ACTUALIZACIÓN DEL PLAN DE MITIGACIÓN MULTI-RIESGO

MUNICIPIO AUTÓNOMO DE SAN JUAN

CARMEN YULÍN CRUZ SOTO, ALCALDESA
MUNICIPIO AUTÓNOMO DE SAN JUAN
Estado Libre Asociado de Puerto Rico

CAPÍTULO UNO INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO DOS PERFIL DE LA COMUNIDAD EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD MUNICIPAL

CAPÍTULO TRES PROCESO DE PLANIFICACIÓN

CAPÍTULO CUATRO EVALUACIÓN DE RIESGOS

CAPÍTULO CINCO ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

CAPÍTULO SEIS IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN

El Plan de Riesgos contra Peligros Naturales del Municipio Autónomo de San Juan (Municipio) tiene el propósito de identificar actividades y medidas dirigidas a la mitigación de peligros naturales tales como huracanes, inundaciones, sequías, terremotos, deslizamientos y otros peligros atmosféricos, hidrológicos y geológicos. El Plan ha sido revisado para continuar con la reducción de pérdida de vida y propiedad asociada a los diferentes peligros naturales e identificar medidas para atender las necesidades del Municipio y sus residentes de manera planificada y ordenada para promover el desarrollo sostenido mediante la preservación de la función natural y los beneficios de la conservación de los recursos naturales y la infraestructura. A través del Plan se han realizado una serie de cambios que serán presentados y documentados durante el desarrollo del mismo y se destacarán en color amarillo.

El Plan cumple con los requisitos del Acta de Mitigación de Desastre (DMA, por sus siglas en inglés) la cual establece que los gobiernos municipales (locales) y estatales que hayan adoptado planes de mitigación contra riesgos serán elegibles para fondos de mitigación pre-desastre (Pre-Disaster Mitigation Act) y post desastre a través del Programa de Subvención para la Mitigación de Riesgos (HMGP, por sus siglas en inglés), el Predisaster Mitigation (PDM) y Flood Mitigation Assistance Program (FMA) disponibles a través de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés).

Este Capítulo proporciona una introducción al Plan el cual es presentado en cuatro diferentes temas:

- 1.1 Contexto
- 1.2 Propósito
- 1.3 Marco Legal
- 1.4 Organización del Plan
- 1.5 Metodología para la Preparación del Plan

1.1 CONTEXTO

El Municipio de San Juan está ubicado al norte de Puerto Rico y es la Capital del país siendo parte del archipiélago de Puerto Rico que está ubicado en el noreste del Caribe el cual forma parte de un conjunto de islas conocido a veces como las Islas Vírgenes Españolas. San Juan es uno de los 13 municipios que comprenden la Zona Metropolitana de Puerto Rico, comprende un área aproximada de 48 millas cuadradas (128 kilómetros cuadrados). San Juan estando localizado en Puerto Rico se encuentra en un área vulnerable a una amplia variedad de riesgos naturales incluyendo inundaciones, terremotos y huracanes. Estos riesgos amenazan la vida, propiedad y seguridad de sus residentes y tienen el potencial de dañar o destruir la propiedad pública y privada.

Aunque la amenaza de acontecimientos de riesgo no puede ser totalmente eliminada, hay mucho que podemos hacer para disminuir su impacto potencial. El concepto y la práctica de reducir

BORRADOR

riesgos conocidos que afecten a las personas y a la propiedad se refiere generalmente como medidas de *mitigación de riesgos*.

Las medidas de *mitigación de riesgos* incluyen las estructurales, tales como adquisición de estructuras en áreas de alto riesgo, rehabilitación (refuerzo) estructural o protección de edificios e infraestructura, instalación de sistemas de bombeos, mejoras pluviales, canalizaciones, instalación de tormenteras, entre otros. Las medidas no estructurales, incluyen las políticas de uso de tierra, la creación de campañas educativas para la educación de riesgos y sus efectos, estudios y planificación para la mitigación de riesgos.

Un acercamiento global a la mitigación toma en cuenta la vulnerabilidad a riesgos existentes en la actualidad y en el futuro. Por las presiones de desarrollo que enfrenta San Juan, es crítico que el patrón proyectado para el desarrollo intensivo futuro sea evaluado con relación a como aquel crecimiento aumentaría o disminuiría la vulnerabilidad total a riesgos del Municipio.

La actualización del Plan es otro paso más para continuar incorporando prácticas de mitigación de riesgo en las operaciones diarias del Municipio y en la planificación de actividades a largo plazo que contribuirán a disminuir la vulnerabilidad de nuestra Isla a riesgos naturales.

1.2 PROPÓSITO

El Plan analiza la vulnerabilidad de la población, al igual que las propiedades del Municipio que están expuestas a riesgos naturales. Provee medidas de mitigación recomendando acciones dirigidas a la reducción en las pérdidas de vidas y propiedades. A continuación detallamos los objetivos del Plan:

- Prevenir y reducir la pérdida de vida y propiedad.
- Establecer medidas de protección para las facilidades críticas.
- Reducir el impacto económico y social de los riesgos naturales que afectan al Municipio.
- Establecer la vulnerabilidad que presentan cada uno de los riesgos naturales que afectan al Municipio.
- Establecer estrategias dirigidas a la mitigación de riesgos.
- Detener el ciclo de destrucción-reconstrucción-destrucción en las comunidades de acuerdo su vulnerabilidad.
- Identificar y proponer estrategias y medidas dirigidas a mitigar los efectos de estos peligros.
- Establecer programas educativos relacionados a los diferentes riesgos naturales.
- Implantar las políticas y metas de la Ley de Mitigación contra Desastres (Ley 106-390 del 2000, conocida como el *Disaster Mitigation Act 2000*, aprobada el 30 de octubre

BORRADOR

del 2000, que enmienda el "*Robert T. Stafford Disaster Relief and Emergency Assistance Act*" de 1988.

El Plan incorpora las políticas y metas del Plan de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico, revisado por tercera ocasión y aprobado por FEMA durante septiembre de 2011, que focaliza en cuatro aspectos fundamentales. Estos comprenden la revisión e implantación de reglamentos y políticas públicas encaminadas a reducir el riesgo y mitigar los efectos de los peligros naturales. En segundo lugar destaca los elementos de coordinación y planificación enfatizando en el desarrollo de instrumentos de planificación cuyo uso pueda ser útil dentro del contexto de la Junta de Planificación y los municipios que se acogen a la Ley de Municipios Autónomos. La meta tercera incorpora recomendaciones para que se planifique a nivel del sistema de cuencas hidrográfica con la intención de mantener un balance en los diversos componentes hidrológicos y controlar así la magnitud y frecuencia de las inundaciones, calidad de agua y sistemas de drenaje en buen estado. Finalmente, el Plan destaca la importancia de la educación y concienciación pública mediante la preparación de información en distintos formatos que podrá ser difundida a través de los diferentes medios de comunicación sobre la mitigación contra desastres naturales.

Se ha realizado una revisión y evaluación de información obtenida tanto de eventos ocurridos en el pasado que han sido documentados a través de la historia, documentos existentes, visitas de campo, participación del personal del Municipio y la comunidad en general, al igual que se ha utilizado el Plan anterior. Basado en la información y los mejores datos disponibles (best data available) obtenida el Comité de Mitigación de Riesgos ha identificado en el Capítulo 5 las siguientes actividades de mitigación como prioridad:

- Actividad 1. Continuar la implantación del Plan de Mitigación Multi-riesgos
- Actividad 3. Promover políticas de mitigación mediante la planificación del uso del suelo
- Actividad 6. Continuar realizando campañas educativas para orientar a los ciudadanos y público en general sobre los riesgos naturales
- Actividad 7. Identificar estructuras en áreas vulnerables y alto riesgo
- Actividad 9. Rehabilitación de Estructuras Municipales
- Actividad 11. Actualizar los Sistemas Pluviales
- Actividad 12. Canalización del Río Puerto Nuevo

1.3 MARCO LEGAL

El primer Plan fue adoptado y certificado por el Municipio de San Juan bajo la autoridad legal definida en conformidad a la Ley 81, del 30 de agosto de 1991 (Ley Núm. 81 del 30 de Agosto de 1991). La ley fue promulgada para dar mayores facultades a las Municipios la cual establece un marco para formas de gobierno más democráticas y participativas. El Plan ha sido adoptado y certificado por la Alcaldesa y la Asamblea Municipal, que es el poder legislativo local, el cual

según la Ley 81, tiene amplios poderes legislativos para aprobar ordenanzas, resoluciones y reglamentaciones en asuntos dentro de la jurisdicción municipal.

El Plan ha sido revisado, actualizado y sometido a la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés) a través de la Oficina del Representante Autorizado del Gobernador ante FEMA (GAR, por sus siglas en inglés) para su aprobación. El Plan ha sido preparado considerando el marco legal tanto estatal como federal. Las leyes y reglamentos que ha sido utilizado para la preparación del Plan que se han considerado en esta revisión son las siguientes:

Estatutos Estatales

Ley 81 del 30 de agosto de 1991 (Ley de Municipios Autónomos) y sus enmiendas

El Artículo 13.011 de dicha Ley, *Conformidad y Compatibilidad con los Planes de Uso de Terrenos y de Calificación* de la Ley 81 del 30 de agosto de 1991, establece la importancia del Reglamento de Planificación Núm. 13 y prohíbe la adopción por parte de los gobiernos municipales de cualquier reglamento sustituto para el control de desarrollos en zonas expuestas al peligro de inundación.

Reglamento de Planificación Núm. 13 (Séptima Revisión) Junta de Planificación, Oficina del Gobernador

El Reglamento de Planificación Núm. 13 (Séptima Revisión) titulado *Reglamento sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación*, según enmendado, fue aprobado por la Gobernador el 23 de diciembre de 2009 mediante Orden Ejecutiva OE-2009-50, a fines de implementar la Ley 3 del 27 de septiembre de 1961 titulada *Ley para el Control de Construcciones en Zonas Inundables* y emitido por la Junta de Planificación de la Oficina del Gobernador de Puerto Rico el 7 de enero de 2010.

Ley 211 del 2 de agosto de 1999

La Ley 211 del 2 de agosto de 1999, según enmendada, establece la política pública para emergencias y desastres, crea la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres (AEMEAD), ordena el establecimiento de Agencias Municipales para el Manejo de Emergencias y confiere al Gobernador poderes extraordinarios durante emergencias y desastres.

El Artículo 7 de esta Ley designa al Director Ejecutivo de esta agencia como Oficial de Mitigación de Riesgos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico y lo hace responsable de todos los asuntos relacionados a las actividades de mitigación en Puerto Rico. Esta Ley autoriza al Gobernador a asumir control directo y dirección sobre la AEMEAD y las

BORRADOR

Agencias Municipales relacionadas al manejo de emergencias en situaciones de emergencias y desastres, a su discreción.

Orden Ejecutiva OE-1993-23 del 5 de junio de 1993

La Orden Ejecutiva OE-1993-23, según enmendada, emitida por la Oficina del Gobernador el 5 de junio de 1993, revisa los mecanismos establecidos para el manejo de emergencias y desastres. La Orden establece las funciones relacionadas a la Mitigación de Riesgos a las Agencias del Gobierno, creando la posición de Coordinador Interagencial de Mitigación y estableciendo realizar actividades y proyectos de mitigación.

Plan de Reorganización Gubernamental # 2 del 1993-94

La Resolución Conjunta transfirió el Programa de Mitigación de Riesgos Naturales del Departamento de Recursos Naturales a la Agencia Estatal de Defensa Civil (AEDC) autorizando la asignación de $150,000 para la operación de dicho Programa. Todas las funciones y responsabilidades del Programa de Mitigación, el programa Federal de Huracanes y el programa Federal de Terremotos así como el personal, propiedad, equipos, documentos, actividades, manejo de presupuesto y contabilidad de fondos fueron igualmente transferidas a la AEDC.

Plan Estatal de Mitigación de Peligros Naturales de Puerto Rico actualizado a septiembre de 2011

El Plan Estatal es una herramienta para los oficiales del gobierno local, estatal y los planificadores involucrados en la planificación pre-desastre a fines de garantizar que las oportunidades de mitigación sean pre-establecidas durante el proceso de reconstrucción y recuperación. También servirá como referencia en torno a la base legal de la mitigación en Puerto Rico. El Plan brinda una visión general acerca de las medidas de mitigación que han sido implementadas por el Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

Estatutos Federales

Ley de Mitigación de Desastres del 2000

El 30 de octubre de 2000, el Presidente de los Estados Unidos firmó la Ley de Mitigación de Desastres 2000 (*Disaster Mitigation Act 2000;* Ley 106-390), con el propósito de enmendar el Robert T. Stafford Disaster Relief Act de 1988. La enmienda tuvo el propósito de reforzar las actividades de mitigación a ser requeridas a los gobiernos estatales y locales (municipales). Las enmiendas efectuadas a la Sección 203 relacionada a la mitigación pre-desastre así como la Sección 322, relacionada a la planificación de mitigación, la cual requiriere la preparación del presente Plan. Algunos de los requisitos incluidos en la enmienda incluyen:

BORRADOR

- La asignación de fondos para actividades de mitigación pre-desastre.
- Desarrollo de mapas experimentales multi-riesgo.
- Delegar mayor responsabilidad a los estados en cuanto al manejo del Programa de Subvención para la Mitigación de Riesgos (HMGP, por sus siglas en inglés).
- Establece requisitos para la preparación de planes de mitigación de infraestructura a nivel local y estatal, estableciendo que aquellos lugares que no desarrollen planes de mitigación podrían enfrentar una reducción de 75% a 25% en la ayuda federal en caso de desastre si la infraestructura afectada ha sufrido daños por el mismo tipo de evento en más de una ocasión en los pasados 10 años.
- Cumplir con los estándares de los planes de mitigación (Sección 322).

Sección 322: Planificación para la Mitigación de Desastres

Establece parámetros para la preparación de planes de mitigación para los gobiernos estatales y municipales. Autoriza la asignación desde un 7% de los fondos disponibles para mitigación en la preparación de planes contra peligros naturales múltiples. Una vez éstos hayan sido aprobados podrán recibir entre un 15 y un 20% de los fondos del HMGP al momento de una Declaración Presidencial de Desastre si la jurisdicción tienen un plan de mitigación contra desastres aprobado por FEMA.

Sección 203: Mitigación Pre-Desastre

Provee la asistencia técnica y recursos económicos necesarios para efectuar acciones encaminadas a proteger la vida y propiedad. Se requiere la aprobación previa de los planes de mitigación contra peligros naturales múltiples para recibir ayuda. Se debe cumplir con los requisitos del Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones para poder ser elegible a los fondos. Las medidas de mitigación deben ser costo-efectivas las cuales van dirigidas a la reducción de la pérdida de vida y propiedad incluyendo daños a las facilidades críticas así como las que estén bajo la jurisdicción del gobierno estatal y municipal.

National Mitigation Strategy

FEMA creó la Estrategia Nacional de Mitigación en 1995, para promover la colaboración entre el gobierno y el sector privado garantizando comunidades más seguras y estimular a los ciudadanos a identificar posibles riesgos que puedan afectar su seguridad o la de su comunidad mediante acciones para reducir dichos riesgos. Las estrategias son:

- Aumentar de manera sustancial el nivel de conciencia de la ciudadanía en torno a los riesgos naturales de manera tal que los ciudadanos demanden comunidades más seguras en las que puedan vivir y trabajar.

