | Alto |
| Ocean Dreams Apartments | Edificio - residencial | Listo para construcción | Alto |

Fuente URS, 2002 e Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla

4.2.10 Tsunami

Descripción del riesgo

Un tsunami es una serie de olas oceánicas generadas por desplazamientos repentinos en el fondo marino, deslizamientos o actividad volcánica. La ola del tsunami puede llegar suavemente a la costa o puede aumentar en altura para convertirse en una pared de movimiento rápido, de aguas turbulentas de varios metros de altura (NOAA, 2017).

Si ocurre un gran terremoto o un deslizamiento cerca de la costa, la primera de una serie de olas podría llegar a las costas en unos minutos, incluso antes de que se emita una advertencia. Las áreas corren un mayor riesgo si están a menos de 25 pies sobre el nivel del mar y dentro de una milla de la costa (DHS, 2017a). Los estudios han identificado que

un problema para Puerto Rico y las Islas Vírgenes es que los puntos de generación de tsunamis probablemente estén muy cerca de la costa, por lo que el tiempo de advertencia es corto, a diferencia de Hawái, donde los puntos están muy distantes y las advertencias pueden transmitirse con horas de anticipación (USGS, 2001).

Los tsunamis también pueden viajar grandes distancias y aún tener suficiente energía para causar daños significativos en una costa distante.

Ubicación, alcance y distribución

El mapa de las zonas de desalojo de tsunamis, preparado por la RSPR, se utilizó para describir y evaluar este peligro en Aguadilla. Este mapa muestra las áreas que deberían ser desalojadas debido al impacto potencial, directo o indirecto, de un tsunami.

Las áreas costeras de poca elevación en todos los barrios costeros de Aguadilla son susceptibles a los impactos de un tsunami, según se presenta en el siguiente mapa. Aproximadamente 3,885,003 m² de terrenos en el Municipio (4%) son susceptibles a los efectos de un tsunami. El barrio Pueblo presenta la mayor susceptibilidad, donde casi el 36% (341,419 m²) podría ser, directa o indirectamente, afectado por un tsunami. A este le sigue el barrio Victoria, donde el 26% (1,157,004 m²) del terreno se encuentra en zona susceptible a tsunamis, esta área coincide con la desembocadura del Río Culebrinas, en el sur del Municipio.

Otras áreas susceptibles se encuentran entre los barrios de Montaña y Aguacate y en la parte norte de Borinquen. El área del barrio de Montaña y Aguacate durante una emergencia y necesidad de desalojar el área lo harían utilizando la carretera estatal PR-4466. La parte de norte de Borinquen es un área que no cuenta con residencias o negocios.

Mapa 20. Zonas de desalojo de tsunami

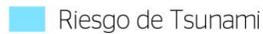


Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico, Zonas de desalojo por tsunami, 2003-2012.

Mapa 21. Vista cercana la zona de desalojo de tsunami en Pueblo



LEYENDA

- | | |
|---|--|
|  Cuartel de la Policia |  Barrios |
|  Subestación de AEE |  Riesgo de Tsunami |

Fuente: Red Sísmica de Puerto Rico, Tsunami Evacuation Zones, 2003-2012

Tabla 52. Áreas susceptibles a tsunami por barrio (m²)

| Barrio | Área | Por ciento |
|----------------------|-----------|------------|
| Aguacate | 317,726 | 8% |
| Maleza Alta | 793,548 | 15% |
| Montaña | 102,598 | 3% |
| Maleza Baja | 187,105 | 4% |
| Borinquen | 985,603 | 12% |
| Ceiba Alta | - | - |
| Guerrero | - | - |
| Arenales | - | - |
| Camaseyes | - | - |
| Ceiba Baja | - | - |
| Corrales | - | - |
| Caimital Alto | - | - |
| Caimital Bajo | - | - |
| Pueblo | 341,419 | 36% |
| Victoria | 1,157,004 | 26% |
| Palmar | - | - |

Fuente: RSPR (2003-2012) y JP, 2014. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes de tsunami

El terremoto que azotó a Puerto Rico el 11 de octubre de 1918 provocó un tsunami con una ola cuya altura sobrepasó los 19 pies (~ 6 m) en Punta Agujereada, en el barrio Maleza Baja. Se informó que 40 personas murieron como resultado directo del tsunami y que se produjeron daños significativos a lo largo de la costa Noroeste de la Isla. El tiempo estimado entre el terremoto y la llegada de la primera ola fue de cinco minutos en Punta Borinquen. La altura máxima de este tsunami en Aguadilla fue de seis metros (20 pies).

De acuerdo con la evidencia disponible, este evento fue causado por un terremoto submarino localizado en el Cañón de Mona, aproximadamente a 24.2 km al oeste de Punta Higuero, el extremo más al oeste de Puerto Rico. Este evento es lo que se conoce como un tsunami de campo cercano, ya que se generó cerca del área afectada (Mercado & McCann, s.f.).

Tabla 53. Eventos significativos de tsunami

| Fecha | Área afectada | Daños/Impacto económico |
|-----------------|--|---|
| 18 octubre 1918 | Oeste de Puerto Rico, incluyendo Aguadilla | Daño severo en el lado Oeste de la Isla. \$3 millones 40 personas muertas como resultado del tsunami |
| 4 agosto 1946 | Se observó un tsunami de dos pies en las costas Oeste y Norte de la Isla. El tsunami afectó a Mayagüez y Aguadilla (AEMEAD, 2016). | No hay registros de los daños resultantes del tsunami. |

Fuente: PRSN and AEMEAD, 2016.

Probabilidad de eventos futuros de tsunami

En Aguadilla, el peligro aumenta principalmente por su proximidad al Cañón de Mona, que es el área que presenta mayor peligro para la región Noroeste de la Isla. Se utilizaron los resultados de la probabilidad estimada mediante modelos desarrollados por Parson y Geist (2008) que muestran una probabilidad en el rango del 10% al 20% en 30 años para Puerto Rico. El peligro fue calculado para las Antillas Mayores, incluyendo a Puerto Rico, y consideró su proximidad al límite de la placa de subducción del Caribe-Norte Americana. Como referencia, calcularon la probabilidad a 30 años de un tsunami ($r \geq 0.5$ m) en celdas de 20 km por 20 km para los países y territorios representativos del Caribe (Parson y Geist, 2008).

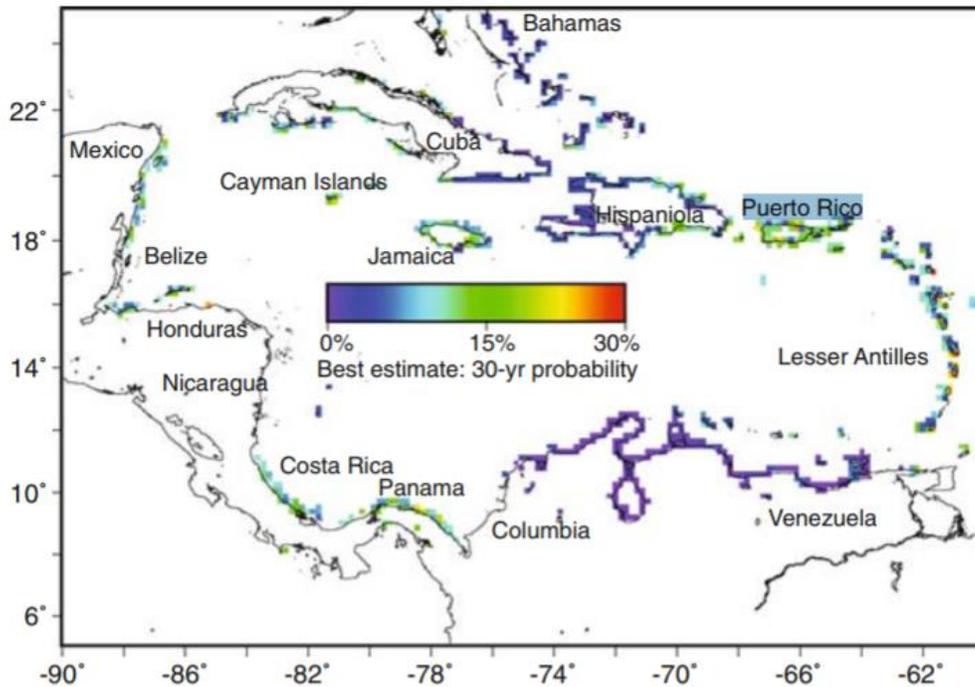
La siguiente tabla muestra una probabilidad de 30 años de que se produzca un oleaje asociado a un tsunami de más de 0.5 m en celdas que contienen concentraciones de población en 20 km por 20 km para Puerto Rico.

Tabla 54. Probabilidad de 30 años de tsunami para Puerto Rico

| País | Ciudad costera más cercana en una celda de 20 km x 20 km | Latitud | Longitud | Probabilidad a 30 años $r \geq 0.5$ m (%) |
|-------------|--|---------|----------|---|
| Puerto Rico | San Juan | 18.4500 | 66.0667 | 22.24 |

Fuente: Parsons, T. & Geist, E. 2008. Probabilidad de tsunami en la región del Caribe

Figura 10. Frecuencia de tsunami en una celda de 20 km por 20 km



Fuente: Parsons, T. & Geist, E. 2008. Probabilidad de tsunami en la región del Caribe.

Evaluación de vulnerabilidad

Población en riesgo de tsunami

En Aguadilla unas 2,236 personas (4% de la población total) viven en áreas que deberán ser desalojadas debido al impacto potencial, directo o indirecto, de un tsunami. En grupos de población vulnerables, hay 416 residentes mayores de 65 años y 590 menores de 18 años.

En esta zona hay 1,014 hogares y en 396 de estos hogares viven personas con algún tipo de impedimento. Características adicionales de esta población se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 55. Características de la población viviendo en áreas de tsunami

| Características | |
|--|----------|
| Población total | 2,236 |
| Población menor de 18 años | 590 |
| Población mayor de 65 años | 416 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 519 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 396 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$12,349 |
| Ingreso per cápita | \$9,136 |

| Características | |
|---|-------|
| Familias con un solo jefe de familia | 301 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 262 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 364 |
| Unidades de vivienda | 1,333 |
| Hogares | 1,014 |

Fuente: PRSN (2003-2012) y 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates.

Estructuras e infraestructura en riesgo de tsunami

Se estima que 187 estructuras críticas y esenciales en Aguadilla están ubicadas en áreas con susceptibilidad al tsunami. De las estructuras en áreas con susceptibilidad existen algunas instalaciones críticas como un cuartel de la Policía Municipal, e instalaciones esenciales como 14 instituciones educativas. Estas y otras instalaciones se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 56. Activos ubicados en áreas susceptibles a tsunami

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|---------------------------------|-----------------------|---|---|
| Instalaciones de la Policía | 1 | Cuartel de la Policía Municipal | Calle Stahl, Bo. Pueblo |
| Instalaciones esenciales | | | |
| Mixto (residencial & comercial) | 27 | Programa WIC & Victoria apartments | Bo. Pueblo |
| Instalaciones municipales | 3 | Aguadilla Ice Skating Arena, Cementerio, Biblioteca pública | Carr. 4442, Bo. Pueblo Bo. Pueblo Bo. Pueblo |
| Instituciones educativas | 14 | Esc. José de Diego Esc. Eladio J. Vega Centro Head Start Iglesia Presbiteriana Esc. Dr. Agustín Stahl UNITEC Instituto La Reiné Dr. Rafael del Valle Esc. Carmen Gómez Tejera Colegio San Carlos Borromeo Headstart Aponte Headstart Jaicoa Headstart Estela Headstart Rincon Pueblo Headstart Guaniquilla | Bo. Pueblo Carr. 4442, Calle Yumet, Bo. Pueblo Bo. Pueblo "Calle Betances, Bo. Pueblo" Calle Marina, Bo. Pueblo Pueblo Bo. Pueblo Calle Agustín Stahl, Sector Tamarindo, Bo. Pueblo Calle Agustín Stahl, Sector Tamarindo, Bo. Pueblo Calle Yumet, Bo. Pueblo Res. Jose A. Aponte, Carr. 111, Bo. Victoria Calle Yumet Marin #119, Bo. Pueblo Carr. 115, Rincón Carr. 115, Rincón Carr. 441, Aguada |
| Activos comunitarios | 14 | Plaza Fuente de la Juventud, Iglesia Presbiteriana, | Calle M Rivera y Calle Comercio |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|---------------------------|-----------------------|---|---|
| Comercios | 127 | Casa Parroquial, Casa Juan Bosco, Iglesia Adventista, Parque de pelota de Urb. Victoria Parque Colón Coliseo Luis T. Díaz | Bo. Pueblo 188 Calle Stahl, Bo. Pueblo Bo. Pueblo Calle Tulipan, Bo. Victoria Bo. Victoria Calle Concepción, Bo. Pueblo |
| | | Parador Villa Montaña, Cooperativa de Ahorro y Crédito Banco Santander | Bo. Aguacate Bo. Pueblo |
| Edificios gubernamentales | 1 | Centro Judicial | Bo. Pueblo |
| Total | 187 | | |

Fuente: RSPR (2003-2012). U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Instalaciones de agua y aguas residuales provistas por la AAA, 2017. Plan de Mitigación Multiriesgos Aguadilla, 2011.

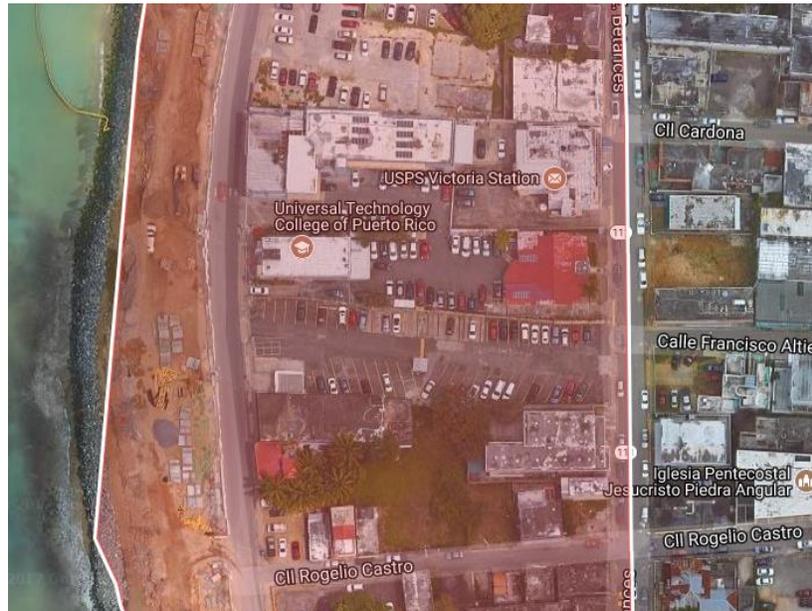
La siguiente figura muestra una vista más cercana de la zona de desalojo de tsunamis en el barrio Pueblo, mientras que las otras imágenes muestran infraestructura crítica y esencial ubicada en áreas susceptibles a tsunamis.

Figura 11. Estructuras e infraestructura dentro de la huella de desalojo de tsunami: Colegio San Carlos, Esc. José de Diego, Edificios del Residencial José Aponte y el Aguadilla Ice Skating Arena



Fuente: RSPR (2003-2012) y Google, 2017

Figura 14. Estructuras e infraestructura dentro de la huella de desalojo de tsunami: Universal Technology College of Puerto Rico



Fuente: RSPR (2003-2012) y Google, 2017

Según se indicó anteriormente, el Municipio tiene varios proyectos en diferentes fases de desarrollo. El análisis realizado encontró que los siguientes proyectos se proponen dentro de la zona de desalojo ante un tsunami.

Tabla 57. Inventario de desarrollo potencial en riesgo de tsunami

| Proyectos | Tipo | Fase |
|---|------------------------|-------------------------|
| Hotel - Aguadilla Ice Skating Arena | Hotel | Diseño |
| Centro de Información Turística | Edificio | Diseño |
| Centro de Bellas Artes | Comercio | Diseño |
| Condo-Hotel & Casino | Hotel | Diseño |
| Gimnasio | Deportes y recreación | Diseño |
| Mejoras al estacionamiento de Crashboat | Estacionamiento | Diseño |
| Mejoras a la pescadería | Edificio | Diseño |
| Real Marina Suites | Edificio – residencial | Listo para construcción |
| Atlantic SunView Apartments | Edificio – residencial | Listo para construcción |
| Paseo Real Marina (Fase 2A) | Paseo | Listo para construcción |
| Paseo Real Marina (Fase 2B) | Paseo | Listo para construcción |
| Mejoras al parque de pelota | Deportes y recreación | Listo para construcción |
| Ocean Dreams Apartments | Edificio – residencial | Listo para construcción |

Fuente: PRSN (2003-2012) e Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla.

4.2.11 Vientos fuertes por ciclones tropicales

Descripción del riesgo

Los huracanes son el peligro más frecuente en Puerto Rico, lo que resulta en daños generalizados y numerosas víctimas (URS, 2002). La temporada oficial de huracanes se extiende desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre, siendo agosto y septiembre los meses pico. Puerto Rico también se ve afectado por otros tipos de ciclones tropicales, que se clasifican según la intensidad de sus vientos sostenidos (AEMEAD, 2016). Estos son:

- Depresión tropical: Es un sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos son menos de 39 millas por hora. Se considera un ciclón tropical en su fase formativa.
- Tormenta tropical: Es un sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos fluctúan entre 39 y 73 millas por hora.
- Huracán: Ciclón tropical de máxima intensidad en el que los vientos máximos sostenidos alcanzan o superan las 74 millas por hora. Tiene un centro definido con una presión barométrica muy baja. Los huracanes se clasifican en categorías que van de 1 a 5 y pueden alcanzar vientos superiores a 155 millas por hora, según la escala de vientos de huracanes Saffir-Simpson, que estima daños potenciales a la propiedad de acuerdo con la velocidad del viento sostenido del huracán (AEMEAD, 2016; NOAA, 2017a).

La siguiente tabla muestra la velocidad del viento y la altura de las olas que se esperaría, dependiendo de la categoría del huracán o la tormenta.

Tabla 58. Escala de huracanes Saffir Simpson

| Categoría | Velocidad del viento (mph) | Marejada ciclónica (pies) |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 5 | 156 | >18 |
| 4 | 131 - 155 | 13 -18 |
| 3 | 111 - 130 | 9 - 12 |
| 2 | 96 - 110 | 6 - 8 |
| 1 | 74 - 95 | 4 - 5 |
| Clasificaciones adicionales | | |
| Tormenta tropical | 39 - 73 | 0-3 |
| Depresión Tropical | 0 - 38 | 0 |

Fuente: <http://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php>

Los ciclones tropicales se desarrollan sobre el agua caliente y son causados por la inestabilidad atmosférica, creada por la colisión del aire cálido y frío. Durante los pasados años las aguas del Océano Atlántico y el Mar Caribe han estado más cálidas

y en la medida que esto ocurre, se espera que el Caribe los ciclones sean más intensos, aunque no se tiene certeza si serán más frecuentes (PRCCC, 2013).

Los vientos tropicales y los vientos con fuerza de huracán son lo suficientemente fuertes como para ser peligrosos (NOAA, 2017a). Los huracanes son particularmente peligrosos debido a su potencial destructivo, ser susceptibles a la influencia de las condiciones de la zona, su generación es espontánea y su movimiento errático. El daño a los edificios e infraestructura puede ser causado por la fuerza de los fuertes vientos o por los restos del viento que actúan como misiles propulsados por el viento.

Comúnmente los huracanes se acompañan de mareas altas, marejada ciclónica y lluvias fuertes que pueden causar deslizamientos de tierra e inundaciones ribereñas (URS, 2002). Combinado con la acción del viento y las olas provocadas por la tormenta, el aumento en el nivel del mar puede producir marejadas ciclónicas más destructivas de lo que hubiera ocurrido solo medio siglo antes.

Aguadilla, además, es susceptible a los efectos de micro-ráfagas y trombas marinas. Las micro-ráfagas son ráfagas de viento generadas durante tormentas severas. Las trombas marinas se definen como una columna giratoria de aire y agua a manera de rocío. Una tromba marina se desarrolla en la superficie del agua y se abre camino hacia áreas de mayor elevación. En el momento en que el embudo es visible, las trombas marinas están cerca de la madurez. Estas se forman en condiciones de viento ligero, por lo que normalmente se mueven muy poco.

Ubicación, alcance y distribución del riesgo

La magnitud de los daños causados por huracanes está aumentando en Puerto Rico. Dependiendo de la magnitud de estos huracanes, todo el Municipio de Aguadilla está en riesgo de experimentar daños de distintas magnitudes durante un ciclón tropical. Las estructuras más afectadas serían aquellas cuyos materiales de construcción son de madera y zinc, y las que estén ubicadas en las zonas más altas y más cercanas a la costa.

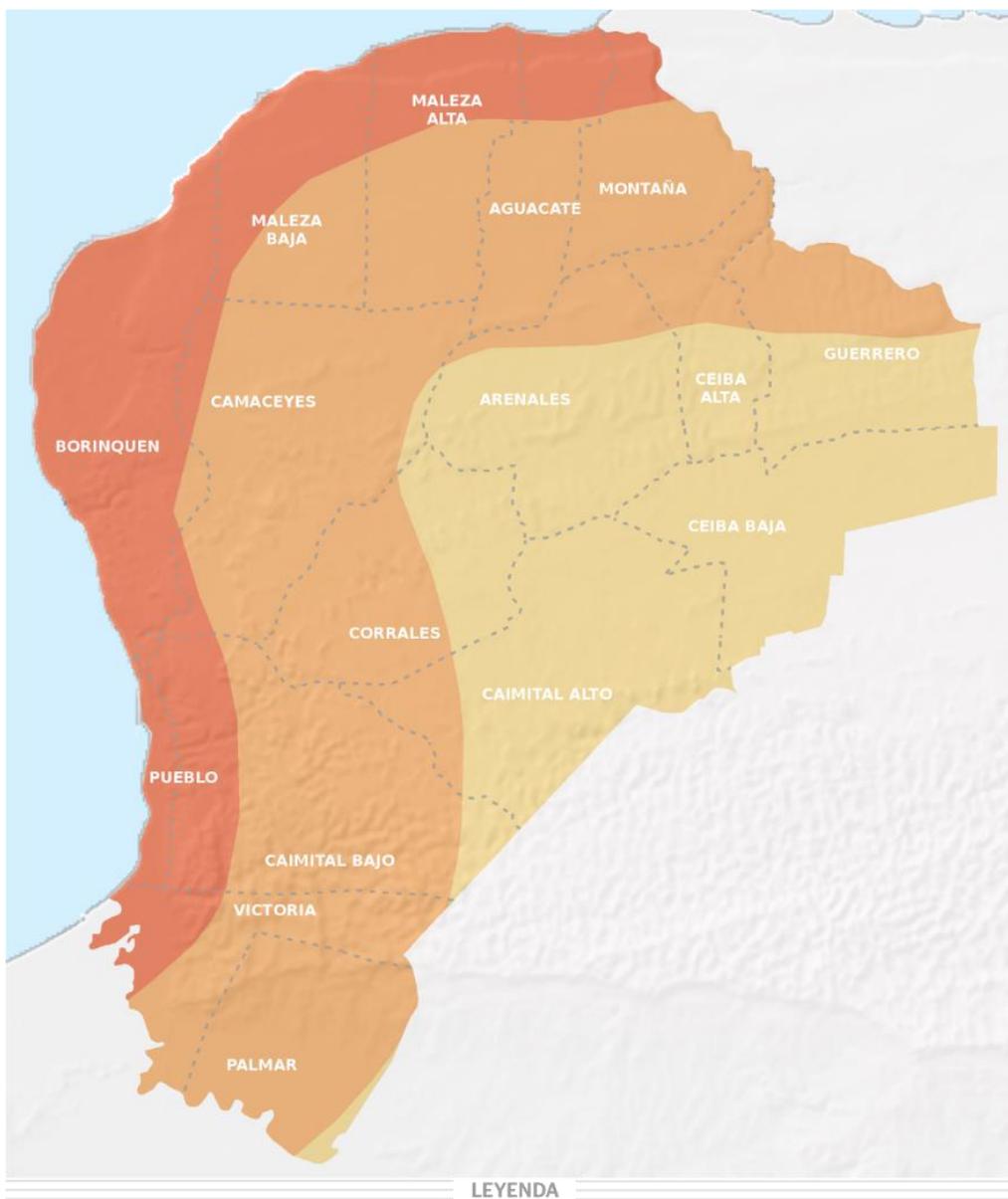
Para conocer la exposición a vientos en Aguadilla, se utilizó el mapa de susceptibilidad a vientos desarrollado como parte de la Evaluación Integral de Peligros para la Isla de Puerto Rico (*Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico*) (URS, 2002). Para generar el mapa se combinaron datos de modelos de simulación de movimiento de huracanes y de factores como la velocidad del viento, la rugosidad de la superficie y la

topografía (URS, 2002).¹⁷ Para propósitos de visualizar geográficamente la información de estos modelos numéricos, se asignó una escala de cinco niveles de susceptibilidad a vientos que va desde muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo. Las áreas de alta y muy alta susceptibilidad en Puerto Rico son aquellas de mayor elevación en la Cordillera Central. Mientras que las áreas costeras presentan una susceptibilidad entre moderada a baja.

En Aguadilla los resultados del modelo indican que la vulnerabilidad va desde moderada a muy baja. La susceptibilidad es moderada y baja en los barrios costeros, los cuales también tienen una topografía un poco escarpada que otras áreas del municipio. Casi la totalidad del barrio Pueblo (97%) y Borinquen (96%) tienen susceptibilidad moderada. En los cerros del barrio Pueblo también predominan las viviendas de madera y zinc, lo que incrementa la vulnerabilidad.

¹⁷ Se utilizaron modelos numéricos junto con Sistemas de Información Geográfica. Los modelos combinaron velocidades del viento para varios periodos de retorno que van de 10 a 1000 años en 100 localidades a través de todo Puerto Rico. En terrenos llanos, se pronosticó que la velocidad máxima de vientos de ráfaga de 100 años varía de 120 mph a 130 mph.

Mapa 22. Susceptibilidad a vientos en Aguadilla



Riesgo a vientos fuertes



Fuente: Evaluación Integrada de Riesgos para la Isla de Puerto Rico, 2002.

Tabla 59. Áreas susceptibles a vientos por barrio (m²)

| Barrio | Muy bajo | | Bajo | | Moderado | |
|--------------------|------------------------|---|------------------------|-----|------------------------|-----|
| | Área (m ²) | % | Área (m ²) | % | Área (m ²) | % |
| Aguacate | - | - | 2,723,167 | 70% | 1,136,072 | 29% |
| Maleza Alta | - | - | 3,199,247 | 60% | 2,099,769 | 39% |

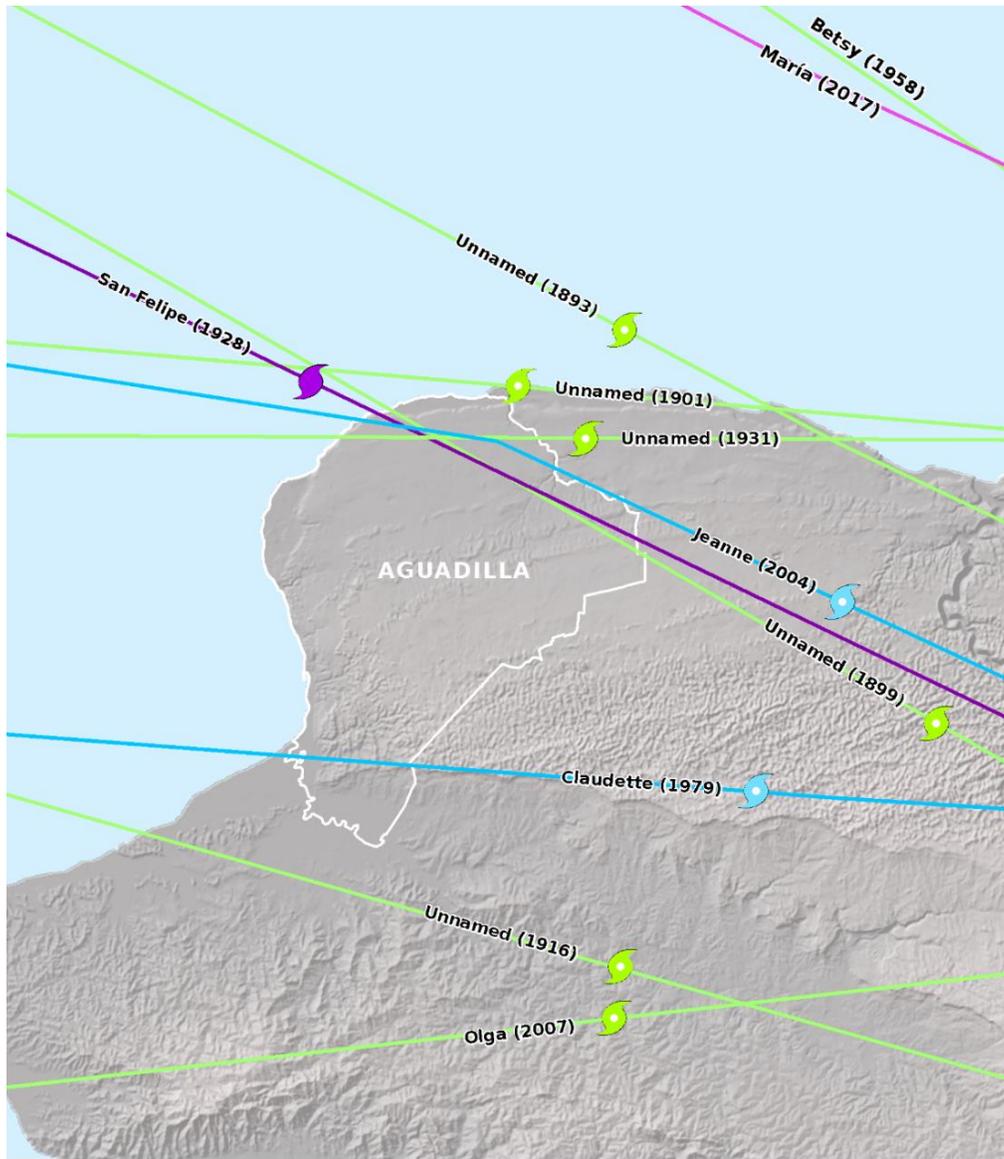
| | | | | | | |
|----------------------|-----------|------|-----------|-----|-----------|-----|
| Montaña | - | - | 3,454,512 | 85% | 588,575 | 15% |
| Maleza Baja | - | - | 2,199,192 | 44% | 2,818,638 | 56% |
| Borinquen | - | - | 277,051 | 3% | 8,122,325 | 96% |
| Ceiba Alta | 1,620,099 | 51% | 1,542,125 | 49% | - | - |
| Guerrero | 3,353,877 | 57% | 2,494,057 | 43% | - | - |
| Arenales | 5,741,794 | 80% | 1,410,332 | 20% | - | - |
| Camaseyes | 218,943 | 2% | 8,806,459 | 89% | 910,026 | 9% |
| Ceiba Baja | 6,536,764 | 100% | - | - | - | - |
| Corrales | 2,501,238 | 40% | 3,763,582 | 60% | - | - |
| Caimital Alto | 7,891,968 | 88% | 1,046,963 | 12% | - | - |
| Caimital Bajo | 557,959 | 6% | 6,616,860 | 68% | 2,524,824 | 26% |
| Pueblo | - | - | - | - | 904,496 | 97% |
| Victoria | 2,241 | 0.1% | 3,247,265 | 74% | 1,146,546 | 26% |
| Palmar | 266,981 | 5% | 4,874,506 | 95% | - | - |

Fuente: URS, 2002. JP, 2014. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes de vientos fuertes

Aguadilla, como la mayoría de la Isla, ha experimentado los impactos directos o indirectos de huracanes y tormentas tropicales de diferentes intensidades, como se muestra en la siguiente tabla. Los récords encontrados, que van desde el año 1925 hasta el presente, evidencian que Aguadilla ha sido incluida en cuatro Declaraciones Presidenciales de Desastres, todas resultantes de ciclones tropicales. Estos son: Tormenta tropical Jeanne (incluyendo los deslizamientos de tierra) (núm. 1552); Huracán Georges (núm. 1247); Huracán Hortense (núm. 1136) y recientemente el Huracán María (núm. 4339).

Mapa 23. Huracanes y tormentas tropicales en Aguadilla

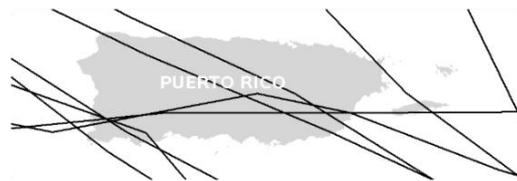


LEYENDA

Categoría

-  Depresión Tropical
-  Tormenta Tropical
-  Huracán Cat. 4
-  Huracán Cat. 5

Huracanes Principales (Cat. 3 or mayor)



Fuente: NCDC International Best Track Archive for Climate Stewardship Project, Versión 3.
Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA. DOI: 10.7289 / V5NK3BZP.