- Reducir de forma significativa el riesgo de muerte, los daños, el costo económico y la destrucción de recursos naturales y culturales que puedan resultar de estos desastres.

La Estrategia Nacional de Mitigación que promueve cambios en la respuesta a los desastres (Comunidades Resistentes a Desastres), estableciendo que las comunidades recurran a iniciativas de mitigación a largo plazo, promoviendo la aplicación de medidas significativas para reducir la vulnerabilidad a inundaciones, terremotos, huracanes y otros desastres naturales.

Una comunidad puede ser catalogada como resistente a desastres si luego de un evento mayor la misma puede demostrar pérdida mínima de vidas, interrupciones limitadas en los servicios públicos, inicio de las operaciones comerciales, manejo de las operaciones de respuesta con o sin la ayuda del gobierno central y regreso rápido a las condiciones pre-desastre de forma eficiente y pre-planificada.

National Flood Insurance Program

El Estado Libre Asociado de Puerto Rico forma parte del Programa Nacional del Seguro Contra Inundaciones (National Flood Insurance Program, NFIP) como comunidad desde agosto de 1978. El Municipio de San Juan forma parte de la Comunidad NFIP de Puerto Rico.

Este Programa está basado en un acuerdo que requiere la adopción e implantación de ordenanzas para el manejo de los llanos inundables a fines de reducir el riesgo de inundaciones en áreas especialmente vulnerables al peligro de inundación (SFHA, por sus siglas en inglés). A cambio, el gobierno federal se compromete a facilitar un seguro de inundación a los residentes para protegerlos de los daños económicos asociados a inundaciones. Las áreas especialmente vulnerables a inundaciones (SFHA) son identificadas por FEMA y las ordenanzas que resulten deben cumplir o exceder los requisitos establecidos por la reglamentación federal. Los proyectos de desarrollo se podrán realizar en áreas inundables sólo si los mismos cumplen con la reglamentación local para el manejo de llanos inundables.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales colabora con la Junta de Planificación en el desarrollo de reglamentos para el manejo de llanos inundables y la delimitación de dichas zonas. La Junta de Planificación de Puerto Rico es la agencia coordinadora que ha sido designada para administrar el NFIP. En 1971, el Gobierno de Puerto Rico adoptó el Reglamento de Planificación Núm. 13, el cual ha tenido varias revisiones y enmiendas. Los mapas utilizados para establecer las áreas inundables han sido preparados por FEMA.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales también revisa solicitudes de la

BORRADOR

Junta de Planificación a fines de comentar sobre cambios en el uso de la tierra, maneja varios programas que sirven de recurso para la ciudadanía, lleva a cabo programas de limpieza de ríos y quebradas, trabaja con estructuras para el control de inundaciones. El Cuerpo de Vigilantes de dicha agencia fue establecido con el propósito de monitorear violaciones a la reglamentación de llanos inundables. Los Vigilantes le informan a la Oficina de Gerencia de Permisos (OGPe) sobre violaciones a los permisos concedidos, ya que es la agencia a cargo de implantar los Reglamentos de Planificación. La Junta de Planificación de Puerto Rico (JP) es la agencia coordinadora que ha sido designada para administrar el NFIP. La AEMEAD es la agencia encargada de las actividades de mitigación.

Bigger Water Flood Insurance Reform Act of 2012 (BW-2012)

En julio de 2012, se aprueba por el Congreso la Bigger Water Flood Insurance Reform Act of 2012 (BW-2012) firmada por el Presidente, el cuál ordena a FEMA y otras agencias federales a realizar cambios significativos a los componentes principales del NFIP. Estos cambios incluyen que en caso de estructuras sobre el nivel (por encima) base de inundaciones se permita reducir el pago de la póliza de seguros. En el caso de estructuras donde el nivel base se encuentre por debajo del nivel base de inundaciones aumentará la póliza. El aumento o disminución dependerá tanto del valor de la estructura como la ubicación del área inundable.

En el caso de las propiedades en área de alto riesgo costero (Zona VE) las cual será definida el Capítulo 4, habrán aumentos considerables del costo de las prima. La cláusula “grandfather” el cuál honraba a una estructura que existiera previo a la implementación del NFIP del pago de póliza fue eliminada y en la actualidad tiene que pagar. El incremento en las pólizas será de 25% anual hasta llegar a la prima total que corresponda a la propiedad.

Community Rating System

El Community Rating System (CRS) provee incentivos mediante la reducción de primas de seguro contra inundaciones para aquellas comunidades que hayan reducido los daños por inundaciones en edificaciones existentes, que hayan desarrollado mecanismos de mitigación. Dichos mecanismos deben resultar en la aplicación de niveles de protección mínimos por parte del National Flood Insurance Program (NFIP), que ayuden a los agentes de seguro a obtener información sobre eventos de inundaciones en la comunidad, y que brinden ayuda a sus residentes para que obtengan seguros contra inundaciones a un costo más bajo.

Una comunidad puede participar en el CRS para obtener beneficios siempre y cuando cumpla o exceda los estándares mínimos de protección contra inundaciones a base de un sistema de puntuación. El CRS beneficia a las comunidades que hayan excedido los estándares mínimos de protección contra inundaciones ofreciendo pólizas de seguro contra inundaciones a un costo menor.

1.4 ORGANIZACIÓN DEL PLAN

Los Capítulos y Apéndices que incluyen el Plan están organizados para ofrecer una secuencia lógica y sencilla para que se pueda entender la información incluida. También, para que pueda ser utilizado por los ciudadanos en general y provea un marco de referencia a ser utilizado fácilmente. El Plan puede ser utilizado de referencia para conocer los riesgos a los cuales el Municipio es vulnerable, historia de los eventos que han afectado y las estrategias de y actividades de mitigación establecidas por el Comité. A continuación se incluye una breve descripción breve de los Capítulos del Plan:

- Capítulo 1: Introducción del Plan, incluye los objetivos del Plan, leyes y reglamentos estatales y federales, la organización del Plan y un resumen de la metodología utilizada para el desarrollo del Plan
- Capítulo 2: Información del Municipio, incluye las capacidades técnicas y administrativas que tiene el Municipio para la implementación de las actividades de mitigación.
- Capítulo 3: Describe la creación del Comité de Mitigación de Riesgos y el proceso de planificación llevado a cabo para asegurar la participación del público general en la actualización del Plan;
- Capítulo 4: Se identifican los riesgos que está expuesto el Municipio, establece los resultados de la identificación de peligros y riesgos, se estiman las pérdidas potenciales asociadas con los peligros y riesgos identificados y provee recomendaciones generales para las tendencias de desarrollo;
- Capítulo 5: Describe las metas y objetivos del Plan, al mismo tiempo que una gama amplia de actividades y acciones de mitigación.
- Capítulo 6: Presenta la estrategia a través de actividades de mitigación para implementar las prioridades presentadas en el Capítulo 5. Delinea los requisitos establecidos para mantener al día el Plan y monitorear tanto el progreso como la actualización del Plan durante el periodo de vigencia.
- Capítulo 7: Incluye la bibliografía utilizada para la preparación de la revisión del Plan.
- Apéndice 1: Adopción del Plan
- Apéndice 2: Mapas de los riesgos a los que el Municipio esta expuesto
- Apéndice 3: Anuncios de Periódicos donde se anunció al público la Vista Pública y el borrador del Plan
- Apéndice 4: STAPLEE, establece el método de evaluación para las medidas de mitigación. Dicha metodología está explicada en el Capítulo 5.
- Apéndice 5: Incluye toda la información de la Vista Pública, tanto la presentación como los cuestionarios provistos a los participantes.
- Apéndice 6: Tareas Asignadas en la Actualización del Plan
- Apéndice 7: Cartas Enviadas a Municipios, Agencias de Gobierno Estatal y Federal notificándoles sobre la actualización del Plan y solicitándoles información

- Apéndice 8: Cartas de Respuestas de los Muncipios, Agencias del Gobierno Estatal y Federal
- Apéndice 9: Minutas de las Reuniones del Comité y Hojas de Asistencia
- Apéndice 10: Incluye el Atlas 14 Precipitation Frequency Atlas of the United States, Volumén 3, versión 4.0, incluye los intervalos de recurrencia de eventos de lluvia en forma gráfica. Dicho documento reemplazo el Technical Paper (TP) 42.
- Apéndice 11: Incluye la información de las pérdidas repetitivas en el Municipio relacionada a inundaciones, cantidad de reclamaciones y el total pagado.
- Apéndice 12: Comparación de actividades de mitigación del Plan anterior con el actual

1.5 METODOLOGÍA PARA LA PREPARACIÓN DEL PLAN

El Plan ha sido preparado por un Comité constituido por personal designado del Municipio y de la compañía José A. Bravo & Asociados, Inc. (JABA). Las tareas asignadas como parte de la preparación de la revisión del Plan para recopilar la información necesaria fueron distribuidas tanto a funcionarios municipales como al personal de la compañía JABA.

Personal Asignado por el Municipio

- Sr. Nazario Lugo, Director, OMMEAD
- Sr. José E. Rivera Sepúlveda, Diseño Urbano y Desarrollo de Proyectos
- Sr. Rubén Pomales, Ayudante Especial, OPOT
- Dr. Samuel Montañez, Gerente Div. OMMEAD
- Sr. Eric J. Caraballo López, Planificación y Ordenación
- Sr. Francisco Janer, Abogado I, Finanzas (Riesgos y Seguros)
- Sra. Magda Valderrama, Oficial Administrativo OMMEAD

Compañía Contratada

- Sr. José A. Bravo, Presidente, JABA
- Sra. Lisher Cintrón, Especialista, JABA

Se ha llevado a cabo la revisión de la información disponible por parte del Municipio, se enviaron cartas a las agencias de gobierno estatal y federal con el propósito de identificar medidas de mitigación realizadas en el Municipio y solicitándoles que provean la información de sus facilidades incluyendo la ubicación, uso y coordenadas geo-referenciadas.

Se le enviaron cartas a los municipios colindantes notificándoles sobre la actualización del Plan aunque para conocer si alguna de sus estrategias/actividades de mitigación pudiese ocasionar algún impacto al Municipio tales como medidas de mitigación contra inundaciones, entre otras. También, se realizó una revisión de los estudios disponibles relacionados a inundaciones, eventos sísmicos y ciclones atmosféricos. Luego, se han establecido las medidas/estrategias/actividades

de mitigación a ser realizadas en el Municipio tanto en las facilidades del gobierno como en las diferentes comunidades.

BORRADOR

En el presente capítulo se evalúa la capacidad existente del Municipio Autónomo de San Juan para implementar un programa de mitigación de riesgos y para reducir los efectos de peligros asociados a los riesgos naturales que afectan al Municipio. La evaluación proporciona información del contexto demográfico y económico y luego se incluye una evaluación de las capacidades del Municipio para las acciones de la mitigación. En el último Censo poblacional realizado en el 2010, no se incluyó información relacionada a la economía, empleo e industria. Este capítulo se organiza alrededor de las siguientes dos subdivisiones:

- 2.1 Perfil de la Comunidad
- 2.2 Evaluación de la Capacidad Municipal

2.1 PERFIL DE LA COMUNIDAD

Divisiones Administrativas

El Municipio Autónomo de San Juan es uno de 13 municipios que comprenden la Zona Metropolitana y está ubicado en la región norte de Puerto Rico. El mismo comprende un área de aproximadamente 48 millas cuadradas (124 kilómetros cuadrados). Al norte colinda con el Océano Atlántico y la Bahía de San Juan, al este con los municipios de Carolina y Trujillo Alto, al sur con los municipios de Caguas y Aguas Buenas y al oeste con el municipio de Guaynabo.

Los barrios que componen el Municipio son: Caimito, Cupey, El Cinco, Gobernador Piñero, Hato Rey Central, Hato Rey Norte, Hato Rey Sur, Monacillo, Monacillo Urbano, Oriente, Quebrada Arenas, Sabana Llana Norte y Sur, San Juan Antiguo, Santurce, Tortugo, Universidad y Pueblo.

Figura 2.1 Ubicación del Municipio de San Juan

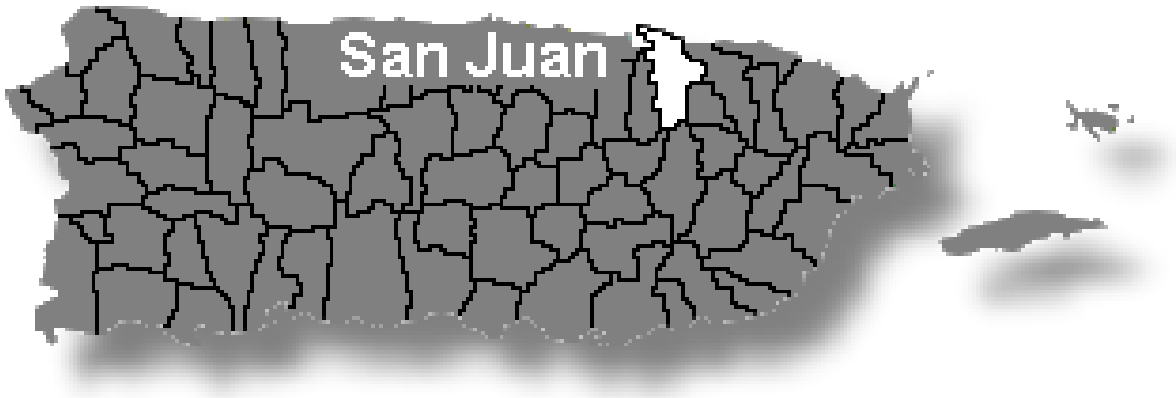
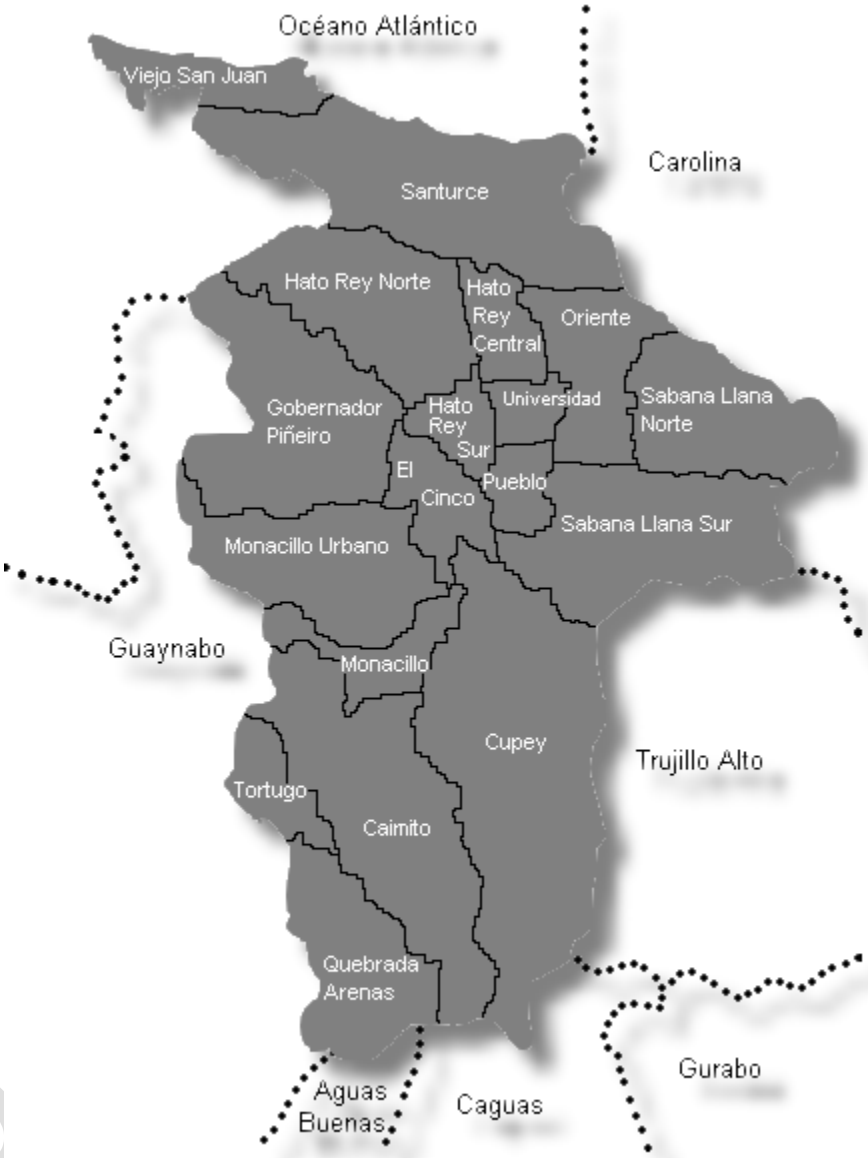


Figura 2.2: Barrios del Municipio de San Juan



El Municipio de San Juan, Capital de Puerto Rico, ha constituido históricamente un eje de desarrollo y crecimiento. Su localización estratégica, sus características geográficas, sus recursos naturales y físicos, su carácter de sede del gobierno central y de la actividad financiera y comercial del país determinaron su crecimiento y la diversidad de usos y de patrones de crecimiento urbano que conforman el territorio del Municipio y de su región.

El nombre de la ciudad de San Juan ha sufrido a lo largo del tiempo un cambio curioso. Cuando tuvo lugar el descubrimiento de la isla, el 19 de noviembre de 1493, el Almirante Cristóbal Colón la bautizó San Juan

Bautista. Años después el conquistador Juan Ponce de León, durante la exploración de la costa norte, descubrió una amplia bahía a la cual calificó de "puerto rico". Pasado el tiempo se cambiaron los nombres; la isla pasó a llamarse Puerto Rico, y la bahía, el puerto y la ciudad, San Juan.

A finales del finales del 1508, Juan Ponce de León recibió la orden del Gobernador de la Española, Fray Nicolás de Ovando para fundar el establecimiento original, llamado Caparra, al oeste de la actual área metropolitana en reconocimiento a una ciudad muy famosa de la Era Romana. Las condiciones insalubres y el poco acceso al lugar determinaron el traslado de la ciudad hacia la isleta en el 1521.

Por mediación de una bula del Papa Julio II, se consagra a esta Capital con el título de "Ciudad de San Juan"; correspondiéndole así, San Juan Bautista como el Santo Patrón. Luego del emplazamiento de la nueva ciudad, la primitiva isla de Borinquen, y luego de San Juan Bautista, vino a llamarse oficialmente "Isla de Puerto Rico". Desde su fundación San Juan contaba con aproximadamente 80 casas y ya para el 1604 contaba con 300 casas, 120 bohíos y 1600 habitaciones.

Para esa época también existían cuatro calles y caletas principales llamadas Santo Cristo, Recinto Oeste, la Cateta de San Juan y la Caleta de las Monjas. La Capital de San Juan se componía de los siguientes barrios: San Francisco, San Juan Antiguo, Santo Domingo, Santa Bárbara, Puerta de Tierra y la Puntilla. En el 1846, se le agregó San Sebastián, La Marina y Ballajá. En el 1888 se ampliaron los límites del Barrio La Puntilla hasta comprender la Carbonera.

Muchos de los lugares del área del Viejo San Juan fueron construidos en el siglo XVI y son lugares históricos nacionales y mundiales. San Juan exhibe un hermoso y variado catálogo de obras de fortificación que constituyen hoy uno de los símbolos más entrañables de identidad. Las murallas de San Juan son testimonios en piedras, fundamentos que representan la constancia de la ciudad a través del tiempo.

Las fortalezas y las paredes del Viejo San Juan están entre las mejor preservadas en el hemisferio. El área está repleta de casas, iglesias y plazas antiguas que representan la arquitectura más apreciadas del Caribe. El Viejo San Juan es hogar de cafés, galerías de arte, museos y hogares maravillosamente restaurados que dan al área un aire de nostalgia romántica. Su vegetación tropical que incluye palmas, matas de plátano, árboles ostentosos, hibiscos, helechos, entre otros. La Garita, una caja de centinela en el Castillo El Morro, ha venido a simbolizar a Puerto Rico y El Viejo San Juan. A mediados del siglo 20 el paisaje urbano de San Juan comenzó a cambiar radicalmente, aumentando considerablemente su población y alcanzando un auge económico de gran magnitud.

Aspectos Geográficos

El territorio del Municipio de San Juan se extiende desde la costa norte hasta las colinas interiores al pie de la porción norte de la Cordillera Central. San Juan cuenta con una gran cantidad de sistemas naturales de interés ambiental y escénico. Estos incluyen el litoral Atlántico, el estuario de la Bahía de San Juan, el Caño Martín Peña, las Lagunas Los Corozos y San José, la cuenca hidrográfica del Río Piedras y la Quebrada Juan Méndez, los terrenos del Bosque Urbano, el área del Parque del Este adyacente a la Fundación Luis Muñoz Marín, el Aljibe Las Curias y las montañas del área Sur del Municipio.

BORRADOR

Entre las zonas verdes se destacan: el área del Jardín Botánico, como centro científico, educativo y cultural, así como área recreativa y turística, los Parques Luis Muñoz Marín, Luis Muñoz Rivera y el Parque Central como centros de recreación pasiva.

Geología

Las características geológicas del Municipio de San Juan son el resultado de la actividad volcánica que dominó la región a fines del período Cretácico y principios del Terciario, la sedimentación y formación de rocas calizas a mediados del período Terciario, la sedimentación y erosión a fines del Terciario y los cambios en el nivel del mar que han actuado en los últimos dos millones de años sobre la Isla. Fallas geológicas inactivas discurren por el área de Monacillos y Cupey en la porción meridional del Municipio. Las mismas están asociadas al sistema septentrional de fallas de Puerto Rico,

La región de la planicie costera está formada por depósitos arenosos, aluviales, pantanosos y rellenos artificiales. Éste último se encuentra principalmente al sur de la isleta de San Juan, en Isla Grande y en los márgenes del Caño Martín Peña y de la Bahía de San Juan, incluyendo al Sector Bechara. La isleta de San Juan contiene depósitos de eolianita (dunas de arena cementadas).

Las principales formaciones de edad Terciaria que afloran en la región del Municipio son las formaciones San Sebastián, compuesta de arena arcillosa de hasta 131 pies (40m) de profundidad, y las formaciones calizas Cibao, Aguada y Aymamón. Las formaciones Aguada y Aymamón son altamente permeables y se encuentran en los Montes de San Patricio y en la desembocadura del Caño Martín Peña hacia la Laguna San José. La región montañosa está constituida por materiales rocosos, la mayoría de origen volcanoclástico, lávico y sedimentario de los períodos Cretáceo y Terciario.

Fisiografía

El Municipio de San Juan exhibe un paisaje geográfico muy variado donde están representadas las tres regiones fisiográficas de Puerto Rico. Dos de éstas, los llanos costeros y la provincia del carso norteño, comprenden la mayor parte de la porción septentrional del Municipio. La región de los llanos costeros se caracteriza por la presencia de sedimentos aluviales depositados mayormente por el Río Piedras y sus tributarios incluyendo la Quebrada Margarita, Los Muertos, Buena Vista, Los Guanos, Guaracanal y las Curias. . Hacia la costa los depósitos aluviales van dando paso a sedimentos típicos de ambientes de baja energía como las lagunas, manglares, caños y muchas clases de humedales. Entre estos se destacan la Bahía de San Juan, la Laguna San José, la Laguna del Condado, la Laguna Los Corozos, el Caño Martín Peña y el Canal San Antonio. Hacia la costa dominan los depósitos playeros que incluyen dunas, arena de playa, roca de playa y promontorios de eolianita.

La naturaleza geomorfológica y propiedades geológicas de los materiales aluviales les hacen susceptibles mayormente a inundaciones y peligros geológicos inducidos por terremoto como la amplificación de ondas sísmicas y la licuación. En el caso de los depósitos de arenas en las playas los peligros mayores ocurren asociados a la acción de las marejadas, marejadas ciclónicas, maremotos, inundaciones y licuación en caso de terremoto. Remanentes de la provincia del carso norteño están presentes en los

BORRADOR

afloramientos de cerros y mogotes calizos en el llano costero. La mayor parte de esta región yace sepultada bajo los sedimentos aluviales de edad Cuaternaria.

La zona sur del Municipio es parte de las estribaciones septentrionales del interior montañoso central. Sus pendientes pronunciadas forman parte de un relieve montañoso donde existe un potencial mayor de deslizamientos, flujos de tierra y otros movimientos de masa particularmente en los lugares donde se han hecho cortes ocasionando la inestabilidad del terreno. Al igual que otras regiones montañosas la misma presenta problemas de erosión cuando se remueve su cobertura vegetal. De las tres provincias fisiográficas, el llano costero comprende casi la mitad del territorio del municipio. Una porción significativa de estos terrenos, antes utilizados para la agricultura, se encuentran hoy día totalmente urbanizados, por lo que hay porciones considerables de la infraestructura ubicadas en zonas expuestas a peligros naturales múltiples.

Hidrografía

El cuerpo de agua más importante de San Juan es el río Río Piedras. Éste comprende la porción mayor del área de drenaje dentro del Municipio y está contenido casi en su totalidad. Entre los principales tributarios se encuentran las quebradas Doña Ana y Josefina, Buena Vista, Guaracanal, Los Guanos, Las Curias y el aljibe las Curias. La mayor parte de su superficie está urbanizada, y el desparramamiento urbano continúa hacia las porciones más escarpadas de la cuenca.

El proceso urbanizador ha eliminado y/o fragmentado un número considerable de corrientes de agua. Ha causado todo tipo de modificaciones topográficas que han alterado la geomorfología e hidrología original. La parte baja de dicha cuenca presenta un serio problema de inundaciones que se agravaría aún más en la medida que continúe el desmonte de los bosques y áreas verdes que quedan en la porción alta de la cuenca.

Además del Río Piedras hay otras áreas, como la Quebrada Juan Méndez, la quebrada San Antón que desembocan directamente a la Laguna San José. Las demás áreas drenan directamente a la Bahía de San Juan, la laguna del Condado, el Océano Atlántico, el Caño Martín Peña, la laguna los Corozos, la laguna San José y el río Puerto Nuevo.

Entre las cuencas que drenan del municipio de San Juan hacia otros municipios se encuentran: la quebrada Arena, Carraízo, Cupey Bajo Este, Sábana Llana y Los Frailes. Solamente las quebradas Cepero y Margarita aportan agua al municipio de San Juan estando fuera de los límites territoriales. Es importante conocer los usos de la tierra y las actividades que se efectúen en éstas áreas ya que pueden impactar significativamente la calidad de las aguas de sistemas de drenaje directo al Municipio.

Suelos

Hay varios grupos de suelos en el municipio de San Juan, cada uno de los cuales está compuesto por dos o más tipos de suelo de características similares. Al sur del Municipio, los suelos son principalmente de las series Humatas, Río Piedras, Sabana y Consumo con características de susceptibilidad a deslizamientos y de la serie Múcara que se caracterizan por su alto potencial de generación de escorrentías y por su

BORRADOR

susceptibilidad potencial a movimientos de masa. También hay suelos de topografía llana u ondulada que son muy fértiles como los de las series Coloso, Toa, Vega Alta y Vega Baja.

Entre los suelos de carácter urbano que comprende los lugares donde el terreno ha sido alterado para su desarrollo se distinguen los del complejo Múcara y Vega Alta. Por otro lado, la mayor parte de los suelos de los barrios San Juan Antiguo, Santurce, Hato Rey, Central y Sur, Gobernador Pinero, Universidad, Oriente, Pueblo y Sabana Llana no han sido clasificados por el Servicio de Conservación de Suelos Federal ya que yacen bajo la enorme capa de hormigón y asfalto que caracteriza la porción urbana del municipio. Las propiedades de estos suelos relevantes a la mitigación de peligros naturales múltiples incluyen sus características físicas, químicas y propiedades de ingeniería incluyendo su vulnerabilidad a deslizamientos, expansividad, erodibilidad, permeabilidad, posición del nivel freático, granulometría y otros.

Clima

El clima de Puerto Rico está dominado a nivel regional por la influencia oceánica tropical y los vientos alisios. Esta combinación ha hecho que prevalezca un clima tropical marino que está grandemente influenciado por el efecto orográfico del interior montañoso central. Las vertientes meridionales de la Isla están bajo el efecto de la zona de ensombrecimiento pluviométrico que causa una disminución progresiva en la pluviosidad hacia la costa sur de la Isla.

En el Municipio de San Juan la temperatura máxima anual es de 83.9°F y la mínima de 73.5°F. La precipitación promedio anual es menor que 70 pulgadas. En general, la precipitación incrementa hacia el sur. Los meses más secos ocurren entre diciembre y abril, y los meses de mayo a noviembre son los más lluviosos particularmente julio, agosto y septiembre. En distintas épocas del año nuestro clima insular presenta condiciones que nos exponen al riesgo de sufrir los efectos de fenómenos atmosféricos tales como huracanes, tormentas, depresiones, ondas, vaguadas, lluvias convectivas, granizadas, trombas y sequías. Entre estos fenómenos meteorológicos, los primeros seis son capaces de producir inundaciones severas.

Población y Datos Demográficos

Según los datos del Censo de EEUU del año 2010, preparado por el Negociado del Censo Federal publicado por la Junta de Planificación el 24 de marzo de 2011, la población de San Juan ascendía a 395,326, con una disminución de 9 %. A continuación se incluyen tablas donde se establece, por barrio, datos poblacionales al 2010 y cantidad de unidades de vivienda.

Vivienda

El Censo de EEUU del 2010 indica que hay 199,915 viviendas en el Municipio de San Juan a diferencia del 2000 que había 182,101. La tabla 2.2 ilustra las viviendas en San Juan en el período de 2000-2010, por barrio. Estas cifras indican que en el período de 2000 a 2010 San Juan aumentó 9.8 % el total de unidades de viviendas disponibles. Es importante recordar que en el último Censo poblacional realizado en el 2010, no se incluyó información relacionada a la economía, empleo e industria.