En el año 2017, dos huracanes Irma y María tuvieron impactos sobre la población e infraestructura en Aguadilla. Aunque Irma no paso directamente sobre Puerto Rico, sus vientos fuertes causaron daños a la infraestructura eléctrica, la cual fue interrumpida por varios días.

De acuerdo al informe emitido por el Servicio Nacional de Meteorología, el huracán María es considerado uno de los ciclones más grandes en el Atlántico Norte. Tocó tierra en Yabucoa como Categoría 4, con vientos máximos sostenidos de 155 km/h. A medida que el centro de la tormenta avanzó en dirección oeste-noroeste sobre Puerto Rico, los vientos huracanados se extendieron por todo el territorio isleño, junto con lluvias extremadamente intensas que produjeron inundaciones catastróficas e inundaciones repentinas, especialmente a través de la mitad norte de Puerto Rico.

Figura 15. Obstrucciones a la red vial por los fuertes vientos resultantes del huracán María



Fuente: Municipio de Aguadilla, 2018

Los vientos extremos de María causaron una gran devastación en la infraestructura de transporte, agricultura, comunicaciones y energía de todo Puerto Rico. Este impacto se agravó por las grandes cantidades de precipitación que llegó hasta las 37 pulgadas, causó inundaciones y deslizamientos de terreno en toda la Isla. La devastación en todo Puerto Rico ha sido tan extensa que se emitió una Declaración de Desastre Mayor (4339) que cubre todos los municipios. Estos y otros eventos se describen en la siguiente tabla.

Tabla 60. Eventos históricos y recientes de ciclones tropicales que han afectado Aguadilla

| Fecha | Evento | Severidad/Intensidad del peligro | Impacto económico |
|----------------------------|-----------------------------|---|---|
| 1925 | Huracán San Felipe | Este huracán es considerado uno de los ciclones más grandes en el Atlántico Norte. Los vientos máximos sostenidos fueron de 160 mph (Categoría 5), con ráfagas de hasta 200 mph. Causó gran destrucción en las haciendas y en la propiedad, 312 personas murieron, 83,000 personas carentes de refugio. | Causó pérdidas de \$ 50 millones. |
| 1979 | Tormenta tropical Claudette | Causó daño moderado en el Caribe | Daños totales estimados en \$200 millones. |
| 9-10-16 septiembre de 1995 | Huracán Hortense | Categoría 2. Los daños a las casas por los vientos huracanados se clasificaron de moderados a extensos. La agricultura sufrió daños severos, particularmente en el sector montañoso. Otros daños asociados con los vientos fueron la caída de los árboles, la caída de los postes del tendido eléctrico y de las líneas telefónicas. Además, el efecto del viento causó daños estructurales a aproximadamente 4,000 residencias. Se emitió una Declaración de Desastres Presidencial que cubrió 67 municipios, incluido Aguadilla. | |
| 30 de marzo de 1996 | Tromba marina | Un observador en la autoridad portuaria de Borinquen Unicom en Aguadilla reportó una tromba marina. Aproximadamente 10 millas al noroeste del campo de aviación de Borinquen. El movimiento fue norte-noroeste a una velocidad indeterminada. | |
| 21 de septiembre de 1998 | Huracán Georges | Categoría 3. Ingresó a Puerto Rico cerca de Humacao y viajó por el interior de la Isla saliendo al sur de Mayagüez. La Isla entera fue afectada, incluyendo Aguadilla. Este huracán provocó la defoliación de extensas áreas agrícolas como resultado de vientos huracanados de 110 mph. Los bosques, en general, se vieron afectados por los vientos que defoliaron y arrancaron los árboles, causando una gran acumulación de escombros. Los 78 municipios sufrieron daños significativos. La Declaración de Desastres Presidencial incluyó a los 78 municipios en todas las categorías de asistencia por desastre. Fue la primera vez que todos los municipios de Puerto Rico se incluyeron en una sola Declaración de Desastres Presidencial. | |
| 25 de octubre de 1998 | Tromba marina | Se observaron dos trombas marinas frente a la costa de Aguadilla | El daño a las carreteras en Puerto Rico se estimó en \$ 45 millones debido a las lluvias fuertes y la fuerza de los vientos. El gobierno central estimó el impacto económico en las empresas en \$528 millones. En Aguadilla se estimaron \$ 350,000 en daños directos a instalaciones públicas (es decir, parques, edificios públicos, caminos, etc.) (Plan 2011). |

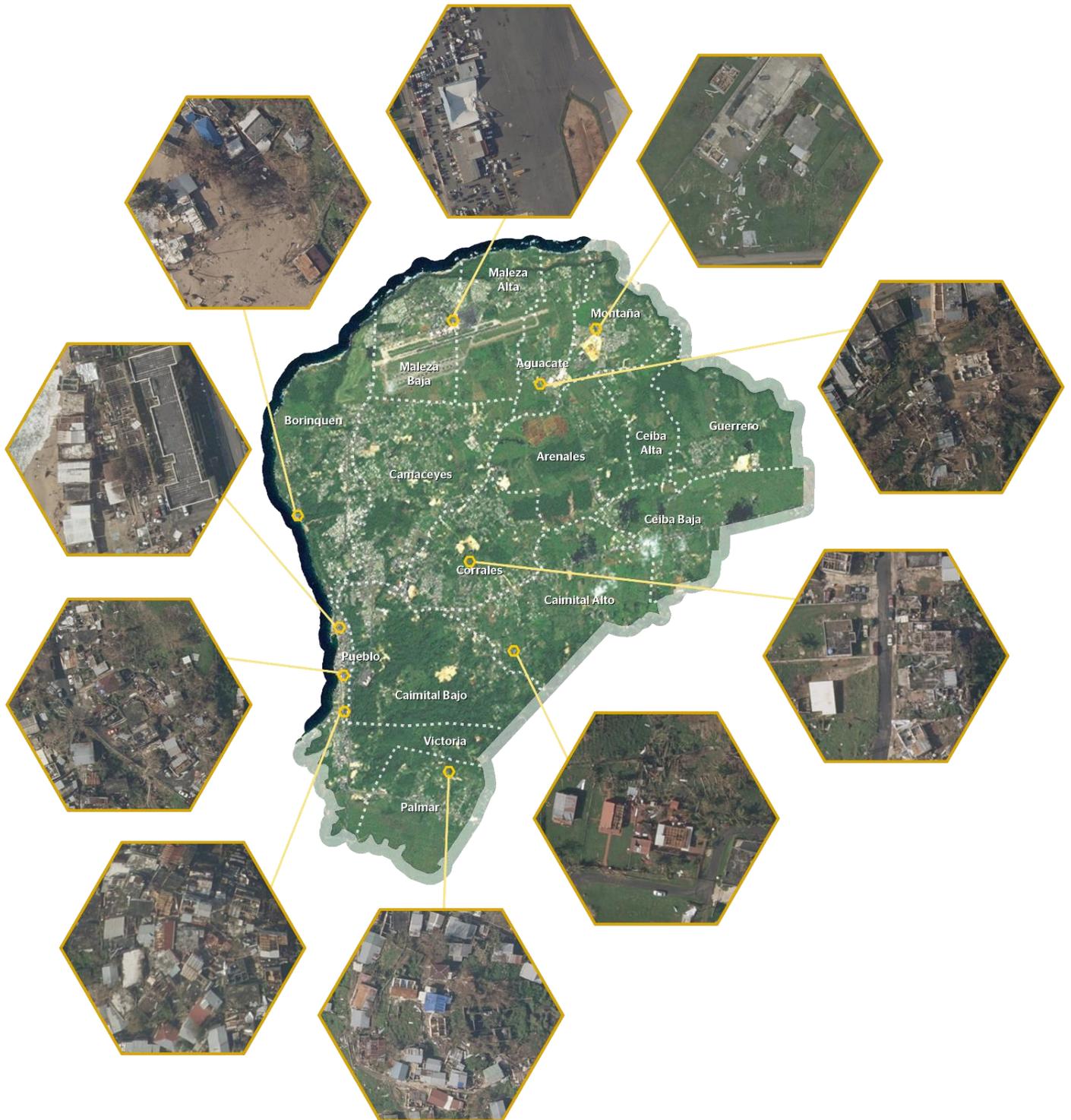
| Fecha | Evento | Severidad/Intensidad del peligro | Impacto económico |
|--------------------------|--------------------------|--|--|
| 28 de mayo de 2000 | Tromba marina | Un piloto reportó dos trombas marinas a 20 millas al oeste del aeropuerto de Aguadilla en movimiento hacia el oeste-suroeste. | |
| 21 de septiembre de 2004 | Tormenta tropical Jeanne | Declaración presidencial incluyó Aguadilla. | Los daños limitados no fueron cuantificados para los vientos. Total, de dólares obligados: \$ 41, 301,481.72 como resultado de la declaración de desastre mayor. |
| 13 de abril de 2011 | Tromba marina | Este fenómeno afectó la región de Aguadilla | \$ 200,000 en daños a la infraestructura local (Coliseo Luis T. Díaz y Parque Colón) |
| 16 octubre de 2015 | Vientos fuertes | Se reportaron daños fuertes por el viento cerca de la carretera PR-2 en Plaza Victoria. El techo fue dañado por los vientos fuertes. Cuando los vientos arrancaron el techo, se activó el sistema de rociadores contra incendios que inundó las oficinas gubernamentales locales. El rótulo de National Lumber and Hardware Store fue dañado por el viento y algunos artículos que se exhibieron también fueron dañados por los vientos. Aunque los vientos estimados fueron de alrededor de 50 a 60 mph se informó que no se encontró evidencia concluyente de tornado. | \$5,000 |
| 30 de junio de 2017 | Vientos de tormenta | Una onda tropical, combinada con una vaguada en los niveles altos de la atmósfera hacia el oeste trajo tormentas dispersas y numerosas a través de las secciones oeste e interior del oeste de Puerto Rico. El tendido eléctrico colapsó en el sector cuesta Nueva, y un árbol caído en la carretera Barrio Corrales PR-459. | \$5,000 |
| 6 de septiembre de 2017 | Huracán Irma | La trayectoria del Huracán Irma pasó al noreste de Puerto Rico el 6 de septiembre de 2017. El sistema eléctrico se interrumpió durante varios días. Los periódicos locales informaron árboles caídos, las personas fueron evacuadas en las áreas costeras de Aguadilla y en los condominios Muñeki I y II. | Los daños limitados por vientos aún no han sido cuantificados. |
| 20 de septiembre de 2017 | Huracán María | Categoría 4. Este huracán causó una gran destrucción a personas y propiedades en todo Puerto Rico. Muchas personas murieron y quedaron sin refugio. La interrupción del comercio y las condiciones de vida estándar perdurará por años, ya que gran parte de la infraestructura de Puerto Rico tiene que ser completamente reconstruida (NOAA, 2018). * En Aguadilla | \$15,993,018.58 |

| Fecha | Evento | Severidad/Intensidad del peligro | Impacto económico |
|-------|--------|---|-------------------|
| | | los vientos con fuerza de huracán y la fuerte marejada causaron daños severos en Crash Boat, donde muchos árboles cayeron y se documentaron daños a estructuras. También se observaron daños a negocios en el sector Tamarindo. Muchas viviendas de madera y techos de zinc fueron destruidas o afectadas significativamente. | |

Fuente: 2011 Plan; AEMEAD, 2016. National Weather Service [http://www.weather.gov/sju/maria2017]; NOAA (2018) https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2017-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters-historic-year*

El siguiente mapa muestra la ubicación de algunos de los daños causados por el huracán María en el municipio. De acuerdo con información generada por el municipio, 51 edificios municipales fueron impactados, los cuales incluyen centros Head Start, centros de envejecientes, cementerios municipales, centros comunitarios y oficinas municipales. También se impactaron 24 instalaciones recreativas, como parques, plazas y 41 instalaciones deportivas. Unas 41 carreteras o tramos de estas también fueron impactados. El municipio le otorgó un nivel de prioridad (de bajo a alto) a cada proyecto y un costo estimados para su restauración, los cuales se detallan en el Anejo 5. El costo estimado de reconstrucción de estas instalaciones es de aproximadamente \$15,993,018.58.

Mapa 24. Daños documentados durante el huracán María en Aguadilla



Fuente: NOAA's Ocean Service, National Geodetic Survey. (2017). Hurricane María: Emergency Response Imagery of the Surrounding Regions. Recuperado en línea de: <https://storms.ngs.noaa.gov/storms/harvey/index.html>

Probabilidad de eventos futuros

El municipio tiene una probabilidad de 1% anual de ser afectado por un evento de vientos fuertes, basado en un periodo de retorno de 100 años. Los vientos asociados con un evento de 100 años varían de 90-122 mph (URS, 2002). Por tanto, se podría presumir que Aguadilla tiene 1% anual de probabilidad de ser afectado por un huracán categoría 1 (74 – 95), 2 (96 – 110) al 3 (111 – 130) en la escala Saffir Simpson.

Evaluación de vulnerabilidad¹⁸

Población en riesgo

Aproximadamente 18,156 (31% de la población total) viven en áreas con susceptibilidad moderada a vientos. De estas unas 3,313 (18%) tienen 65 años o más, mientras que 3,823 (21%) son menores de 18 años. Se estima que 4,678 de estas personas (17%) vive bajo el nivel de pobreza.

Mientras que en 3,184 (3y %) de los 8,452 hogares ubicados en áreas con susceptibilidad moderada a vientos, vive una o más personas con impedimento. Dos complejos de vivienda identificados en esta zona son el Residencial Cuesta Vieja y el Residencial José De Diego. Estas y otras características de la población se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 61. Población en riesgo de vientos

| Características | Muy Bajo | Bajo | Moderado |
|--|----------|----------|----------|
| Población total | 11,822 | 27,916 | 18,156 |
| Población menor de 18 años | 2,233 | 6,728 | 3,823 |
| Población mayor de 65 años | 2,161 | 4,823 | 3,313 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 1,564 | 4,678 | 3,805 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 1,853 | 4,599 | 3,184 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$22,119 | \$19,038 | \$17,605 |
| Ingreso per cápita | \$10,036 | \$9,991 | \$10,926 |
| Familias con un solo jefe de familia | 886 | 2,950 | 2,111 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 643 | 2,308 | 1,672 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 2,919 | 5,344 | 3,730 |
| Unidades de vivienda | 4,907 | 12,681 | 10,784 |
| Hogares | 4,145 | 10,919 | 8,452 |

Fuente URS, 2002 and 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates

¹⁸ Nota: Según indicado el equipo de apoyo de Hazus, Hazus 4.0 no ofrece análisis para huracanes. Un conjunto de datos privado que puede ser provisto por la JP está disponible para ejecutar Huracanes para Puerto Rico, pero esto requiere Hazus 2.1 y la versión correspondiente de los datos de ArcGIS plus Census 2000. Como resultado, la información que se ofrecería con datos del Censo de 2000 estaría obsoleta, por lo que se decidió no utilizar Hazus y hacer análisis con capas de información y variables censales más recientes.

Estructuras e infraestructura en riesgo de vientos fuertes

Se estima que 1,156 estructuras críticas y esenciales están ubicadas en áreas con susceptibilidad moderada a vientos. De estas, dos son instalaciones de la policía; 62 son estructuras que forman parte de instituciones educativas, cuatro son instalaciones de salud, y una es la estación de bomberos. La siguiente tabla presenta una selección de las instalaciones críticas y esenciales en Aguadilla por nivel de susceptibilidad a experimentar daños por vientos fuertes.

Tabla 62. Activos en riesgo de vientos

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | Instalaciones en riesgo | Barrio |
|---|-----------------------|------|---------------|---|--|
| | Muy Bajo | Bajo | Modera- do | | |
| Instalaciones del aeropuerto | - | 15 | 12 | Hangar, Almacén | Ave. Borinquen-Base Ramey, Bo. Borinquen |
| Instalaciones de salud | 1 | - | 4 | Ramey Medical Center | Bo. Maleza Baja |
| Subestaciones de energía eléctrica | - | 1 | 4 | | |
| Respuesta de emergencias | - | 1 | - | OMME | Estadio Luis A. Canena Marquez, PR-2, Bo. Caimital Bajo |
| Estación de Bomberos | - | - | 1 | Estación De Bomberos de Aguadilla - CEMPR- Negociado de Prevención de Incendios | Calle José de Diego, Bo. Caimital Bajo |
| Instalaciones de la Policía | 2 | 3 | 2 | Cuartel de la Policía Municipal | Calle Stahl, Bo. Pueblo |
| Instalaciones de manejo de aguas usadas | - | 2 | - | | |
| Instalaciones de manejo de agua potable | 2 | 8 | 1 | Tanques: ● Torre Ramey | Bo. Maleza Baja |
| Instalaciones esenciales | | | | | |
| Mixto (residencial & comercial) | 31 | 81 | 190 | Rex Cream & Apartamentos, Registro Demográfico & Apartamentos Plaza | Bo. Pueblo |
| Instalaciones Municipales | 6 | 14 | 25 | Centro Comunal Villa Alegría, Aguadilla Ice Skating Arena | C. Coral- Urb. Alegría, Bo. Caimital Bajo Bo. Pueblo |
| Instituciones educativas | 36 | 91 | 62 | Universidad de Puerto Rico, Ramey school Esc. José de Diego Esc. Eladio J. Vega Century College Centro Head Start Iglesia Presbiteriana Esc. Dr. Agustín Stahl UNITEC | Calle Belt, Bo. Maleza Baja Calle Arch, Bo. Maleza Baja Bo. Caimital Bajo Carr. 4442, Calle Yumet, Bo. Pueblo Bo. Pueblo Bo. Pueblo |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | Instalaciones en riesgo | Barrio |
|---------------------------|-----------------------|------------|--------------|---|--|
| | Muy Bajo | Bajo | Moderado | | |
| Activos comunitarios | 45 | 116 | 81 | Instituto La Reiné Dr. Rafael del Valle Esc. Carmen Gómez Tejera Colegio San Carlos Borromeo Iglesia Pentecostal Seguidores de Cristo, Coliseo Municipal Luis A. Canena Márquez y Parque de Pelota, Cancha de baloncesto Urb. Borinquen | "Calle Betances, Bo. Pueblo" Calle Marina, Bo. Pueblo Bo. Pueblo Calle Agustín Stahl, Sector Tamarindo, Bo. Pueblo Calle Agustín Stahl Sector Tamarindo, Bo. Pueblo Calle Yumet, Bo. Pueblo |
| Comercios | 283 | 553 | 701 | Marriot Courtyard (hotel), Parador Villa Montaña Tribunal Superior, Autoridad de Edificios Públicos, Departamento de Transportación y Obras Públicas | |
| Edificios gubernamentales | 9 | 29 | 64 | | |
| Total | 415 | 926 | 1,156 | | |
| Carreteras | | Metros | | | |
| | Muy Bajo | Bajo | Moderado | | |
| | 114,817 | 256,123 | 156,464 | - | |

Fuente: URS, 2002. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Instalaciones de agua y aguas residuales provistas por la AAA, 2017

Desarrollo futuro en riesgo de vientos

Como se indicó anteriormente, el Municipio tiene varios proyectos en diferentes fases de desarrollo. Los siguientes proyectos municipales están ubicados en áreas de susceptibilidad moderada a los impactos de vientos fuertes.

Tabla 63. Inventario de desarrollos potenciales en riesgo de vientos

| Proyectos | Tipo | Fase |
|-------------------------------------|----------|--------|
| Hotel - Aguadilla Ice Skating Arena | Hotel | Diseño |
| Centro de Información Turística | Edificio | Diseño |
| Centro de Bellas Artes | Business | Diseño |
| Condo-Hotel & Casino | Hotel | Diseño |

| Proyectos | Tipo | Fase |
|--|------------------------|-------------------------|
| Gimnasio | Deportes y recreación | Diseño |
| Remodelación de plaza pública Rafael Hernández | Plaza pública | Diseño |
| Skate Park - Cuesta Vieja | Deportes y recreación | Diseño |
| Mejoras al Parque Colón | Parques | Diseño |
| Mejoras al estacionamiento de Crash Boat | Estacionamiento | Diseño |
| Mejoras a la pescadería | Edificio | Diseño |
| La Vía Bulevar | Carretera | Diseño |
| Real Marina Suites | Edificio - residencial | Listo para construcción |
| Atlantic SunView Apartments | Edificio - residencial | Listo para construcción |
| Paseo Real Marina (Fase 2A) | Paseo | Listo para construcción |
| Paseo Real Marina (Fase 2B) | Paseo | Listo para construcción |
| Mejoras al parque de pelota | Deportes y recreación | Listo para construcción |
| Ocean Dreams Apartments | Edificio - residencial | Listo para construcción |

Fuente: URS, 2002 e Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla.

4.2.12 Incendios de vegetación

Descripción del riesgo

Los incendios de vegetación se producen de manera intencional, accidental o incidental y ocurren principalmente en áreas con vegetación, como pastizales. La mayoría de los incendios en Puerto Rico son iniciados por personas (Gould, 2008). Esto, combinado con condiciones secas, aumenta el riesgo de incendios.

Este tipo de incendio representa una amenaza para la vida y la propiedad. Los cambios en los patrones de precipitación y los resultantes episodios de sequías prolongadas son efectos del cambio climático que, junto con la fragmentación del paisaje inducida por el ser humano, tienen el potencial de expandir sustancialmente las zonas propensas a incendios, afectando bosques tropicales húmedos y lluviosos e incluso paisajes deforestados que tradicionalmente están libres de incendios (Gould, 2008). En Puerto Rico esta tendencia ya ha sido observada, donde la frecuencia de incendios de vegetación ha aumentado y están ocurriendo en áreas donde nunca se habían registrado incendios (Robbins et al., 2009 citado en DRNA, 2016).

Los incendios de vegetación tienen varios efectos que incluyen daños significativos a la infraestructura y debilitan la estabilidad de las laderas. También pueden alterar

significativamente la respuesta hidrológica de las cuencas hidrográficas, en la medida en que los eventos de lluvia puedan producir inundaciones repentinas y causar flujos de escombros peligrosos (USGS, 2017). Los flujos de escombros después de la ocurrencia de incendios son particularmente peligrosos, porque pueden ocurrir con poca advertencia, ejercer grandes cargas impulsivas sobre los objetos en su camino, arrancar la vegetación, bloquear las vías de drenaje, dañar las estructuras y poner en peligro la vida humana. Los incendios de vegetación podrían desestabilizar deslizamientos profundos preexistentes. Más allá del daño directo al paisaje, hay varios riesgos para la salud pública relacionados con estos incendios de vegetación. El humo reduce la calidad del aire y puede causar enfermedades oculares y respiratorias, especialmente en niños y ancianos. El Centro de Soluciones Energéticas y Climáticas (C2ES, por sus siglas en inglés), señala que los incendios de vegetación también pueden acelerar los cambios en los ecosistemas y liberar grandes cantidades de CO₂ a la atmósfera, lo que agrava el cambio climático (C2ES, s.f).

En el futuro, los incendios de vegetación podrían aumentar debido a las condiciones climáticas. En el largo plazo, las sequías serán potencialmente mayores, debido a los cambios en los patrones de precipitación y el incremento en la temperatura de la superficie. La variabilidad climática podría causar que cuando se produzcan sequías, estas podrían ser más intensas y prolongadas que las experimentadas anteriormente, lo que aumentaría la probabilidad de ocurrencia de incendios de vegetación.

Ubicación, alcance y distribución

Para conocer las áreas propensas a incendios de vegetación en Aguadilla se usó el mapa generado como parte de la evaluación de *Southern Forest Land Assessment: A cooperative project of the Southern Group of State Foresters (2008)*. Para hacer el mapa se usó la clasificación de cobertura de terrenos y se estableció una escala con tres categorías: baja, moderada y alta susceptibilidad¹⁹

Por ejemplo, las áreas de baja susceptibilidad son las arenas, rocas, agua y las áreas urbanas, entre otras. La susceptibilidad va aumentando en la medida que incrementa la cobertura vegetativa, siendo las áreas más susceptibles aquellas que están cubiertas por bosques, arbustos y matorrales.²⁰

Basado en esta información, casi todo el municipio de Aguadilla es susceptible a que ocurran incendios de vegetación. Se observa que la susceptibilidad es menor en el

¹⁹ El mapa fue realizado utilizando un modelo, mediante el cual se asignó un valor a las clasificaciones de terrenos de Puerto Rico y de otros estados de EE.UU. . Para crear mapas estandarizados para este plan, los valores fueron categorizados bajo las categorías de susceptibilidad alta, moderada y baja.
²⁰ La metodología se puede acceder a través del siguiente enlace: https://www.fs.fed.us/na/sap/regional_assessments/region8/SAP_methodology.pdf

Centro Urbano, en las áreas construidas de la Antigua base Ramey, en el poblado san Antonio y otras áreas dispersas a través del municipio a lo largo de las vías principales. Ceiba Alta es el barrio con la mayor extensión territorial que tiene una susceptibilidad alta de experimentar incendios de vegetación, 94% (2,976,506 m²), seguido por Guerrero 86% (5,050,238 m²). Las áreas de susceptibilidad moderada se concentran principalmente en los barrios de Palmar y Arenales.

Mapa 25. Susceptibilidad a incendio de vegetación en Aguadilla



Fuente: Evaluación de Terrenos Boscosos del Sur, Grupo Sureño de Silvicultores Estatales 2008.

Tabla 64. Áreas susceptibles a incendios de vegetación por barrio (m²)

| Barrio | Baja | | Moderada | | Alta | |
|----------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-----|
| | m ² | % | m ² | % | m ² | % |
| Aguacate | 330 | 0.01% | 2,641 | 0.1% | 2,919,000 | 75% |
| Maleza Alta | 156,364 | 3% | 261,422 | 5% | 3,467,923 | 65% |
| Montaña | 15,656 | 0.4% | 264,050 | 7% | 2,505,916 | 62% |
| Maleza Baja | 10,586 | 0.2% | - | - | 2,603,597 | 52% |
| Borinquen | 119,925 | 1% | - | - | 5,661,539 | 67% |
| Ceiba Alta | 5,400 | 0.2% | - | - | 2,976,506 | 94% |
| Guerrero | 17,975 | 0.3% | - | - | 5,050,238 | 86% |
| Arenales | 7,650 | 0.1% | 710,484 | 10% | 5,915,358 | 83% |
| Camaseyes | 5,850 | 0.1% | 2,053 | 0.02% | 6,332,115 | 64% |
| Ceiba Baja | 1,575 | 0.02% | 33,607 | 1% | 5,605,352 | 86% |
| Corrales | - | - | - | - | 4,133,664 | 66% |
| Caimital Alto | - | - | 84,375 | 1% | 7,502,466 | 84% |
| Caimital Bajo | - | - | - | - | 7,980,286 | 82% |
| Pueblo | - | - | - | - | 121,577 | 13% |
| Victoria | 264,100 | 6% | 8,655 | 0.2% | 3,184,230 | 72% |
| Palmar | 262,047 | 5% | 625,799 | 12% | 3,582,736 | 70% |

Fuente: Southern Group of State Foresters, 2008 y JP, 2014. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Eventos históricos y recientes de incendios de vegetación

Los incendios de vegetación suceden algunas veces al año, principalmente en períodos de alta temperatura superficial. De acuerdo con los incendios de vegetación reportados por la OMME, los incendios en Aguadilla ocurren en diferentes lugares de todo el Municipio. La mayoría de los eventos se informaron entre mayo y septiembre de cada año. La siguiente tabla muestra la ubicación de los eventos de incendios de vegetación informados en un período de cinco años.

En Aguadilla, se han reportado eventos de incendios vegetativos en todos los barrios. Se han reportado un total de 64 eventos de incendios de vegetación para el Municipio en los últimos cinco años, según los informes de la OMME. Muchos de los incendios ocurrieron en el barrio de Borinquen, y algunos de estos en el sector de Playuela, cerca de la carretera PR-107.

Tabla 65. Incendios de vegetación reportados en Aguadilla entre el 2012 y mayo 2017

| Año | Barrio | Núm. de incidentes reportados | Áreas afectadas |
|--|---------------|-------------------------------|--|
| 2017 | Aguacate | 1 | Carretera PR-107, cerca de Subway |
| 2012 | Arenales | 2 | San Antonio, Sector La Charca, cerca del Motel Cupido, Carretera PR-110, interior, km 3.7 |
| 2012, 2013 2014, 2015, 2016, 2017 | Borinquen | 19 | Ave. Montemar Sector Playuela, Intersección con carretera PR-107 Sector El Cobo, carretera PR-107 Ave. Montemar, cerca del Hotel Cielo Mar Sector El Cobo, carretera PR-107, detrás de Padrino's Pizza Ramey Base Golf Hotel Cielo Mar, Ave. Montemar Sector Playuela, Intersección con carretera PR-107 Sector Playuela Crash Boat Ramey Base Golf Ramey Base Golf Ramey Base Sector El Cabo, Playuela Carretera PR-107, Gate 1 Sector Playuela, entrada La Criolla Sector Playuela, carretera PR-107 |
| 2012, 2013 | Caimital Alto | 2 | Carretera PR-443, cerca de la gomera La Joya, Urb. Villa del Carmen Carretera PR-2, km 120.5 |
| 2013, 2014, 2016, 2017 | Caimital Bajo | 5 | Detrás de las oficinas del Fondo de Seguro del Estado Sector Lloret Urb. Villa Alegría Sector Los Corazones |
| 2012, 2014, 2015 | Camaseyes | 7 | Cerca de la gomera Arce Cerca del Residencial Juan García Ducós Carretera PR-110, Hacienda Andares, calle Galero Carretera PR- 467, Km 6.2 Carretera PR-107, frente al Residencial García Ducós Sector Alambra, carretera PR- 459, km 3.5 Carretera PR- 467, Cerro Cabrera |
| 2012, 2014 | Ceiba Baja | 2 | Carretera PR-2, cerca de la estación C Carretera PR-110, cerca del Hotel Girasol |
| 2012, 2013, 2014, 2015 | Corrales | 6 | Carretera PR-2, detrás Pep Boys Urb. Cristal Vista Verde Carretera PR-459, entrada al cementerio Carretera- PR-2, cerca de Rooms to go |
| 2012, 2014 | Guerrero | 2 | Sector Muñiz Parcelas de Guerrero |

| Año | Barrio | Núm. de incidentes reportados | Áreas afectadas |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------------|---|
| 2014, 2015 | Maleza Alta | 2 | Urb. Villa Olga, Road PR-110 |
| 2015 | Montaña | 1 | Road PR-110, frente a Supermercados Econo Campo Alegre sector, San Antonio |
| 2013 | Palmar | 1 | Entrada a Pipo's Place |
| 2012, 2013, 2014 | Pueblo | 4 | Cuesta Nueva, Ave. Los Robles Carretera PR-111, km 0.1 Carretera PR-459, Sector Calero Detrás del Cond. Cuesta Vieja |
| 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 | No identificada | 10 | Ubicación no identificada |

Fuente: OMME. Informe de eventos (2012- mayo 2017)

Probabilidad de eventos futuros

La probabilidad de eventos de incendios se estimó a base de la frecuencia de eventos pasados. los eventos en función de la cantidad de incendios reportados para el Municipio en los últimos seis años. La tabla anterior muestra 64 eventos de incendios vegetativos reportados en un periodo de cinco años, para un promedio de 12.8 eventos. Por tanto, se estima que existe la probabilidad de que ocurran entre 12-13 eventos de incendios de vegetación por año en las áreas de alta susceptibilidad a estos incendios.

Evaluación de vulnerabilidad

Población en riesgo de incendios de vegetación

Aproximadamente 29,728 residentes en Aguadilla viven en áreas de alta susceptibilidad a incendios vegetativos. Con respecto a grupos de población vulnerables, hay 5,165 (17%) residentes que tienen 65 años o más y 6,586 (22%) tienen menos de 18 años. Alrededor de 4,590 (15%) personas que viven en estas áreas susceptibles, están por debajo del nivel de pobreza. De los 11,321 hogares ubicados en áreas de alta susceptibilidad, unos 4,658 (41%) tienen una o más personas con impedimentos.

El resto de la población, compuesta por 315 personas, se encuentra en áreas de baja a moderada susceptibilidad a incendios. La siguiente tabla presenta más detalles de las características de la población por nivel de susceptibilidad a incendios de vegetación.