BORRADOR

Tabla 2.1: Municipio de San Juan, Datos Poblacionales (2010)

Ubicación	2010	2000	Diferencia	% de Cambio
San Juan Municipio	395,326	434,374	-39,048	-9.0
Barrio Caimito	21,825	20,832	993	4.8
Barrio Cupey	36,058	36,659	-601	-1.6
Barrio El Cinco	6,198	7,149	-951	-13.3
Barrio Gobernador Piñero	44,006	47,779	-3,773	-7.9
Barrio Hato Rey Central	16,640	20,867	-4,227	-20.3
Barrio Hato Rey Norte	16,378	16,461	-83	-0.5
Barrio Hato Rey Sur	10,738	10,868	-130	-1.2
Barrio Monacillo	11,442	12,425	-983	-7.9
Barrio Monacillo Urbano	22,342	29,309	-6,967	-23.8
Barrio Oriente	31,374	34,799	-3,425	-9.8
Barrio Pueblo	8,720	9,391	-671	-7.1
Barrio Quebrada Arenas	2,747	2,753	-6	-0.2
Barrio Sabana Llana Norte	30,118	32,361	-2,243	-6.9
Barrio Sabana Llana Sur	41,346	43,839	-2,493	-5.7
Barrio San Juan Antiguo	7,085	7,963	-878	-11.0
Barrio Santurce	81,251	94,067	-12,816	-13.6
Barrio Tortugo	4,543	4,351	192	4.4
Barrio Universidad	2,515	2,501	14	0.6

Hay residentes de San Juan vive colindando con la zona marítimo terrestre o cerca del mar (a menos de 200 metros desde la costa). Al aplicar el concepto de zona costanera, San Juan se encuentra que muchas residencias y otras estructuras se encuentran dentro de dicha zona. Mientras que una cantidad importante de estas estructuras están ubicadas dentro de la zona marítima-terrestre. Ambos conceptos (zona costanera y marítimo-terrestre) le imponen limitaciones, de índole reglamentaria y legal, a las medidas de mitigación que se deben implantar.

La Junta de Planificación define la zona costanera como la franja de terreno costanero y las aguas adyacentes dentro de su jurisdicción delimitada por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, aprobados por la Junta de Planificación y el gobernador, que se extiende 1,000 metros lineales tierra adentro, desde la línea de la costa y además, distancias adicionales hasta donde sea necesario para asegurar que se incluyan los sistemas naturales, claves de la costa, así como las aguas y el suelo oceánico o marítimo que se extiende tres (3) leguas marinas (10.35 millas terrestre) aguas adentro.

Se define la zona marítima – terrestre a Zona Marítimo Terrestre - Es el espacio de las costas de Puerto Rico que baña el mar en su flujo y reflujo, en donde son sensibles las mareas y las mayores olas en los temporales, en donde las mareas no son sensibles, e incluye los terrenos ganados al mar y las márgenes de los ríos hasta el sitio en que sean navegables o se hagan sensibles las mareas; y el término, sin condicionar significa, además, la zona marítimo terrestre de Puerto Rico.

Los datos del Censo de EEUU del 2010 establecen que hay aproximadamente 165,316 viviendas ocupadas en San Juan. Tiene una población flotante significativa de turistas que visitan la isla ocupando viviendas de veraneo (propiedad de algunos de ellos), arrendando apartamentos, viviendas de arrendamiento, o quedándose en áreas de acampar. La dinámica de esta población flotante importante afecta significativamente el desarrollo socio económico del Municipio. Por ello, esta población flotante la cuál será considerada al momento de implantar las medidas de mitigación indicadas en el plan.

Tabla 2.2: Municipio de San Juan, Número de Unidades de Viviendas Total (2010)

Ubicación	2010	2000	Diferencia	% de Cambio
San Juan Municipio	199,915	182,101	17,814	9.8
Barrio Caimito	9,234	7,536	1,698	22.5
Barrio Cupey	15,690	13,265	2,425	18.3
Barrio El Cinco	3,273	3,230	43	1.3
Barrio Gobernador Piñero	21,532	19,887	1,645	8.3
Barrio Hato Rey Central	10,172	9,484	688	7.3
Barrio Hato Rey Norte	9,589	7,992	1,597	20.0
Barrio Hato Rey Sur	6,962	5,363	1,599	29.8
Barrio Monacillo	4,985	4,599	386	8.4
Barrio Monacillo Urbano	10,272	10,336	-64	-0.6
Barrio Oriente	14,455	13,456	999	7.4
Barrio Pueblo	4,907	4,036	871	21.6
Barrio Quebrada Arenas	1,155	1,011	144	14.2
Barrio Sabana Llana Norte	13,362	12,306	1,056	8.6
Barrio Sabana Llana Sur	18,652	16,807	1,845	11.0
Barrio San Juan Antiguo	5,159	4,353	806	18.5
Barrio Santurce	47,619	45,916	1,703	3.7
Barrio Tortugo	1,777	1,531	246	16.1
Barrio Universidad	1,120	993	127	12.8

2.2 Evaluación de la Capacidad Municipal

La evaluación de capacidad puede ser utilizada para el diseño de una estrategia efectiva de mitigación. Se realiza para ayudar a determinar que acciones son prácticas, o son factibles a ser implementadas en el futuro debido a las realidades administrativas, técnicas, fiscales y legales. Cada uno de estos factores es considerado a continuación.

Capacidad Técnica y Administrativa

La OMMEAD en conjunto con otras oficinas y dependencias municipales han estado trabajando en la revisión y actualización del Plan, coordinando y realizado la notificación pública de reuniones, coordinado la participación de las diferentes oficinas y dependencias municipales para revisar las actividades de mitigación que habían sido establecidas en el Plan anterior. La capacidad administrativa del Municipio de San Juan, es presentada en la Tabla 2.3, la cual contribuye a identificar recursos humanos disponibles y

BORRADOR

departamentos para llevar a cabo las acciones identificadas en las Estrategias de Mitigación. Los recursos específicos revisados nuevamente para la actualización del Plan incluyen personal técnico que lleva a cabo la planificación, la ingeniería, la administración de inundaciones, Sistemas Información Geográfica (SIG), administración medioambiental, y otras habilidades y experiencia necesarias para colaborar las

Tabla 2.3: Capacidad Administrativa y Técnica

Recursos de Personal	S/N	Departamento/Agencia y Posición
A. Planificador(es) o ingeniero(s) con conocimiento en desarrollo de tierras y prácticas de administración de tierras.	S	La Oficina de Planificación tiene personal con conocimiento en desarrollo de tierras y prácticas de administración de tierras.
B. Ingeniero (s) o Profesional(s) entrenado en prácticas de construcción relacionadas y/o infraestructura	S	El Municipio cuenta con personal entrenado en prácticas de construcción relacionadas y/o infraestructura.
C. Planificador o Ingeniero (s) con conocimiento de riesgos naturales.	S	Los planificadores tienen conocimientos sobre peligros naturales. El personal de la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres se dedican a las respuestas a emergencias y tiene una comprensión extensa de los riesgos naturales
D. Administrador de valles inundables	N	N/A
E. Topógrafos	N	No
F. Personal con experiencia en Manejo de Emergencias.	S	La Oficina de Manejo de Emergencias cuenta con personal de experiencia.
G. Personal con conocimiento en SIG (GIS)	N	La Oficina de Planificación tiene conocimiento en los sistemas de GIS.
H. Científico con conocimientos de riesgos de la comunidad	S	El Personal de la OMMEAD conoce los riesgos de la comunidad.
I. Base de Datos de eventos de riesgo, daños, impacto económico	S	El Municipio tiene información sobre eventos ocurridos en el pasado tanto en la Oficina de Planificación como la OMMEAD.
J. Manejo de Emergencias	S	Director y personal en la OMMEAD
K. Personal para la Preparación de propuestas	S	La Oficina del Comisionado de Asuntos Municipales (OCAM) asiste para obtener fondos federales. También la Oficina de Programas Federales responsable de obtener fondos para proyectos municipales. La Oficina de Programas Federales tiene la misión de obtener fondos para la mitigación de riesgos a través de fondos estatales y federales.

Tabla 2.4: Capacidades Legales, Políticas y Programáticas

Instrumentos de Reglamentación	Autoridad Local (S/N)	¿Tiene el Estado autoridad? (S/N)	Comentarios
A. Plan General/ Global	S	S	El Plan de Ordenamiento Territorial ha sido adoptado formalmente y se está trabajando para incorporar las actividades de mitigación relacionadas a la restricción de los lugares

BORRADOR

Instrumentos de Reglamentación	Autoridad Local (S/N)	¿Tiene el Estado autoridad? (S/N)	Comentarios
			vulnerables y modificará el uso de tierras.
B. Revisión del Plan de Ordenación Territorial	S	S	El Plan de Ordenación Territorial y se está trabajando en incorporar las medidas de mitigación para uso de terrenos en los lugares donde se haya identificado vulnerabilidad a riesgos naturales.
C. Código de Construcción	N	S	El Puerto Rico Building Code fue adoptado en marzo de 2011, para todo Puerto Rico y es el Código de construcción vigente. En contraste, con sus contrapartes en los EEUU, los gobiernos locales no tienen amplias facultades de regulación; adquisición; o de imposición de impuestos. Estas facultades están extremadamente limitadas en Puerto Rico y están intrínsecamente ligadas a un proceso global de planificación. El Plan Territorial fue aprobado por el la Junta de Planificación y tiene facultades para reglamentar a través de códigos las construcciones y la zonificación. Se emiten permisos de construcción y de usos debido a poseer la quinta jerarquía delegada.
D. Ordenamiento de Zonas			
E. Ordenamiento de Subdivisión			
F. Ordenamiento para propósitos especiales	S	S	El Municipio puede establecer ordemaniento para propósitos especiales según delegado por la JP.
G. Plan de mejoras mayores consideradas obras de infraestructura de gran envergadura	S		Los proyectos de mejoras mayores están delineados en el Plan de Ordenamiento Territorial.
H. Plan para el Desarrollo Económico	S		El Municipio tiene mejoras programáticas para estimular desarrollo económico y está establecido en el plan de gobierno.

Capacidad Fiscal

La capacidad fiscal del Municipio de San Juan para lograr sus metas y objetivos de la Estrategia/actividades de Mitigación es mostrada en la Tabla 2.5. San Juan tiene instrumentos financieros y presupuestarios específicos a su disposición, incluyendo fondos monetarios generales (provenientes de impuestos a la propiedad), fondos de subvención y programas obtenidos de las agencias federales.

Ciales, como otros municipios en Puerto Rico, recibe ingresos del Centro de Recaudación de Ingresos Municipales, conocido como CRIM. El uso de fondos federales varía ampliamente cada año. En algunos casos, los fondos son usados para cubrir los costos asociados con la creación y monitoreo de algún programa (por ejemplo, Sección 8 o Vivienda). En otros casos, los fondos son utilizados para proyectos de mejoras mayores.

BORRADOR

La descripción del método de la planificación de mitigación utilizado durante la preparación del Plan es incluido en el presente capítulo. Se establece la organización de los recursos, formación del Comité de Mitigación de Riesgos, los resultados de las reuniones, vista pública y la revisión realizada durante el desarrollo de la actualización Plan. Este capítulo incluye lo siguiente:

- 3.1 Requisitos CFR para el proceso de planificación
- 3.2 Descripción del Proceso de Planificación de Mitigación de Riesgos
- 3.3 Comité de Mitigación de Riesgos
- 3.4 Participación Pública en la Revisión del Plan

3.1 REQUISITOS CFR PARA EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

El Código de Reglamentación Federal Número 44 (44 CFR por sus siglas en inglés) en su sección §201.6 (b): establece que "para desarrollar un acercamiento para reducir los efectos de desastres naturales, el proceso de planificación debe incluir:

1) Proveer al público la oportunidad de revisar y proveer comentarios sobre el plan durante el periodo de actualización previo a la aprobación del mismo.
2) Involucrar a las comunidades, agencias estatales relacionadas a las actividades de mitigación de riesgos y las agencias que tienen la autoridad para regular los desarrollos, como también las empresas, la academia, otras instituciones privadas y sin fines de lucro que tengan intereses en las actividades de actualización del plan.
3) Revisión e incorporación de planes, estudios, informes y datos técnicos existentes.

Los documentos del Plan establecidos en la sección -"Requirement §201.6(c) (1)" - Requisito, del CFR §201.6(c) (1)"- : establece que "El plan deberá documentar el proceso de planificación utilizado para desarrollarlo, incluyendo cómo fue preparado, quienes estuvieron implicados en el proceso y cómo se involucró al público"

3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE MITIGACIÓN DE RIESGOS

El proceso de preparación de la revisión y actualización del plan comenzó con una reunión llevada a cabo por parte de personal del Municipio el 4 de diciembre de 2013. El propósito de esta reunión inicial fue proveer una visión general del proceso de preparación de la actualización del plan. La oficina del Municipio encargada de la preparación y desarrollo del Plan ha sido la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres. A continuación se incluye un resumen de las actividades llevadas a cabo:

- Investigación de actividades realizadas tanto por las oficinas municipales y agencias estatales
- Proceso de Planificación
- Identificación y evaluación de riesgos
- Evaluación del progreso del Plan anterior y revisión de los riesgos a los cuales el Municipio está expuesto

- Desarrollo de las actividades de mitigación
- Realizar una Vista Pública para informar la actualización al igual que tener el borrador del Plan disponible para comentarios del público en general.
- Desarrollo de la estrategia para la implementación y mantenimiento del plan

3.3 COMITÉ DE MITIGACIÓN DE RIESGOS

La preparación del plan es realizada por un Comité constituido por personal designado del Municipio Autónomo de San Juan y de la compañía José A. Bravo Asociados, Inc. (JABA). Las tareas asignadas para recopilar la información necesaria fueron distribuidas tanto a funcionarios municipales como al personal de la compañía JABA y se incluyen en el Apéndice 6.

Personal Asignado por el Municipio

- Sr. Nazario Lugo, Director, OMMEAD
- Sr. José E. Rivera Sepúlveda, Diseño Urbano y Desarrollo de Proyectos
- Sr. Rubén Pomales, Ayudante Especial, OPOT
- Dr. Samuel Montañez, Gerente Div. OMMEAD
- Sr. Eric J. Caraballo López, Planificación y Ordenación
- Sr. Francisco Janer, Abogado I, Finanzas (Riesgos y Seguros)
- Sra. Magda Valderrama, Oficial Administrativo OMMEAD

Compañía Contratada

- Sr. José A. Bravo, Presidente, JABA
- Sra. Lisher Cintrón, Especialista, JABA

El Comité ha realizado reuniones de progreso del Plan para recopilar datos, revisar los diferentes capítulos, coordinar el obtener la información necesaria, participar en la Vista Pública y establecer las actividades/estrategias de mitigación. La responsabilidad de la implementación del Plan ha sido designada a la Oficina de Ordenamiento Territorial en conjunto con la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres y otras dependencias.

3.4 PARTICIPACIÓN PÚBLICA EN LA REVISIÓN DEL PLAN

La Vista Pública fue realizada el 9 de septiembre de 2014, a las 6:00 pm, en el Salón VIP del Complejo Deportivo Roberto Clemente. Se proveyó la oportunidad al público en general y agencias de gobierno en emitir comentarios relacionados a las actividades de mitigación incluidas en el Capítulo 5.

En la Vista Pública se presentó un cuestionario que fue completado por los participantes para conocer los riesgos a los cuales están expuestos en su área de residencia o interés y qué tipo de eventos han ocurridos en el Municipio tanto los que han sido declarados como no declarados emergencias y/o desastres a nivel estatal o federal. Además, poder identificar posibles medidas de mitigación que los participantes entiendan debe ser realizadas en el Municipio.