Tabla 66. Características de la población residiendo en áreas susceptibles a incendios de vegetación

| Características | Bajo | Moderado | Alto |
|---|----------|----------|----------|
| Población total | 178 | 137 | 29,728 |
| Población menor de 18 años | 53 | 44 | 6,586 |
| Población mayor de 65 años | 31 | 12 | 5,165 |
| Población bajo el nivel de pobreza | 38 | 19 | 4,590 |
| Hogares con una persona o más con impedimentos | 29 | 23 | 4,658 |
| Mediana del ingreso del hogar | \$11,990 | \$22,119 | \$20,939 |
| Ingreso per cápita | \$8,694 | \$10,357 | \$10,712 |
| Familias con un solo jefe de familia | 24 | 19 | 2,752 |
| Familias con mujer como jefa de familia | 22 | 15 | 2,119 |
| Población de 25 años o más sin un diploma de escuela superior | 26 | 11 | 5,917 |
| Unidades de vivienda | 83 | 61 | 13,484 |
| Hogares | 72 | 53 | 11,321 |

Fuente: Southern Group of State Foresters, 2008 y 2011-2015 American Community Survey 5-Year Estimates. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Estructuras e infraestructura en riesgos de incendios de vegetación

Se estima que 293 estructuras críticas y esenciales en Aguadilla están ubicadas en áreas de alta susceptibilidad a incendios de vegetación. De las estructuras ubicadas en áreas con alta susceptibilidad, hay dos que forman parte de las instalaciones de la policía; dos estructuras forman parte de instalaciones de salud y 28 son edificios que forman parte de instituciones educativas.

Tabla 67. Activos ubicados en áreas susceptibles a incendios de vegetación

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|---|-----------------------|----------|------|--|--|
| | Bajo | Moderado | Alto | | |
| Instalaciones del aeropuerto | - | - | 4 | Edificios de mantenimiento, almacén, Radar, oficinas | Ave. Borinquen-Base Ramey, Bo. Borinquen |
| Hospitales | - | - | 2 | Western Medical Center, Hospital Buen Samaritano | Bo. Caimital Bajo |
| Subestaciones de energía eléctrica | - | - | 1 | | |
| Respuesta de emergencias | - | - | - | | |
| Estación de Bomberos | - | - | - | | |
| Instalaciones de la Policía | - | - | 2 | División de Drogas y Narcóticos, División de Vehículos Hurtados | Bo. Maleza Baja |
| Instalaciones de manejo de aguas usadas | - | - | 3 | Bombas: <ul style="list-style-type: none"> Borinquen (Los Chiches) Poblado San Antonio –Esc Superior | Bo. Borinquen Bo. Ceiba Alta Bo. Montaña |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|---------------------------------|-----------------------|----------|------|---|--|
| | Bajo | Moderado | Alto | | |
| Instalaciones de manejo de agua | - | - | 14 | <ul style="list-style-type: none"> • Paseos de San Antonio Bombas: <ul style="list-style-type: none"> • Aguadilla Correccional - Guerrero (FO) • Ramey • Ramey-Camaseyes Pozo: <ul style="list-style-type: none"> • Camino Palmas (Caimital) Tanques: <ul style="list-style-type: none"> • Palmar • Aguadilla Mall • Caimital (Vista Verde) • Tanque del Hospital • Aguadilla WTP Backwash Tank • Aguadilla Correccional - Guerrero • Ramey 3 • Ramey 2 • PF Ramey • Torre Ramey | Bo. Guerrero Bo. Camaseyes Bo. Camaseyes Bo. Arenales Bo. Palmar Bo. Caimital Bajo Bo. Corrales Bo. Camaseyes Bo. Camaseyes Bo. Guerrero Bo. Camaseyes Bo. Camaseyes Bo. Maleza Baja |
| Instalaciones esenciales | | | | | |
| Mixto (residencial & comercial) | - | - | 16 | | |
| Instalaciones municipales | - | - | 5 | Piscina Caba Centro comunitario sector La Charca | Bo. Maleza Baja Bo. Arenales |
| Instituciones educativas | - | 4 | 28 | Universidad de Puerto Rico, Escuela De Bellas Artes, Colegio Católico Corpus Cristi, Academia Adventista del Noroeste | Bo. Maleza Baja Bo. Maleza Baja Bo. Camaseyes Bo. Camaseyes |
| Activos comunitarios | 1 | - | 47 | Centro de Desarrollo, Torre de Comunicaciones, Complejo Deportivo Ceiba Baja, Parque de pelota de Guerrero | Bo. Camaseyes Bo. Caimital Bajo Bo. Ceiba Baja Bo. Guerrero |
| Comercios | - | 1 | 155 | Faro Suites (Hotel) Marriot Courtyard (Hotel) Parador Villa Montaña | Bo. Maleza Baja Bo. Maleza Baja Bo. Aguacate |
| Edificios gubernamentales | - | - | 16 | Department of Homeland Security Recruiting Center, | Bo. Maleza Baja Bo. Borinquen |

| Instalaciones críticas | Número de estructuras | | | Instalaciones en riesgo | Dirección Física |
|------------------------|-----------------------|----------|------------|--|-----------------------------------|
| | Bajo | Moderado | Alto | | |
| Total | 1 | 5 | 293 | Departamento de educación- almacén, U.S. Postal Service | Bo. Montaña Bo. Maleza Baja |

Fuente: Southern Group of State Foresters, 2008. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

Los siguientes proyectos municipales se encuentran en áreas de alta susceptibilidad a incendios de vegetación.

Tabla 68. Inventario de potenciales desarrollos en riesgo de incendios de vegetación

| Proyectos | Tipo | Fase | Nivel de susceptibilidad |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|
| Hotel - Aguadilla Ice Skating Arena | Hotel | Diseño | Alto |
| Centro de Bellas Artes | Comercios | Diseño | Alto |
| Skate Park - Cuesta Vieja | Deportes y recreación | Diseño | Alto |
| Edificio OMME | Edificios – administrativos | Diseño | Alto |
| Centro Comunal Esteves | Edificios - comunitarios | Diseño | Alto |
| La Via Bulevar Real Marina Suites | Carretera Edificio -residencial | Diseño Listo para construcción | Alto Alto |
| Skate Park - Urb. Paseos Reales | Deportes y recreación | Listo para construcción | Alto |

Fuente: Southern Group of State Foresters, 2008 e Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Proporciones estimadas por Estudios Técnicos, Inc.

4.2.13 Incendios urbanos

Descripción del riesgo

Los incendios urbanos se clasifican como fuegos no controlados en una residencia o edificio por causas naturales, humanas o técnicas (WMD, 2013). Los incendios urbanos son una amenaza para las estructuras residenciales, comerciales, de almacenamiento, industriales e instalaciones críticas en Aguadilla. Estos incendios tienen el potencial de propagarse a estructuras adyacentes, especialmente si estas están en malas condiciones o abandonadas. Las causas más comunes de los incendios urbanos son:

- Accidentes residenciales (uso inapropiado de electrodomésticos, conexiones defectuosas, incendios de grasa o aceites, aparatos para fumar o calentar);

- | Accidentes industriales (incidentes con materiales peligrosos, explosiones, accidentes de transporte);
- | Fenómenos naturales (rayos, terremotos);
- | Actos criminales (incendios provocados, dispositivos explosivos ilegales y actos de terrorismo).

Ubicación, alcance y distribución del riesgo

En Aguadilla, los incendios urbanos se concentraron en el barrio Pueblo, principalmente en las viviendas ubicadas en las laderas ubicadas al este del Centro Urbano del Municipio. Específicamente, al este de la calle Ruella Lequerica se encuentran una serie de callejones y estructuras que se construyeron muy próximas unas a otras, lo que facilita la propagación de incendios.

Eventos históricos y recientes de incendios urbanos

De acuerdo con los informes de incendios urbanos preparados por OMME, la mayoría de los incidentes son causados por accidentes residenciales. La tabla y el mapa a continuación muestran la cantidad de incendios urbanos reportados entre 2012 y mayo de 2017. Un total de 60 incendios urbanos que involucraron estructuras fueron reportados en el Municipio en los últimos cinco años. El barrio con el mayor número de incendios urbanos reportados fue Pueblo con 14 eventos en un período de cinco años. En una de las reuniones comunitarias un residente indicó en el "Callejón Sal Si Puedes", ubicado detrás de la calle José Mercado, se han incendiado algunas estructuras y hay otras en mal estado lo que genera preocupación en la comunidad por el potencial de que ocurran eventos en el futuro. Un factor importante es que dicha calle ha sido designada en el Plan de Aviso y Evacuación por Tsunamis de Aguadilla como una ruta de desalojo, por lo que es meritorio atender este tipo de situación.

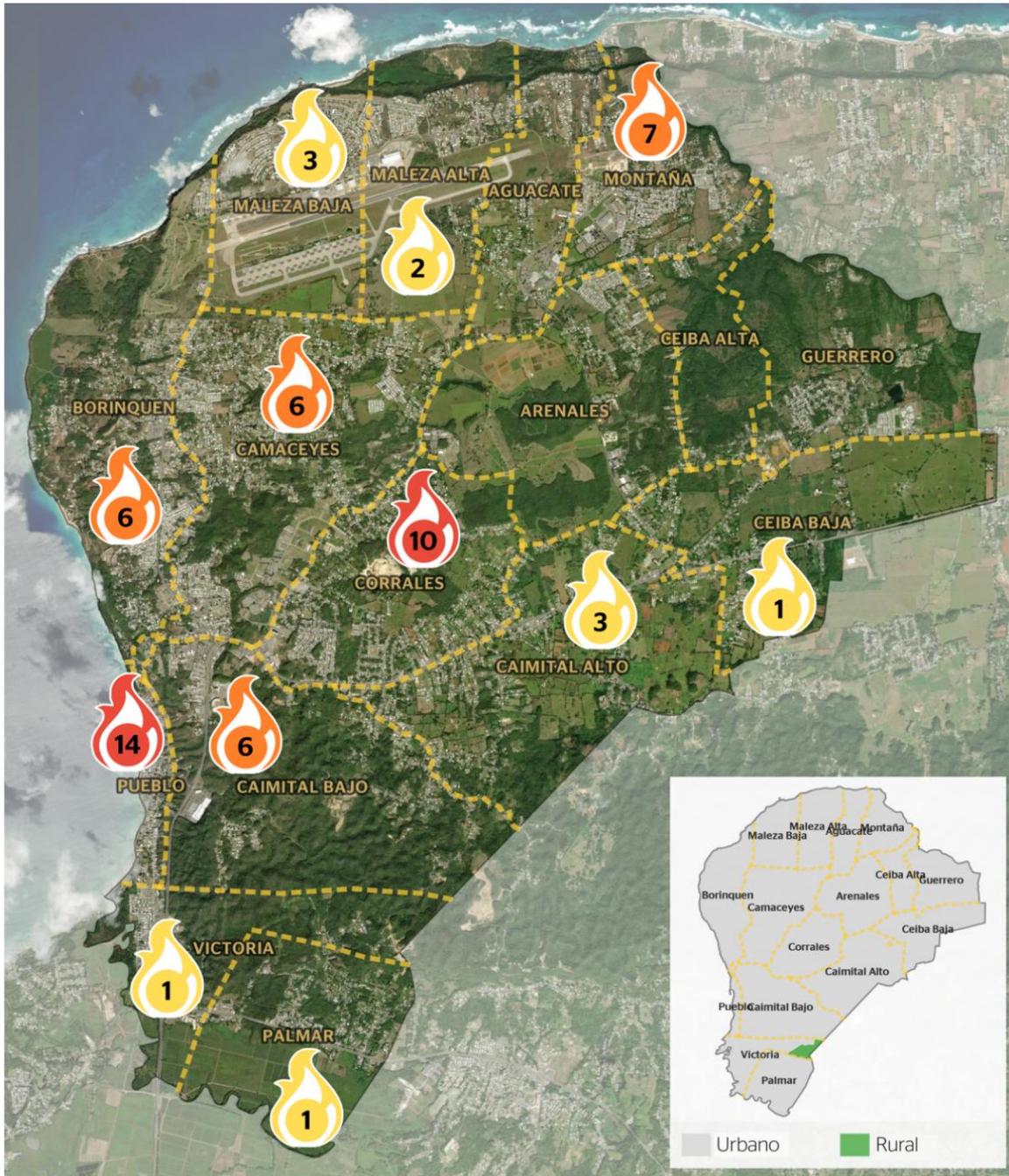
Tabla 69. Estructuras afectadas por incendio en Aguadilla entre el 2012 y mayo de 2017

| Año | Barrio | Número de incidentes reportados | Áreas afectadas |
|------------------------|---------------|---------------------------------|--|
| 2012, 2013, 2015, 2016 | Borinquen | 6 | Residencial Agustín Stahl Carretera PR-467, Urb. Vista Alegre, Calle 3, C-16 Urb. Vista Alegre, calle Madrid, #208 Sector Playuela Ave. Montemar, Villa Haydee Sector Playuela, cerca del quiosco de quenepas |
| 2012, 2014 | Caimital Alto | 3 | Carretera PR-2, pulguero Carretera PR-2, km 123.4, sector El Tres Carretera PR-443, sector La Rosa, km 3.4 |
| 2012, 2013, 2014 | Caimital Bajo | 6 | Buen Samaritano Hospital, 3er piso Reparto Caimital Calle José de Diego |

| Año | Barrio | Número de incidentes reportados | Áreas afectadas |
|------------------------------|-------------|---------------------------------|--|
| 2012, 2013, 2015, 2016 | Camaseyes | 6 | Urb. Villa Alegría, Edificio Jardín del Atlántico, # 6, Apt. 614 Esc. José de Diego Residencial García Ducós, Edificio #16, Apt. 101 Carretera PR-462, Km. 2 Urb. El Prado, calle Ana Costa, #86 Feliciano alley HC5 Carretera PR-463, cerca del Liceo Aguadillano |
| 2014 | Ceiba Baja | 1 | Carretera PR-2, Km 118.6, sector Sotomayor |
| 2012, 2013, 2014, 2015, 2017 | Corrales | 10 | Residencial Las Muñecas Carretera PR-459, Barriada Cabán, calle Parque, #190 Urb. Vista Verde, calle 16, #711 Calle 16, Urb. Vista Verde Urb. Villa Linda, calle Tortola, #224 Urb. Esteves, Chanos Pizza place Sector Estela, calle Dragon, #612 |
| 2015, 2017 | Maleza Alta | 2 | Carretera PR-110, Martin's BBQ |
| 2013, 2014 | Maleza Baja | 3 | Esc. Salvador Fuentes Base Ramey, calle Harrison Base Ramey, #210-B |
| 2012, 2013, 2015, 2016, 2017 | Montaña | 7 | Carretera PR-459, sector Calero Poblado San Antonio Carretera PR-459, sector Calero, Apt. 205 Poblado San Antonio, Rest. Chino Poblado San Antonio Carretera PR-468, km 1.1, sector Calero |
| 2012 | Palmar | 1 | Intersección entre las carreteras Los Torres y PR-111 |
| 2012, 2013, 2014, 2015 | Pueblo | 14 | Calle Barbosa, interior, #51 1/2 Calle Progreso, antigua policlínica Cerro Juan Vega, #45 Residencial José Agustín Aponte, Ave. Victoria, frente al cuartel de la policía, Edificio #3, Apt. 25 Calle José Mercado Calle José Mercado, interior Calle Progreso, Bisbal, Cerro González frente Hunter's Pub Calle Barbosa, antiguo edificio AEE Calle Barbosa, #57 Calle Progreso Residencial Cuesta Vieja, Edificio 11, Apt. 46 Calle Progreso, restaurante Mariachi Calle Betances Calle Progreso, #1, Apt. 2B "Callejón Sal Si Puedes", detrás de calle José Mercado |
| 2014 | Victoria | 1 | Residencial José A. Aponte, Edificio 19, Apt. 190 |

Fuente: OMME. Informe de eventos (2012- mayo 2017)

Mapa 26. Incidentes de incendios urbanos reportados en Aguadilla por barrio



LEYENDA

(#) Número de incidentes reportados de fuegos urbanos

Fuente: OMME . Eventos reportados de 2012 a mayo 2017

Probabilidad de eventos futuros

La probabilidad de que ocurra un incendio urbano en Aguadilla dependerá de factores antropogénicos y naturales. Aunque no es posible determinar cuándo se producirá un incendio urbano, es posible determinar la frecuencia de los eventos en función del valor promedio de incendios urbanos ocurridos en los últimos cinco años. La tabla anterior muestra 60 eventos durante el período de 2012 y mayo de 2017, para un promedio de 12 incendios urbanos por año.

Evaluación de vulnerabilidad

Población en riesgo de incendios urbanos

Toda la población de Aguadilla, 57,973, está expuesta al impacto de los incendios urbanos. Sin embargo, el barrio Pueblo es de especial preocupación, debido a las características de su población y la alta incidencia. En este barrio se reportó la mayor cantidad de incendios urbanos entre 2012-2017.

De acuerdo con los datos de la ECPR, para el año 2015, el barrio Pueblo reportó una población de 2,719 habitantes, siendo el de mayor densidad poblacional. Al menos una de cada cuatro personas (28%) reportó tener algún tipo de impedimento. El 18% de la población tiene 65 años o más, mientras que el 20% tiene 18 años o menos.

En este barrio los niveles de pobreza son altos (70%) y la tasa de desempleo es de 30%. Lo que limita las posibilidades de la población para prepararse y mitigar estos y otros eventos de riesgo.

Estructuras e infraestructura en riesgo de incendios urbanos

Las estructuras de madera, aquellas deterioradas y ubicadas contiguas o próximas unas a otras, están en mayor riesgo de experimentar incendios, ya que esto permite que el incendio se propague rápidamente.

Se podría considerar que las viviendas en los cerros próximos al Centro Urbano están en mayor riesgo.

4.2.14 Sequía

Descripción del riesgo

La sequía es una anomalía temporal de precipitación o caudal natural, en la que la escasez de lluvia se prolonga de tal forma que ocasiona un desbalance hidrológico serio (DNRA, 2016). Puede producir, o no, una situación de interrupción del servicio normal de

agua potable, pérdida de cosechas e impactos a la fauna y flora. La seriedad de la sequía depende del grado de deficiencia en la humedad, su duración y la extensión territorial del área afectada (Colón, 2009 en DRNA, 2016). Los periodos prologados de escasez de precipitación se considera un factor agravante para los incendios de vegetación.

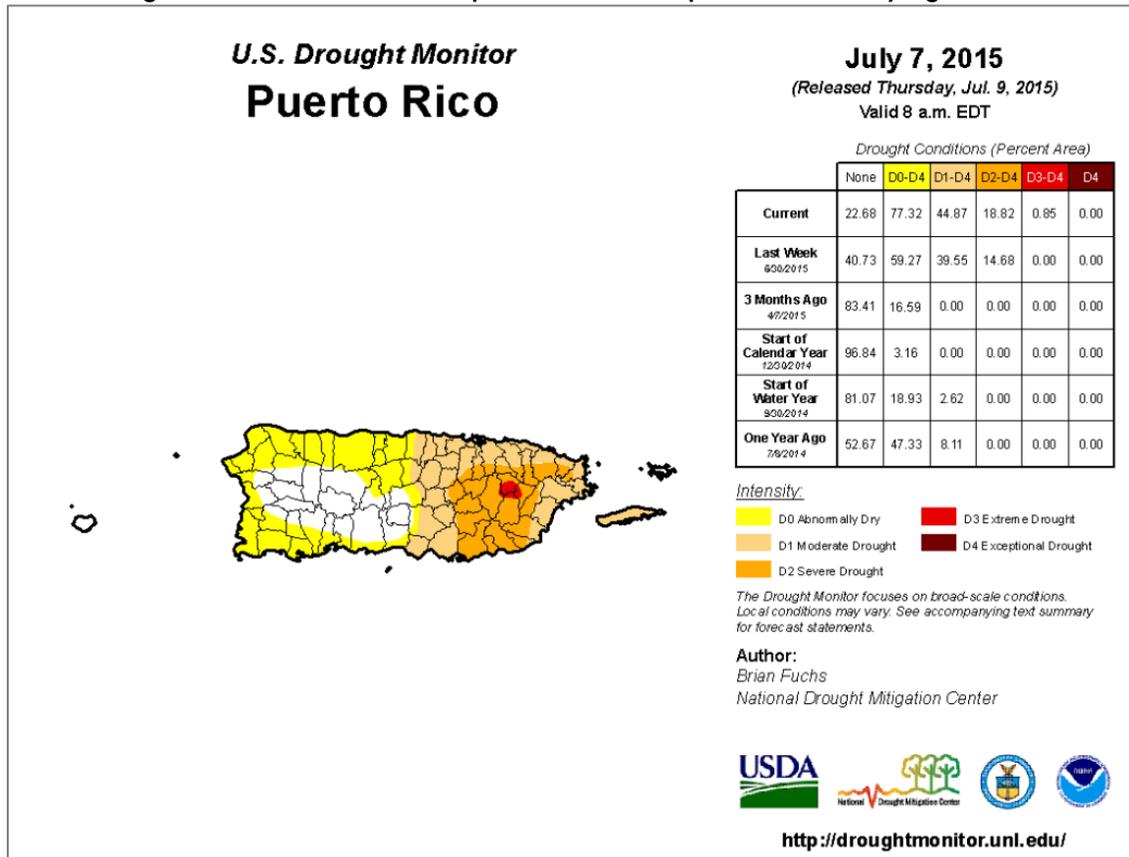
Ubicación, alcance y distribución del riesgo

Todo el municipio de Aguadilla se encuentra susceptible a ser afectado por eventos de sequía.

Eventos históricos y recientes de sequía

Se utilizaron los datos históricos disponible en el Monitor de Sequía de los Estados Unidos e informe del DRNA (2016) sobre el impacto de la sequía entre el año 2014 y el 2016 para conocer los eventos previos. Durante el evento de sequía más reciente (2014-2016), hasta el 7 de julio de 2015, se había declarado un estado de sequía atípica para Aguadilla (DRNA, 2016).

Figura 16. Intensidad de la sequía del 2014-2016 para Puerto Rico y Aguadilla



Fuente: US-DM, 2015. DRNA, 2016. Informe sobre la sequía 2014-16 en Puerto Rico, División Monitoreo del Plan de Aguas, San Juan, Puerto Rico.

Probabilidad de eventos futuros

Existe una alta probabilidad de que ocurran eventos futuros, pero la frecuencia de los mismos es incierta. Debido a los efectos del cambio climático, la evidencia reciente sugiere que en Puerto Rico existe mayor probabilidad de que ocurran condiciones más secas que condiciones más húmedas aumentando la probabilidad de sequías (PRCCC, 2013).

Evaluación de vulnerabilidad

Se estima que toda la población del municipio sería vulnerable a eventos de sequía (57,973 habitantes). Los negocios y particularmente aquellos de cultivos agrícolas o de pastoreo serían severamente afectados.

4.3 CAMBIOS EN LOS DESARROLLOS Y USOS DE TERRENOS EN AGUADILLA

El plan de mitigación revisado debe reflejar los cambios en el desarrollo (44 CFR201.6(d)(3))

Para conocer los cambios en los desarrollos y usos de terrenos en Aguadilla desde la aprobación del plan de 2011, se realizaron análisis de los cambios en la población por barrio y en las unidades de vivienda; se revisaron imágenes aéreas y se examinaron documentos de planificación importantes, como el Plan de Transportación del municipio de Aguadilla (2015).

De acuerdo con la información censal, durante los pasados años la población de Aguadilla ha crecido en los barrios Camaseyes (1,486 personas o 2%), Arenales (341 personas o 3%), Ceiba Alta (237 u 8%) y Guerrero (267 o 1%). Sin embargo, la población en el resto del municipio se ha reducido y se espera que continúe reduciéndose. La vivienda, por su parte, ha aumentado en 13 de los 16 barrios de Aguadilla, aunque en algunos casos los valores son de cinco unidades. La mayoría de las viviendas en el municipio son de tipo unifamiliar. La mayor cantidad de viviendas adicionales se reportó en Camaseyes (623 unidades), donde se documentaron múltiples eventos de inundaciones por la OMME. No obstante, el crecimiento mayor en las unidades de vivienda se observa en Arenales, con un incremento de 7% en cinco años, y Pueblo con un incremento de 4%. La tendencia en el barrio Pueblo responde, en parte, a las políticas del PT de diversificar usos en el CU, dando énfasis a los usos residenciales. El barrio Pueblo es de interés particular porque se encuentra en un área baja cerca de la costa sujeta a múltiples peligros naturales, bordeada por cerros en la porción este que están

dominados por viviendas unifamiliares de carácter informal, las cuales son susceptibles a incendios urbanos y donde el acceso es sumamente difícil.

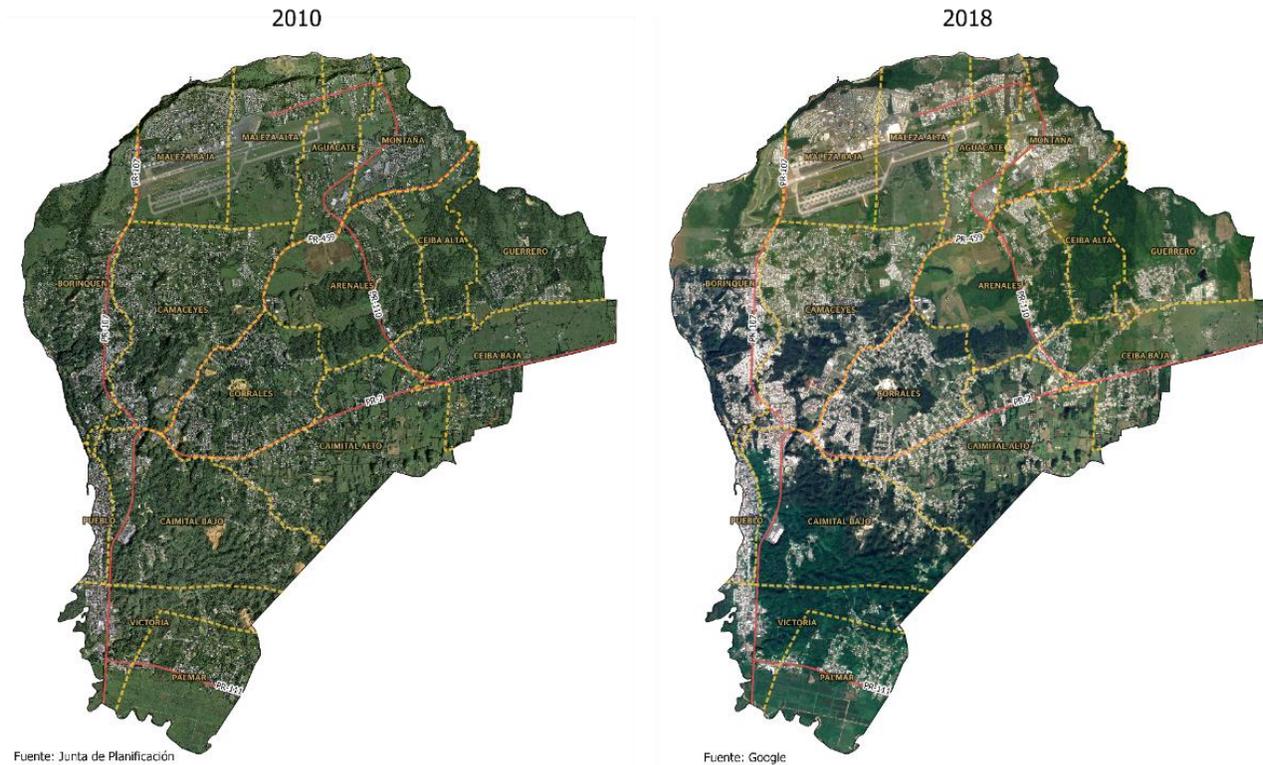
Tabla 70. Tendencias en el crecimiento de la población y las viviendas en los barrios de Aguadilla

| Barrios | Población | | Viviendas | | | |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|-------|--------------------------------------|--------------------------------|
| | Población adicional entre 2010-2015 | Cambio poblacional | 2010 | 2015 | Unidades adicionales entre 2010-2015 | Cambio en unidades de vivienda |
| Aguacate | -49 | -1% | 630 | 693 | 63 | 2% |
| Pueblo | -696 | -4% | 1994 | 2475 | 481 | 4% |
| Arenales | 341 | 3% | 738 | 1017 | 279 | 7% |
| Borinquen | -1218 | -3% | 3061 | 3247 | 186 | 1% |
| Caimital Alto | -558 | -3% | 1586 | 1728 | 142 | 2% |
| Caimital Bajo | -205 | -1% | 1967 | 2142 | 175 | 2% |
| Camaseyes | 1486 | 2% | 4785 | 5408 | 623 | 2% |
| Ceiba Alta | 237 | 8% | 203 | 243 | 40 | 4% |
| Ceiba Baja | -619 | -5% | 904 | 995 | 91 | 2% |
| Corrales | -1117 | -3% | 3209 | 3246 | 37 | 0% |
| Guerrero | 267 | 1% | 1216 | 1178 | -38 | -1% |
| Maleza Alta | -364 | -5% | 787 | 819 | 32 | 1% |
| Maleza Baja | -499 | -5% | 941 | 890 | -51 | -1% |
| Montaña | -514 | -3% | 1641 | 1768 | 127 | 2% |
| Palmar | -324 | -4% | 809 | 751 | -58 | -1% |
| Victoria | -160 | -2% | 781 | 786 | 5 | 0% |
| Aguadilla | -3992 | -1% | 25252 | 27386 | 2134 | 2% |

Fuente: Negociado Federal del Censo. ECPR Estimados a cinco años 2011-2015.

Los desarrollos urbanos para usos comerciales e industriales en Aguadilla han incrementado sustancialmente, a lo largo de vías principales, como la PR-2, en la intersección entre la PR-2 y la PR-459, la PR-107, la PR-110 y la PR-111. Cabe señalar que en precisamente en la PR-2, donde también se han documentado múltiples inundaciones en diversos tramos, según ha sido documentado por la OMME.

Mapa 27. Densidad de vivienda por km² por barrio



Fuente: Junta de Planificación

Fuente: Google

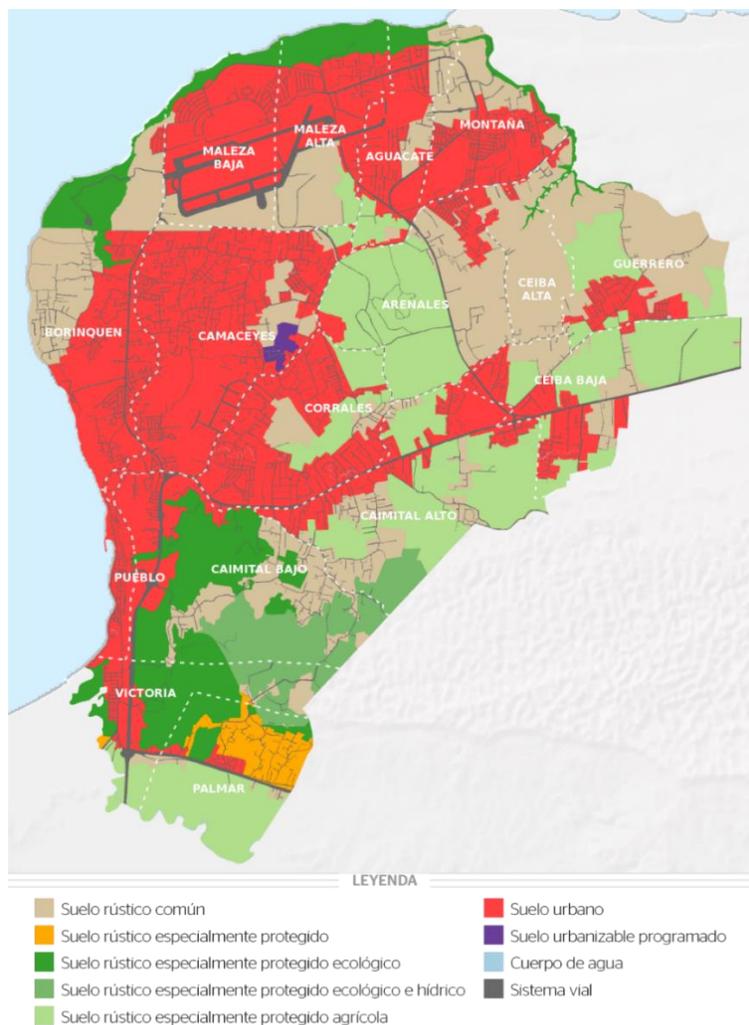
Desarrollos futuros

Los usos de terrenos actuales y futuros en Aguadilla están determinados por el Plan Territorial (PT) (2012), el Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (2013) y el Plan de Usos de Terrenos para Puerto Rico (PUTPR) (2015). Con la aprobación del PUTPR se proporciona una nueva clasificación de usos de terrenos para Aguadilla que incorpora las disposiciones asociadas a los usos de terrenos del Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso. Aguadilla, al igual que otros municipios dentro de la fisiografía cársica, debe ser muy cuidadoso en los usos de terrenos, ya que la impermeabilización de los mismos, los cortes de terreno y las obstrucciones a los sumideros, son algunos de los factores que incrementan sustancialmente las inundaciones y los riesgos geológicos.

El PUTPR clasifica como suelo urbano los barrios Pueblo y grandes extensiones de terrenos en Camaseyes, Borinquen, Maleza Baja y Alta, Montaña y Corrales. El PUTPR propone, además, que el desarrollo urbano futuro se debe concentrar en el barrio Camaseyes, según se observa en el siguiente mapa. Estas son aproximadamente 63.61 cuerdas de terrenos que deberán ser urbanizadas en una densidad mediana, con el fin de optimizar el uso de los terrenos.