BORRADOR

En la Vista Pública los participantes mostraron tener conocimientos de los riesgos a los cuales está expuesto el Municipio y estuvieron de acuerdo con las actividades de mitigación presentadas que son las incluidas en el Capítulo 5. En el Apéndice 5 se incluyen los Cuestionarios que los participantes completaron. El borrador del Plan estuvo disponible para revisión para que tanto el público en general como agencias de gobierno y municipios cercanos puedan proveer comentarios.

Se enviaron cartas a los municipios colindantes y agencias de gobierno y están incluidas en el Apéndice 7, notificándoles sobre la preparación del Plan y se detallan a continuación:

Agencias Estatales

- Departamento de Educación
- Compañía de Fomento Industrial
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
- Departamento de Agricultura
- Autoridad de Acueductos y Alcantarillados
- Autoridad de Energía Eléctrica
- Autoridad de los Puertos
- Compañía de Turismo
- Departamento de Transportación y Obras Públicas
- Puerto Rico National Guard
- Red Sísmica de Puerto Rico
- Policía de Puerto Rico
- Departamento de la Vivienda
- Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres
- Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico

Municipios

- Municipio Autónomo de Carolina
- Municipio de Trujillo Alto
- Municipio Autónomo de Caguas
- Municipio de Aguas Buenas
- Municipio de Autónomo Guaynabo

Agencias Federales

- US Coast Guard
- Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos
- Agencia Federal para el Manejo de Emergencias
- US Fish and Wildlife

BORRADOR

Información Obtenida de la Vista Pública

Durante las Vista Pública celebrada el 9 de septiembre de 2014, en el Salón VIP del Complejo Roberto Clemente, se realizó la presentación relacionada a la actualización del Plan. En la misma se les proveyó a los participantes un cuestionario para conocer cuánto conocimiento tenían sobre los riesgos a los cuales el Municipio está expuesto y hubo deponentes que entregaron sus ponencias las cuales incluimos en el Apéndice 5. A continuación incluimos un análisis de los cuestionarios.

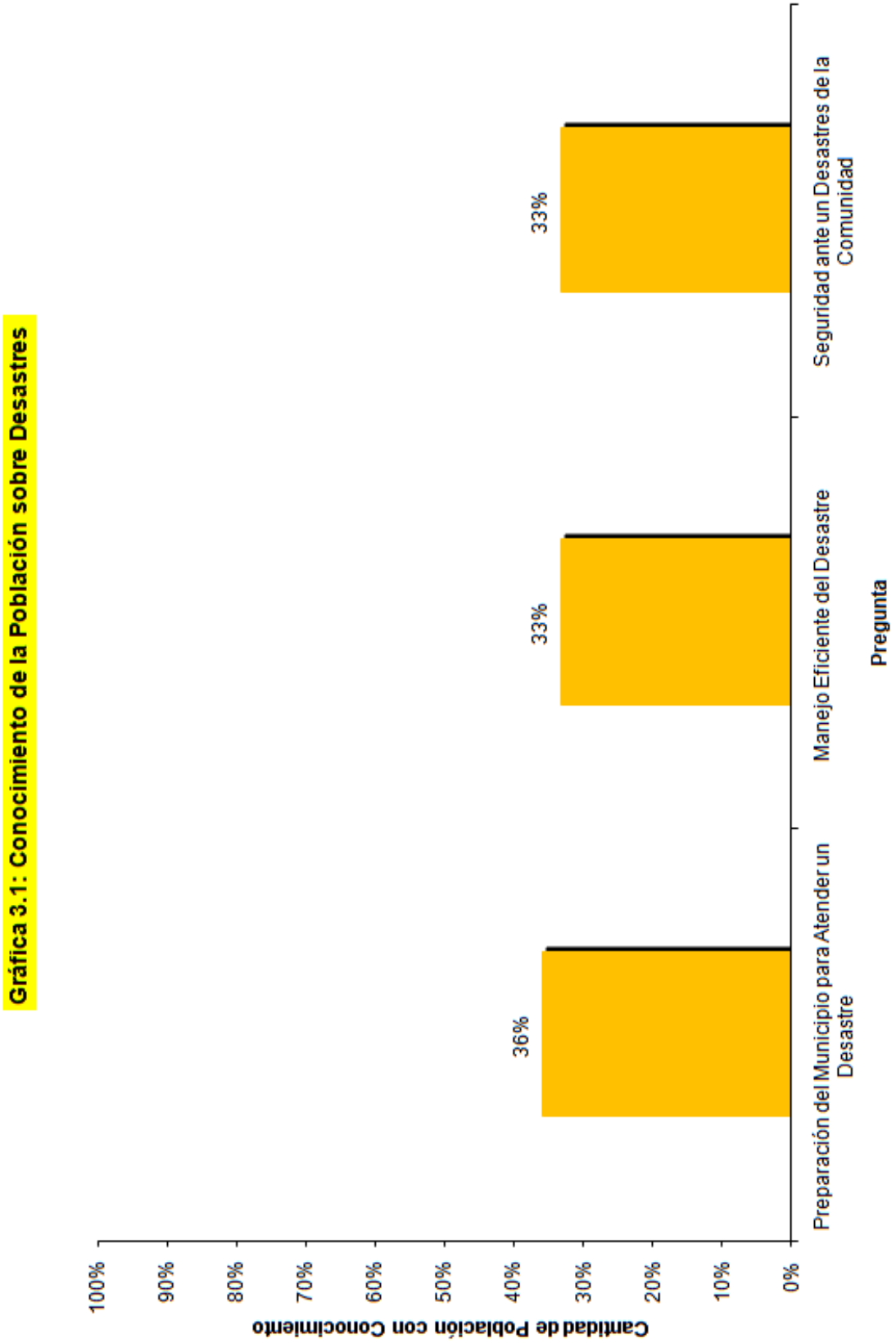
Resumen de los Cuestionarios

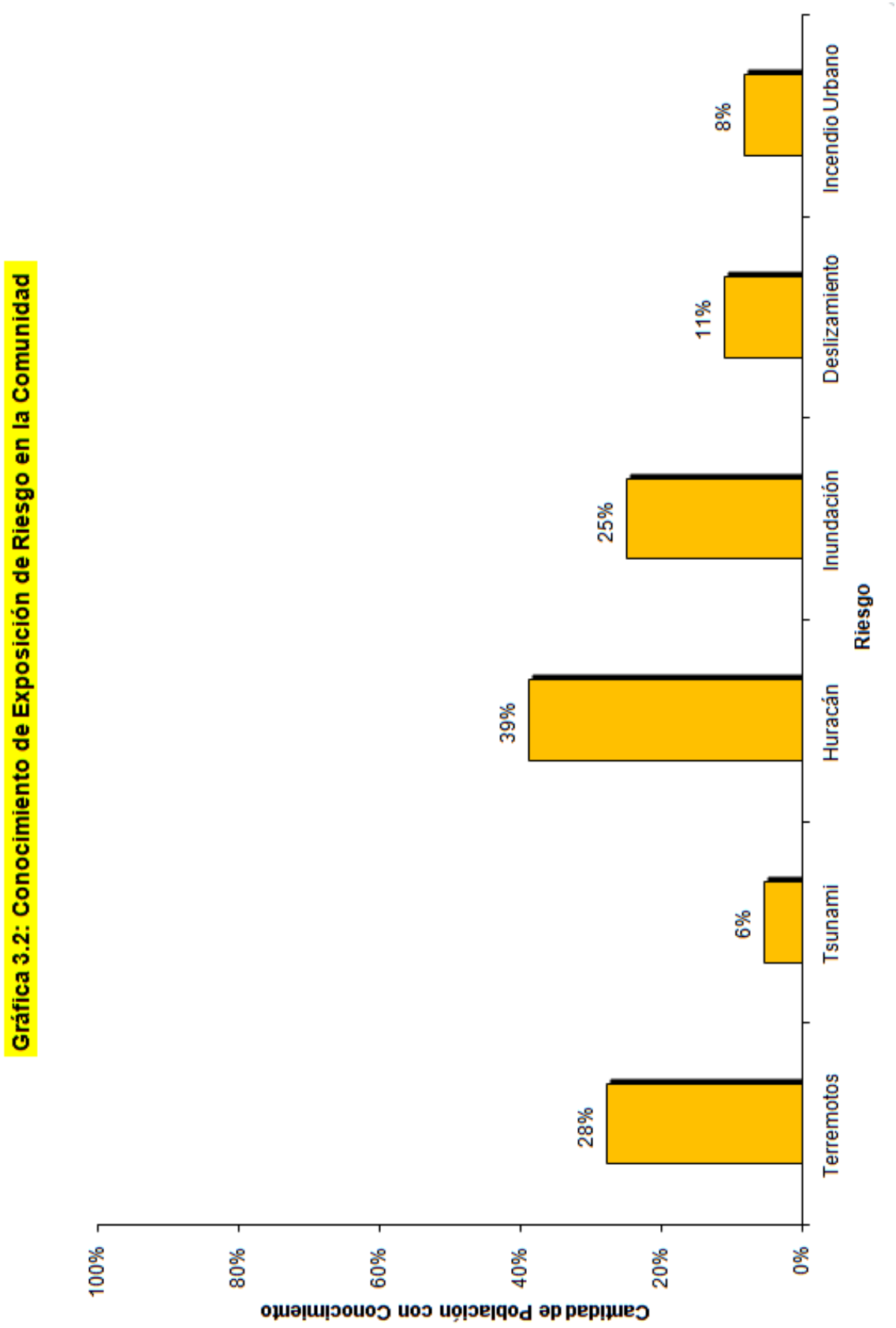
De la información recopilada de los cuestionarios entregados en la Vista Pública y completado por los participantes, se han preparado varias gráficas que muestran los conocimientos que expresaron tener los ciudadanos tanto en los riesgos que están expuestos como los que los han afectado y las actividades de mitigación a realizar. A continuación incluimos las gráficas resumiendo la información obtenida de los participantes y una tabla que establece la vulnerabilidad a riesgos asociados por categoría. El riesgo más conocido son los huracanes (39%) seguido por los terremotos (28%) e inundaciones (25%). El 67% no ha recibido información de cómo proteger a su familia ante un desastre. El 67% entiende que sus comunidades no estén seguras ante un desastre.

La prioridad relacionada a las actividades de mitigación fue proyectos de diseminación de información por lo cual se estableció como una de las prioridades la Actividad 6 que incluye el continuar realizando campañas educativas para orientar a los ciudadanos y público en general sobre los riesgos naturales. Otras de las prioridades identificadas lo es el manejo de aguas de escorrentías e identificándose como prioridad la Actividad 11 que contempla: Actualizar los Sistemas Pluviales. También, se identificó la adquisición de propiedades incluyendose como otra prioridad la Actividad 7 que incluye el identificar estructuras en áreas vulnerables y alto riesgo. Finalmente, las medidas de planificación y zonificación que está incluida como la Actividad 3 que establece el promover políticas de mitigación mediante la planificación del uso del suelo. Todas estas actividades se han identificado como prioridad a ser desarrolladas por el Municipio.