Según el PUTPR, el Suelo Rústico Especialmente Protegido (SREP) corresponde a terrenos que nunca deben ser considerados como suelo urbano o con potencial a desarrollarse, dada su ubicación especial, topografía, o por el riesgo a la salud pública, entre otros atributos. En Aguadilla, el 34% del terreno se clasifica como SREP, y se concentra principalmente a lo largo de la costa norte, así como en algunos barrios de la porción central y sudeste del municipio. Estos terrenos protegidos en su mayoría forman parte del Área de Planificación Especial- Restringida del Carso, según el Plan y Reglamento del Área de Planificación Especial del Carso (2013). Estas son áreas que requieren protección especial debido a sus características geológicas y ecológicas y sus ecosistemas. En Aguadilla, esta clasificación incluye los terrenos escarpados cerca de la zona costera y los mogotes asociados a la Cordillera de Jaicoa. El plan también establece una zona de amortiguamiento de 50 metros alrededor del APE-RC. En estos terrenos solo se permiten actividades que armonicen con la conservación de esta área.

Mapa 28. Clasificación del Terreno del PUTPR para Aguadilla



Fuente: Junta de Planificación.

Análisis de riesgos para los usos de terrenos futuros

Se estima que 1.3 % del suelo urbano está en la zona A de inundación y 0.8% en zona AE, de acuerdo con los ABFE. Las áreas reservadas para desarrollos futuros en Aguadilla no se encuentran dentro de las áreas de riesgo de inundación por ríos o por la marejada ciclónica. Sin embargo, aproximadamente 118,249m² (0.4%) de suelos clasificados como urbanos se encuentran susceptibles a la marejada ciclónica.

Los suelos urbanos de Aguadilla se encuentran susceptibles al aumento en el nivel del mar de dos, tres y seis pies. La erosión costera proyectada también afecta a los suelos urbanos. Aproximadamente 64,631m² (0.2%) de suelos clasificados como urbanos se encuentran en áreas susceptibles a la erosión costera proyectada en 60 años y 30,729 m² (0.1%) a 30 años.

La mayoría de los terrenos clasificados como urbanos (97%) tienen poca susceptibilidad a deslizamientos. Igualmente, todas las áreas reservadas para el desarrollo o la expansión futura. Sin embargo, la mayoría de los suelos urbanos (55%) se encuentran en áreas con alta susceptibilidad a deslizamientos inducidos por terremotos. Mientras que el 84% de las áreas reservadas para desarrollo o expansión en el futuro tienen una susceptibilidad muy baja a este riesgo.

Se encontró que 963,826 m² del suelo urbano se encuentra en zonas de susceptibilidad alta o muy alta a licuación. No obstante, la mayoría de los terrenos urbanos (55%) se encuentran en áreas con susceptibilidad moderada a licuación. Por otra parte, todas las áreas reservadas para desarrollo o expansión en el futuro tienen una susceptibilidad muy baja a licuación.

Por otra parte, aunque solo el 2% del suelo urbano está ubicado en áreas susceptibles a tsunamis, este corresponde al centro urbano, área que concentra residencias y actividades económicas, sociales e institucionales del municipio. El Anejo 6 presenta el resultado del análisis combinado de las clasificaciones de uso de terrenos y distintos peligros que afectan a Aguadilla.

4.4 ESTIMADOS DE PÉRDIDAS POTENCIALES

De acuerdo con el 44 CFR 201.6(c)(2)(ii)(B), los planes de mitigación deben incluir un estimado de las pérdidas potenciales en dólares para las estructuras vulnerables previamente identificadas y una descripción de la metodología utilizada para preparar dicho estimado. Siguiendo estas disposiciones, esta sección incluye la metodología utilizada para los estimados y los resultados de las pérdidas potenciales en dólares, por cada riesgo.

Como se indicó anteriormente, el programa Hazus se utilizó para estimar las pérdidas potenciales causadas por terremotos. Los informes detallados generados por Hazus se incluyen en el Anejo 4. El resto de los riesgos fue estimado por los economistas de Estudios Técnicos, Inc.

4.4.1 Terremotos

Metodología

Por el momento, Hazus solo puede usarse en Puerto Rico para estimar la vulnerabilidad a los terremotos (temblores de tierra). Hazus utiliza los datos del Censo 2010 para estimar las pérdidas. Según se indicó anteriormente, se consideraron dos escenarios: el terremoto del 1918 y un escenario probabilístico de 100 años.

Resultados

Valor de reemplazo

Se estima que hay 24,000 estructuras (edificios) en Aguadilla con un valor total de reemplazo del edificio (sin incluir el contenido) de \$3,877 millones. Aproximadamente el 100% de los edificios son estructuras residenciales.

Por otra parte, se estima que el valor de reemplazo de los sistemas de transporte y de utilidades es de \$346 y \$268 millones, respectivamente. El valor total del inventario de utilidades supera los \$614 millones. Este inventario incluye más de 37 km de carreteras, ocho puentes y 5,080 km de tuberías.

Tabla 71. Inventario del sistema de transporte

| Sistema | Componente | # Ubicación/ #Segmentos | Valor de reemplazo (\$millones) |
|------------|------------|----------------------------|------------------------------------|
| Autopistas | Puentes | 8 | 55.1 |

| Sistema | Componente | # Ubicación/ #Segmentos | Valor de reemplazo (\$millones) |
|--------------|---------------|----------------------------|------------------------------------|
| | Segmentos | 13 | 243.2 |
| | | Subtotal | 298.2 |
| Aeropuerto | Instalaciones | 1 | 10.7 |
| | Pista | 1 | 38 |
| | | Subtotal | 48.6 |
| Total | | | 346.9 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: Multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Tabla 72. Inventario del sistema de utilidades

| Sistema | Componente | # Ubicación/ #Segmentos | Valor de reemplazo (\$millones) |
|------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Agua potable | Líneas de distribución | NA | 50.8 |
| | Instalaciones | 1 | 33.3 |
| | | Subtotal | 84.1 |
| Aguas residuales | Líneas de distribución | NA | 30.5 |
| | Instalaciones | 2 | 133.2 |
| | | Subtotal | 163.7 |
| Gas | Líneas de distribución | NA | 20.3 |
| | | Subtotal | 20.3 |
| Comunicación | Instalaciones | 1 | 0.1 |
| | | Subtotal | 0.1 |
| | | Total | 268.2 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Escenario 1: Terremoto del 1918

La pérdida económica total estimada para este escenario es de \$620.24 millones, que incluye las pérdidas relacionadas con la construcción y las utilidades, basadas en el inventario disponible de Aguadilla.

Las pérdidas totales relacionadas con la construcción fueron de \$587.39 millones. El 20% de las pérdidas estimadas estaban relacionadas con la interrupción de negocios en la región. Por mucho, las pérdidas más significativas fueron en ocupación residencial, que constituyó más del 99% de la pérdida total.

Para el transporte y los sistemas de utilidades, Hazus calcula el costo de reparación directa para cada componente. No hay pérdidas calculadas por Hazus por interrupción de negocios producidas por interrupciones de utilidades. Las siguientes tablas proporcionan información más detallada sobre estas pérdidas.

Tabla 73. Estimado de pérdidas económicas por tipo de edificio (Millones de dólares)

| Área | Unifamiliar | Otro Residencial | Comercial | Industrial | Otros | Total |
|----------------------------|---------------|------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Pérdida de ingreso | | | | | | |
| Salario | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0.09 | 0.29 |
| Relacionado al capital | 0 | 0 | 0.2 | 0 | 0.03 | 0.24 |
| Alquiler | 23.75 | 7.54 | 0.08 | 0 | 0.05 | 31.42 |
| Reubicación | 81.32 | 5.19 | 0.12 | 0.01 | 0.39 | 87.02 |
| Subtotal | 105.07 | 12.73 | 0.61 | 0.02 | 0.55 | 118.97 |
| Pérdidas de capital | | | | | | |
| Estructural | 97.14 | 10.31 | 0.19 | 0.02 | 0.18 | 107.84 |
| No- estructural | 246.65 | 46.01 | 0.56 | 0.07 | 0.93 | 294.22 |
| Contenido | 56.02 | 9.56 | 0.26 | 0.04 | 0.48 | 66.34 |
| Inventario | 0 | 0 | 0.01 | 0.01 | 0 | 0.02 |
| Subtotal | 399.8 | 65.88 | 1.01 | 0.14 | 1.59 | 468.42 |
| Total | 504.87 | 78.6 | 1.62 | 0.15 | 2.14 | 587.39 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Tabla 74. Pérdidas económicas en el sistema de transporte (Millones de dólares)

| Sistema | Componente | Valor de inventario | Pérdida económica | Proporción de pérdida (%) |
|-------------------|---------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Autopista | Segmentos | 243.16 | \$0 | 0 |
| | Puentes | 55.08 | \$3.76 | 6.82 |
| | Subtotal | 298 | \$3.80 | |
| Aeropuerto | Instalaciones | 10.65 | \$2.18 | 20.71 |
| | Pista | 37.96 | \$0 | 0 |
| | Subtotal | 49 | \$2.20 | |
| | Total | 346.9 | \$5.90 | |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Tabla 75. Pérdidas económicas en el sistema de utilidades (Millones de dólares US)

| Sistema | Componente | Valor de inventario | Pérdida económica | Proporción de pérdida (%) |
|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Agua potable | Instalaciones | 33.3 | \$3.20 | 54.79 |
| | Líneas de distribución | 50.8 | \$2.94 | 8.03 |
| | Subtotal | 84.1 | \$6.15 | |
| Aguas residuales | Instalaciones | 133.2 | \$18.03 | 20.28 |
| | Líneas de distribución | 30.5 | \$2.11 | 9.59 |
| | Subtotal | 163.68 | \$20.14 | |
| Gas | Líneas de distribución | 20.3 | \$0.61 | 4.12 |
| | Subtotal | 20.32 | \$0.61 | |
| Comunicación | Instalaciones | 0.1 | \$0.01 | 22.8 |
| | Subtotal | 0.1 | \$0.01 | |
| | Total | 268.2 | \$26.90 | |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Tabla 76. Valor de los edificios (millones de dólares)

| Residencial | No-Residencial | Total |
|-------------|----------------|-------|
| 3,863 | 14 | 3,877 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Escenario 2: Escenario probabilístico de 100 años

La pérdida económica total estimada por este terremoto es de \$299.54 millones, que incluye las pérdidas relacionadas con la construcción y utilidades basadas en el inventario disponible de Aguadilla.

Las pérdidas totales relacionadas con la construcción fueron de \$288.19 millones, el 23% de las pérdidas estimadas estuvieron relacionadas con la interrupción de negocios en la región. Por mucho, la pérdida más grande fue en ocupación residencial, que constituyó más del 99% de la pérdida total. Las siguientes tablas proporcionan información más detallada sobre estas pérdidas.

Tabla 77. Estimado de pérdidas económicas por tipo de edificio (Millones de dólares)

| Área | Unifamiliar | Otros residencial | Comercial | Industrial | Otros | Total |
|----------------------------|---------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Pérdida de ingresos | | | | | | |
| Salario | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0.04 | 0.14 |
| Relacionados con capital | 0 | 0 | 0.1 | 0 | 0.02 | 0.12 |
| Alquiler | 13.16 | 3.64 | 0.04 | 0 | 0.02 | 16.87 |
| Reubicación | 46.3 | 2.75 | 0.06 | 0 | 0.18 | 49.3 |
| Subtotal | 59.46 | 6.39 | 0.31 | 0.01 | 0.26 | 66.43 |
| Pérdidas de capital | | | | | | |
| Estructural | 51.64 | 4.9 | 0.08 | 0.01 | 0.08 | 56.71 |
| No estructural | 116.06 | 18.84 | 0.2 | 0.02 | 0.35 | 135.47 |
| Contenido | 25.51 | 3.81 | 0.08 | 0.01 | 0.16 | 29.58 |
| Inventario | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.01 |
| Subtotal | 193.2 | 27.55 | 0.37 | 0.05 | 0.59 | 221.76 |
| Total | 252.66 | 33.94 | 0.68 | 0.06 | 0.85 | 288.19 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Tabla 78. Pérdidas económicas en el sistema de transporte (Millones de dólares)

| Sistema | Componente | Valor de inventario | Pérdidas económicas | Proporción de pérdidas (%) |
|-------------------|---------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| Autopista | Segmentos | 243.16 | \$0 | 0 |
| | Puentes | 55.08 | \$0.39 | 0.71 |
| | Subtotal | 298 | \$0.40 | |
| Aeropuerto | Instalaciones | 10.65 | \$1.22 | 11.47 |
| | Pistas | 37.96 | \$0 | 0 |
| | Subtotal | 49 | \$1.20 | |

| Sistema | Componente | Valor de inventario | Pérdidas económicas | Proporción de pérdidas (%) |
|---------|------------|---------------------|---------------------|----------------------------|
| | Total | 346.9 | \$1.60 | |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Tabla 79. Pérdidas económicas en el sistema de utilidades (Millones de dólares)

| Sistema | Componente | Valor del inventario | Pérdida económica | Proporción de pérdida (%) |
|-------------------------|------------------------|----------------------|-------------------|---------------------------|
| Agua potable | Instalaciones | 33.3 | \$1.70 | 5.1 |
| | Líneas de distribución | 50.8 | \$0.65 | 1.28 |
| | Subtotal | 84.1 | \$2.35 | |
| Aguas residuales | Instalaciones | 133.2 | \$6.79 | 0 |
| | Líneas de distribución | 30.5 | \$0.47 | 5.1 |
| | Subtotal | 163.68 | \$7.25 | 1.53 |
| Gas | Líneas de distribución | 20.3 | \$0.13 | 0.66 |
| | Subtotal | 20.32 | \$0.13 | |
| Comunicación | Instalaciones | 0.1 | \$0.01 | 5.1 |
| | Subtotal | 0.1 | \$0.01 | |
| | Total | 268.2 | \$9.74 | |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

Tabla 80. Valor del edificio (millones de dólares)

| Residencial | No-Residencial | Total |
|-------------|----------------|-------|
| 3,863 | 14 | 3,877 |

Fuente: Hazus-MH 4.0: multihazard loss estimation software. [Washington, D.C.]

4.4.2 Otros riesgos

Metodología

Para estimar las pérdidas potenciales en dólares para cada estructura por tipo de riesgo, se utilizó la siguiente fórmula.

$$\text{Valor monetario de la exposición al riesgo} = \text{Valor de la estructura} \times \text{Probabilidad del evento} \times \text{Susceptibilidad del área}$$

Para implementar esta fórmula, se siguieron los siguientes pasos:

- Cantidad y tipo de estructura:** La base del estimado fue el inventario de edificios y estructuras en el Municipio, clasificados por tipo de instalación (residencial,

comercial, comunitaria, de seguridad, entre otros) que se presentó anteriormente.

- | **Valor de la propiedad:** El valor aproximado de cada estructura se obtuvo utilizando la capa georreferenciada del catastro del Centro de Recaudación de Ingresos Municipales (CRIM) de 2016. El valor del contenido por cada tipo de instalación se estimó utilizando un promedio del 30% del valor de la estructura, excepto para los casos en los que existen estimados más precisos disponibles en la literatura.
- | **Susceptibilidad de la estructura al peligro y su magnitud:** La cantidad de estructuras afectadas por cada peligro y su magnitud se obtuvo a partir de las capas de información descritas en la Sección 4.1, y bajo cada riesgo en sus correspondientes secciones de "ubicación, extensión y distribución".
- | **Probabilidades:** Las probabilidades para cada peligro se describieron previamente en las secciones correspondientes.

Resultados

El valor de reemplazo de las estructuras se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 81. Valor de reemplazo de las instalaciones en riesgo seleccionadas

| TIPO DE ESTRUCTURA | Valor de reemplazo | | |
|--|--------------------|---------------|--------------|
| | de la instalación | del contenido | Total |
| Instalaciones del aeropuerto | \$ 7,000,000 | \$ 1,050,000 | \$ 8,050,000 |
| Comercios | \$ 111,583 | \$ 35,257 | \$ 146,839 |
| Activos comunitarios | \$ 452,283 | \$ 21,326 | \$ 473,608 |
| Subestaciones de energía eléctrica | \$ 2,000,000 | - | \$ 2,000,000 |
| Respuesta de emergencias | \$ 166,667 | \$ 25,000 | \$ 191,667 |
| Estación de bomberos | \$ 330,000 | \$ 145,500 | \$ 475,500 |
| Edificios gubernamentales | \$ 2,100,000 | \$ 300,000 | \$ 2,400,000 |
| Hospitales | \$ 3,100,000 | \$ 3,875,000 | \$ 6,975,000 |
| Viviendas | \$ 100,000 | \$ 25,000 | \$ 125,000 |
| Mixto (residencial & comercial) | \$ 105,791 | \$ 30,128 | \$ 135,920 |
| Instalaciones municipales | \$ 452,283 | \$ 21,326 | \$ 473,608 |
| Instalaciones de la policía | \$ 233,333 | \$ 58,333 | \$ 291,667 |
| Instituciones educativas | \$ 300,000 | \$ 30,000 | \$ 330,000 |
| Instalaciones de tratamiento de aguas usadas | \$ 175,000 | - | \$ 175,000 |
| Instalaciones de tratamiento de agua | \$ 700,000 | \$ 1,400,000 | \$ 2,100,000 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Una limitación encontrada en este ejercicio es que la valoración total por estructura se agregó de forma independiente para cada riesgo. Esto puede sobrestimar la valoración, ya que supone que la exposición al peligro es aditiva. La siguiente tabla presenta los resultados agregados para cada riesgo (excepto para terremotos, que fue presentado previamente).

Inundación costera y ribereña

Se estima que la pérdida de los activos susceptibles a inundaciones costeras y ribereñas en Aguadilla es de aproximadamente \$785,986 para las inundaciones con 1% de probabilidad de ocurrencia anual. Para los estimados se consideró que una cuarta parte de las estructuras sería afectada por las inundaciones ribereñas. En el caso de la marejada ciclónica, se consideró que se impactaría el 35% de la estructura y contenido, para una pérdida estimada de \$31,573. Mientras que las pérdidas causadas por las inundaciones resultantes del desbordamiento de ríos o por el efecto del oleaje se estima en \$754,413, considerando que aproximadamente el 30% de la estructura y el contenido de las mismas se vería afectado.

Tabla 82. Estimado de pérdidas por el riesgo de inundaciones

| Tipo de estructura | Inundación ribereña y susceptible al oleaje | | | | Marejada ciclónica | | Pérdida total |
|---------------------------------|---|--------------|------------|-------------------|--------------------|------------------|------------------|
| | # activos | | | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | |
| | AE | A | X | | VE | | |
| Comercios | 150 | 5 | 63 | \$ 56,900 | 10 | \$ 5,139 | \$62,040 |
| Activos comunitarios | 12 | 5 | 3 | \$ 20,128 | | | \$20,128 |
| Viviendas | 487 | 1,567 | 152 | \$ 641,875 | 57 | \$ 24,938 | \$666,813 |
| Mixto (residencial & comercial) | 54 | 5 | 15 | \$ 20,048 | 1 | \$ 476 | \$20,524 |
| Instalaciones municipales | 4 | | 1 | \$ 4,736 | | | \$4,736 |
| Instalaciones de la policía | | | | | 1 | \$ 1,021 | \$1,021 |
| Instituciones educativas | 12 | 1 | 2 | \$10,725 | | | \$10,725 |
| Total | 719 | 1,583 | 236 | \$ 754,413 | 69 | \$ 31,573 | \$785,986 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Aumento en el nivel del mar

Se estima que existen 48 viviendas ubicadas en áreas costeras susceptibles al aumento en el nivel del mar de dos pies, cuya pérdida se estima en \$6,000,000. En la inundación de tres pies, se identificaron 15 viviendas adicionales para un total de 63 estructuras y tres activos comunitarios que suman a 66 estructuras, cuyas pérdidas se estiman en

\$9,295,825. Es importante indicar que los estimados consideran que el 100% de las estructuras expuestas tendrían pérdidas ante ambos escenarios.

Tabla 83. Aumento en el nivel del mar de dos y tres pies

| Tipo de estructura | 2 pies | | 3 pies | |
|----------------------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) |
| Activos comunitarios | -- | -- | 3 | \$1,420,825 |
| Viviendas | 48 | \$6,000,000 | 15 (adicionales a las 48) | \$7,875,000 |
| Total | 48 | \$6,000,000 | 66 | \$9,295,825 |

Erosión costera proyectada

Se identificaron 20 viviendas ubicadas en áreas susceptibles a la erosión costera proyectada en un periodo de 30 años, cuyo valor se estima en \$ 2,500,000. Unas 32 viviendas adicionales se encuentran en el área de erosión costera proyectada a 60 años, para un total de 52 viviendas más cuatro comercios y un activo comunitario. El valor de estos activos se estima en \$10,060,966. Estos valores consideran que el 100% de las estructuras serían afectadas por la erosión costera.

Tabla 84. Erosión costera proyectada a 30 y 60 años

| Tipo de estructura | # activos 30 años | Pérdida a 30 años (\$) | # activos 60 años | Pérdida 60 años (\$) |
|-----------------------------|-------------------|------------------------|---------------------|----------------------|
| Comercios | | | 4 | \$587,358 |
| Activos comunitarios | | | 1 | \$473,608 |
| Viviendas | 20 | \$ 2,500,000 | 52 (32 adicionales) | \$9,000,000 |
| Total | 20 | \$2,500,000 | 57 | \$10,060,966 |

Deslizamientos

Para estimar la pérdida de activos por eventos de deslizamiento se consideraron solo aquellos ubicados en áreas de alta y muy alta susceptibilidad. Se presume que los activos serían impactados en un 50% de ocurrir un deslizamiento en las áreas con alta susceptibilidad. La pérdida total para deslizamientos que ocurran en áreas con alta susceptibilidad sería de \$91, 632,567. Mientras que en las áreas con una susceptibilidad muy alta el 65% de cada uno de los activos expuestos experimentaría daños y las pérdidas estimadas en estas áreas serían de \$118,347,567.

Tabla 85. Estimado de pérdidas por el riesgo de deslizamientos

| Tipo de estructura | Susceptibilidad | | | | Pérdida total |
|---|-------------------|----------------------|-----------------------|--------------|----------------------|
| | Alta # activos | Pérdida (\$) | Muy alta # activos | Pérdida (\$) | |
| Comercios | 3 | \$ 264,311 | - | - | \$264,311 |
| Activos comunitarios | 4 | \$ 1,136,660 | - | - | \$1,136,660 |
| Edificios gubernamentales | 1 | \$ 1,440,000 | - | - | \$1,440,000 |
| Hospitales | 1 | \$ 4,185,000 | - | - | \$ 4,185,000 |
| Viviendas | 1,037 | \$ 77,810,267 | 274 | \$26,715,000 | \$104,525,267 |
| Instalaciones municipales | 2 | \$ 568,330 | - | - | \$568,330 |
| Instituciones educativas | 6 | \$ 1,188,000 | - | - | \$1,188,000 |
| Instalaciones de tratamiento de agua | 4 | \$ 5,040,000 | - | - | \$ 5,040,000 |
| Total | 1,058 | \$91, 632,567 | - | - | \$118,347,567 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Tsunami

Se estima que 1,521 estructuras en Aguadilla serían impactadas por un evento de tsunami. Se presume que el 100% de dichas estructuras se afectaría, para una pérdida estimada de \$1,021,532.

Tabla 86. Estimado de pérdidas por el riesgo de Tsunami

| Tipo de estructura | # activos | Pérdida |
|--|--------------|--------------------|
| Comercios | 127 | \$93,243 |
| Activos comunitarios | 14 | \$33,153 |
| Edificios gubernamentales | 1 | \$12,000 |
| Hogares | 1,333 | \$833,125 |
| Mixto (residencial & comercial) | 27 | \$18,349 |
| Instalaciones municipales | 3 | \$7,104 |
| Instalaciones de la policía | 1 | \$1,458 |
| Instituciones educativas | 14 | \$23,100 |
| Total | 1,521 | \$1,021,532 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Licuación

Se estima que ante la ocurrencia de un terremoto que esté acompañado del fenómeno de licuación, las estructuras ubicadas en las áreas con muy alta susceptibilidad a licuación tendrían pérdidas estimadas en \$2,632,091. Las 159 estructuras ubicadas en áreas de alta susceptibilidad tendrían pérdidas estimadas en \$132,260. En total, un evento de licuación podría causar pérdidas estimadas en \$11,209,017.

Tabla 87. Estimado de pérdidas por el riesgo de licuación

| Tipo de estructuras | Alto | | Bajo | | Moderado | | Muy Alto | | Muy Bajo | | Pérdida total |
|--|------------|------------------|------------|-----------------|---------------|--------------------|--------------|--------------------|---------------|------------------|---------------------|
| | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | |
| Instalaciones del aeropuerto | | | | | 24 | \$801,780 | | | 3 | \$2,004 | \$803,784 |
| Comercios | 2 | \$1,950 | 8 | \$488 | 701 | \$427,178 | 351 | \$385,009 | 503 | \$6,130 | \$820,754 |
| Activos comunitarios | | | | | 116 | \$227,995 | 25 | \$88,446 | 101 | \$3,970 | \$320,412 |
| Subestaciones de energía eléctrica | | | | | 1 | \$8,300 | 3 | \$44,820 | 1 | \$166 | \$ 53,286 |
| Respuesta de emergencias | | | | | 1 | \$795 | | | | | \$ 795 |
| Estación de bomberos | | | | | | | | | 1 | \$39 | \$ 39 |
| Edificios gubernamentales | | | 2 | \$1,992 | 47 | \$468,120 | | | 53 | \$10,558 | \$480,670 |
| Hospitales | | | | | 2 | \$57,893 | | | 3 | \$1,737 | \$59,629 |
| Viviendas | 157 | \$130,310 | 172 | \$8,923 | 11,577 | \$6,005,569 | 2,082 | \$1,944,068 | 14,371 | \$149,099 | \$8,237,968 |
| Mixto (residencial & comercial) | | | 2 | \$113 | 78 | \$43,997 | 115 | \$116,762 | 107 | \$1,207 | \$ 162,079 |
| Instalaciones municipales | | | | | 18 | \$35,379 | 6 | \$21,227 | 21 | \$825 | \$57,431 |
| Instalaciones de la policía | | | | | 6 | \$7,263 | 1 | \$2,179 | | | \$ 9,441 |
| Instituciones educativas | | | | | 100 | \$136,950 | 12 | \$29,581 | 96 | \$2,629 | \$ 169,161 |
| Instalaciones de tratamiento de aguas usadas | | | | | 6 | \$4,358 | | | 7 | \$102 | \$4,459 |
| Instalaciones de tratamiento de agua | | | | | 3 | \$26,145 | | | 17 | \$2,963 | \$ 29,108 |
| Total | 159 | \$132,260 | 184 | \$11,515 | 12,680 | \$8,251,720 | 2,595 | \$2,632,091 | 15,284 | \$ 81,431 | \$11,209,017 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Deslizamientos inducidos por terremoto

Se estima que, ante la ocurrencia de un terremoto, las estructuras ubicadas en las áreas con muy alta susceptibilidad a deslizamientos inducidos por terremotos tendrían pérdidas estimadas en \$347,033. Las 13,084 estructuras ubicadas en áreas de alta susceptibilidad tendrían pérdidas estimadas en \$15,149,517. En total, un evento de deslizamiento inducido por terremotos podría causar pérdidas estimadas en \$17,004,246, según se observa en la tabla 88.

Incendios de vegetación

Se estima que 13,777 estructuras en Aguadilla se encuentran en áreas con una susceptibilidad alta de experimentar incendios de vegetación, cuya pérdida ante un incidente sería de \$2,903,722,829. En las áreas de susceptibilidad moderada las pérdidas serían de \$9,455,513 y en áreas de baja susceptibilidad podrían ascender a \$7,051,595, según se observa en la tabla 89.

Vientos fuertes producidos por ciclones tropicales

Se estima que las áreas con una susceptibilidad moderada a vientos de 90-122 mph experimentarían pérdidas de \$2,204,227 ante un evento de tal magnitud. En total, se estiman pérdidas de \$2,631,739 para el municipio, según se observa en la tabla 90.

Tabla 88. Estimado de pérdidas por el riesgo de deslizamiento inducido por terremoto

| Tipo de estructura | Alto | | Bajo | | Moderado | | Muy Alto | | Muy Bajo | | Pérdida total |
|--|---------------|---------------------|--------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | |
| Instalaciones del aeropuerto | 23 | \$1,306,233 | 2 | \$13,363 | | | | | 2 | \$1,306,233 | \$1,326,278 |
| Comercios | 983 | \$1,018,341 | 78 | \$9,506 | 29 | \$17,672 | 10 | \$10,969 | 463 | \$1,018,341 | \$1,084,703 |
| Activos comunitarios | 129 | \$431,028 | 11 | \$4,324 | 5 | \$9,827 | 1 | \$3,538 | 95 | \$431,028 | \$467,390 |
| Subestaciones de energía eléctrica | 4 | \$56,440 | | | | | | | 1 | \$56,440 | \$57,270 |
| Respuesta de emergencias | 1 | \$1,352 | | | | | | | | \$1,352 | \$1,352 |
| Estación de bomberos | | | | | | | | | 1 | | \$197 |
| Edificios gubernamentales | 48 | \$812,736 | 11 | \$21,912 | | | | | 43 | \$812,736 | \$877,476 |
| Hospitales | 2 | \$98,417 | | | | | | | 3 | \$98,417 | \$107,101 |
| Hogares | 12,315 | \$10,860,291 | 2,627 | \$272,551 | 697 | \$361,569 | 355 | \$331,481 | 12,353 | \$10,860,291 | \$12,466,704 |
| Mixto (residencial & comercial) | 178 | \$170,687 | 19 | \$2,143 | 6 | \$3,384 | 1 | \$1,015 | 98 | \$170,687 | \$182,758 |
| Instalaciones municipales | 21 | \$70,167 | 4 | \$1,572 | 3 | \$5,896 | | | 17 | \$70,167 | \$80,978 |
| Instalaciones de la policía | 6 | \$12,346 | 1 | \$242 | - | | | | | \$12,346 | \$12,588 |
| Instituciones educativas | 120 | \$279,378 | 4 | \$1,096 | 2 | \$2,739 | | | 93 | \$279,378 | \$295,949 |
| Instalaciones de tratamiento de aguas usadas | 2 | \$2,469 | | | | | | | | \$2,469 | \$2,542 |
| Instalaciones de tratamiento de agua | 2 | \$29,631 | 3 | \$5,229 | | | | | 7 | \$29,631 | \$40,961 |
| Total | 13,834 | \$15,149,517 | 2,760 | \$331,939 | 742 | \$401,087 | 367 | \$347,003 | 13,176 | \$15,149,516 | \$17,004,247 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Tabla 89. Estimado de pérdidas por el riesgo de incendios de vegetación

| Tipo de estructura | Alto | | Bajo | | Moderado | | Pérdida total |
|--|---------------|------------------------|-----------|--------------------|-----------|--------------------|------------------------|
| | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | # activos | Pérdida (\$) | |
| Instalaciones del aeropuerto | 4 | \$50,232,000 | | | | | \$50,232,000 |
| Comercios | 155 | \$35,505,776 | | | 1 | \$152,713 | \$35,658,489 |
| Activos comunitarios | 47 | \$34,724,953 | 1 | \$307,845 | | | \$35,032,798 |
| Subestaciones de energía eléctrica | 1 | \$3,120,000 | | | | | \$3,120,000 |
| Respuesta de emergencias | | | | | | | |
| Estación de bomberos | | | | | | | |
| Edificios gubernamentales | 16 | \$59,904,000 | | | | | \$59,904,000 |
| Hospitales | 2 | \$21,762,000 | | | | | \$21,762,000 |
| Hogares | 13,484 | \$2,629,380,000 | 83 | \$6,743,750 | 61 | \$7,930,000 | \$2,644,053,750 |
| Mixto (residencial & comercial) | 16 | \$3,392,556 | | | | | \$3,392,556 |
| Instalaciones municipales | 5 | \$3,694,144 | | | | | \$3,694,144 |
| Instalaciones de la policía | 2 | \$910,000 | | | | | \$910,000 |
| Instituciones educativas | 28 | \$14,414,400 | | | 4 | \$1,372,800 | \$15,787,200 |
| Instalaciones de tratamiento de aguas usadas | 3 | \$819,000 | | | | | \$819,000 |
| Instalaciones de tratamiento de agua | 14 | \$45,864,000 | | | | | \$45,864,000 |
| Total | 13,777 | \$2,903,722,829 | 84 | \$7,051,595 | 66 | \$9,455,513 | \$2,920,229,937 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Tabla 90. Vientos Fuertes causados por huracán

| Tipo de estructura | Bajo | | Moderado | | Muy Bajo | | Pérdida total |
|--|---------------|------------------|---------------|--------------------|--------------|------------------|--------------------|
| | # activos | Pérdidas (\$) | # activos | Pérdidas (\$) | # activos | Pérdidas (\$) | |
| Instalaciones del aeropuerto | 15 | \$0 | 12 | \$115,920 | | | \$115,920 |
| Comercios | 553 | \$69 | 701 | \$123,521 | 283 | \$16,622 | \$140,212 |
| Activos comunitarios | 116 | \$4 | 81 | \$46,035 | 45 | \$8,525 | \$54,564 |
| Subestaciones de energía eléctrica | 1 | \$0 | 4 | \$9,600 | | | \$9,600 |
| Respuesta de emergencias | 1 | | | | | | - |
| Estación de bomberos | | | 1 | \$571 | | | \$571 |
| Edificios gubernamentales | 29 | \$0 | 64 | \$184,320 | 9 | \$8,640 | \$192,960 |
| Hospitales | | | 4 | \$33,480 | 1 | \$2,790 | \$36,270 |
| Hogares | 12,681 | \$136,792 | 10,784 | \$1,617,600 | 4,907 | \$245,350 | \$1,999,742 |
| Mixto (residencial & comercial) | 81 | \$1 | 190 | \$30,990 | 31 | \$1,685 | \$32,676 |
| Instalaciones municipales | 14 | \$0 | 25 | \$14,208 | 6 | \$1,137 | \$15,345 |
| Instalaciones de la policía | 3 | \$0 | 2 | \$700 | 2 | \$233 | \$933 |
| Instituciones educativas | 91 | \$2 | 62 | \$24,552 | 36 | \$4,752 | \$29,306 |
| Instalaciones de tratamiento de aguas usadas | 2 | \$0 | - | \$210 | - | \$70 | \$280 |
| Instalaciones de tratamiento de agua | 8 | \$0 | 1 | \$2,520 | 2 | \$840 | \$3,360 |
| Totales | 13,592 | \$136,868 | 11,932 | \$2,204,227 | 5,322 | \$290,644 | \$2,631,739 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. U.S. Census Bureau, 2015. Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

Tabla 91. Resumen del total de las pérdidas potenciales por tipo de riesgo

| Riesgo | Pérdida estimada |
|--------------------------------------|------------------|
| Inundación | \$785,986 |
| Deslizamiento | \$118,347,567 |
| Terremoto | \$299,540,000 |
| Tsunami | \$1,021,532 |
| Licuación | \$11,209,017 |
| Deslizamiento inducido por terremoto | \$17,004,247 |
| Incendio de vegetación | \$2,920,229,937 |
| Vientos fuertes | \$2,631,739 |
| Aumento en el nivel del mar (3 pies) | \$9,295,825 |
| Erosión costera (60 años) | \$10,060,966 |

Fuente: Estimado por Estudios Técnicos Inc. e Instalaciones provistas por el Municipio de Aguadilla. Valores están en dólares.