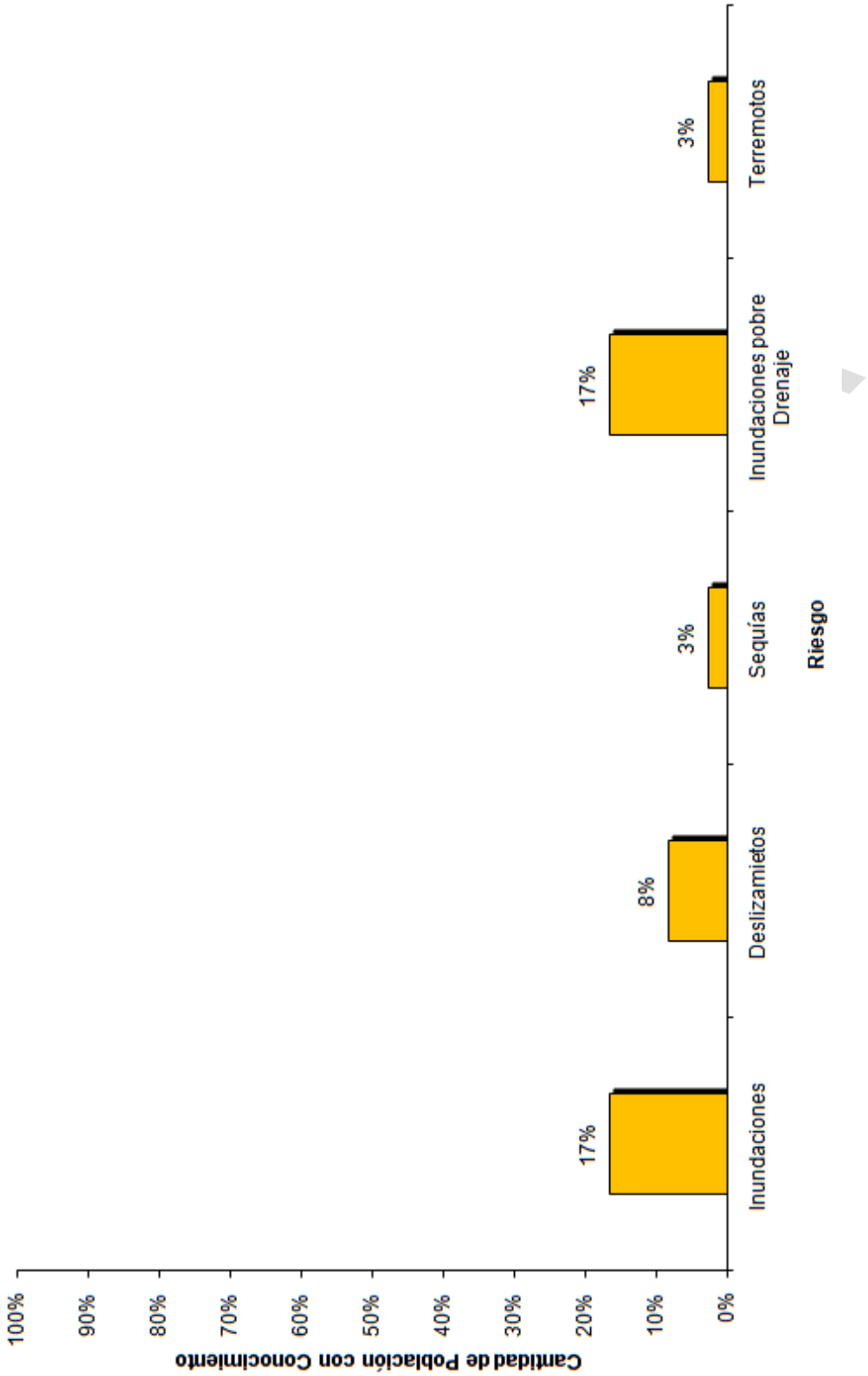
Borrador del Plan

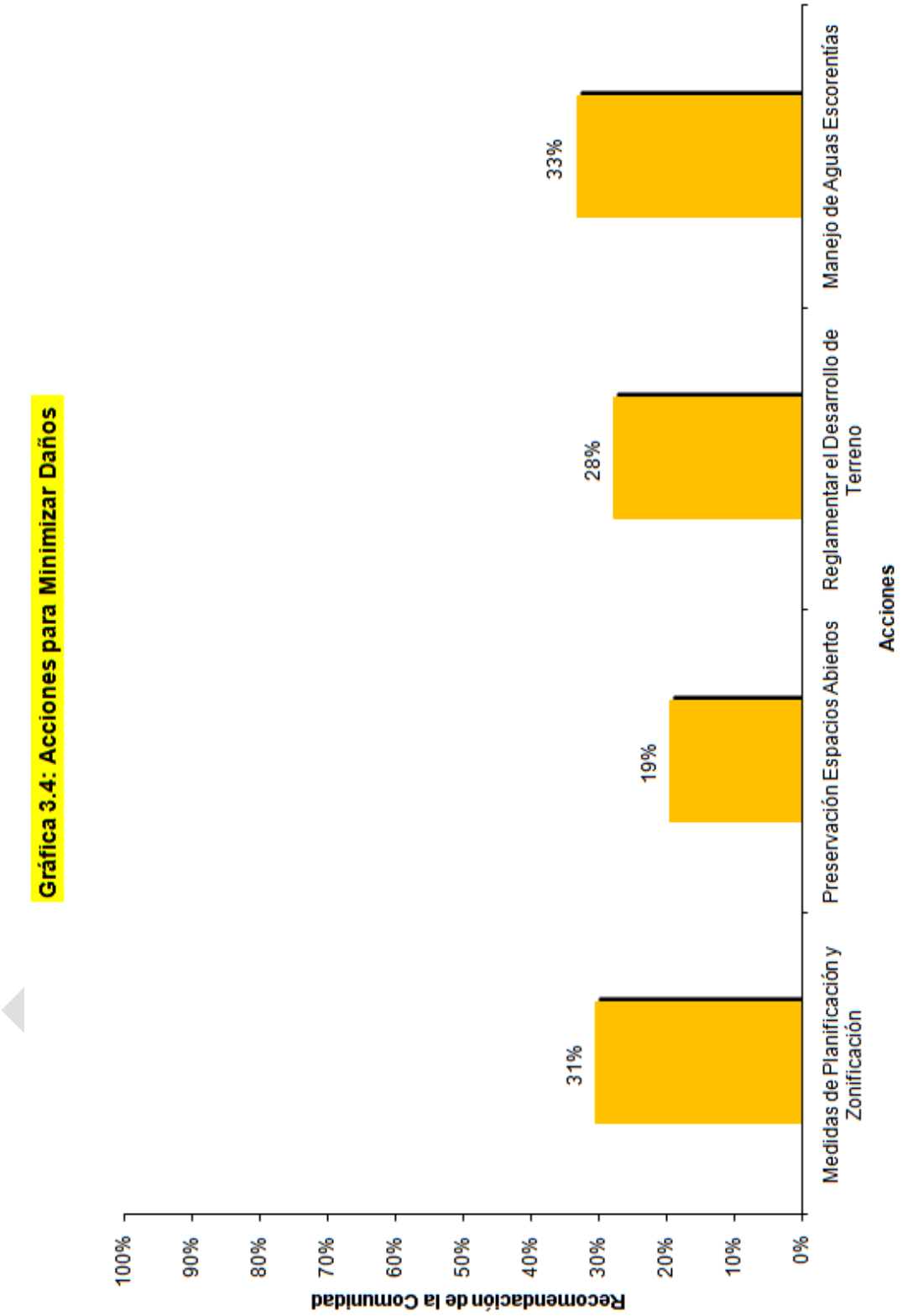
El borrador del Plan estuvo disponible durante los días ____ de _____ de 2014 al __ de ____ de 2014, para revisión para que tanto el público en general como agencias de gobierno y municipios cercanos puedan proveer comentarios, no se recibió comentario a la revisión del Plan.

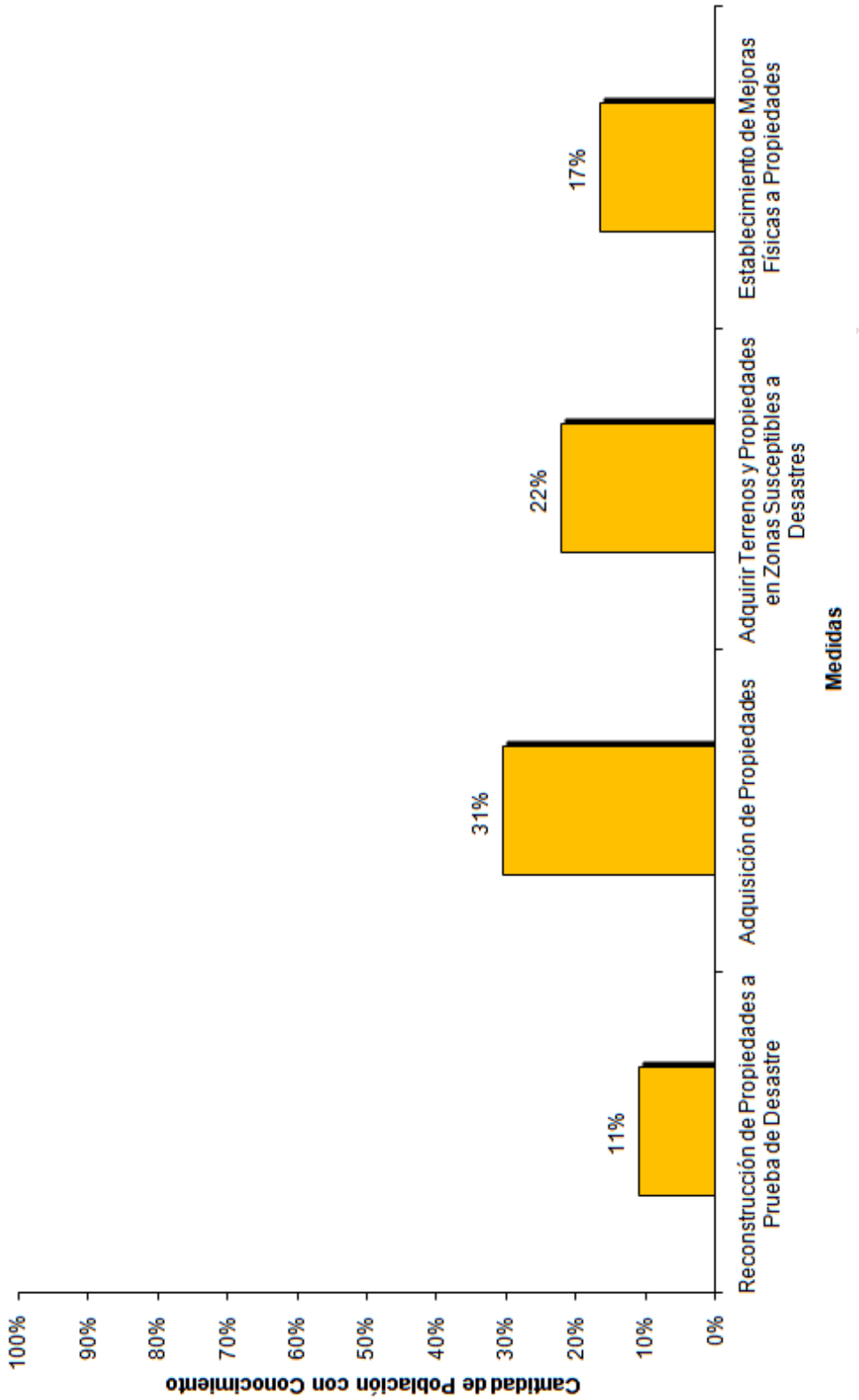

Gráfica 3.1: Conocimiento de la Población sobre Desastres
Cantidad de Población con Conocimiento
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
36%
33%
33%
Preparación del Municipio para Atender un Desastre
Manejo Eficiente del Desastre
Seguridad ante un Desastres de la Comunidad
Pregunta

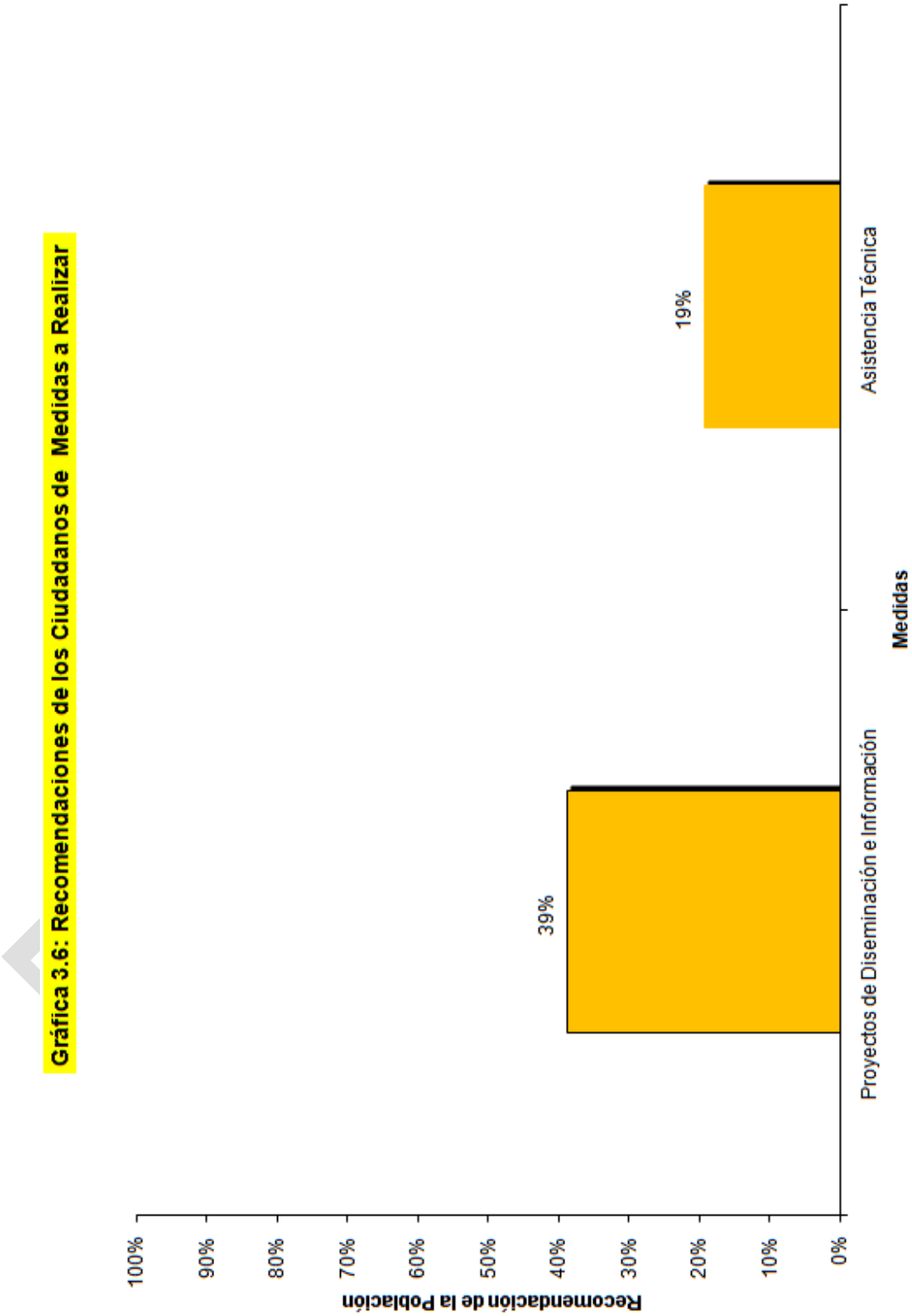

Gráfica 3.2: Conocimiento de Exposición de Riesgo en la Comunidad
Cantidad de Población con Conocimiento
100%
80%
60%
40%
20%
0%
28%
6%
39%
25%
11%
8%
Terremotos
Tsunami
Huracán
Inundación
Deslizamiento
Incendio Urbano
Riesgo

Gráfica 3.3: Riesgos que han Afectado al Municipio




Gráfica 3.4: Acciones para Minimizar Daños
Recomendación de la Comunidad
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
31%
19%
28%
33%
Medidas de Planificación y Zonificación
Preservación Espacios Abiertos
Reglamentar el Desarrollo de Terreno
Manejo de Aguas Escorentías
Acciones


Gráfica 3.5: Medidas de Mitigación para la Protección de la Comunidad
Cantidad de Población con Conocimiento
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
11%
31%
22%
17%
Reconstrucción de Propiedades a Prueba de Desastre
Adquisición de Propiedades
Adquirir Terrenos y Propiedades en Zonas Susceptibles a Desastres
Establecimiento de Mejoras Físicas a Propiedades
Medidas


Gráfica 3.6: Recomendaciones de los Ciudadanos de Medidas a Realizar
Recomendación de la Población
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
39%
19%
Proyectos de Diseminación e Información
Asistencia Técnica
Medidas

Luego de realizar la Vista Pública y haber terminado proceso de la revisión del borrador del Plan, se prepara el documento final incorporando comentarios relacionados y adopta formalmente por el Municipio para ser sometido a FEMA, a través del Representante Autorizado del Gobernador (GAR, por sus siglas en inglés).

Adopción

El Plan ha sido revisado, actualizado y adoptado con efectividad del ____ de _____o de 2014, mediante la Ordenanza Ejecutiva Número ____, Serie 2013 – 2014, firmada por la Honorable Alcaldesa Carmen Yulín Cruz Soto el __ de _____ de 2014.

BORRADOR

Los diferentes riesgos naturales a los cuales está expuesto el Municipio Autónomo de San Juan (Municipio) son incluidos en el presente capítulo y algunos de los daños que han causado. Se ha incorporado información sobre el Seguro Nacional contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés). Durante el desarrollo del Plan se obtuvo información de los diferentes riesgos naturales que han afectado al Municipio. Se utilizaron estudios disponibles, data obtenida de eventos ocurridos, al igual que libros de referencias, el Plan anterior e información de la Vista Pública.

Los resultados de la evaluación de riesgos realizada por el Municipio son presentados en este Capítulo. La evaluación de riesgos fue preparada para cumplir con los requisitos del DMA 2000 y el Local Multi-hazard Planning Guidance. En esta sección se proveen los fundamentos para establecer las medidas de mitigación que pueden ayudar a reducir los impactos de los diferentes riesgos naturales y sus efectos que se presentarán en el Capítulo 5.

El capítulo se ha organizado a través del proceso de evaluación de riesgos presentado en la Figura 4.1, el cual fue revisado y actualizado e incluye las siguientes siete sub-secciones:

- 4.1 Requisitos para la Evaluación de Riesgos
- 4.2 Metodología
- 4.3 Identificación de Peligros Naturales
- 4.4 Perfil de Riesgo
- 4.5 Pérdidas Repetitivas dentro del Programa del Seguro Nacional contra Inundaciones
- 4.6 Tendencias sobre el Uso de Terrenos y el Desarrollo Urbano
- 4.7 Evaluación de la Vulnerabilidad de Desarrollo Futuro

Un desastre es un evento de origen natural provocado por las acciones de un hombre que causa alteraciones intensas en las personas, los bienes, los servicios y/o el medio ambiente. Es la ocurrencia efectiva de un fenómeno peligroso que como consecuencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos causa efectos adversos sobre los mismos. Al identificar los desastres a que puede estar expuesto un territorio estamos identificando peligros a los que se expone.