La siguiente tabla muestra los resultados de una evaluación de vulnerabilidad de las instalaciones municipales que se establecieron con el propósito de servir a la comunidad, el riesgo al que están expuestas y el costo potencial relacionado con las pérdidas causadas por estos riesgos.

Tabla 92. Instalaciones municipales identificadas en riesgo

| Propiedad Municipal | Ubicación | Peligro potencial | Pérdidas potenciales ²¹ |
|--|--|----------------------------|------------------------------------|
| Alcaldía | Ave. San Carlos | GS, Li, EL, UF, HW | \$2,670,000 |
| Biblioteca electrónica | Ave. San Carlos | T, Li, EL, HW, UF, GS | \$2,500,000 |
| Plaza del Mercado | Calle Progreso | GS, Li, HW, UF | \$10,340,000 |
| Edificio de Obras públicas | Camino vía | WF, Li, EL, GS, UF | \$2,000,000 |
| Dispensario Camaseyes* | Carretera PR-467 Interior | RF, GS, EL, T, UF, L, HW | \$840,000 |
| Centro Geriátrico Juan García Ducós* | Carretera PR-467, Km. 2.0 Interior | RF, GS, Li, T, UF, L, HW | \$400,000 |
| Centro de Actividades Múltiples, Higüey* | Calle Progreso, #75 | RF, GS, Li, EL, UF, HW | \$1,580,000 |
| Centro Geriátrico Caimital Alto | Carretera PR-2, Caimital Alto | GS, Li, EL, UF | \$600,000 |
| Centro Geriátrico San Antonio | Calle Barbosa, #275 | L, EL, GS, UF | \$450,000 |
| Centro Geriátrico El Palmar* | Road PR-11, Palmar | RF, CF, WF, GS, Li, T, HW | \$1,140,000 |
| Coliseo Municipal Luis T Díaz | Paseo La Real Marina (PR-4442) | CF, T, SLR, GS, Li, EL, UF | \$3,380,000 |
| Parque Colón | Fernando Yumet Ave. | RF, SLR, T, GS, WF | \$585,000 |
| Estadio Municipal Luis A. Canena Márquez | Carretera PR-2, en frente de Villa Alegría | HW, WF, GS, UF | \$4,780,000 |
| Las Cascadas Water Park | Carretera PR-2 frente a Villa Alegría | L, GS, Li, EL, HW, UF | \$1,440,000 |
| Terminal de Públicos | Ave. San Carlos | GS, EL, HW | \$2,000,000 |
| Plaza Marina Cuartel Municipal de la Policía | Calle Stahl | CF, T, GS, Li, HW | \$1,530,000 |
| Edificio Los Bohíos* | Sector Tamarindo | GS, EL, T, F, L, HW | \$740,000 |
| Centro de Gobierno Municipal | Paseo García Méndez | RF, GS, Li, EL, HQ, UF | \$1,700,000 |
| Anexo de la Alcaldía | Paseo García Méndez | Li, EL, GS, HW, UF | \$3,380,000 |

²¹ Igual al Plan de 2011

| Propiedad Municipal | Ubicación | Peligro potencial | Pérdidas potenciales ²¹ |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|------------------------------------|
| Complejo deportivo Pupo Jiménez | Carretera PR-2, Caimital Alto | WF, GS, Li, EL, UF | \$3,290,000 |
| Plaza Skate Park | Ave. Fernando Yumet | RF, GS, T, Li, EL, HW, WF, UF | \$480,000 |
| Plaza Placido Acevedo | Ave. Fernando Yumet | RF, T, GS, Li, EL, HW, WF, UF | \$1,540,000 |
| Parque El Parterre | Calle Muñoz Rivera | GS, Li, EL, HW, UF | \$2,000,000 |
| Plaza Rafael Hernández (Recreo) | Ave. San Carlos | GS, Li, EL, HW, UF | \$1,000,000 |
| Complejo Deportivo Camaseyes | Carretera PR-456, Camaseyes | GS, UF | \$700,000 |
| Complejo deportivo Ceiba Abajo | Ceiba Baja | GS, Li, EL, UF | \$1,580,000 |
| Fuente de la Juventud Park | Calle Muñoz Rivera, frente a El Parterre | CF, SLR, T, Li, EL, GS, HW, UF | \$2,300,000 |
| Ice skating Arena | Paseo La Real Marina (PR-4442) | RF, T, HW, GS, Li, EL, UF | \$6,000,000 |
| Departamento de la Vivienda | Carretera PR-107, Caimital Bajo | WF, HW, GS, UF | \$1,500,000 |
| Paseo García Méndez* | Calle Ruíz Belvis | CF, GS, EL, T, UF, L, HW | \$700,000 |
| Estacionamiento de Plaza del Mercado | Calle Progreso | RF, T, GS, Li, EL, HW, UF | \$2,100,000 |
| Skate board y splash park | Carretera PR-107, Ave. Borinquen | RF, T, GS, Li, EL, WF, HW, UF | \$2,200,000 |
| Museo de Antropología | Ave. San Carlos | GS, Li, EL, UF, HW | \$630,000 |

GS = Terremoto (temblor de tierra), Li = Licuación, EL = Deslizamiento inducido por terremoto, T= Tsunami, RF = Inundación por río, CF= Inundación costera, SLR = Aumento en el nivel del mar, UF= Incendio urbano, WF = Incendio de vegetación, HW = Vientos fuertes, L = Deslizamientos por lluvia
 *Iguar al Plan de 2011

5. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Los Planes de Mitigación Multiriesgo deberán incluir una guía para reducir las pérdidas potenciales identificadas en el análisis de riesgo, tomando como base las autoridades, las políticas, los programas y los recursos existentes y la habilidad del municipio para expandir y mejorar dichas herramientas (44 CFR §201.6 (c) (3)). De acuerdo con la reglamentación, en esta sección se incluyen:

- | La capacidad institucional del municipio para implementar el plan;
- | La participación del municipio en el NFIP;
- | Las metas del municipio para reducir la vulnerabilidad;
- | La gama de proyectos considerados para la mitigación de riesgos en Aguadilla;
- | El plan de acción, con las acciones y proyectos de mitigación priorizados y programados y
- | El proceso mediante el cual el municipio integrará los requisitos del plan de mitigación en otros planes y programas.

5.1 CAPACIDAD INSTITUCIONAL

El plan debe incluir la documentación de las autoridades existentes, políticas, programas y recursos del municipio y jurisdicción y su habilidad de ampliar o mejorar estas políticas y programas existentes (44 CFR §201.6(c)(3));

El municipio de Aguadilla cuenta con una Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial, la cual trabaja los aspectos asociados a los usos de terrenos en la jurisdicción municipal, entre otros temas. Desde esta oficina se trabaja el PT, que fue revisado de forma integral en 2011, el cual es el plan que dispone los usos de terrenos en todo el municipio.

Bajo la Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial se encuentra la Oficina de Cumplimiento y Planificación Ambiental. La misma prepara y administra el Plan de Manejo de Aguas de Escorrentías (SWMP por sus siglas en inglés), en cumplimiento con los requisitos reglamentarios de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por

sus siglas en inglés).²² Dicho Plan establece los controles mínimos y las tareas que lleva a cabo el municipio para el cumplimiento del permiso de referencia. El Plan cubre todo el municipio, que está delimitado de acuerdo con los parámetros del permiso para áreas urbanas.

Como parte de la medida de control núm. 3 - "Detección y Eliminación de Descargas Ilícitas", se identificaron algunas zonas propensas a inundación, que requieren el mantenimiento de la infraestructura relacionada con las aguas pluviales. En respuesta a la medida de control antes indicada, las brigadas de la OMME trabajan en el mantenimiento de sumideros, zanjas, cunetones, alcantarillado pluvial y otra infraestructura natural y construida, que ayuda a manejar las aguas de escorrentía para mejorar la situación de las inundaciones en todo el municipio. Además, el personal municipal trabaja sistemáticamente en la recolección de escombros para evitar la obstrucción del flujo de las aguas de inundación.

La OMME, además, trabaja en la respuesta a emergencias, informes y documentación de incidentes o eventos de riesgo, como inundaciones, incendios, deslizamientos, entre otros. La OMME ha estado documentando incidentes de riesgos naturales en forma escrita desde 2011. También trabaja activamente proveyendo educación y actividades de alcance. El Municipio participa en los programas StormReady y TsunamiReady. La participación en estos programas del NWS es voluntaria, los cuales requieren que el municipio esté al día con las capacidades de comunicación y seguridad necesarias para salvar vidas y bienes antes, durante y después de una tormenta o evento de tsunami (NOAA, 2017).

Aguadilla completó su Plan de Desalojo y Aviso de Tsunamis, con el apoyo de la RSPR y el NWS. Dicho plan establece los procedimientos de desalojo en respuesta a un aviso de tsunami. El Municipio, a través de su participación en el programa también: brinda asistencia en las operaciones de recuperación de desastres; provee adiestramientos al personal municipal involucrado en la respuesta: como la OMME, los bomberos, la policía municipal, entre otros; proporciona actividades educativas para la ciudadanía, como conferencias y presentaciones e instaló sirenas de aviso. Además, para ser oficialmente una comunidad StormReady, el municipio preparó un plan de eventos climáticos peligrosos, que incluye realizar ejercicios de emergencia.

²² Fase II del Permiso para las Aguas de Escorrentías, de la EPA. El SWMP forma parte del requisito del Permiso Nacional de Sistemas de Eliminación de Descarga de Aguas de Escorrentía (NPDES por sus siglas en inglés) Permiso General de Descargas de Escorrentías de Pequeños Sistemas Separados de Alcantarillado Pluvial Municipal (MS4 por sus siglas en inglés).

El municipio también cuenta con una Oficina de Permisos y posee la quinta jerarquía de ordenación, de acuerdo con la Ley de Municipios Autónomos. Al alcanzar esta jerarquía, al municipio le fueron transferidas ciertas facultades de la JP y de la Oficina de Gerencia de Permisos (OGPe) para evaluar y tomar determinaciones sobre ciertos permisos de construcción y desarrollo. Por otra parte, la Oficina de Planificación y Administración de Proyectos, liderada por un ingeniero licenciado, trabaja los proyectos municipales de desarrollo económico, social y físico.

Otra unidad municipal importante es la Oficina de Programa Federales, mediante la cual se trabajan, entre otros aspectos, las solicitudes de fondos y proyectos subvencionados por el Departamento de la Vivienda Federal. Esta dependencia municipal forma parte del comité timón de mitigación ya que la coordinación estrecha entre estas y otras unidades municipales es fundamental para la implantación exitosa de las medidas de mitigación contenidas en este Plan revisado.

Es importante indicar que, al momento de llevar a cabo esta revisión, estas unidades del municipio de Aguadilla se encontraban cortas de personal, aun así, permanecían ejerciendo sus funciones. Sin embargo, estas limitaciones de personal inciden en la selección de estrategias y acciones de mitigación que serán consideradas para Aguadilla durante los próximos cinco años.

5.2 PARTICIPACIÓN DEL MUNICIPIO DE AGUADILLA EN EL NFIP

El plan debe cubrir, de ser apropiado, la participación del municipio en el NFIP y el cumplimiento continuo de los requisitos del NFIP (201.6(c)(3)(ii))

El municipio de Aguadilla participa en el NFIP, junto a otros 73 municipios, bajo la representación de la JP (#7200000), ya que el municipio no es una comunidad separada. En Puerto Rico, la JP es la agencia estatal coordinadora del NFIP ante FEMA y administra: los mapas de tasas del seguro de inundación (FIRM, por sus siglas en inglés), el Reglamento Núm. 13 Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación de la Junta de Planificación, y el seguro de inundación. Datos proporcionados por FEMA indican que en Aguadilla hay 149 pólizas bajo el NFIP, de las cuales 46 son pólizas adquiridas a través de FEMA.

El municipio, a través de la Oficina de Permisos, requiere el cumplimiento con el Reglamento 13 de la JP a toda persona que someta un permiso. Dicha Oficina orienta

a los proponentes de proyectos en el municipio e inspecciona el cumplimiento de los proyectos con las disposiciones de dicho Reglamento.

El municipio continuará cumpliendo con el NFIP mediante los esfuerzos educativos sobre reducción del riesgo de inundaciones y mitigación. El municipio, a través de las Oficina de Manejo de Emergencias, Oficina de Permisos y Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial, llevará a cabo las siguientes acciones para asegurar el cumplimiento con los requisitos del NFIP:

- (1) Continuará orientando a los proponentes de proyectos de construcción y usos de terrenos en el municipio sobre los requisitos de cumplimiento con el Reglamento de Planificación Núm. 13;
- (2) Desarrollará y distribuirá documentación informativa, como opúsculos y folletos, sobre el riesgo de inundación y medidas de mitigación;
- (3) Proveerá charlas y otras actividades de alcance sobre temas que incluyen, pero no se limitan a: conocer la exposición a riesgos de inundaciones, medidas para reducir el peligro de inundaciones y de mitigación, cumplimiento con el Reglamento 13, e importancia de contar con el seguro de inundación.

5.3 METAS Y OBJETIVOS

Metas para reducir/eliminar la vulnerabilidad de los peligros identificados a largo plazo (201.6(c)(3)(i));

Las siguientes metas y objetivos representan un enfoque integral para la mitigación de peligros naturales en Aguadilla. Los mismos están basados en las metas y objetivos del Plan de 2011 y fueron refinados para promover la **protección** de vidas y propiedad, la **prevención** de daños y la **educación** de residentes, visitantes y funcionarios gubernamentales, para reducir su exposición a los peligros.



Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivos

- 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.
- 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.
- 1.3 Evitar la exposición de desarrollos futuros y población a peligros naturales.

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

- 2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario, las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal.

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al municipio, y las acciones de prevención y mitigación disponibles

- 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación disponibles.

5.4 LISTA DE ACCIONES DE MITIGACIÓN DISPONIBLES

El Plan deberá contener la Identificación y análisis de acciones de mitigación y proyectos específicos que han sido considerados para el municipio, con el fin de reducir los efectos de los peligros con un énfasis en edificios y estructuras existentes y nuevas (201.6(c)(3)(ii));

Existe una amplia gama de proyectos y acciones de mitigación que tienen el potencial de ser utilizadas para reducir los eventos de riesgo en Aguadilla. Las opciones disponibles fueron discutidas con varios miembros del Comité de Mitigación, por separado, quienes proveyeron su insumo a base de las necesidades de mitigación y los recursos disponibles. Esta sección incluye una lista de estrategias de mitigación disponibles y las actividades asociadas. Las que han sido seleccionadas para ser implementadas en el municipio de Aguadilla se discuten en la sección 5.6.

Las publicaciones de FEMA, "Introducción a la Mitigación de Riesgos (2006) y el Manual de Planificación de Mitigación Local" (2013), brindan una gama de categorías y acciones de mitigación. Estas categorías fueron modificadas para contextualizarlas a la situación de Aguadilla, y se componen de las siguientes categorías:

Prevención- Incluye acciones destinadas a evitar que un problema de riesgo empeore. Estas actividades están relacionadas con la planificación y buscan garantizar que el desarrollo futuro no aumente las pérdidas por riesgo. Las actividades de prevención con potencial aplicación a Aguadilla incluyen: planificación y zonificación, conservación de espacios abiertos, reglamentos de desarrollo de terrenos, manejo de aguas pluviales (limpieza de cunetones / cuencas de retención más grandes), protección de barreras costeras, planificación de mejoras capitales (evitando que la infraestructura sea extendida a las áreas de riesgo) y cumplimiento de los códigos de construcción.

Protección de la propiedad- Estas acciones protegen directamente a las personas y propiedades en riesgo, y se usan para modificar los edificios sujetos a riesgos, o su entorno, en lugar de evitar que ocurra el evento. Las acciones de protección de propiedad, a menudo, se usan para lugares históricos y culturales, ya que no afectan la apariencia del edificio. Típicamente, estas son acciones menos costosas, porque a menudo se implementan o se comparten los costos con los propietarios. La protección de la propiedad incluye: adquisiciones, reubicaciones, reconstrucción y estructuras a prueba de inundaciones. Las instalaciones críticas pueden ser protegidas empleando cualquiera de estas categorías.

Educación pública y concienciación- Estas incluyen acciones para informar y educar a los ciudadanos, funcionarios electos y a los propietarios de las estructuras y terrenos, sobre los peligros y las acciones necesarias para evitar posibles daños. Las actividades de mitigación consideradas en esta categoría incluyen: Participación en programas nacionales, como StormReady, TsunamiReady o Firewise Communities; proporcionar mapas de riesgos y otra información a través de diversos medios como páginas de internet con mapas e información; divulgación del riesgo al que están sujetos los bienes inmuebles; avisos a residentes y propietarios en áreas específicas propensas a riesgos; y pedirles a los dueños de negocios que brinden información sobre mitigación de riesgos a los empleados.

Protección de recursos naturales- Son las acciones destinadas a reducir la intensidad de los efectos de los riesgos, así como a mejorar la calidad del medio ambiente y los hábitats de vida silvestre. Estas, a menudo, son implementadas en coordinación con entidades u organizaciones que trabajan con parques, recreación o conservación, e incluyen: control de erosión y sedimentación, protección de humedales, reforestación y restauración de playas.

Proyectos estructurales- Protegen directamente a las personas y a las propiedades en riesgo. Implican la construcción de estructuras artificiales para controlar los peligros. Algunos ejemplos de proyectos estructurales son: diques, rompeolas,

barreras, revestimientos, desvíos de flujo alto, canales, contrafuertes, cuencas de acumulación de escombros, muros de contención, modificaciones de canales, sistemas de alcantarillado y elevación de carreteras.

| **Análisis de riesgos-** Incluye acciones para fortalecer la evaluación de riesgos tales como evaluaciones adicionales, encuestas, censos e inventarios, entre otros.

| **Fortalecimiento de las capacidades institucionales-** Acciones municipales, estatales y federales para coordinar opciones y respuestas de mitigación. Incluye: acciones de coordinación entre el municipio y otras agencias y entidades gubernamentales, presentación de propuestas, recaudación de fondos y desarrollo de bases de datos, entre otras.

Avances en las acciones de mitigación del Plan de 2011

Las acciones incluidas en el Plan 2011 fueron revisadas para evaluar su progreso en los últimos cinco años. El municipio de Aguadilla, como el resto de Puerto Rico, enfrenta desafíos fiscales, por lo que ninguna de las acciones incluidas en el Plan de 2011 pudo ser implementada por falta de fondos, pero los riesgos continúan ocurriendo. Por tanto, estas acciones de mitigación son reincorporadas en este plan revisado.

5.5 EVALUACIÓN & PRIORIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN PARA EL MUNICIPIO DE AGUADILLA

El plan de mitigación deberá contener un plan de acción describiendo cómo las acciones identificadas fueron priorizadas (incluyendo una revisión de costo-beneficio), implementadas y administradas por cada jurisdicción. (201.6(c)(3)(iii))

Evaluación de acciones de mitigación

El rango de acciones de mitigación disponibles se analizó junto con los riesgos identificados, con el propósito de seleccionar las acciones de mitigación que permitan lograr las metas y objetivos del municipio. Según se presenta en la siguiente tabla, todas las acciones de mitigación presentadas en la sección previa tienen el potencial de ser aplicadas en Aguadilla. Sin embargo, factores como la poca disponibilidad de recursos humanos en el municipio y la limitada capacidad fiscal municipal y estatal, son considerados para la selección de las medidas a ser incluidas en el plan de acción.

Tabla 93. Acciones de mitigación disponibles para cada riesgo identificado para el Municipio de Aguadilla

| Acciones de mitigación | Inundación ribereña | Inundación costera | Aumento en el nivel del | Erosión | Deslizamiento | Terremoto | Licuefacción | Deslizamiento inducido por | Tsunami | Vientos Fuertes | Incendios urbanos | Sequía |
|--|---------------------|--------------------|-------------------------|---------|---------------|-----------|--------------|----------------------------|---------|-----------------|-------------------|--------|
| Prevención | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |
| Protección de propiedad | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | |
| Educación y concienciación pública | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |
| Protección de recursos naturales | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | | | | | | | ◆ |
| Proyectos estructurales | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | |
| Análisis de riesgo | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |
| Fortalecimiento de las capacidades institucionales (Municipales) | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ | ◆ |

Fuente: FEMA Manual de Planificación de Mitigación Local, 2013 y ETI, 2017

Las inundaciones son el riesgo que más afecta a las comunidades en Aguadilla de acuerdo con el perfil de riesgos realizado. Las inundaciones son consideradas por los residentes de Aguadilla, como un riesgo que merece atención, debido a las obstrucciones en la vida cotidiana y daños a la propiedad, así como los daños resultantes tras el paso del huracán María. Como resultado, muchas de las medidas de mitigación incluidas buscan atender los riesgos de inundaciones y, también, los peligros costeros.

Otros peligros de preocupación en Aguadilla son los terremotos y, particularmente, los tsunamis. La mayoría de las medidas de mitigación estructurales para atender el reequipamiento sísmico requieren de grandes inversiones, lo que limita la capacidad para su implementación, dado que las posibles fuentes de financiamiento son limitadas. Sin embargo, estos riesgos son de mucha preocupación para el municipio, por lo que la educación y la prevención serán empleadas como las estrategias de mitigación preferidas al momento. En general, la forma más rentable de atender la vulnerabilidad del municipio a los peligros es reduciendo la exposición de futuros desarrollos, adiestrando a quienes trabajan en la revisión de proyectos y en la construcción, y mediante el cumplimiento más estricto de los códigos de construcción y la reglamentación de planificación de usos del terreno, incluyendo el reglamento de inundación.

Priorización de las acciones de mitigación

El equipo de planificación compiló una lista completa de acciones para Aguadilla, que incluye aquellas que no fueron completadas en el Plan de 2011, así como otras que se han identificado durante el proceso de planificación. Se realizó una evaluación cualitativa utilizando un método de lista simple, que consiste en tres pasos: ²³

Paso 1: Crear la lista de acciones identificadas;

Paso 2: Identificar todos los beneficios esperados (ej., efectos positivos) y costos (ej. obstáculos percibidos) de las acciones,

Paso 3: Asignar una prioridad – Alta, mediana y baja, acompañada de una explicación del significado de cada categoría.

El Equipo de Planificación considera que todas las medidas de mitigación de riesgos son importantes y necesarias. Sin embargo, se establecieron tres criterios para priorizar a base de los beneficios positivos del proyecto (por ejemplo, reduce las inundaciones en una vía muy transitada), las capacidades técnicas y administrativas del personal del municipio y la disponibilidad de fuentes de fondos para la implementación de los proyectos. (Véase Anejo 7). A base de estos tres criterios, se asignaron prioridades como: alta, mediana y baja.

- Alta prioridad: Incluye las acciones que deben ser iniciadas de inmediato porque existe población y negocios experimentando eventos, al menos, una vez al año o porque la susceptibilidad a eventos futuros, como es el caso de tsunamis es alta. Los proyectos de prioridad alta incluyen también aquellos cuya ocurrencia obstruye el acceso a residencias o negocios y, por tanto, afecta los modos de vida de la población.
- Mediana prioridad: - Acciones de mitigación que son necesarias e importantes, pero que no requieren intervención inmediata para proteger la vida o propiedad. En muchos casos, como las actividades de educación y alcance, el Municipio tiene la capacidad administrativa para hacerlo, por la experiencia, conocimiento local y los recursos humanos, pero requiere algún tipo de subvención para ejecutarlas. Estas acciones incluyen, por ejemplo, actividades educativas y de alcance, entre otras que podrían abordar varios riesgos.

²³ Véase: Course: IS-318, Mitigation Planning for Local and Tribal Communities. Module 4: Preparing the Mitigation Strategy Lesson 3: Prioritize Mitigation Action <https://emilms.fema.gov/IS318/MP0403010t.htm>

- **Baja prioridad:** Incluye proyectos que son importantes para ayudar a mitigar peligros naturales. Su ejecución fortalecería y complementarían los esfuerzos existentes, pero la protección de la vida y propiedad no depende de los mismos durante el periodo de vigencia del Plan de Mitigación revisado. Ejemplos de estos proyectos son la generación de información adicional, como mapas, censos, entre otras.

Respecto a la disponibilidad de fuentes de fondos, se reconoce la oportunidad de fondos federales del Hazard Mitigation Grant Program (HMGP) y de los fondos de Community Development Block Grant-Disaster Recovery (CDBG-DR), que han sido asignados a Puerto Rico con la declaración presidencial de desastre tras el paso del huracán María (DR-4339). Por ejemplo, si un proyecto tiene la posibilidad de cualificar bajo los fondos de HMGP, la prioridad del mismo sería mayor.

El Comité de Planificación interesa dar prioridad a los proyectos de control de inundaciones que afectan a sus comunidades, muchos de los cuales provienen del plan de 2011. Algunas acciones, como el proyecto de infraestructura verde en el predio contiguo a la PR-115 y otros proyectos de mejoras a los drenajes representan la primera etapa de otros proyectos para el control de inundaciones de mayor envergadura, por lo que también se les asigna una mayor prioridad.

5.6 PLAN DE ACCIÓN DE MITIGACIÓN

Esta sección incluye estrategias de mitigación y acciones que son necesarias para alcanzar las metas y objetivos identificados para el municipio para reducir la pérdida de vida y propiedad en su jurisdicción. Las siguientes secciones discuten las acciones de mitigación por área de acción para el período de planificación 2018-2023. Las acciones que se presentaron en 2011, las cuales no se llevaron a cabo y aún son necesarias se identifican con un asterisco. Teniendo en cuenta los eventos y consecuencias del paso del Huracán María en diferentes lugares de Aguadilla, a los proyectos se le modificaron las prioridades, siendo las prioridades: Altas, Medianas y Bajas. Además, se incluyeron varios proyectos para atender situaciones que surgieron después del mencionado evento natural. Esto, debido a que se vio la necesidad de trabajar proyectos de inundaciones, contar áreas de respuestas de emergencias y los accesos a centros de emergencias de manera diferente a la que se había contemplado originalmente. La evaluación sobre prioridades asignadas a los proyectos existentes y nuevos, se encuentra en el Anejo 8.

Las acciones fueron organizadas en los siguientes temas:

- | Adquisición y realojo de viviendas y estructuras en áreas de alto riesgo
- | Proyectos para el control de inundaciones, los cuales se presentan por barrio;
- | Proyectos de mejoras a rutas de desalojo de tsunamis y control de deslizamientos
- | Proyectos de educación y concienciación y
- | Fortalecimiento de la capacidad institucional para la mitigación y respuesta.

5.6.1 Adquisición y realojo de viviendas y estructuras en áreas de alto riesgo

La adquisición y realojo de residentes y estructuras ubicadas en áreas de alto riesgo son estrategias de mitigación complejas, pero necesarias para proteger la vida y la propiedad. Estas acciones requieren la coordinación adecuada con las agencias federales y estatales, pero principalmente con los miembros de la comunidad. Las acciones están dirigidas a reducir la exposición a eventos futuros que tengan el potencial de causar daños a la vida y la propiedad de los inquilinos.

1. Realojo de las estructuras en el sector Tamarindo (Centro Urbano)

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1: Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación costera, aumento en el nivel del mar, tsunami y licuación

Prioridad: Alta

Descripción: En el sector Tamarindo se identificaron varias estructuras que se encuentran ubicadas en el litoral, en un área altamente vulnerable a diversos riesgos, como inundaciones costeras, aumento del nivel del mar, tsunamis y licuación. Se estima que hay aproximadamente 20 estructuras ubicadas en la zona marítimo terrestre²⁴. Además, una porción del antiguo cementerio municipal se encuentra en zona.

El municipio iniciará los esfuerzos de coordinación con el DRNA, el Departamento de la Vivienda y las agencias correspondientes, para realojar a los residentes a áreas más seguras y adquirir y demoler las estructuras. El Municipio trabajara en coordinación con el DRNA para asegurar que se cumpla la reglamentación que prohíbe construcciones permanentes no dependientes del agua en esta zona.

Esta medida de mitigación requiere llevar a cabo un inventario más detallado de las estructuras, y un censo de las características de los ocupantes para

Figura 17. Vista cercana al sector Tamarindo



— Línea de Referencia Oficial de la Zona Marítimo Terrestre

Susceptibilidad a otros riesgos

| Deslizamiento | Deslizamiento inducido por terremoto | Vientos fuertes | Licuación | Tsunami | Zona inundable | Aumento del nivel del mar de 6 pies |
|---------------|--------------------------------------|-----------------|-----------|---------|----------------|-------------------------------------|
| Baja | Muy Alta | Moderada | Muy Alta | Si | Zone V | Si |

Fuente: DRNA, FEMA National Flood Hazard Layer

²⁴ Estimados realizados utilizando GIS y la base de datos georeferenciado del Sistema de Referencia de la Zona Marítimo Terrestre desarrollado por el DRNA.

definir las estrategias y las medidas de coordinación apropiadas con la comunidad y las agencias federales y estatales.

Costo estimado: Valor estimado de las estructuras al año 2017 a base de la información del CRIM es de \$52,372 x 20 estructuras = \$1,047,440. Los costos de los deslindes y viviendas para los ocupantes son adicionales.

Posibles fuentes de financiamiento: Fondos federales: Community Development Block Grant-DR(CDBG-DR) y fondos de FEMA como el Programa de Subvención para Mitigación de Riesgos (*Hazard Mitigation Grant Program, HMGP*).

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 5 años

2. Coordinar con los dueños de las estructuras que han experimentado pérdidas repetitivas para su adquisición mediante “buy out”

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones, además de tsunami y licuación

Prioridad: Alta

Descripción: Hay tres estructuras que han sido reportadas como propiedades con pérdidas repetitivas, todas ubicadas en el barrio Pueblo. Debido a que la venta por parte de los titulares debe ser voluntaria, es necesario coordinar con estos para auscultar la posibilidad de adquirir las mismas.

De darse la adquisición, estos terrenos permanecerían como áreas verdes o espacios abiertos a perpetuidad y formarían parte de la red de infraestructura verde en el centro urbano para reducir las inundaciones en el área.

Costo estimado: Adquisición de las tres estructuras y terreno - \$54,850.00

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA HMGP-Property Acquisitions/ HUD-DCBG-DR

Entidad Responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 3 años

3. Evaluación de estructura residencial en el Callejón Elpidio, barrio Camaseyes y auscultar su adquisición mediante “buy out”

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación y deslizamiento

Prioridad: Alta

Descripción: En el Plan de 2011 y durante los ejercicios de participación llevados a cabo para esta revisión, se identificaron inundaciones frecuentes en el callejón Elpidio, también conocida como Gate 1. Al examinar la información provista con la capa de información de depresiones, se encontró que es muy probable que la vivienda se haya construido sobre un sumidero. Sin embargo, es necesario hacer estudios geológicos para validar este hallazgo. De ser así, se recomienda coordinar con los dueños para identificar opciones, incluyendo el realojo hacia otro lugar más seguro.

La obstrucción de un sumidero por la construcción de una estructura residencial ha causado varias inundaciones severas

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgo de Aguadilla, 2011,

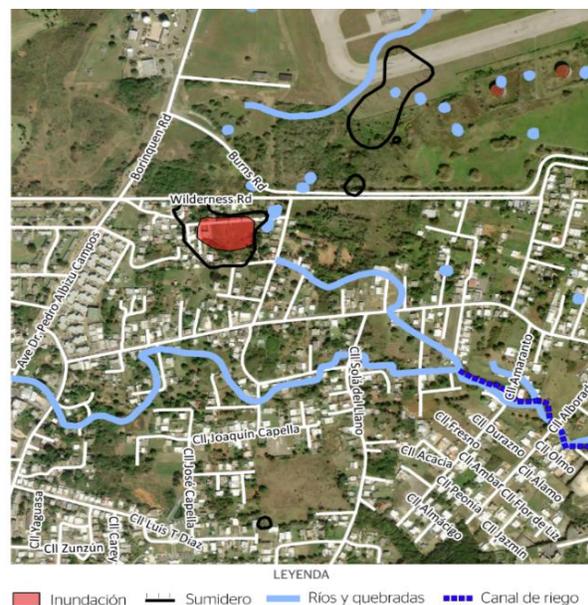


Figura 18. Extensión de la inundación en el callejón Elpidio

Costo estimado: \$3,000,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP/HUD-CDBG-DR

Entidad Responsable: Oficina de Programas Federales/Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

4. Reubicar el Cuartel de la Policía Municipal*

Meta 1: Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.2: Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación, tsunami y licuación

Prioridad: Alta

Descripción: El Cuartel de la Policía Municipal se encuentra en una zona expuesta a peligros múltiples como inundaciones costeras, riesgo de tsunamis y licuación. Dada su alta vulnerabilidad y la importancia de los servicios provistos en esta estructura, se propone reubicar los servicios de este cuartel a un lugar más seguro en el municipio.

Costo estimado: \$1,000,000.

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidad responsable: Policía Municipal y Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos

Tiempo estimado: 12 meses

Figura 19. Vista cercana al Cuartel Municipal



— Línea de Referencia Oficial de la Zona Marítimo Terrestre

Susceptibilidad a otros riesgos

| Deslizamiento | Deslizamiento inducido por terremoto | Vientos fuertes | Licuefacción | Tsunami | Zona inundable | Aumento del nivel del mar de 6 pies |
|---------------|--------------------------------------|-----------------|--------------|---------|----------------|-------------------------------------|
| Baja | Muy Alta | Moderada | Muy Alta | Sí | Zone V | Sí |

Fuente: DRNA, FEMA National Flood Hazard Layer

5.6.2 Proyectos para el control de inundaciones

En esta sección se presentan proyectos para el control de inundaciones, muchos de los cuales fueron propuestos en el Plan 2011 y otros que han sido identificados por el municipio para atender los riesgos identificados posteriormente.

La mayoría de estos proyectos requieren evaluaciones técnicas adicionales para identificar las intervenciones específicas que son necesarias. Es importante indicar, además, que, para asegurar el éxito de estos proyectos, será necesario implementar acciones conjuntas de mantenimiento y educación para reducir las escorrentías y las obstrucciones a la infraestructura de aguas de escorrentía.

Barrio Victoria

1. Proyecto de control de inundaciones para el Río Culebrinas entre los municipios de Aguadilla y Aguada*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.3 Evitar la exposición de desarrollos futuros y población a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción²⁵: El propósito del proyecto es atender los daños por inundación causados por el desbordamiento de las aguas del Río Culebrinas hacia el Caño Madre Vieja que afectan comunidades en los municipios de Aguadilla y Aguada.

El proyecto fue originalmente autorizado bajo la Sección 205 de la Ley de Control de Inundaciones de 1948 y según enmendado en la Sección 218 del *Water Resources Development Act* (WRDA) de 2000. Sin embargo, tras el paso del huracán María, el municipio y el USACE han determinado que es necesario actualizar el estudio de viabilidad del proyecto.

Originalmente el proyecto consistía en 3.3 kilómetros de diques, un canal piloto de 60 metros, tres rampas para carreteras y cuatro estructuras de drenaje interior con canales

²⁵ Información obtenida de: United States Army Corps of Engineers. 2015. Memorandum for Commander, Jacksonville District (CESAJ-PD/E. Bush). Subject: Río Culebrinas Detailed Project Report, Puerto Rico-Request for Review Plan Approval & Río Culebrinas, Aguadilla-Aguada, Puerto Rico Detailed Project Report and Environmental Assessment Update. Obtenido de: [http://www.saj.usace.army.mil/Portals/44/docs/Planning/ReviewPlans/Rio_Culebrinas_Review_Plan_Approved_20150318_Redacted.pdf]

de drenaje que protegen la sección suroeste del pueblo de Aguadilla y la comunidad Espinar en Aguada de un evento de inundación de 100 años.

Figura 20. Proyecto de control de inundaciones para el Río Culebrinas



Fuente: USACE. 2015. Río Culebrinas, Aguadilla-Aguada, Puerto Rico Detailed Project Report and Environmental Assessment Update

Costo estimado: El costo certificado actualizado del proyecto es \$24,404,000 (USACE, 2019)

Posibles fuentes de financiamiento: USACE: Programa de Autoridades Continuas Sección 205- Proyectos de Reducción de Daños por Inundaciones Pequeñas. El costo es compartido 65% federal y 35% fondos municipales de Aguadilla y Aguada.

Entidad responsable: Los municipios de Aguadilla y Aguada son los patrocinadores locales y el USACE es el patrocinador federal.

Tiempo estimado: 5 años+

2. Proyecto de restauración ecológica de predio contiguo a la PR-115, mediante el uso de infraestructura verde

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.3 Evitar la exposición de desarrollos futuros y población a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: Se propone desarrollar un proyecto de infraestructura verde, que podrían ser charcas de retención, para retener las aguas en eventos de lluvia significativos. En el área se experimentan inundaciones que obstruyen el paso por la carretera PR-115 que conecta Aguadilla y Aguada. Personal del municipio indicó que en el pasado el terreno donde se propone el proyecto (recuadro amarillo) estaba cubierto por vegetación, luego el mismo se rellenó, lo que comenzó a causar problemas de inundaciones. Este proyecto requerirá: coordinar con el titular, hacer un estudio hidrológico hidráulico y desarrollar las charcas de retención.

Figura 21. Ubicación del área inundable de la carretera PR-115



Costo estimado: El costo de la intervención debe ser estimado, pero los costos de desarrollo de charcas de retención rondan en cerca de \$10.00 por metro cuadrado.²⁶

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMAP

²⁶ <http://nrcreolutions.org/floodwater-detention/>

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 12 meses

3. Mejoras en el drenaje de aguas de escorrentías en el Cruce La Victoria (Cruce los Indios) para recoger las escorrentías de la carretera principal PR-111, barrio Victoria*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: Se informó que las inundaciones en la intersección conocida como el Cruce La Victoria ocurren principalmente por una tubería obstruida, la cual proviene del sector Monte Brujo y cruza los barrios Victoria, Aponte y García, para terminar en el Río Culebrinas. Se indicó que las aguas de inundación en ocasiones alcanzan los dos pies, lo que afecta la actividad comercial en el área. Las mejoras a la infraestructura pluvial son importantes dado que esta carretera es uno de los principales accesos a los municipios cercanos.

Figura 22. Vista cercana al área de inundación de la carretera PR-111 y modelo de la inundación en la PR-111



Vista cercana de la PR-111

Modelos de inundación de la PR-111

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgo de Aguadilla, 2011.

Figura 23. Extensión de la inundación en el Cruce La Victoria (PR-111)



Costo estimado: \$3,265,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA -HMAP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 3 años (1 año para el diseño y 2 años para la construcción)

4. Mejoras al drenaje de las aguas de escorrentía en la calle Juan Yuyo Santos, barrio Victoria

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: Las obstrucciones al sistema pluvial de la carretera causan inundaciones en esta área en repetidas ocasiones. De acuerdo con la OMME, el sistema de drenaje en esta carretera necesita mantenimiento y mejoras.

Figura 24. Inundación en la calle Juan Yuyo Santos



Fuente: OMME



LEYENDA
— Línea de distribución principal de agua
— Línea de gravedad principal de aguas residuales

Costo estimado: A ser determinado, dependiendo de los costos de los estudios a realizar una vez se determine el tipo de mejora a ser implementada.

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMAP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 12 meses

5. Mejoras en el drenaje pluvial en la intersección de la calle Tulipán con la calle C, barrio Victoria*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

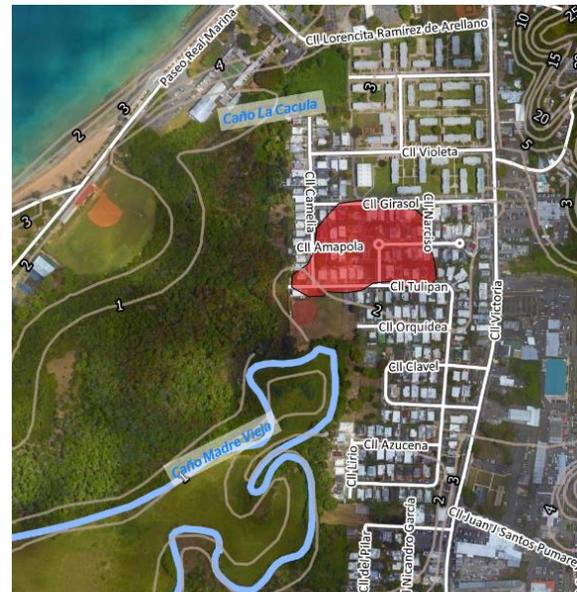
Descripción: Esta es el área de menor elevación en la comunidad y recibe las escorrentías de sus alrededores en un solo sistema drenaje. La capacidad de este drenaje es insuficiente y, a menudo, la intersección se inunda. Aunque la OMME lleva a cabo limpiezas periódicas en el área, se necesita mejorar la infraestructura existente. Se estima que una tubería de mayor tamaño ayudaría a reducir el impacto de las inundaciones en los vecindarios.

Figura 26. Extensión de la inundación en la intersección entre las calles Tulipán y la



Figura 25. Intersección entre las calles Tulipán y C, donde ocurren eventos de inundación frecuentes

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgos de Aguadilla, 2011



LEYENDA

■ Inundación — Ríos y quebradas - - - Isolinias

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgos de Aguadilla, 2011, ETI, 2017

Costo estimado: \$59,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA HMAP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

6. Dragado de mantenimiento de los caños La Cacula, Monte Brujo, Madre Vieja, barrio Victoria

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: La sedimentación de este canal ha disminuido su capacidad para retener las aguas de inundación, afectando las carreteras y las comunidades cercanas.

Se recomienda la limpieza y el dragado de estos caños para restablecer sus servicios ecosistémicos y reducir el riesgo de inundaciones y daños futuros a la vida y la propiedad.

Figura 27. Ubicación del caño La Cacula



Costo estimado: \$2,500,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 3 años

Tiempo estimado: 3 años (1 año para el diseño y 2 años para la construcción).

8. Proyecto de mejoras de drenaje pluvial en la intersección con la carretera PR-459 con la calle Interamericana que brinda acceso a la Urb. Villa Linda, Montaña*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: En la lateral Sur de la carretera PR-459 existe un canal abierto que maneja las escorrentías del sector. Este canal descarga en la calle de acceso a la Urb. Villa Linda, justo en la lateral de la Universidad Interamericana. La calle en forma de "V" trabaja como un cunetón. No obstante, en eventos ordinarios de lluvia, la profundidad del agua en el cruce no permite el flujo de vehículos ni peatones.

Se propone construir un puente vado que permita que discurra la escorrentía por debajo, pero permitiendo que eventos mayores el agua pase por encima del puente. De esta manera el puente no se convierte en un dique que ocasione inundaciones en áreas que actualmente no se inundan. Además, se recomienda la canalización de aguas pluviales en la carretera PR-459 Int. Al lado de la Universidad Interamericana.



Figura 29. Extensión de la inundación de la carretera PR-459

Fuente: ETI, 2017. Información provista por la OMME.

Costo estimado: \$300,000 por la construcción del puente vado y \$100,000 por la canalización de las aguas pluviales.

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

9. Mejoras al drenaje de aguas de escorrentías en la calle Los Pinos en el Poblado San Antonio del barrio Montaña*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

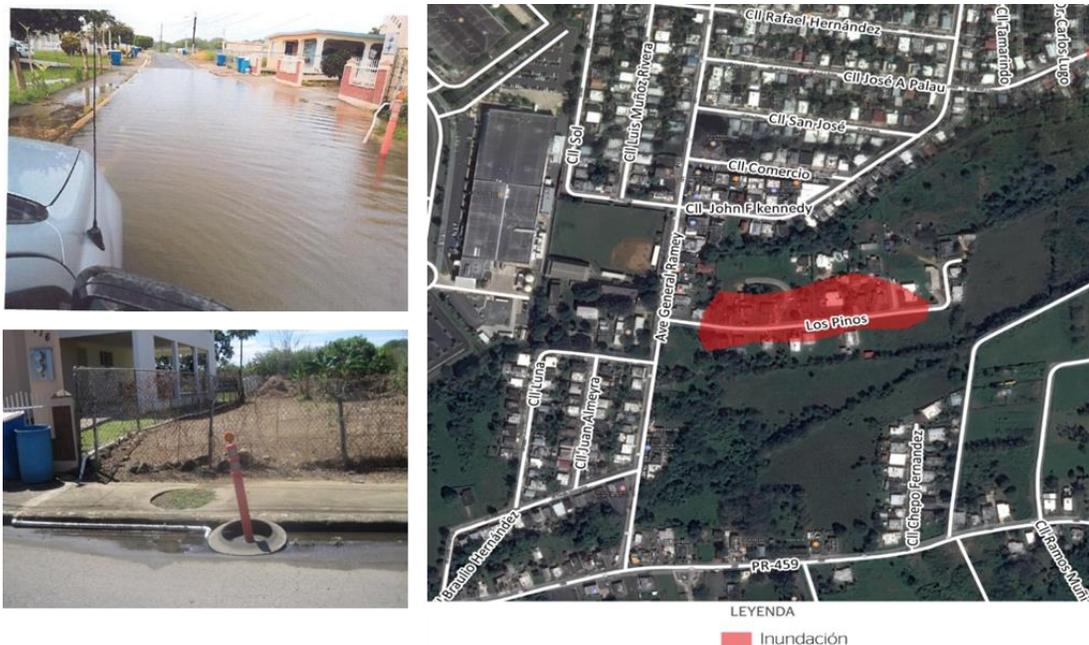
Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: Una alcantarilla obstruida en la calle Los Pinos ha causado inundaciones en repetidas ocasiones. Hace varios años los residentes habían improvisado una medida para redirigir las aguas a un terreno vacante detrás de sus casas, utilizando una bomba de succión y una tubería de PVC. De acuerdo con los vecinos, en ocasiones las aguas tardan en bajar de entre 5 a 10 días. Las siguientes imágenes muestran el problema de las inundaciones en la comunidad y la solución temporera empleada por los vecinos del sector.

Figura 30. Ubicación de la inundación en la calle Los Pinos

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgos Aguadilla, 2011, ETI, 2017



Costo estimado: \$150,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos

Tiempo estimado: 18 meses

10. Construcción de sistema de drenaje pluvial y limpieza de sumidero en la calle Palau, Poblado San Antonio, barrio Montaña

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

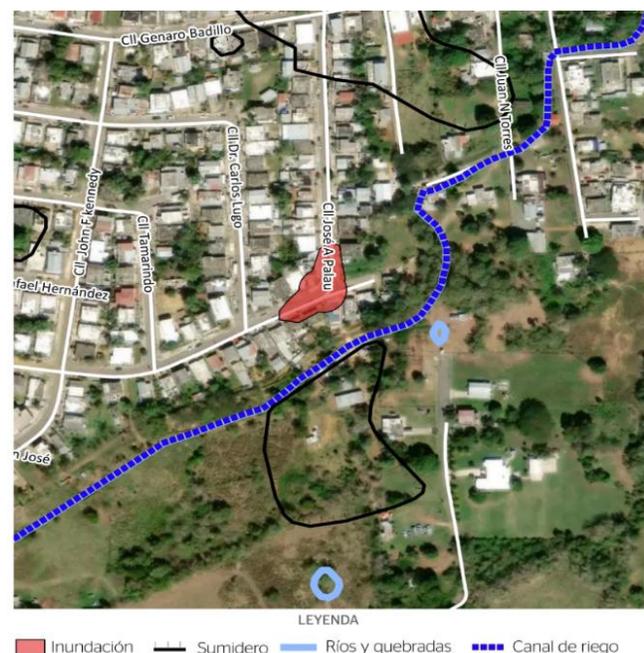
Prioridad: Alta

Descripción: Las obstrucciones en un alcantarillado pluvial y un sumidero en la calle Palau, son las principales causas de las inundaciones en esta área, las cuales afectan a varias residencias. Los niveles de agua han causado daños a las estructuras e interrupciones en el transporte.

Figura 31. Ubicación de la inundación en la calle Palau



Fuente: OMME, Reuniones Comunitarias (17 & 24 de mayo, 2017) y ETI, 2017



De acuerdo con la OMME, la tubería existente de drenaje de aguas de escorrentía en esta calle es pequeña y su capacidad es limitada para manejar las escorrentías

recibidas. Para atender el problema de inundación se recomienda ampliar el sistema de drenaje de aguas pluviales, junto con la limpieza del sumidero existente en el área.

Costo estimado: \$500,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos, en coordinación con el DRNA.

Tiempo estimado: 12 meses

11. Limpieza y mantenimiento de sumideros en Urb. Nuevo San Antonio y Urb. Cristal, barrios Montaña y Corrales

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones

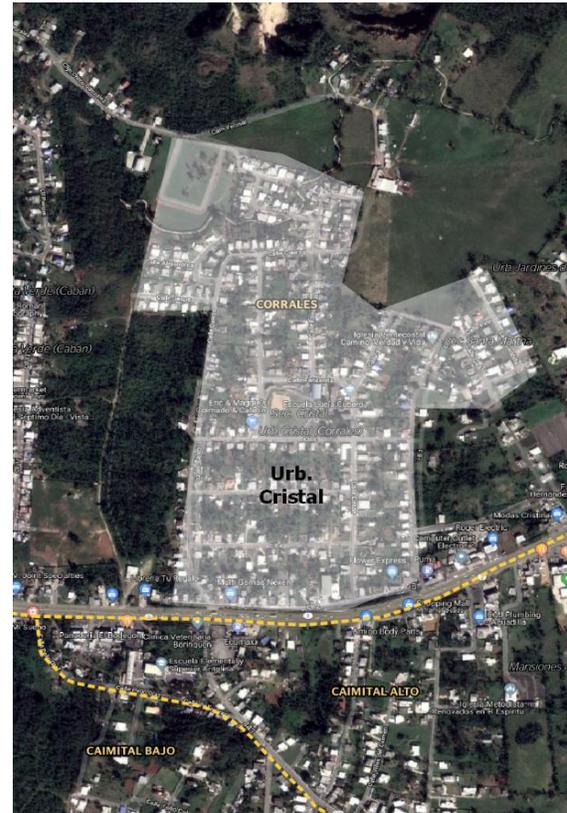
Prioridad: Alta

Descripción: Se recomienda llevar a cabo la limpieza y mantenimiento de los sumideros en la Urb. Nuevo San Antonio en el barrio Montaña y la Urb. Cristal en el barrio Corrales para mejorar la recolección de las aguas pluviales y reducir las inundaciones que afectan el área.

Figura 32. Ubicación de la Urb. Nuevo San Antonio



Ubicación de la Urb. Cristal



Costo estimado: Urb. Nuevo San Antonio \$1,000,000/ Urb. Cristal \$100,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos en coordinación con el DRNA.

Tiempo estimado: 12 meses

Barrio Camaseyes

12. Mejoras en el drenaje de aguas de escorrentía en la calle El Cobo, sector Los Cobos, barrio Camaseyes*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: En esta área, las inundaciones son causadas por la poca capacidad y la obstrucción del sistema de drenaje pluvial. Las alcantarillas y drenajes en esta calle no tienen la capacidad de manejar la cantidad de agua que llega durante las lluvias fuertes, causando inundaciones repetitivas en el área. Además, esta calle tiene un desagüe completamente obstruido por tierra y escombros. Sería necesario realizar mejoras, como la expansión y el mantenimiento del sistema de alcantarillado en esta área.

Figura 33. Extensión de la inundación en la calle El Cobo

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgo de Aguadilla. 2011. ETI. 2017.



Costo estimado: \$108,500

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

13. Construcción de sistema de drenaje pluvial en la calle Malezas, barrio Camaseyes *

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: La construcción de un proyecto de drenaje de aguas de escorrentías es necesario en esta calle. La falta de un sistema de drenaje provoca inundaciones frecuentes.



Figura 34. Extensión de la inundación y modelo de la inundación en la calle Malezas
(1) Extensión de la inundación (2) Modelo de inundación

Fuente: (1) Plan de Mitigación de Riesgos Aguadilla, 2011 y ETI, 2017. (2) Plan de Mitigación de Riesgos Aguadilla, 2011.

Costo estimado: \$1,500,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

14. Construcción de sistema de drenaje pluvial y charca de retención en la carretera PR-107 Int., barrio Camaseyes

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones

Prioridad: Alta

Descripción: Se identificó como necesario el desarrollo de una charca de retención e infraestructura para recoger y canalizar las aguas pluviales en la carretera PR-107 Interior.

Figura 35. Ubicación de la carretera PR-107 Int.



Costo estimado: \$4,000,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

15. Construcción de sistema de drenaje pluvial en el camino Los Medina, barrio Camaseyes

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones

Prioridad: Alta

Descripción: Se recomienda la canalización de aguas pluviales en el camino Los Medina. Estas mejoras permitirían el manejo apropiado de las aguas de escorrentía, las cuales se acumulan e inundan la vía, afectando el tránsito y el acceso a las viviendas.

Figura 36. Ubicación del camino Los Medina



Costo estimado: \$100,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

Barrio Guerrero

16. Mejoras y mantenimiento de la charca de retención en la calle Justino, Jardines de Guerrero, barrio Guerrero*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: Se recomienda el dragado y limpieza de una charca de retención que se encuentra en el área para maximizar la recolección de aguas pluviales en la Urb. Jardines de Guerrero.



Figura 37. Extensión de la inundación en la calle Justino

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgos de Aguadilla, 2011 y ETI, 2017

Costo estimado: \$500,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 12 meses

Palmar

17. Construcción de sistema de drenaje pluvial en la carretera PR-443 y calle Las Bambúas, barrio Palmar*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: La construcción de infraestructura de drenaje es necesaria en esta área. La calle Las Bambúas es una carretera local que interseca con la PR-443. La misma es propensa a inundaciones debido a que la vía no tiene drenaje para manejar las aguas de escorrentías, lo que no permite mover las aguas estancadas.



Figura 38. Extensión de la inundación en la Carretera PR-443

Fuente: Plan de Mitigación de Riesgos de Aguadilla, 2011, ETI, 2017.



Costo estimado: \$400,000

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 12 meses

Pueblo

18. Mejoras al drenaje pluvial en la calle Betances. Centro Urbano (CU), barrio Pueblo

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación costera (incluyendo aumento en el nivel del mar)

Prioridad: Alta

Descripción: La falta de mantenimiento y la capacidad insuficiente del sistema de alcantarillado en la calle Betances causa inundaciones que afectan algunas instalaciones esenciales en el centro urbano, tales como: el Tribunal Aguadilla, el Tribunal de Distrito, el Departamento de la Familia y el Coliseo Luis T. Díaz. Esta situación se ve agravada por el aumento en el nivel del mar. Por lo pronto, es necesario evaluar opciones que permitan, en el corto plazo, aumentar la capacidad de este sistema en el centro urbano y proporcionar el mantenimiento preventivo adecuado. Sería necesario llevar a cabo estudios de ingeniería específicos en esta área y el centro urbano para identificar las acciones prioritarias que sean necesarias.

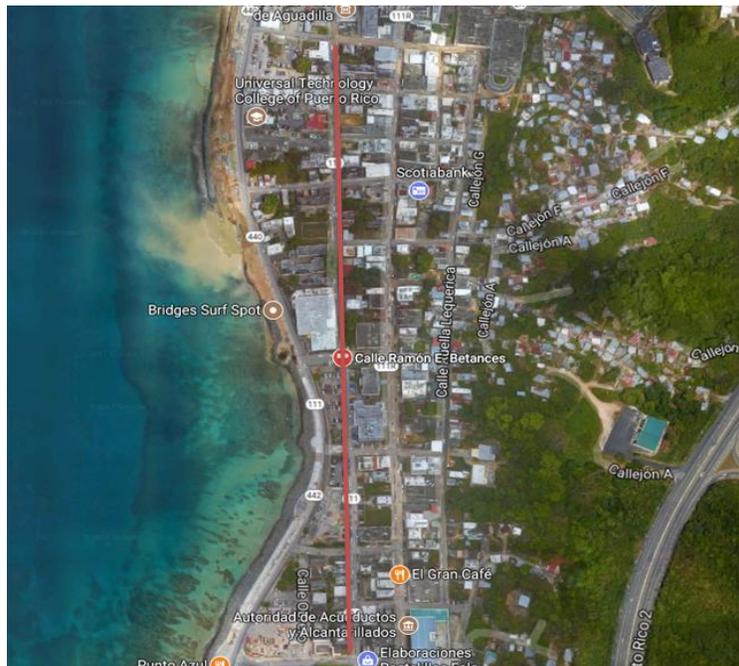


Figura 39. Ubicación de la calle Ramón E. Betances

Fuente: Google, 2017 and ETI, 2017

Costo estimado: A ser determinado, dependiendo de los costos de los estudios a realizar una vez se determine el tipo de mejora a ser implementada.

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 12 meses

19. Protección de la carretera PR-440, Centro Urbano, barrio Pueblo

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundación costera

Prioridad: Alta

Descripción: La carretera PR-440 está ubicada en el Centro Urbano de Aguadilla. Por su cercanía a la costa es encuentra susceptible a inundación costera. Basado en la experiencia del municipio, se recomienda implementar la Fase III del proyecto Paseo Real Marina. De acuerdo con el personal municipal, las Fase I y II ya terminadas, mostraron ser efectivas para la protección de la carretera PR-440 durante el paso del huracán María.

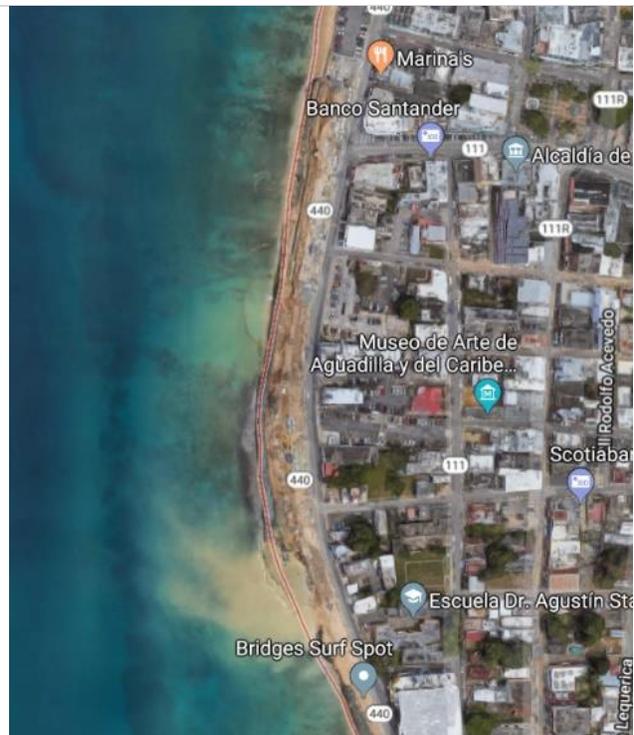


Figura 40. Ubicación de la carretera PR-440

Costo estimado: \$9,443,702.13

Posibles fuentes de financiamiento: Federal – HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 2 años

Barrio Borinquen

20. Mejoras al sistema de drenaje pluvial en la Calle Masetaso, barrio Borinquen*

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

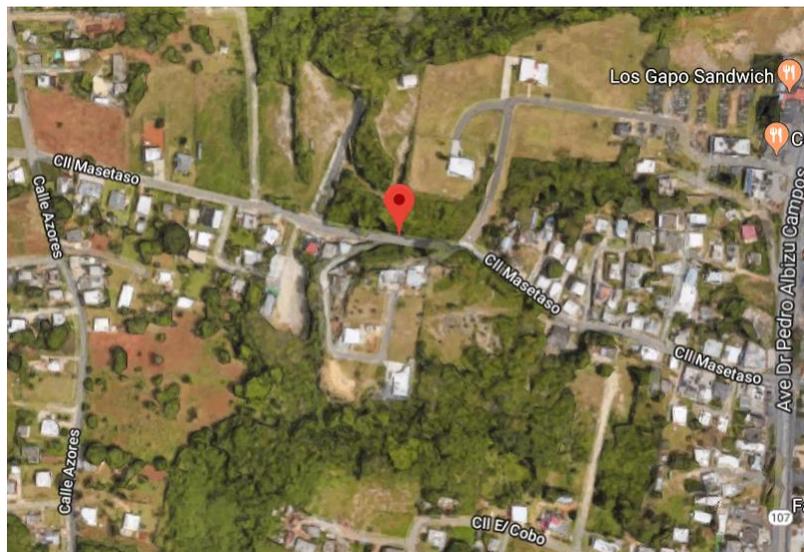
Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones

Prioridad: Alta

Descripción: Actualmente la calle El Masetaso se torna peligrosa para el tráfico vehicular, debido a las inundaciones. Se recomiendan mejoras al drenaje pluvial mediante la reconstrucción de una cajuela pluvial existente que cruza de un extremo a otro de la calle. Además, se propone reconstruir el muro de cabecera y un tramo de la tubería pluvial, incluyendo encintados y cunetas.

Figura 41. Ubicación de la Calle Masetaso





Fuente: Plan de Mitigación de Riesgos de Aguadilla, 2011, ET

Costo estimado: \$300,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 12 meses

21. Construcción de sistema de drenaje pluvial en la carretera PR-107 Int. Km. 2.7 en el Sector Playuela, barrio Borinquen

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones

Prioridad: Alta

Descripción: Se recomienda el desarrollo de un sistema de drenaje pluvial que canalice las aguas pluviales en la carretera PR-107 Int.

Costo estimado: \$75,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

Arenales

22. Dragado y limpieza de charca de retención en la Urb. Paseos Reales, barrio Arenales

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones

Prioridad: Alta

Descripción: Según los informes de la OMME, la Urb. Paseos Reales ha reportado incidentes de inundación, por lo que se recomienda el dragado y limpieza de charca de retención para maximizar la recolección de aguas pluviales en la Urb. Paseos Reales.



Figura 42. Ubicación de la Urb. Paseos Reales

Costo estimado: \$500,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

Ceiba Alta

23. Construcción de sistema de drenaje pluvial en la carretera PR-459 Interior en una sección al lado de la Escuela Juan Suárez, barrio Ceiba Alta

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Inundaciones

Prioridad: Alta

Descripción: Debido a la frecuencia de inundaciones en esta área se recomienda el desarrollo de un sistema de drenaje pluvial que canalice las aguas de la carretera PR-459 Interior en una sección al lado de la Escuela Juan Suárez Peregrina.



Figura 43. Ubicación de la Escuela Juan Suárez Peregrina

Costo estimado: Al lado de la Escuela Juan Suárez Peregrina \$500,000/ Al lado de la Universidad Interamericana - \$100,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 2 años

5.6.3 Proyectos de mejoras a rutas de desalojo de tsunamis y control de deslizamientos

1. Reparación y mejoras a las rutas de desalojo por tsunami

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Tsunami

Prioridad: Alta

Descripción: Las rutas fueron identificadas y aprobadas por el municipio y la Red Sísmica de Puerto Rico, las cuales en una emergencia serían utilizadas aproximadamente por unas 15 mil personas. Las rutas son el Cerro Gonzalo, La Cambija, Barrizada Visbal, La Vía, Calle Duda y Cerro Juan Vega. En la Vía, por ejemplo, cuya ruta de desalojo es la Ave. San Carlos (PR-2R) hasta la intersección de Cuesta Vieja (PR-460), existe problema de acceso para los vehículos de emergencia y de primera respuesta. Por su parte, el Cerro Gonzalo y el Cerro Visbal, dos comunidades de bajos ingresos, cuentan con rutas de desalojo inapropiadas, estrechas y carecen de mantenimiento.