Un desastre puede definirse como un evento o suceso que ocurre en la mayoría de los casos de manera repentina e inesperada, causando sobre los elementos sometidos alteraciones intensas, representadas en la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de los bienes de una comunidad y/o daños severos sobre el medio ambiente. Los desastres afectan los sistemas de supervivencia biológica, el orden social, la motivación y el manejo de la crisis. Tiene un alto costo en términos sociales, demográficos, económicos y políticos. En esencia *un desastre es una crisis social*. Algunos desastres de origen natural corresponden a amenazas que no pueden ser neutralizadas debido a que difícilmente su mecanismo de origen puede ser intervenido, aunque en algunos casos puede controlarse parcialmente.

Aunque no seamos capaces de evitar los eventos físicos, sí podemos prevenir o mitigar el impacto o las consecuencias de tales eventos a través de una preparación adecuada. Además, el conocimiento, las percepciones, y las actitudes de los administradores organizacionales, oficiales de gobierno y la población en general, acerca de los desastres, tendrá definitivamente un impacto en los esfuerzos o la falta de éstos para preparar la economía y la sociedad ante la inminencia de un desastre.

Por su parte los desastres naturales no son hechos aislados en sí mismos, sino que con frecuencia suelen ser eventos combinados. Por ejemplo, un huracán suele estar acompañado de lluvias, inundaciones y deslizamientos. Por las características topográficas y climatológicas de las Islas del Caribe, éstas tienden a ser más susceptibles a desastres naturales. Durante el siglo pasado la isla experimentaron una diversidad de catástrofes naturales cuyas consecuencias se resumen en la pérdida de vidas y propiedad.

4.1 REQUISITOS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS

Los requisitos del Código de Reglamentación Federal # 44 (44 CFR, por sus siglas en inglés) §201.6(c) (2): establece que "El plan deberá incluir una evaluación de riesgos que provea las bases para las actividades propuestas en las estrategias, para reducir las pérdidas causadas por los peligros identificados. La evaluación de riesgos debe proveer suficiente información para permitir que se conozcan y asignen prioridades a las acciones de mitigación para reducir las pérdidas de los riesgos identificados."

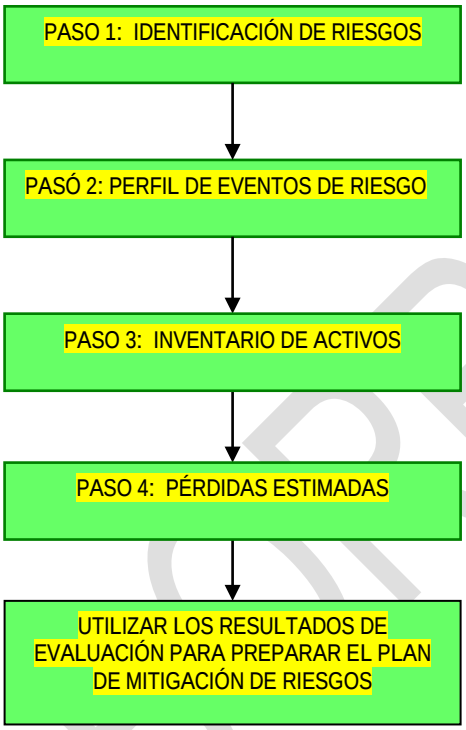
El Local Mitigation Plan Review Guide y el 44CFR contienen requisitos específicos para el proceso de desarrollo de Planes Locales de Mitigación Multi-riesgos:

- **Identificación de Riesgos** §201.6(c) (2) (i): [El Plan incluye una descripción del tipo, localización y extensión de todos los riesgos naturales que pueden afectar al Municipio.]
- **Información de Ocurrencia y Eventos Previos: Requisito** §201.6(c) (2) (i): [El Plan incluye información de ocurrencia de eventos previos y la probabilidad futura de riesgos.] **Descripción de Impacto de Riesgos: Requisito** §201.6(c) (2) (ii): [Descripción de cada riesgo identificado en la Comunidad al igual que un resumen de la vulnerabilidad.]
- **Pérdidas Repetitivas a través del** NFIP **Requisito** §201.6(c) (2) (ii): [El Plan incluye las pérdidas repetitivas incluidas en el Seguro Nacional Contra Inundaciones (NFIP) de las propiedades que han sido afectadas por inundaciones.]
- **Evaluación de Vulnerabilidad: Identificación de Estructuras** por **Requisito** §201.6(c) (2) (ii) (A): [El plan **debe** describir la vulnerabilidad en términos de] los tipos y números existentes y las construcciones futuras, infraestructura e instalaciones criticas ubicadas en las áreas de riesgo identificadas….
- **Evaluación de Vulnerabilidad: Estimado de Pérdidas Potenciales** por **Requisito** §201.6(c)(2)(ii)(B): [El plan **debe** describir la vulnerabilidad en términos de] un estimado de las pérdidas potenciales en dólares debidas a las estructuras vulnerables identificadas en el párrafo (c)(2)(i)(A) de esta sección y una descripción de la metodología usada para preparar el estimado .
- **Evaluación de Vulnerabilidad: Análisis de Patrones de Desarrollo** por **Requisito** §201.6(c) (2) (ii) (C): [El plan **debe** describir la vulnerabilidad en términos de] la descripción de los usos de terrenos y el patrón de desarrollo dentro la comunidad de manera que las opciones puedan ser consideradas en las decisiones futuras sobre uso de terrenos.

4.2 METODOLOGÍA

El proceso de evaluación de riesgos utilizado para la elaboración del plan está de acuerdo al "Local Mitigation Plan Review Guide"[1] efectivo al 1 de octubre de 2011. Además, FEMA 386-2, "State and Local Mitigation Planning How-To Guide, Understanding Your Risks—Identifying Hazards and Estimating Losses"[2] (FEMA 2001). La figura 4.1 muestra los cuatro pasos principales que comprenden el proceso de evaluación de riesgos: Identificación de Riesgos, Perfil de Eventos de Riesgos, Inventario de Activos y Estimado de Pérdidas. Los detalles relacionados a como HAZUS puede ser utilizado para realizar una evaluación de riesgo están incluidos en la publicación FEMA 463, titulada: How to Guide for Using HAZUS for Risk Asesment.

Figura 4.1 Proceso de Evaluación de Riesgos



Paso 1 – Identificación de Riesgos

La identificación de riesgos ha sido compilada a través de la investigación de varios eventos de riesgos naturales dentro del Municipio. Esta identificación de riesgos no ha sido cambiada en la presente revisión del Plan.

Se asume que los riesgos ocurridos en el Municipio en el pasado puedan ser experimentados nuevamente en el futuro, el proceso de identificación de riesgos que se incluyó en el primer plan había sido realizado de documentos históricos, planes e informes desarrollados por expertos durante las dos décadas anteriores mediante un estudio de los eventos que a través de la historia han afectado a los residentes del municipio y el análisis de mapas, documentos técnicos, levantamientos de datos en el campo y otras fuentes de información relacionadas a peligros naturales.

Éstos incluyen mapas geológicos y topográficos (escala 1:20,000), mapas de susceptibilidad a inundaciones de la Junta de Planificación, mapas de Tasas de Seguro contra Inundaciones de FEMA (FIRM), mapas de susceptibilidad a movimientos de masa, catastros de suelo, mapas probabilísticos de aceleraciones sísmicas y exposición a vientos huracanados, el Plan de Ordenamiento Territorial de San Juan, información del Centro Nacional de Datos Climáticos, informes del Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS), literatura científica, técnica y de

[1] Se deja en Inglés por ser el nombre propio de una publicación
[2] Se deja en Inglés por ser el nombre propio de una publicación

planificación incluyendo fuentes de la Junta de Planificación, AAA, AEE, ACT, DRNA, JCA, Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU., FEMA, AEMEAD y el Municipio.

Se consideraron los peligros naturales que presentan un potencial significativo de causar daños al presente o en el futuro basado en las condiciones geofísicas que determinan la magnitud y frecuencia de estos eventos y su distribución geográfica. Los siguientes peligros (riesgos) naturales son los que pueden causar daños al Municipio:

Paso 2 – Perfil de Eventos de Riesgos

Este paso determina la frecuencia o probabilidad de los eventos futuros, su gravedad y factores que pueden afectar. Cada riesgo afectará al Municipio de manera diferente; por ejemplo, no existen dos huracanes que afecten de la misma manera debido a que no habrá una misma trayectoria ni magnitud por lo tanto sus efectos no serán iguales. En la fase de identificación todos los riesgos naturales que pueden afectar al Municipio fueron considerados los siguientes:

- Huracán
- Inundaciones
- Sequías
- Terremotos
- Deslizamientos
- Tsunami
- Erosión Costera
- Incendio Forestales y de pastos

La identificación de riesgos hace necesaria evaluar la vulnerabilidad debido a la frecuencia con la que ocurren o la magnitud de sus impactos según datos históricos. Esta revisión y actualización del Plan incluye únicamente los asociados a eventos naturales. Los riesgos de sequía e incendio forestales o de pastos y erosión costera son incorporados como parte de la revisión. Los riesgos causados por el hombre o tecnológicos no son considerados ya que el propósito del Plan es la mitigación de riesgos naturales.

Paso 3 – Inventario de Activos

El Inventario de activos cuantifica lo que se puede perder, cuando un riesgo ocurre específicamente, las personas, los lugares, y propiedades que podrían ser dañadas o destruidas son considerados para ser consistentes con la metodología delineada en el documento titulado "*State and Local Mitigation Planning: How–to Guide: Understanding Your Risk*" (Task A: Paginas 3.4 - 3.6). En la versión anterior del Plan se recopilaron y realizaron evaluaciones para:

- Estimar el número total de edificios, sus valores y la población del Municipio;
- Determinar la proporción de edificios, el valor de estos y la población ubicada en áreas proclives a riesgos; y
- Calcular la proporción de activos ubicados en áreas de riesgo.

Se llevó a cabo un inventario completo donde los datos fueron incluidos por categorías de activos que incluyeron población general, inventario de construcciones e infraestructura.

En la presente actualización se revisaron los valores según la metodología discutida a principios del presente Capítulo, se revisó el inventario y se mantuvo la información en el mismo formato del Plan anterior.

Población

La información del Censo del 2010, fue utilizada para evaluación de los subgrupos más vulnerables de la población. Estudios de riesgos fueron realizados a través de los Sistemas de Información Geográfica (GIS, por sus siglas en inglés) para establecer la ubicación del lugar de vivienda de las personas con relación a las zonas susceptibles a riesgos. Esta información fue utilizada para identificar el número de personas que sean menores de 18 años y mayores de 65 años. Estos dos subgrupos demográficos ayudan a definir la vulnerabilidad social ya que son los que con mayor probabilidad necesitan asistencia durante y/o después de un evento de riesgo. Esta metodología no fue cambiada en la presente revisión.

Inventario General de Estructuras

En la primera versión del Plan se realizó una evaluación para ser utilizada en la clasificación del inventario general de estructuras en dos categorías generales de uso: comerciales y residenciales. A continuación se detallan los procedimientos usados, los cuales no sufrieron cambios en esta revisión, para identificar el número de construcciones y un estimado de los valores del inventario general de construcciones que están expuestos (valor de reposición y valor de contenido). Se utilizó la fórmula de equivalencia del pago sencillo (Single Payment Equivalence) para actualizar los valores de las propiedades al año actual, la cuál será explicada más adelante en el Paso 4 (Estimado de Pérdidas).

1. Las cantidades de unidades de vivienda fueron identificadas a través de datos del Censo de EEUU del 2010. En dicho Censo no se incluyó información sobre el número de construcciones clasificadas por tipo de uso, por grupo censado, por lo tanto se realizó basado en el porciento establecido de vivienda (aumento en 9.8%) y población (disminución en 9.0%) y en el Municipio. Como no existen unidades comerciales incluidas en los datos Censo de EEUU, se consideró necesaria una evaluación de campo y la información provista por el Municipio.

2. Una matriz para evaluación fue utilizada y así correlacionar el número de edificios específicos que son residenciales en comparación con los que son comerciales. Esta información fue llevado a cabo para varias de las categorías de uso de suelos (terrenos) identificadas en la Sección 4.5. Por tanto, el número de construcciones identificadas como residenciales y comerciales fueron correlacionadas a los tipos específicos de construcciones, mostrando la distribución de tipos de modelos de construcciones en toda la extensión de la Municipio. La información de distribución fue compilada para determinar el número de tipos de construcciones por tipos específicos de uso. Los datos recolectados fueron incorporados a nivel de bloque de censo.

3. El costo de remplazo promedio fue desarrollado para cada tipo de edificio. Los costos de remplazo fueron establecidos en base a los costos de construcción promedio por pie cuadrado, reflejando costos de mano de obra y materiales, así como la condición en la que se encuentran las estructuras. Para cada tipo de uso, los valores del contenido fueron determinados como un porcentaje de los costos de reposición (por ejemplo, la multiplicación de los costos de reposición de los edificios, por el porcentaje de costo del contenido, para calcular el valor del contenido).

4. Este análisis facilitó la determinación del número de edificios por tipo de uso ocupacional y un estimado agregado por bloque de censo de los costos de exposición (es decir, valor de reposición adicionado al valor del contenido). Este procedimiento permitió un análisis de la exposición total (número y valor de las estructuras) a través de todo el Municipio.

Instalaciones e Infraestructura de Importancia Crítica

El Comité de Mitigación de Riesgos desarrolló una lista de instalaciones e infraestructura crítica para revisar si ha habido algún cambio durante el periodo de vigencia del Plan y se incluye en el Capítulo 5, sección 5.7 las actividades de mitigación que han sido realizadas y las propuestas. Los procedimientos detallados utilizados para identificar y estimar los valores de exposición de instalaciones críticas los cuales no tuvieron cambios en esta revisión, (valores de reposición y de contenido) son incluidos a continuación:

1. Una evaluación de las instalaciones críticas reveló que era necesario tener información detallada para realizar la evaluación de vulnerabilidad y riesgos. Se realizaron visitas de campo para determinar las características estructurales y las condiciones generales de cada instalación.

2. Las instalaciones/estructuras fueron clasificadas por sus características estructurales asociadas a los riesgos estudiados en la evaluación de vulnerabilidad. La investigación de campo permitió determinar el área total aproximada para cada instalación/estructura o grupo.

3. Los valores de reposición y contenido fueron estimados basándose en evaluaciones realizadas durante inspecciones de campo. Según el tipo de estructura y su condición, un costo de construcción promedio fue establecido para determinar el valor de remplazo de la estructura actualizándolos basado en la información provista en el Plan anterior.

El paso final del proceso es una **evaluación de vulnerabilidad**, que facilita un entendimiento de la distribución de estructuras y su exposición a riesgos por el tipo de uso y la población que está localizada en áreas de riesgo. Los resultados de los perfiles y la identificación de riesgos fueron utilizados para comprender las características de vulnerabilidad (velocidad de vientos, profundidad de inundación, etc.) a fin de valorar los parámetros de vulnerabilidad (daño específico y características de pérdida) de cada activo. Un edificio en madera tendría daños y características de pérdida diferentes, en el caso de un huracán, que una estructura de hormigón reforzado. Se asignó un nivel de evaluación de vulnerabilidad de riesgo (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto)

a cada tipo de edificio o instalación para expresar la vulnerabilidad del inventario general de estructuras (tipos de modelo de estructuras) como también instalaciones e infraestructura de importancia crítica.