El proyecto consiste en mejoras a las carreteras, escaleras y expropiación y demolición de estructuras abandonadas que dificultan el paso.

Figura 45. Ubicación de la ruta de desalojo La Vía



Figura 45. Ubicación del túnel de desalojo en caso de emergencias por debajo de la PR-2

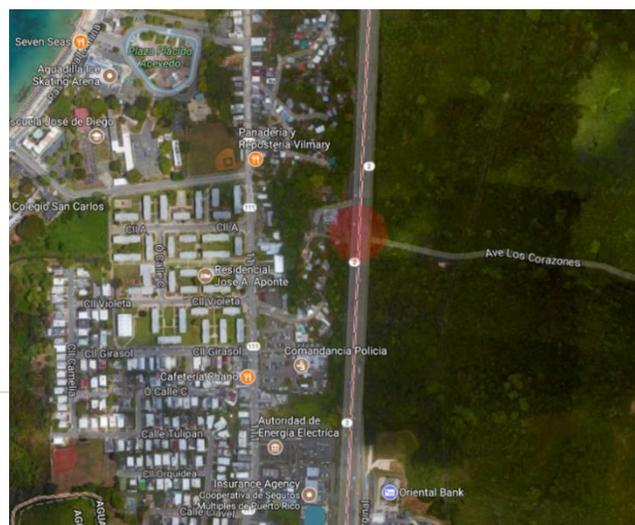
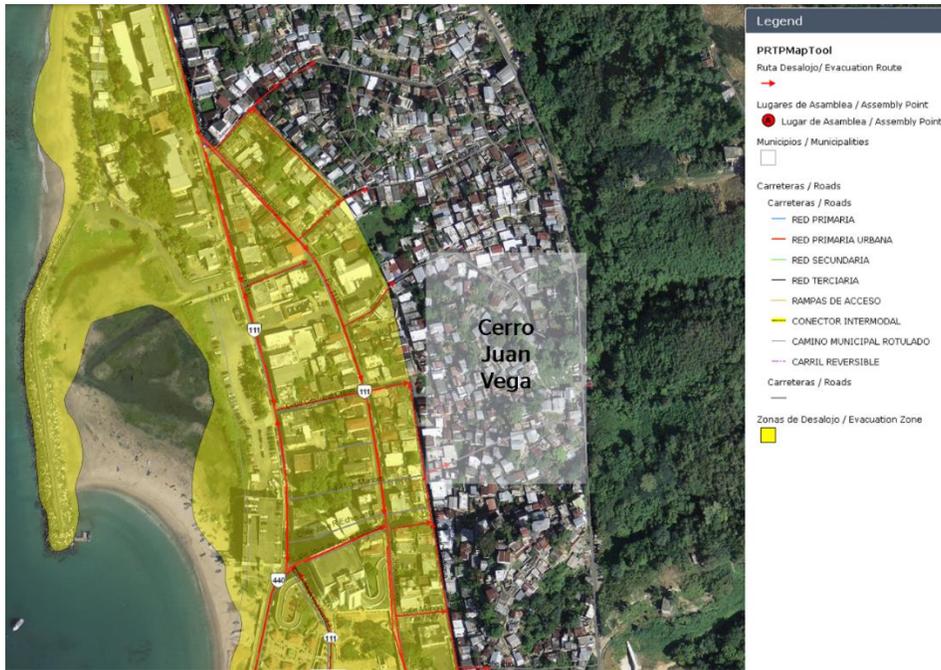
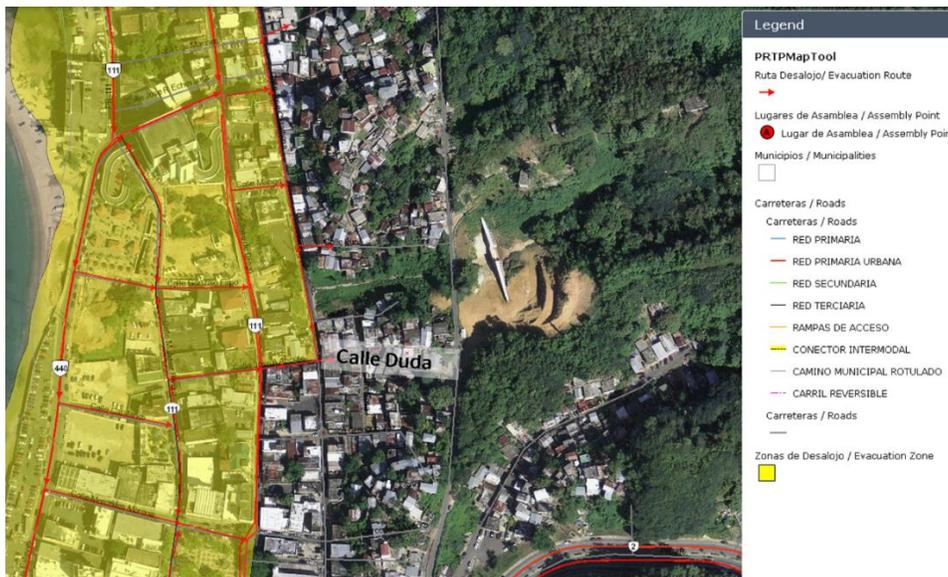


Figura 46. Ubicación de ruta de desalojo de tsunami Cerro Juan Vega



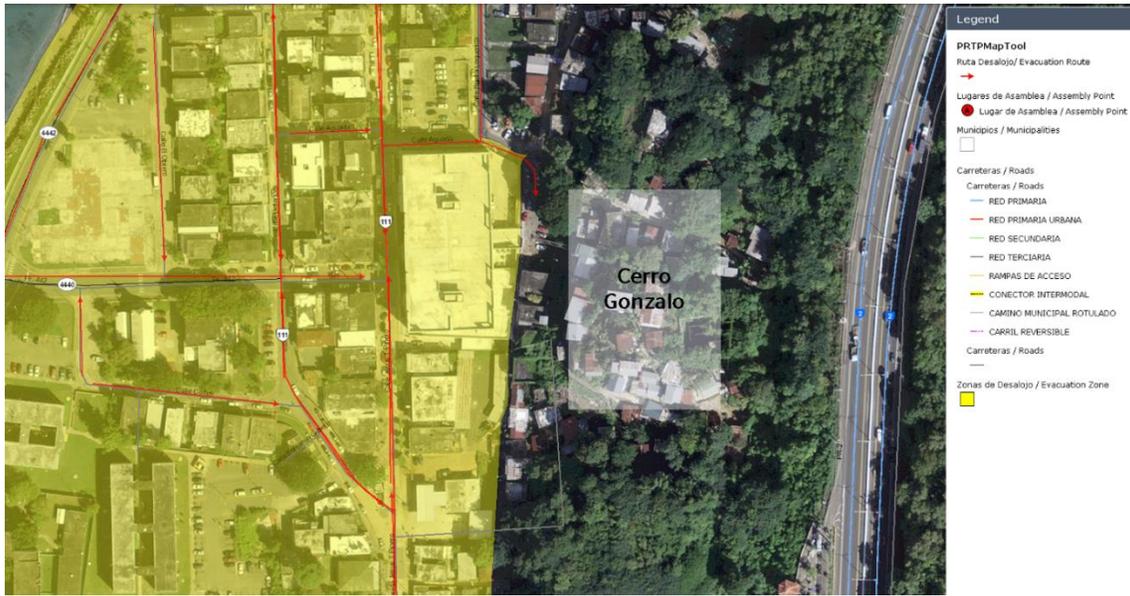
Fuente: RSPR, 2012

Figura 47. Ubicación de la ruta de desalojo de tsunami Calle Duda



Fuente: RSPR, 2012

Figura 48. Ubicación ruta de desalojo de tsunami Cerro Gonzalo



Fuente RSPR, 2012

Figura 49. Ubicación ruta de desalojo de tsunami Barriada Visbal



Fuente: RSPR, 2012

Costo estimado: \$3,000,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA- Pre-Disaster Mitigation (PDM) Program.

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 5 años

2. Pared de concreto en la ruta de evacuación La Cambija para evitar deslizamientos de terrenos

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Deslizamiento

Prioridad: Alta

En la carretera La Cambija hay un túnel que conecta con la Ave. Los Corazones, por debajo de la carretera PR-2 y es susceptible a deslizamientos de terrenos en los laterales. Esta es la ruta de desalojo para población del Residencial Aponte.

Figura 50. Vista cercana a la condición actual del túnel y la pared de hormigón propuesta



Fuente: Plan de Mitigación de Riesgos de Aguadilla, 2011.

Costo estimado: \$280,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA- Pre-Disaster Mitigation (PDM) Program.

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 18 meses

3. Ensanche de la vía y construcción de muros en el camino Los Concepción, barrio Victoria

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

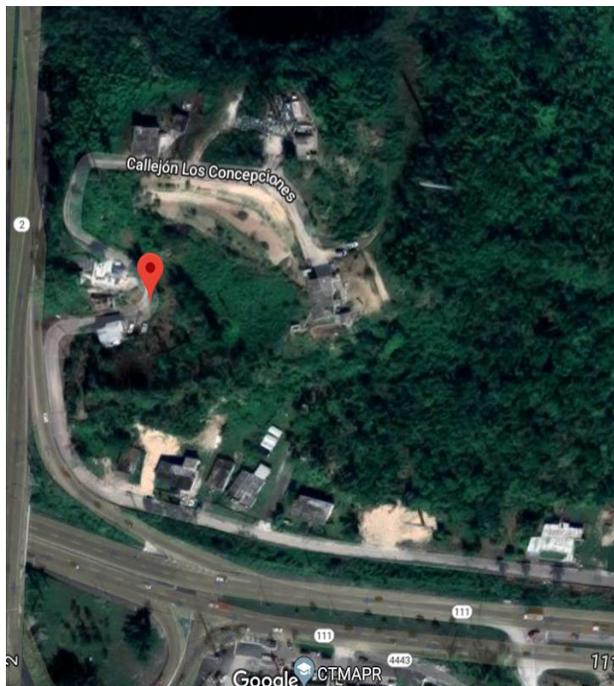
Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Deslizamiento

Prioridad: Alta

Descripción: El camino o callejón Los Concepción le brinda acceso a diversas familias y a una antena de telecomunicaciones. El camino tiene una pendiente pronunciada, que en eventos de lluvia no se puede utilizar de manera segura. Se propone mejorar la condición del camino realizando un ensanche de la vía y construcción de muros. Se utilizará el espacio público disponible para realizar el ensanche. Además, es necesario mejorar el sistema de recolección de las aguas de escorrentía e instalar vallas de seguridad.

Figura 51. Ubicación del camino Los Concepción



Fuente: Google, 2018

Costo estimado: \$275,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP-PDA

Tiempo Estimado: 12 meses

4. Control de Deslizamiento, Avenida San Carlos Carr. PR-2R, Bo. Pueblo

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales.

Riesgo: Deslizamiento

Prioridad: Alta

- Descripción: La Ave. San Carlos es el acceso principal al caso urbano de Aguadilla, oficinas gubernamentales y es parte de la ruta de escape de tsunamis. El área es montañosa y en eventos de lluvias ocurren deslizamiento de tierra de las montañas y el pavimento se torna resbaladizo. Se propone aplicar medidas de control de erosión para mitigar la erosión de suelo y estabilizar la pendiente de las montañas que se ubican en esta carretera. Se debe realizar un estudio geotécnico para escoger las medidas de mitigación que vayan acorde con el tipo de terreno existente. Entre las medidas que se pueden escoger se encuentran: construcción de muro de contención, geotextiles, construcción de terrazas y otros.

Figura 52. Ubicación, Avenida San Carlos Carr. PR-2R

Fuente: Google, 2018



Costo estimado: \$1,000,000.00

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP-PDA

5.6.4 Proyectos de educación y concienciación

Esta sección incluye acciones de mitigación dirigidas a aumentar el conocimiento y crear conciencia entre la población y los responsables de la toma de decisiones, para que puedan implementar acciones y promover un comportamiento responsable que resulte en la reducción de riesgos; aumentar la conciencia de los riesgos a los que están expuestos y cómo pueden abordarlos, así como aumentar su capacidad de implementar acciones de preparación y mitigación a nivel individual y en los hogares.

1. Desarrollar un programa de educación para mejorar el manejo de aguas de escorrentías en el Municipio y reducir las inundaciones

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al Municipio y las acciones de prevención y mitigación disponibles

Objetivo 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación disponibles.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Mediana

Descripción: Se necesita un programa de educación integral para proporcionar información y soluciones que permitan mejorar el manejo de las escorrentías en la cuenca con el fin de reducir las inundaciones en Aguadilla. Los temas deberían incluir el manejo de residuos, escombros y material vegetativo para evitar la obstrucción de alcantarillas, cunetones, caños y sumideros.

Costo estimado: \$50,000

Posibles fuentes de financiamiento: Este es un tema transversal que también ayudará a mejorar la calidad del agua y reducir los desechos marinos, entre otros problemas ambientales. El Municipio buscará colaboración y fuentes de financiamiento de la EPA, NOAA y el Programa Sea Grant. Además, el Programa de Manejo de la Zona Costanera, del DRNA provee actividades educativas para abordar las fuentes dispersas de contaminación.

Entidad responsable: OMME/Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial (Oficina de Cumplimiento y Planificación Ambiental) del Municipio de Aguadilla.

Tiempo estimado: 12 meses

2. Educar a los residentes, comercios e instituciones en zonas propensas a inundaciones para seleccionar las mejores alternativas para proteger sus estructuras de daños por inundaciones (flood proofing alternatives)

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al Municipio y las acciones de prevención y mitigación disponibles

Objetivo 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación disponibles.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: Esta estrategia complementa las medidas estructurales presentadas anteriormente, dado que estos requieren de una mayor inversión. Se recomienda llegar a los residentes de las comunidades de San Antonio, Victoria y García, entre otras áreas con alta incidencia de problemas de inundación. Los residentes de las comunidades Victoria y García experimentan inundaciones por el desbordamiento del río. El proyecto de control de inundaciones que está siendo copatrocinado por el Municipio para el Río Culebrinas tomará varios años en completarse.

En el corto plazo, se propone evaluar las estructuras que han experimentado daños continuos por inundaciones, para identificar las alternativas de protección más viables. Estas pueden incluir: la elevación del piso más bajo, el uso de medidas para evitar que el agua ingrese en las estructuras como como protectores o placas removibles, entre otros. Este proyecto será complementario a las demás actividades de educación y concienciación.

Costo estimado: \$50,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidad responsable: OMME/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos

Tiempo estimado: 12 meses

3. Educar a los residentes, comercios e instituciones, ubicados en edificios cuya construcción los hace vulnerables a los terremotos, sobre las medidas disponibles para reforzarlas y adecuarlas

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al Municipio y las acciones de prevención y mitigación disponibles

Objetivo 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación disponibles.

Riesgo: Terremoto

Prioridad: Mediana

Descripción: Según los resultados de HAZUS, los edificios de mampostería no reforzados, mostraron las mayores pérdidas potenciales durante un evento de terremoto en Aguadilla. El municipio buscará la asistencia técnica de ingenieros y otros profesionales con peritaje asociado para educar a los propietarios sobre la selección de alternativas para reforzarlas y hacerlas más resistentes a temblores (no acompañados de tsunamis u otros riesgos geológicos).

Costo estimado: \$50,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-PDM

Entidad responsable: OMME/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos

Tiempo estimado: 12 meses

4. Publicar mapas de riesgos y otra información relacionada a los peligros que afectan la población y los comercios del CU y áreas costeras de Aguadilla

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al Municipio y las acciones de prevención y mitigación disponibles

Objetivo 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación disponibles.

Riesgo: Todos los riesgos que afectan o que pudieran afectar el Municipio

Prioridad: Mediana

Descripción: Los residentes, visitantes y empleados en el Centro Urbano y áreas costeras de Aguadilla deben conocer los peligros específicos a los que están expuestos, para que puedan tomar decisiones informadas. En la actualidad, se han identificado las rutas

de desalojo de tsunamis. La información sobre esto, las áreas inundables y otros riesgos debe estar disponible a través de una página web en mapas e información escrita. Esta información podría estar disponible en instalaciones de mucho flujo, tales como edificios públicos y escuelas; entregados a las empresas para que puedan proporcionar esta información a los empleados y en las redes sociales, entre otros.

Costo estimado: \$20,000

Posibles fuentes de financiamiento: Subvenciones. El Municipio buscará colaboración y fuente de financiamiento de FEMA-HMGP, NOAA y Sea Grant.

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales / OMME / Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial (Oficina de Cumplimiento y Planificación Ambiental) del Municipio de Aguadilla.

Tiempo estimado: 12 meses

5. Desarrollar un programa educativo para la prevención de incendios urbanos

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al Municipio y las acciones de prevención y mitigación disponibles

Objetivo 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación disponibles. (También Meta 1, Objetivos 1.1 y 1.2)

Riesgo: Incendios urbanos

Prioridad: Mediana

Descripción: Se recomienda trabajar con los ocupantes de las viviendas para proteger sus propiedades y también con las comunidades y la población en general para promover un comportamiento responsable y evitar futuros eventos. Se propone distribuir detectores de humo, acompañado de un programa educativo. Los detectores o alarma de incendios brindan el nivel básico de protección en los hogares. Como resultado, el Municipio desarrollará un programa de distribución y educación dirigido a las áreas de mayor incidencia. Se dará prioridad a las viviendas ubicadas en las colinas cercanas al Centro Urbano, que son las más vulnerables debido al material de construcción de las estructuras, la proximidad de estas entre sí, la estrechez de los caminos para el acceso de vehículos de emergencia para atender los incendios y las características socioeconómicas de la población.

Costo estimado: \$50,000

Posibles fuentes de financiamiento: Subvenciones de prevención de incendios y seguridad de FEMA.

Entidad responsable: OMME en colaboración con el Departamento de Bomberos de Puerto Rico.

Tiempo estimado: 12 meses

6. Reparación y expansión del sistema de alerta de tsunami en masa

Meta 1: Reducir la exposición de las personas, los edificios y la infraestructura a los peligros naturales

Objetivo 1.1 Reducir la cantidad de población expuesta a peligros naturales.

Objetivo 1.2 Reducir la cantidad de edificios e infraestructura expuesta a peligros naturales. (También Meta 3, Objetivo 3.1)

Riesgo: Tsunami

Prioridad: Alta

Descripción: A consecuencia del paso del huracán María, el Sistema de Alerta de Tsunami en Masa del municipio colapsó. El objetivo de dicho sistema es poder alertar a la ciudadanía en caso de una alerta de tsunami o enviar mensajes a través de las sirenas en caso de cualquier emergencia. Estas sirenas también se utilizan para realizar simulacros y concienciar a la población. El proyecto incluye el costo de reparación, acondicionamiento y actualización de las sirenas y el sistema de alerta en masa.

Se recomienda, además, instalar cámara en las sirenas, con el propósito de monitorear las condiciones del clima en tiempo real. Además, El sistema actual cubre aproximadamente una milla de la costa del municipio por lo que la población que vive en la zona costanera desde Crash Boat hasta la Base Ramey están en desventaja por no contar con un sistema de alerta. Se espera que la expansión del sistema cubra toda la zona costanera del municipio.

Costo estimado: \$33,980

Posibles fuentes de financiamiento: Subvenciones de FEMA. Hazard Mitigation Grant Program (HMGP)

Entidades responsables: Oficina de Programas Federales/OMME/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos

Tiempo estimado: 12 meses

7. Adquisición de equipos y materiales para fortalecer la educación sobre el riesgo de tsunami

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al Municipio y las acciones de prevención y mitigación disponibles

Objetivo 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación.

Riesgo: Terremoto, Tsunami

Prioridad: Mediana

Descripción: Se recomienda expandir las iniciativas de educación sobre preparación a terremotos mediante la adquisición de un simulador de terremotos para ser utilizado en los impactos comunitarios en las escuelas, universidades, agencias de gobierno y la empresa privada. También es necesario la adquisición de materiales educativos que incluyen mapas de rutas de desalojo (para ser ubicados en las agencias, comercios, escuelas y universidades, entre otros, que están en la zona costanera) y materiales educativos para distribuir en los impactos y conferencias que se ofrecen a la ciudadanía.

Costo estimado: \$230,000

Posibles fuentes de financiamiento: Subvenciones federales-FEMA

Entidades responsables: Oficina de Programas Federales/OMME/ Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

Tiempo estimado: 12 meses

8. Instalar rótulos de advertencia en segmentos de carretera sujetos a inundaciones por el desbordamiento del Río Culebrinas, como la PR-111 y la Ave. Victoria

Meta 3: Asegurar que los residentes, visitantes y trabajadores estén informados sobre los riesgos que afectan al Municipio y las acciones de prevención y mitigación disponibles

Objetivo 3.1 Incrementar los esfuerzos de concienciación y educación pública (por ejemplo: campañas, aprendizaje participativo, educación informal e intervenciones formales basadas en la escuela) sobre los riesgos y las estrategias de mitigación.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Alta

Descripción: Esta medida ayudará a prevenir muertes relacionadas con inundaciones, como las que ocurrieron durante el huracán María.

| |
|---|
| NOAA-NWS recomienda el uso de señalización de advertencia como "Turn Around Do Not Drown"® Estas son señales de advertencia amarillas que dicen "cuando está inundado, da la vuelta, no te ahogues". Estas cumplen con los requisitos de la Administración Federal de Carreteras (FHA por sus siglas en inglés). Se puede encontrar más información sobre el uso de señales de advertencia en http://tadd.weather.gov/ . |
| Costo estimado: \$54 por rotulo |
| Posibles fuentes de financiamiento: Subvenciones federales-FEMA- HGMP |
| Entidades responsables: OMME |
| Tiempo estimado: 12 meses |

5.6.5 Fortalecimiento de la capacidad institucional para la mitigación y respuesta

En esta revisión del Plan de Mitigación Multiriesgos de Aguadilla, se realizó una evaluación integral de riesgos utilizando la mejor información científica y técnica disponible. Sin embargo, existen necesidades de información que deben abordarse para tener una evaluación más robusta y ampliar y refinar las medidas de mitigación actuales futuras. Las siguientes acciones fortalecerán, además, las capacidades municipales para implementar efectivamente las estrategias de mitigación aquí presentadas.

1. Soterrado Calle Progreso

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal.

Riesgo: Todos los Riesgos

Prioridad: Alta

Descripción: Mitiga que el sistema eléctrico sufra daño en eventos de huracanes y vientos fuertes. Contempla soterrar la cablería primaria y secundaria de energía eléctrica en la Calle Progreso.

Costo estimado: \$3 millones

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidades responsables: Oficina de Programas Federales/OMME/Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial/Oficina de Edificios Públicos/ AEE

2. Centro de Refugio

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal.

Riesgo: Todos los Riesgos

Prioridad: Alta

Descripción: Proyecto para el desarrollo de un edificio acondicionado para utilizarlo como refugio en casos de emergencias.

Costo estimado: \$3 millones

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidades responsables: Oficina de Programas Federales/OMME/Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial/Oficina de Edificios Públicos

3. Habilitar Centros Comunes como lugares de recuperación

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal.

Riesgo: Todos los Riesgos

Prioridad: Alta

Descripción: Habilitar los centros comunales municipales para que estos funcionen como centros de emergencias accesibles a cada comunidad. En donde se le puedan proveer servicios de primera necesidad, distribución de alimentos, solicitudes de ayudas entre otros. El proyecto consiste en instalar cisternas, plantas de emergencias, un área de oficina, entre otros.

Costo estimado: \$500,00.00

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidades responsables: Oficina de Programas Federales/OMME/Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial/Oficina de Edificios Públicos

4. Centro de Manejo de Emergencias

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal. (También Meta 1 Obj. 1.1)

Riesgo: Todos los riesgos

Prioridad: Alta

Descripción: El proyecto se compone de la creación de facilidades para el Centro de Manejo de Emergencias de Aguadilla para la prevención, protección y seguridad de la comunidad.

Costo estimado: \$3.5 millones

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales / OMME / Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

5. Desarrollar un censo de la población con necesidades especiales para delinear medidas de mitigación específicas, así como desarrollar e implementar procedimientos de realojo, rescate y desalojo para estos grupos*

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal. (También Meta 1 Obj. 1.1)

Riesgo: Todos los riesgos

Prioridad: Alta

Descripción: Es importante tener un perfil más preciso de la ubicación y las condiciones específicas de la población con necesidades especiales (edad, impedimentos, condiciones de salud) para desarrollar medidas de mitigación y prevención específicas. Una base de datos georreferenciada puede ser desarrollada y compartida entre distintas entidades.

El Municipio podría coordinar este proyecto con la Comisión de Voluntariado y Servicios Comunitarios y con organizaciones que trabajan con poblaciones específicas como la AARP.

Costo estimado: \$150,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales / OMME / Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

6. Desarrollar un inventario de los materiales de construcción y el estado de las estructuras

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal.

Riesgos: Todos los riesgos

Prioridad: Baja

Descripción: El inventario se dirigirá a las comunidades del barrio Pueblo que se encuentran en las colinas al este del Centro Urbano, al este de la calle Ruella Lequerica, y al norte y oeste de la calle La Vía. Estas son comunidades de bajos ingresos, donde predominan las casas de madera con techos de zinc, carreteras estrechas y en ocasiones empinadas, entre otras condiciones que aumentan la vulnerabilidad. Esto ayudaría en el desarrollo de futuras medidas de mitigación en áreas que están sujetas a riesgos múltiples como tsunamis, incendios vegetativos y vientos fuertes.

Costo estimado: \$500 a \$1,500 por estructura, costo total dependerá de las estructuras a ser evaluadas.

Posibles fuentes de financiamiento: CDBG-DR, FEMA

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales / OMME / Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

7. Desarrollar mapas más detallados y precisos que identifiquen las áreas inundables y potencialmente inundables, así como características físicas importantes, como sumideros, canales de drenaje, entre otros

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal.

Riesgo: Inundación

Prioridad: Baja

Descripción: Los Mapas de Niveles de Inundación base se utilizaron para describir las zonas de inundación, así como también la información proporcionada por OMME y los esfuerzos de participación ciudadana. Las inundaciones son una gran preocupación en Aguadilla y el aumento del nivel del mar (incluyendo las

inundaciones molestosas) está agravando la situación. Esta información es fundamental para el desarrollo de medidas de mitigación específicas.

Costo estimado: \$47,000

Posibles fuentes de financiamiento: FEMA-HMGP

Entidades responsables: Oficina de Programas Federales/OMME/Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

8. Reparación y adquisición de materiales y equipos para la respuesta de emergencia

Meta 2: Fortalecer las capacidades de las dependencias municipales para implementar efectivamente las acciones de mitigación

2.1 Refinar y mejorar, de ser necesario las herramientas del municipio para apoyar un programa de mitigación de riesgos naturales efectivo a nivel municipal.

Riesgo: Todos los riesgos

Prioridad: Alta

Descripción: Las experiencias recientes, particularmente el huracán María, han resaltado la necesidad de:

- (1) Equipo de comunicación a reparar: consola de interoperabilidad, antenas, sistema de radio aficionado y el repetidor.
- (2) Vehículo de primera respuesta: Para poder proveer asistencia directa a la ciudadanía en caso de emergencias se recomienda adquirir un camión rescate, camión cisterna, y un camión HAZMAT para materiales peligrosos.
- (3) Transmisores de radio: Las fallas en el sistema de energía eléctrica y telecomunicaciones, hicieron que la OMME no tuviera comunicación cuando el huracán María estaba impactando el Municipio. Tampoco hubo servicio de telefonía celular y las comunicaciones se vieron afectadas por semanas.
- (4) Radios meteorológicas de la NOAA: Las fallas de energía también afectaron las estaciones de televisión y radio, como se demostró durante el huracán María, lo que hizo que fuera extremadamente difícil obtener información.
- (5) Generadores de electricidad en instalaciones críticas, como la oficina de la OMME y hospitales: Es importante instalar un generador de emergencia de resguardo, en caso apagón.

Costo estimado: \$30,000 por reparación del equipo de comunicaciones y aproximadamente \$50,000 por el resto del equipo.

Posibles fuentes de financiamiento: Subvenciones de FEMA-HMGP

Entidades responsables: Oficina de Programas Federales/OMME/ Oficina de Planificación y Administración de Proyectos

9. Conector de la Calle Burns con la Carretera PR-110

Meta 1: Mejorar la infraestructura de trasportación principal hacia el Aeropuerto de Aguadilla

1.1 Mantener la vía de acceso al aeropuerto disponible en momentos de emergencia, ya que durante el Huracán María, este aeropuerto fue utilizado como acceso primario las ayudas tanto de comidas como de gasolina, medicamentos y otros efectos de necesidad. El Aeropuerto Internacional de SJ, Mayagüez y Ponce sufrieron inundaciones por lo cual el acceso tomo mas tiempo.

Riesgos: Todos los riesgos

Prioridad: Alta

Descripción: El proyecto consiste en la construcción de un conector desde la Calle Burns hacia la carretera PR-110. Este conector proveerá acceso directo al aeropuerto de Aguadilla el cual es el operador primario durante un evento de emergencia. Con este nuevo conector el aeropuerto puede ser utilizado como un centro de operaciones para personal de emergencia durante un desastre. Con esta construcción aumentamos la probabilidad de mantener un sistema de transporte continuó durante futuros eventos naturales.

Costo estimado: \$30 millones

Posibles fuentes de financiamiento: CDBG-DR, FEMA

Entidad responsable: Oficina de Programas Federales / OMME / Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial

5.7 INTEGRACIÓN DE LOS REQUISITOS DEL PLAN DE MITIGACIÓN EN OTROS INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN MUNICIPALES

El plan deberá contener el proceso mediante el cual los gobiernos locales integraran los requisitos del plan de mitigación a otros mecanismos de planificación, según sea apropiado, tales como planes de mejoramiento de capital o integrales (201.6(c)(4)(ii))

Las acciones de prevención que se implementarán en Aguadilla incluyen la integración de la mitigación de riesgos en la planificación de los usos de terrenos a través del refinamiento de las políticas programas y códigos de zonificación; el uso de infraestructura verde para atender los problemas de inundación y el mantenimiento de la infraestructura natural y construida para manejar las aguas de escorrentía de manera preventiva y planificada y la consideración de los riesgos en los procesos de revisión de permisos de desarrollo. Este enfoque apoya el desarrollo económico y la planificación cuidadosa de los proyectos municipales, procura la vivienda segura y la protección de espacios abiertos, incluyendo la protección de las barreras costeras. A tales fines el municipio se propone:

Ordenar a la Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial de Aguadilla a coordina con la JP para incorporar medidas que ayuden a evitar y minimizar riesgos futuros, tales como proteger áreas de barreras costeras de nuevos desarrollos y desalentar las inversiones futuras en áreas propensas a riesgos. Este plan de mitigación multirisgo proporciona información básica crítica para guiar y refinar las políticas de desarrollo del municipio a tales fines. El Plan Territorial debe revisarse cada ocho años, según dispuesto en la Ley 81-1991. La última revisión integral del PT de Aguadilla fue en 2012, por lo tanto, la próxima debería ser en 2020 o antes.

Revisar el PT para atemperarlo a las disposiciones del PUTPR, el cual tiene como objetivo promover que los ciudadanos habiten áreas seguras y que la infraestructura primaria necesaria no se encuentre en áreas de riesgo. El PUTPR establece que los suelos urbanos deben y pueden contener extensiones territoriales que no pueden ser urbanizadas o desarrolladas debido a los riesgos, situación que debe ser examinada en Aguadilla en

la revisión del PT. El PUTPR dispone, además, que debe garantizarse la protección de los ríos, quebradas y costas, incluidas las áreas propensas a inundación en los márgenes de los principales cuerpos de agua en todo Puerto Rico; los sumideros en todo Puerto Rico, principalmente en Aguadilla, y otros municipios en la región kárstica; los terrenos en la zona marítimo-terrestre; los terrenos empinados al oeste de la carretera PR-2 y al norte de la carretera PR-458 en Aguadilla; y los terrenos vacantes, con o sin servidumbres, de urbanizaciones que protegen lagos, quebradas y ríos.

Procurar que la ordenación del territorio se trabaja en coordinación y es evaluada y adoptada por la JP, quien administra el Reglamento 13 y debe establecer las zonificaciones uniformes de acuerdo con la Ley de Permisos, según enmendada. Es necesario restringir la cantidad e intensidad de desarrollos dentro de las zonas VE y AE y las áreas ambientalmente sensitivas. Además, se trabajará en zonas de amortiguamiento adecuadas para las áreas propensas a riesgos, lo que reducirá sustancialmente los daños por desastres futuros.

Establecer en el PT un programa de infraestructura verde para dar continuidad y expandir las áreas naturales, los parques y corredores verdes como medida de manejo de las aguas de inundación. A través del PT, el Municipio abordará la protección de las áreas naturales, incluyendo los humedales, ríos y quebradas. El programa propuesto también podría incluir medidas como el desarrollo de charcas de retención, jardines de lluvia, siembra y manejo de árboles y proyectos específicos en viviendas y negocios, como el uso de pavimentos permeables.

Fortalecer la integración de la mitigación de riesgos en las funciones de revisión de permisos de construcción y desarrollo dentro de la Oficina de Permisos del municipio, así como en las inspecciones, y las revisiones de subdivisiones y lotificaciones.

Trabajar en coordinación con la oficina de la Junta de Planificación durante el proceso de desarrollo de otros planes que impacten al desarrollo de los proyectos antes mencionados como por ejemplo el PICA (Programa de Inversiones a Cuatro Años) y el MPR (Plan de Recuperación Municipal) entre otros programa.

6. IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PLAN

6.1 INTRODUCCIÓN

El Plan de mitigación debe describir el método y programa para mantener el plan actual (monitoreo, evaluación y actualización del plan dentro del ciclo de 5 años) 44 CFR 201.6(c)(4)(i)

Esta sección proporciona el marco de trabajo para implementar, monitorear, evaluar y actualizar el Plan, e incluye el marco de trabajo para:

- | la implementación del Plan;
- | el monitoreo del plan, el cual implica el seguimiento de la implementación del mismo;
- | la evaluación del Plan, incluyendo su eficacia para cumplir su propósito y metas;
- | cómo la comunidad continuará la participación ciudadana en el proceso de mantenimiento del plan y
- | la actualización del plan, al menos una vez cada cinco años.

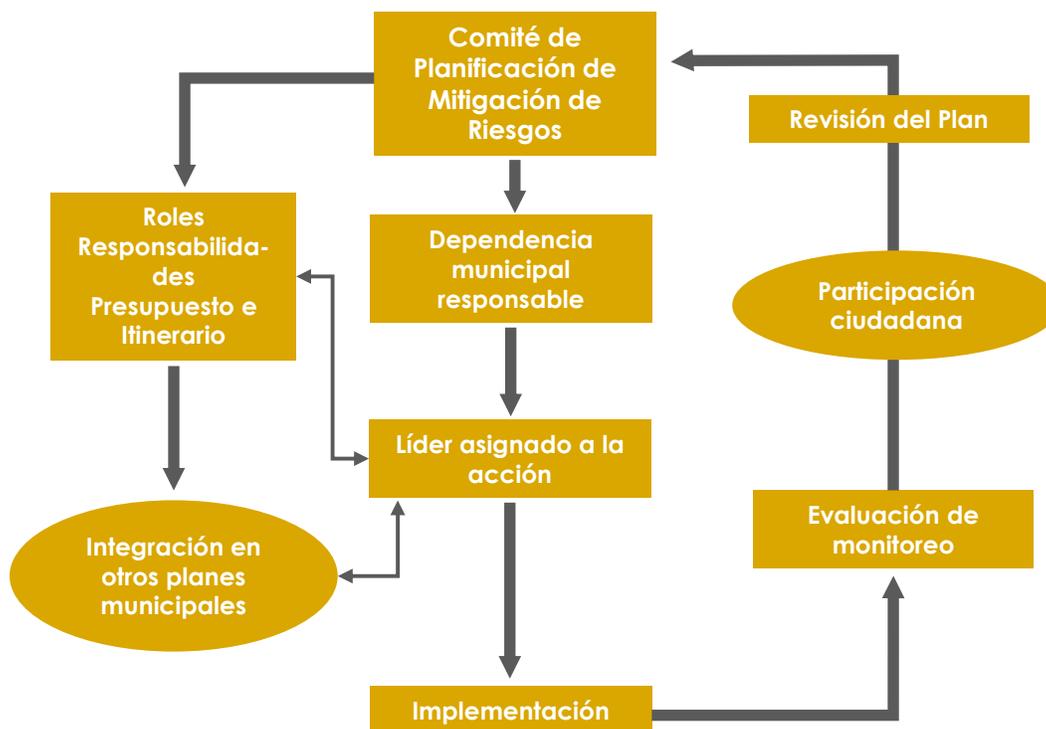
6.2 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

La implementación y administración de las acciones de mitigación será responsabilidad del Comité de Monitoreo y Evaluación de Mitigación (en adelante el Comité), cuyo liderazgo provendrá de la directora de la Oficina de Planificación y Administración de Proyectos. El Comité Timón será responsable de llevar a cabo las acciones de mitigación incluidas en este plan, así como de monitorear, evaluar y actualizar el mismo. Los demás miembros del Comité serán los representantes de las siguientes oficinas del municipio.

- | Director de la Oficina de Oficina de Urbanismo y Ordenamiento Territorial
- | Director de la Oficina de Programas Federales
- | Director de la Oficina de Manejo de Emergencias Municipal
- | Director de la Oficina de Obras Públicas Municipales y
- | Director de la Policía Municipal.

El Comité asignará acciones específicas a las distintas oficinas municipales. La siguiente figura presenta un marco conceptual para la administración de la implementación de las estrategias de mitigación propuestas en el Capítulo 5.

Figura 53. Enfoque de implantación²⁷



Asignación de líderes a las acciones de mitigación

El Comité deberá contar con oficiales capacitados, o líderes de acciones, los cuales serán responsables de:

- | facilitar la formulación más detallada de las acciones o proyectos y
- | proveer informes al Comité que documente el éxito o las limitaciones encontradas en la implementación de la acción o proyecto de mitigación.

Cada líder de acción estará a cargo de trabajar con cada oficina municipal que ha sido identificada en la implementación de las diferentes acciones o proyectos de mitigación en el Capítulo 5.

²⁷ Igual al Plan de 2011

6.3 MONITOREO DEL PLAN

El Comité Timón monitoreará la implementación de las estrategias de mitigación a través del líder de acción designado. Los siguientes aspectos serán monitoreados para procurar la implantación exitosa del Plan:

- | Asegurar la asignación de recursos apropiados a la estrategia/acción (técnicos, financieros, políticos y legales);
- | Monitorear la implementación de cada elemento de la acción/proyecto; y
- | Llevar a cabo reuniones de seguimiento, visitas de campo y establecer comunicación frecuente con las oficinas municipales responsables de la implementación.

El Comité Timón solicitará que cada líder de acción, junto con la oficina municipal responsable de la implementación, presente un informe anual que proporcione información adecuada para evaluar el estado de cada acción.

6.4 EVALUACIÓN DEL PLAN Y PRESENTACIÓN DE INFORMES

El Director de la Oficina de Planificación y Administración de Proyectos convocará a los miembros del Comité Timón y a los líderes de proyectos a una reunión anual donde se informará el progreso de las acciones de mitigación.

Cada líder de proyecto deberá presentar el informe de progreso escrito, antes indicado en la reunión anual. Se sugiere el uso del siguiente formulario, con el fin de que la presentación de informes sea uniforme para todos los líderes de proyecto.

Tabla 94. Formulario para informe de progreso de la estrategia de mitigación

| | | |
|---|---|---------------------|
| Periodo del informe de progreso | Fecha desde: | Fecha hasta: |
| Nombre de la acción/proyecto | | |
| Unidad responsable | | |
| Nombre del líder del proyecto/acción | | |
| Estatus del proyecto Porcentaje completado: _____ | <input type="checkbox"/> Proyecto completado <input type="checkbox"/> Proyecto cancelado <input type="checkbox"/> Proyecto según calendario <input type="checkbox"/> Fecha anticipada de culminación _____ <input type="checkbox"/> Proyecto atrasado | |
| Fecha estimada de culminación del proyecto: _____ | | |
| Problemas encontrados durante la implementación | | |

Fuente: FEMA, 2013. Local Hazard Mitigation Planning Handbook, 2013; Plan 2011.

Basado en estos informes, el Comité evaluará el grado de efectividad y relevancia del progreso de cada acción en relación con las metas y objetivos establecidos del Plan.

6.4.1 Oportunidades para la participación ciudadana durante el mantenimiento del plan

El plan debe discutir cómo el Municipio continuará la participación pública en el proceso de mantenimiento del plan (44 CFR 201.6(c)(4)(iii))

El municipio continuará brindando oportunidades para la participación ciudadana en el proceso de mantenimiento del plan, mediante las siguientes acciones:

- | El Plan, una vez sea aprobado, se hará disponible en la página electrónica del municipio para que la ciudadanía pueda revisarlo continuamente.
- | Se trabajará un formulario (tipo Google form) que es de fácil acceso y manejo para que la ciudadanía pueda brindar su insumo continuamente. El formulario estará en la página web del municipio.
- | Reuniones anuales- Se propone realizar, al menos, una reunión anual abierta a la ciudadanía, incluyendo los negocios, así como cualquier parte interesada, en la que se continuará recogiendo información necesaria para el mantenimiento del plan. El Comité de Monitoreo y Evaluación del Plan notificará al público y promoverá la participación de la comunidad durante la evaluación anual del Plan. Todas las reuniones deben ser documentadas.

6.4.2 Revisión y actualización del plan

Se requiere que los planes multiriesgo sean revisados, al menos, una vez cada cinco años para asegurar que estos reflejen los cambios en el desarrollo, el progreso en los esfuerzos locales de mitigación y los cambios en las prioridades.

Las reuniones con la ciudadanía y con los líderes de proyecto que convocará el Comité para el mantenimiento del plan, descritas previamente, servirán para revisar y actualizar el plan de mitigación. Con esta información el Comité podrá evaluar si hay acciones que deben modificarse, añadirse o abandonarse, no solo a base del progreso de las acciones, si no de la información sobre la vulnerabilidad de la población que sea discutida en las reuniones. De haber cambios significativos, el Comité Timón elaborará un informe formal de progreso y lo presentará al Alcalde y la Legislatura Municipal.

Las revisiones periódicas permitirán, además, evaluar que las metas y los objetivos del plan se mantengan actualizados; incorporar los cambios en las capacidades técnicas y administrativas del municipio y reflejar los cambios en los usos de terrenos y desarrollos. También permitirán incorporar los cambios en la legislación federal o estatal pertinentes.

El Plan se actualizará de forma integral cada cinco años, según lo requerido por DMA 2000, o dentro de los doce meses posteriores a una Declaración de Desastres Presidencial en Puerto Rico donde el municipio de Aguadilla haya sido incluido tanto para Asistencia Pública como para Asistencia Individual.

El método utilizado para revisar y actualizar el plan será similar al utilizado en este proceso, que incluye la revisión del plan de participación ciudadana, para añadir nuevos grupos de interés que deberán ser consultados, reuniones públicas, el uso de la web y de las redes sociales para publicar y recibir comentarios, así como para divulgar información. Se utilizará, además, la mejor información científica disponible para revisar el análisis de riesgos, y los resultados del esfuerzo de mantenimiento para revisar las acciones de mitigación. Este proceso de revisión integral comúnmente toma de seis a 12 meses.

REFERENCIAS

- AAA. 2014. Climate Change. Vulnerability Assesment. Task 2. Final. Retrieved from:
http://www.acueductospr.com/INFRAESTRUCTURA/download/CAMBIO%20CLIMATICO/2014-09-23_Estudio%20de%20Vulnerabilidad_Final%20REV.pdf
- AEMEAD. 2016. Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico. Draft. Obtenido de: https://www2.pr.gov/agencias/aemead/Documents/Borrador-PlanEstatalMitigaci%C3%B3n-2016_3-30-2016.pdf
- AMCPR. Asociación de Maestros de Ciencia de Puerto Rico. Acta Científica, 2004 Barreto, M. (s.f) In Facebook. Recuperado el 3 de octubre de 2017. Obtenido de: <https://www.facebook.com/misael.barreto.5074/posts/280214182484535>
- Barreto, M. 2017. Assessment of beach morphology at Puerto Rico Island. Informe Final. Obtenido de: <http://drna.pr.gov/wp-content/uploads/2017/05/Geomorphic-Assessment-of-Puerto-Rico-1977-to-2016.pdf>
- Center for Climate and Energy Solutions. n.d. Wildfires and Climate Change Obtenido de: <https://www.c2es.org/science-impacts/extreme-weather/wildfires>
- Charleston South Carolina, 2015. Sea Level Rise Strategies. Obtenido de: <http://www.charleston-sc.gov/DocumentCenter/View/10089>
- Colón, J. A. (2009). Climatología de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico. La Editorial, Universidad de Puerto Rico.
- Consejo de Cambio Climático de Puerto Rico (CCCPR). 2013. Estado del Clima de Puerto Rico 2010-2013 Resumen Ejecutivo: Evaluación de vulnerabilidades socio-ecológicas en un clima cambiante, Electronic Version. Programa de Manejo de la Zona Costanera, Departamento de Recursos Naturales. y Ambientales, Oficina de Océanos y Recursos Costeros (NOAA-OCRM). San Juan, PR: pp. 27
- Department of Homeland Security (DHS). 2017. Landslides & Debris Flow. Obtenido de: <https://www.ready.gov/landslides-debris-flow>
- Department of Homeland Security (DHS). 2017a. Tsunamis. Obtenido de: <https://www.ready.gov/tsunamis>
- Department of Homeland Security (DHS). 2016. Critical Infrastructure Sectors. Obtenido de: <https://www.dhs.gov/critical-infrastructure-sectors>
- Department of Homeland Security (DHS). 2013. Multi-hazard Loss Estimation Methodology Flood Model Hazus@-MH Technical Manual. Obtenido de: https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1820-25045-8292/hzmmh2_1_fl_tm.pdf
- Department of Natural and Environmental Resources. 2016. Informe sobre la sequía 2014-16 en Puerto Rico, División Monitoreo del Plan de Aguas, San Juan, Puerto Rico.
- Department of Natural and Environmental Resources. 2016a. Documento de Designación: Reserva Natural del Estuario Pantano Espinar y Caño Madre Vieja Aguada, Puerto Rico. Obtenido de: <https://reservanaturalcanomadrevieja.files.wordpress.com/2017/06/documento-designacic3b3n-rn-cac3b1o-madre-vieja-2.pdf>
- Department of Natural and Environmental Resources. 2008. Plan Integral de Recursos de Agua de Puerto rico.

- Díaz A. (2018, 23 de enero). Huracanes elevan la erosión en las playas. El Vocero.
- ELNUEVODIA.COM. martes, 10 de octubre de 2017. Un río fuera de su cauce provoca cierre de carreteras en el oeste. Obtenido de:
<https://www.elnuevodia.com/noticias/seguridad/nota/unriofueradesucauceprovocacierecarreteraseneloeste-2364691/>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2018. Region II Coastal Analysis and Mapping Glossary.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2017. Flood Insurance Rate Map (FIRM). Obtenido de: <https://www.fema.gov/flood-insurance-rate-map-firm>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2016. Climate Resilient Mitigation Activities in Hazard Mitigation Assistance. Obtenido de: https://www.fema.gov/media-library-data/1464287842496-421f9594e7b79c85679052420aa36604/HMA_CRMA_Webinar.pdf
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2015. Federal Insurance and Mitigation Administration. Green Infrastructure Methods Factsheet.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2015a. National Flood Insurance Program Community Rating System: A Local Official's Guide to Saving Lives Preventing Property Damage Reducing the Cost of Flood Insurance FEMA B-573 / May 2015. Obtenido de: https://www.fema.gov/media-library-data/1444398921661-5a1b30f0f8b60a79fb40cefcaf2bc290/2015_NFIP_Small_Brochure.pdf
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2013. Continuity Guidance Circular 2 (CGC 2). Continuity Guidance for Non-Federal Governments: Mission Essential Functions Identification Process (States, Territories, Tribes, and Local Government Jurisdictions) FEMA P-789 / October 2013
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2013a. Local Mitigation Planning Handbook. Obtenido de: https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1910-25045-9160/fema_local_mitigation_handbook.pdf
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2013b. Mitigation Ideas. A Resource for Reducing Risk to Natural Hazards. Obtenido de: https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1904-25045-2423/fema_mitigation_ideas_final_01252013.pdf
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2012. Flood Insurance Study. Commonwealth of Puerto Rico and Municipalities. Volume 1 of 5. Obtenido de: https://www.rampp-team.com/county_maps/puerto_rico/pr_fis_tables1_rev.pdf.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2011. Coastal Construction Manual: Principles and Practices of Planning, Siting, Designing, Constructing, and Maintaining Residential Buildings in Coastal Areas, 4th Edition. Obtenido de: <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/3293>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2011. Guía de Revisión del Plan Local de Mitigación. Octubre de 2011.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2009. Unreinforced Masonry Buildings and Earthquakes Developing Successful Risk Reduction Programs. Obtenido de: <https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1728-25045-2959/femap774.pdf>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2006. Introduction to Hazard Mitigation IS-393.A: Lesson 4. Building and Implementing a Community Hazard Mitigation Plan. Obtenido de: <https://training.fema.gov/is/coursematerials.aspx?code=IS-393.a>

- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2005. Puerto Rico Tropical Storm Jeanne and Resulting Landslides and Mudslides (DR-1552). Obtenido de: <https://www.fema.gov/es/disaster/1552>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 2000. Evaluation of Erosion Hazards. The Heinz Center. Obtenido de: <https://www.fema.gov/pdf/library/erosion.pdf>
- Federal Emergency Management Agency (FEMA). 1994. Seismic Retrofit Incentive Program. Obtenido de: https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1452-20490-4353/fema_254_part1.pdf.
- Gould, W.A. 2008. Editorial. A Journal of the Human Environment XXXVII AMBIO. (7-8):521. As cited in DRNA. 2010. Puerto Rico Statewide Assessment and Strategies for Forest Resources. Obtenido de: http://drna.pr.gov/historico/oficinas/arn/recursosvivientes/nsf/publicaciones/PRSWASFS_STRAT_APP_22%20OCT2010%20gul%20-%20FINAL.pdf
- Guisti, E. 1978. Hydrogeology of the Karts of Puerto Rico. Geological Survey Professional Paper. Obtenido de: https://pr.water.usgs.gov/public/online_pubs/pp_1012/pp1012.pdf
- Gundlach, J. & Warren, D. (2016). Local Law Provisions for Climate Change Adaptation. Columbia Law School, Sabin Center for Climate Change Law. Obtenido de: <http://columbiaclimatelaw.com/files/2016/06/Gundlach-and-Warren-2016-05-Local-Law-Adaptation.pdf>
- Hengesh, J. & Bachhuber, J. 2005. Liquefaction susceptibility zonation map of San Juan, Puerto Rico. Obtenido de: https://www.researchgate.net/profile/James_Hengesh/publication/302897494_Liquefaction_susceptibility_of_the_Bayamon_and_San_Juan_Quadrangles_Puerto_Rico/links/5732bf4408ae9f741b23616b/Liquefaction-susceptibility-of-the-Bayamon-and-San-Juan-Quadrangles-Puerto-Rico.pdf
- ICC. 2015. International Existing Building Code. Obtenido de: <https://codes.iccsafe.org/public/document/code/544/9700000>
- Inter News Service. 2017. Cierran carretera en Aguadilla por desborde de río. Obtenido de: https://www.wapa.tv/noticias/locales/cierran-carretera-en-aguadilla-por-desborde-de-rio_20131122414995.html
- International Association of Fire Chiefs (IAFC). 2017. What is the Wildland-Urban Interface? Obtenido de: <http://www.wildlandfirersg.org/About/Wildland-Urban-Interface>
- Iowa State University. 2017. Drought. All Hazards. Resources to help rural communities prepare for disaster and other hazards. Obtenido de: <http://www.prep4agthreats.org/Natural-Disasters/drought>
- IPCC. 2007. Glossary of Terms used in the IPCC Fourth Assessment Report. Obtenido de: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_t_synthesis_report.htm
- Jiménez, L. (2017, domingo, 24 de septiembre). Reportan tres víctimas en Aguadilla: Ofrecen más detalles sobre la muerte de dos policías. Obtenido de: [\[https://www.elnuevodia.com/noticias/locales/nota/reportantresvictimasenaguadilla-2360107/\]](https://www.elnuevodia.com/noticias/locales/nota/reportantresvictimasenaguadilla-2360107/)
- Junta de Planificación. (2010). Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación. Reglamento de Planificación Núm. 13. Séptima Revisión. Recuperado de: <http://cedd.pr.gov/avipr/wp-content/uploads/2016/11/Reglamento-13-Junta-de-Planificacion.pdf>

- Junta de Planificación & FEMA. (s.f.). Cómo buscar y leer los mapas de inundación de FEMA. Recuperado en línea de: <http://cedd.pr.gov/avipr/wp-content/uploads/2016/11/Como-buscar-y-leer-los-mapas-de-inundacion-de-FEMA.pdf>].
- Larsen, M. and Simon, A. 1993. Rainfall-threshold conditions for landslides in a humid-tropical system. Obtenido de: <http://pubs.er.usgs.gov/publication/70171321ER>
- Martinuzzi et al, 2006. Land development, land use, and urban sprawl in Puerto Rico integrating remote sensing and population census data. *Landscape and Urban Planning* 79 (2007) 288–297.
- McCann. 1987. Estimating the Threat of Tsunamigenic Earthquakes and Earthquake Induced-Landslide Tsunami in the Caribbean. Obtenido de: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.458.5824&rep=rep1&type=pdf>
- Méndez, C. in Rodríguez, D. (2014, June 6). Soldados de la Reserva limpian cuerpos de agua en Aguadilla. Primera Hora. Obtenido de: <http://www.primerahora.com/noticias/isla/nota/soldadosdelareservalimpiancuerposdeaguaenaguadilla-1016984/>
- Mercado, A. 2016. Sea Level Rise Watch around Puerto Rico. Obtenido de: [coastalhazards.uprm.edu]
- Mercado, A. & Justiniano, H. 2016. Some useful applications of the Puerto Rico storm surge atlas critical infrastructure, sea level rise, and coastal flooding in Puerto Rico. Obtenido de: <http://coastalhazards.uprm.edu/downloads/4%20-%20CRITICAL%20INFRASTRUCTURE,%20SEA%20LEVEL%20RISE,%20AND%20COASTAL%20FLOODING%20IN%20PUERTO%20RICO.pdf>
- Mercado, A. & McCann, W. (n.d.). Numerical Simulation of the 1918 Puerto Rico Tsunami. Obtenido de: http://poseidon.uprm.edu/public/num_simul_1918_pr_tsunami_j_nat_haz_v18_corrected_version.pdf
- Moftakhari, H. R., A. AghaKouchak, B. F. Sanders, and R. A. Matthew (2017), Cumulative hazard: The case of nuisance flooding, *Earth's Future*, 5, 214–223, doi:10.1002/2016EF000494.
- Molina-Rivera, W.L. 2014. Estimated water use in Puerto Rico, 2010: U.S. Geological Survey Open-File Report 2014–1117, 35 p., Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.3133/ofr20141117>.
- Monroe, W.H. 1969. Geologic map of the Aguadilla quadrangle, Puerto Rico. USGS Publications Warehouse Obtenido de: <http://pubs.er.usgs.gov/publication/i569>.
- Monroe, W.H. 1979. Map showing landslides and areas of susceptibility to landsliding in Puerto Rico. U.S. Geological Survey, Miscellaneous Investigations Series, MAP I-1148
- Mueller, C., Frankel A., Petersen, M. & Leyendecker, E. 2003. Documentation for 2003 USGS Seismic Hazard Maps for Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. U.S. Geological Survey Open-File Report 03-37. Obtenido de: <https://pubs.usgs.gov/of/2003/ofr-03-379/ofr-03-379.html>
- Municipality of Aguadilla. 2011. Territorial Plan for the Autonomous Municipality of Aguadilla
- National Drought Mitigation Center. 2017. What is Drought? University of Nebraska-Lincoln. Obtenido de: <http://drought.unl.edu/DroughtBasics/WhatIsDrought.aspx>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2017. Tsunami. Obtenido de: <http://www.tsunami.noaa.gov/>

- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2017a. Hurricane Preparedness – Hazards. Obtenido de: <http://www.nhc.noaa.gov/prepare/hazards.php#wind>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2015. The Tectonic Setting and Geology of Puerto Rico and Its Surrounding Seafloor. Obtenido de: <http://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/ex1502/background/geology/welcome.html>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2014. NOAA: 'Nuisance flooding' an increasing problem as coastal sea levels rise. Obtenido de: http://www.noaanews.noaa.gov/stories2014/20140728_nuisanceflooding.html
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). Coastal Service Center. 2012. Detailed Methodology for Mapping Sea Level Rise Inundation. Obtenido de: http://www.njfloodmapper.org/slr/assets/pdfs/Inundation_Methods.pdf
- Parsons, T. & Geist, E. 2008. Tsunami Probability in the Caribbean Region. Obtenido de: https://woodhole.er.usgs.gov/projectpages/caribbean/pdf/Parson_Geist_PAGeoph2009.pdf
- Puerto Rico Emergency Management and Disaster Administration Agency. (2016, draft). Puerto Rico Natural Hazard Mitigation Plan. Obtenido de: https://www2.pr.gov/agencias/aemead/Documents/Borrador-PlanEstatadMitigaci%C3%B3n-2016_3-30-2016.pdf
- Puerto Rico Seismic Network. 2005. Sesimic Prediction. Obtenido de: http://redsismica.uprm.edu/english/Info/sisnotas_predic.php
- Ready. 2017. Plan Ahead for Disasters. Obtenido de: <https://www.ready.gov/home-fires>
- Reid, H. and S. Taber. (1919). The Puerto Rico earthquakes of October-November 1918 Bulletin of the Seismological Society of America, v. 9, p. 95-127.
- Rivera, Y. 2017. Muere encamada ahogada en Aguadilla. El Vocero. Obtenido de: http://www.elvocero.com/actualidad/muere-encamada-ahogada-en-aguadilla/article_7a303ba4-9f01-11e7-9b7d-032be13be314.html
- Roland LaForge, R. & McCann, W. (2017). Address-Level Effects in Aguadilla, Puerto Rico, from the 1918 Mw 7.3 Earthquake and Tsunami. Seismological Society of America. Vol. 88, Núm. 4. Obtenido de: <http://srl.geoscienceworld.org/content/early/2017/06/02/0220170044/article-info>
- Rosado, D. 2010. Metodología para la evaluación del peligro por licuación del suelo, inducido por sismo, usando un sistema de información geográfica. Tesis para optar por el grado de Ingeniero Geofísico.
- Seismological Society of America. Field Trip: Recent Tectonics and Paleoseismology in Western Puerto Rico May 3-4, 2003. Obtenido de: http://www-udc.ig.utexas.edu/external/plates/biblio/carib/guides/Prentice_et_al_Puerto_Rico_2003.pdf
- Southern Forest Land Assessment, A cooperative project of the Southern Group of State Foresters (2008).
- Southeast Regional Climate Center. 2012. Isabela Substation, Puerto Rico. Obtenido de: <http://www.sercc.com/cgi-bin/sercc/cliMAIN.pl?pr4702>
- Stein, S.M.; Menakis, J.; Carr, M.A.; Comas, S.J.; Stewart, S.I.; Cleveland, H.; Bramwell, L.; Radeloff, V.C. 2013. Wildfire, wildlands, and people: understanding and preparing for wildfire in the wildland-urban interface—a Forests on the Edge report. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-299.

- Fort Collins, CO. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 36 p
- Tucci, P. & Martinez, M .1995. Hydrology and Simulation of Ground Water Flow in the Aguadilla to Río Camuy Area, Puerto Rico. USGS. Obtenido de:
<https://pubs.usgs.gov/wri/1995/4028/report.pdf>.
- United Nations. (n.d.). Disability-Inclusive Disaster Risk Reduction and Emergency Situations. Division for Social Policy and development Disability.
 [https://www.un.org/development/desa/disabilities/issues/disability-inclusive-disaster-risk-reduction-and-emergency-situations.html#menu-header-menu].
- United States Army Corps of Engineers (USACE). 2019. Draft, Río Culebrinas Aguadilla-Aguada Puerto Rico. Section 205 Flood Risk Reduction. Continuing Authorities Program (CAP) Conversion Report. Recuperado de:
[https://jp.pr.gov/Portals/0/Evaluacion%20Ambiental/APPENDIX%20E2%20\(CAP%20Conversion%20Report\).pdf?ver=2019-05-24-193141-953](https://jp.pr.gov/Portals/0/Evaluacion%20Ambiental/APPENDIX%20E2%20(CAP%20Conversion%20Report).pdf?ver=2019-05-24-193141-953)
- United States Army Corps of Engineers (USACE). 2015. Memorandum for Commander, Jacksonville District (CESAJ-PD/E. Bush). Subject: Río Culebrinas Detailed Project Report, Puerto Rico-Request for Review Plan Approval. Obtenido de:
 [http://www.saj.usace.army.mil/Portals/44/docs/Planning/ReviewPlans/Rio_Culebrinas_Review_Plan_Approved_20150318_Redacted.pdf]
- United States Army Corps of Engineers (USACE). 2014. Río Culebrinas Aguadilla-Aguada, Puerto Rico. Section 205. Detailed Project Report and Environmental Assessment. A Study to Determine the Feasibility of Providing a Flood Control Project for the Río Culebrinas in the Vicinity of Aguadilla and Aguada, Puerto Rico. Obtenido de:
<https://reservanaturalcanomadrevieja.files.wordpress.com/2014/05/uscoe-rio-cuebrinas.pdf>
- United States Army Corps of Engineers (USACE). 2014a. Continuing Authorities Program. Section 205 – Small Flood Damage Reduction Projects. Obtenido de:
http://www.nww.usace.army.mil/Portals/28/docs/assistanceprograms/2014/FS_Section205SmFloodDamage_140324.pdf
- United States Army Corps of Engineers (USACE). 2003. Environmental Assessment: Río Culebrinas at Aguada and Aguadilla, Puerto Rico. Section 205 Detailed Project Report. Obtenido de:
 [http://www.saj.usace.army.mil/Portals/44/docs/Planning/EnvironmentalBranch/EnvironmentalDocs/RioCulebrinasDPR_1_EA_jun2004.pdf]
- United States Geological Survey (USGS). 2017. Emergency Assessment of Post-Fire Debris-Flow Hazards. Obtenido de: https://landslides.usgs.gov/hazards/postfire_debrisflow/
- United States Geological Survey (USGS). 2006. Wildfire Hazards—A National Threat. Obtenido de:
<https://pubs.usgs.gov/fs/2006/3015/2006-3015.pdf>
- United States Geological Survey. 2006a. About Liquefaction. Obtenido de:
<https://geomaps.wr.usgs.gov/sfgeo/liquefaction/aboutliq.html>
- United States Geological Survey (USGS). 2004. Landslide Types and Processes. Fact Sheet 2004-3072. Obtenido de: <https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/fs-2004-3072.html>
- United States Geological Survey (USGS). 2001. Earthquakes and Tsunamis in Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USGS Fact Sheet FS-141-00. Obtenido de:
<https://pubs.usgs.gov/fs/fs141-00/fs141-00.pdf>

URS. 2002. Integrated Hazard Assessment for the Island of Puerto Rico. Prepared for Universidad Metropolitana under a Federal Emergency Management Agency (FEMA) Hazard Mitigation Grant to the Puerto Rico Governor's Authorized Representative (GAR) following Hurricane Georges.

Washington Military Department (WMD). 2013. Hazard Profile – Urban Fire. Washington State Hazard Mitigation Plan. Obtenido de: https://mil.wa.gov/uploads/pdf/HAZ-MIT-PLAN/Urban_Fire_Hazard_Profile.pdf

World Meteorological Organization. 2018, November 20. Greenhouse gas levels in atmosphere reach new record. Press Release Number: 22112018. Recuperado de: <https://public.wmo.int/en/media/press-release/greenhouse-gas-levels-atmosphere-reach-new-record>

Youd, L. & Perkins, D. 1978. Mapping Liquefaction- Induced Ground Failure Potential. Journal of the Geotechnical Engineering Division. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/279600523_Mapping_liquefaction-induced_ground_failure_potential

Páginas Web consultadas:

National Geographic: Earthquakes -<http://www.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/earthquakes/>

National Geographic: Floods- <http://www.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/floods/>

National Geologic Map Database -https://ngmdb.usgs.gov/Prodesc/proddesc_1292.htm

National Oceanic and Atmospheric Administration National Climatic Data Center - <https://www.ncdc.noaa.gov/>

Official Soil Series Description - <https://soilseries.sc.egov.usda.gov/osdname.aspx>

United States Census Bureau- <https://www.census.gov/programs-surveys/acs/>

United States Fish and Wildlife. Coastal Barrier Resources System, <https://www.fws.gov/cbra/Act.html>

Web Soil Survey - <https://websoilsurvey.nrcs.usda.gov/app/>

Firewise USA: <http://www.firewise.org/usa-recognition-program.aspx>

Government grants: <https://www.grants.gov/web/grants/search-grants.html?keywords=fire>

US Census Bureau: <https://factfinder.census.gov/faces/nav/jsf/pages/index.xhtml>

Omaha Storm Water Program <http://omahastormwater.org/greeninfrastructure/>