De acuerdo a la evaluación de vulnerabilidad para el inventario general de estructuras, las funciones de daño fueron desarrolladas para obtener los datos de intensidad de riesgo (proporcionados en términos de velocidad de viento, terremoto, profundidad de inundación, etc.) en potencial de pérdidas económicas respectivas. En su forma más simple, una función de daño estima el daño económico potencial (por ejemplo, costo para reparar / sustituir los componentes dañados) de un edificio o el grupo de edificios a un nivel especifico de intensidad de riesgos. Para este estudio, las funciones de daño fueron desarrolladas basándose en proporciones de daño estándares obtenidos de HAZUS^{MH} para vientos huracanados, terremotos e inundaciones.

Paso 4 - Estimado de Pérdidas

El último paso de la evaluación de riesgos es el estimado de pérdidas, el cual no tuvo cambios en esta revisión del Plan aunque si los valores de las propiedades y pérdidas las cuales fueron actualizadas. La identificación de riesgo y los perfiles de resultados utilizados conjuntamente con los resultados de la evaluación de vulnerabilidad para comprender las pérdidas potenciales del inventario general de edificios e instalaciones críticas. A continuación se presentan los procedimientos para un bloque de censo típico en el Municipio:

1. Los mapas con la ubicación e información de perfil de riesgo fueron usados para identificar los riesgos naturales que afectan un área en particular. Basándose en sobreponer áreas de riesgo, se asignó a cada bloque de censo un nivel particular de intensidad (por ejemplo, velocidad de vientos huracanados) para cada uno.

2. La exposición a riesgos fue determinada tanto para todo el inventario e instalaciones críticas. Esto determina el nivel de intensidad de riesgo esperado para todos los niveles de exposición.

3. La exposición en instalaciones críticas y la distribución del inventario general fue clasificada según los tipos de estructura, que representa la vulnerabilidad esperada para cada tipo de riesgo que fue evaluado. La clasificación por tipo de estructuras depende de las características, tales como el material (hormigón reforzado, madera, mampostería no reforzada, etc.) y el número de pisos. La combinación de estos dos parámetros define la vulnerabilidad de un tipo de estructura en particular a todos los riesgos probables y es expresada como un porcentaje del daño esperado para un nivel de intensidad de riesgo determinado.

4. Dependiendo del tipo de edificio y nivel de intensidad de riesgos en el sitio, se obtuvieron las proporciones de daño esperadas para cada uno de los riesgos evaluados. En otras palabras, todas las estructuras dentro del nivel de resolución reciben el mismo nivel de intensidad para cada riesgo, pero como las estructuras son diferentes, estas experimentan diferentes niveles de pérdidas.

5. Para calcular las pérdidas, el porcentaje esperado de daños fue multiplicado por el costo de reemplazo y el valor del contenido.

Cada uno de los costos obtenidos en el Plan anterior fue actualizado utilizando la fórmula de equivalencia del pago sencillo (Single Payment Equivalence). Se determinó el valor equivalente actual utilizando como valor presente los costos incluidos en el Plan a la fecha de preparado y se determinó el valor futuro que representa el valor actual utilizando la fórmula:

$$F= P(1+i)^n$$

Donde;

N; es el período de tiempo determinado, siendo para propósitos del Plan igual a 7 años.
P; es el valor presente al 2006
F; es el valor al 2014
i = 7% de interés, siendo el valor que utiliza la Oficina de Gerencia y Presupuesto Federal (OMB, por sus siglas en inglés) como factor escalado (Escalation Factor) por cada año.

El valor obtenido es $F = P*(1+7\%)^7$

A los valores que estaban en el Plan anterior se multiplican por 1.7182 y nos da el valor futuro que es el correspondiente al año actual (2014).

Incertidumbres y Limitaciones

Para esta evaluación de riesgo, los estimados de pérdida y cálculos de exposición se basan en las mejores metodologías y datos disponibles. Las incertidumbres son inherentes a cualquier metodología de valoración de pérdida y surgen en parte del conocimiento científico incompleto relacionado a los riesgos naturales y sus efectos en el medio ambiente. Las incertidumbres también resultan de las aproximaciones y simplificaciones que son necesarias para conducir un estudio, datos incompletos o no actualizados del inventario de estructuras, parámetros demográficos o económicos, la naturaleza y severidad de cada riesgo y la cantidad del tiempo de aviso que los residentes tienen que prepararse para el evento.

Las limitaciones por la poca información en los estimados de daños ocasionan ciertas incertidumbres, por lo tanto no son precisos, la exposición potencial a riesgos y los estimados de pérdidas son aproximados. Al no proveer resultados con precisión son utilizados para determinar una idea de lo que deberá ocurrir en caso de algún evento. No será hasta luego de un evento que se conocerá si la metodología fue efectiva.

4.3 IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES

Los siguientes son los peligros a los cuales el Municipio es vulnerable y su razón por la cual son incorporados en el Plan.

Tabla 4.1: Identificación de Peligros Naturales en el San Juan

Riesgo	Recursos para Identificar	Razón para Identificar
Terremotos	Historial sísmico - Mapas de sismicidad Mapas geológicos - Mapas de aceleraciones sísmicas, Plan de Mitigación contra Peligros Naturlaes Múltiples del Municipio de San Juan versión 2007	Puerto Rico está ubicado entre la placa del Caribe y la de América del Norte que es una región sismogénica activa – San Juan está cerca de la región sismogénica de la Trinchera de Puerto Rico. San Juan ha sufrido los efectos de los sismos que han ocurrido en el pasado histórico.
Huracanes	Declaraciones recientes de desastre Mapa probabilístico de peligro de huracanes y tormentas Bibliografía técnica y científica, Plan de Mitigación contra Peligros Naturlaes Múltiples del Municipio de San Juan versión 2007	Puerto Rico está ubicado en la región del Caribe que se caracteriza por la alta incidencia de huracanes - Han ocurrido huracanes que han causado daños mayores en el municipio
Inundaciones	Mapas FIRM de FEMA y mapas de la Junta de Planificación - en visitas de campo a áreas con problemas de drenaje Datos del National Climate Data Center, Plan de Mitigación contra Peligros Naturlaes Múltiples del Municipio de San Juan versión 2007	Han ocurrido inundaciones que han provocado daños severos en el Municipio de San Juan y hay inundaciones casi todos los años. Hay problemas de drenaje que causan problemas de inundación en áreas urbanas recurrentemente
Erosión Ccostera	Estudios de erosión de costas, Publicaciones técnicas y científicas; Fotos Aéreas, Plan de Mitigación contra Peligros Naturlaes Múltiples del Municipio de San Juan versión 2007	Hay daños a la propiedad privada y pública por erosión de playas. Viejo San Juan y El Condado se erosiona rápidamente
Tsunami (Maremotos)	Historial de maremotos - Mapas de inundabilidad de Tsunami, Plan de Tsunami, Plan de Mitigación contra Peligros Naturlaes Múltiples del Municipio de San Juan versión 2007	San Juan está en la costa norte de la Isla expuesta a maremotos locales y teletsunamis que vengan por el Atlántico. Al igual que eventos producidos por estructuras sismogénicas y derrumbes submarinos entre otros
Deslizamientos (Movimiento de Masas)	Mapas topográficos - Mapas geológicos y de susceptibilidad a deslizamiento, Plan de Mitigación contra Peligros Naturlaes Múltiples del Municipio de San Juan versión 2007	Han ocurrido derrumbes en las laderas y cortes escarpados en mogotes y cerros en los terrenos al sur del municipio
Sequías	Estudios de NWS, el USGS, AAA así como periódicos y publicaciones, Plan de Mitigación contra Peligros Naturlaes Múltiples del Municipio de San Juan versión 2007	El Municipio ha sufrido pérdidas económicas y numerosos inconvenientes durante las sequías. Han ocurrido sequías en la región donde están localizadas las fuentes de agua que sirven al Municipio de San Juan.
Incendio Forestales o de Pastos	Información obtenida de la Vista Pública y datos históricos, recortes de periódicos y publicaciones.	Han ocurrido incendios de pastos a través del Municipio

A. Peligros Atmosféricos e Hidrológicos

1. Huracanes y Tormentas

a. Información General

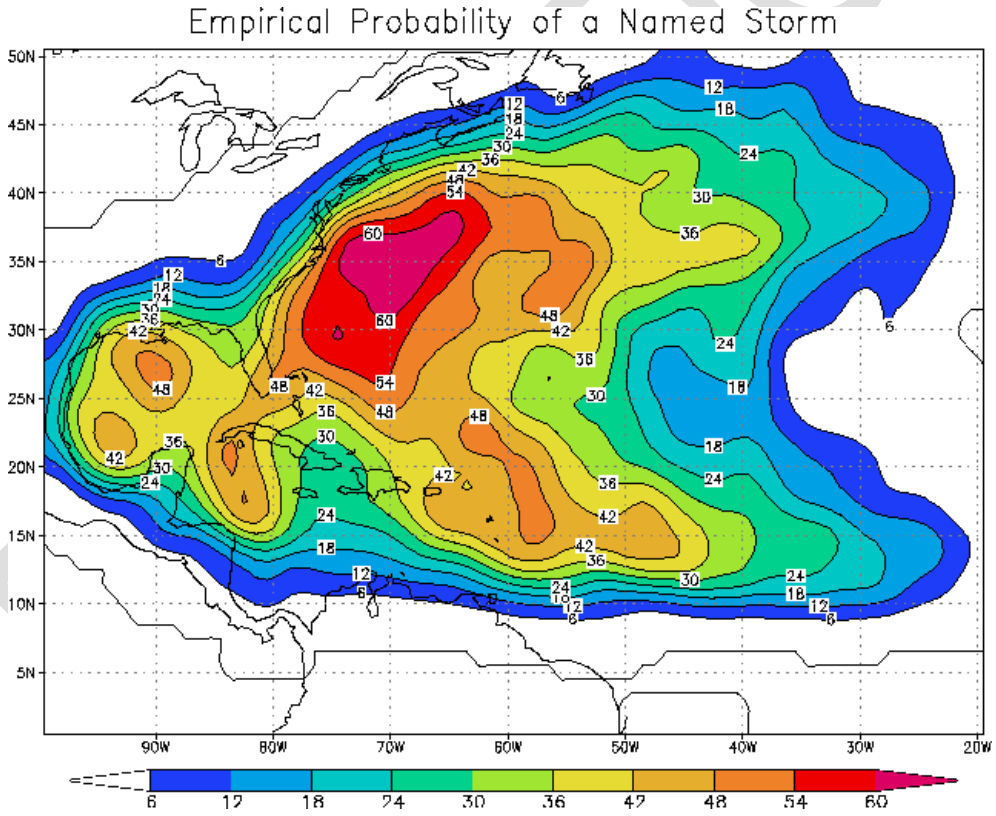
Los huracanes, tormentas tropicales y otros sistemas ciclónicos tienen el potencial de causar daños severos como resultado de las lluvias intensas que usualmente acompañan a estos eventos, la alta velocidad de sus vientos, la erosión de las playas y el efecto de la marejada ciclónica en las áreas costeras. La vulnerabilidad de un área a estos eventos naturales se torna aún mayor como resultado de la pobre edificación de estructuras, la construcción de hogares e

BORRADOR

infraestructura de todo tipo en zonas inundables cercanas a ríos, quebradas y áreas costeras, así como la destrucción de dunas a consecuencia de la sobre-extracción de arena y la falta de planificación adecuada de uso de los terrenos.

Los mapas de riesgo de exposición a eventos ciclónicos indican que la probabilidad de ser impactado por una tormenta tropical o un huracán que pase a unas 100 millas del Municipio (165 km) es de aproximadamente 42% en cualquier año. De igual forma la probabilidad de que un huracán directamente afecte al Municipio durante la temporada de huracanes entre junio y noviembre y que pase a una distancia menor de 60 millas (110 km) es de aproximadamente 12%. Por otro lado, la probabilidad de que un huracán mayor (escala Saffir-Simpson 3, 4 ó 5) pase a menos de 30 millas (50 km) del Municipio y afecte directamente el área en algún momento entre junio y noviembre es de aproximadamente 3% en cualquier año (Kimberlain, 2004). En la figura 4.2 se incluye una gráfica que incluye la probabilidad empírica de tormentas en el Área del Caribe y se puede observar la ubicación de San Juan.

Figura 4.2 Probabilidad Empírica de Tormentas Nombradas



Debido a que los vientos máximos del huracán están circunscritos al área inmediatamente alrededor del ojo, la probabilidad anual de ser afectado por vientos huracanados es baja cuando la comparamos con la probabilidad de ser afectados por las lluvias que acompañan estos sistemas. De manera que los daños que produzcan las tormentas y huracanes que pasen por nuestra región geográfica y afecten al municipio la mayor parte de las veces, debidos al efecto de las lluvias, inundaciones, deslizamientos y otros movimientos de masa. Los daños mayores producidos por

vientos ocurrirán con mucha menor frecuencia (una probabilidad de aproximadamente 3% anual).

Las tormentas y huracanes (eventos atmósfericos) son sistemas de vientos que soplan en forma giratoria con gran intensidad con efectos devastadores. Uno de los efectos principales es la lluvia (Picó 1975:159). Estos fenómenos son elementos habituales del tiempo en el Caribe durante los meses de mayor calor, desde junio hasta noviembre. El concepto popular de la tormenta o huracán es de una masa de vientos, nubes y lluvia que se mueve a gran velocidad y se va desplazando sobre la superficie, dejando tras si una estela de destrucción. Desde el punto de vista del observador en el terreno, la tormenta o huracán que se acerca desde el este tiene tres etapas de paso: el comienzo, con vientos del norte y el este; la calma, cuando el vórtice pasa por el sitio afectado; y la "virazón", con los vientos del sur o sureste del "rabo", o parte sur (Picó 1975:179-182).

Los eventos atmósfericos (ciclones tropicales) se clasifican de acuerdo con la intensidad de sus vientos sostenidos:

- Depresión Tropical – es un sistema organizado de nubes con una circulación definida y cuyos vientos máximos sostenidos son menores de 39 MPH. 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 MPH.
- Huracán – es un ciclón tropical de intensidad máxima en el cual los vientos sostenidos alcanzan o superan las 74 MPH. Tiene un centro definido con una presión barométrica muy baja. Vientos sostenidos de más de 155 MPH. Han sido medidos en los huracanes más intensos.

La temporada de huracanes del Océano Atlántico, Golfo de México y Mar Caribe es desde el 1 de junio hasta el 30 de noviembre. Sin embargo, los meses de mayor actividad ciclónica y de mayor peligro a nuestra isla son agosto, septiembre y octubre. El 65% de los huracanes que se forman en el Atlántico ocurren en agosto y septiembre.

La destrucción de la tormenta o huracán aumenta según la cercanía al vórtice. Hay dos bandas, una a cada lado del camino seguido por el vórtice, donde la destrucción va siendo menor a medida que la distancia al camino seguido por el vórtice es mayor. Un huracán grande puede tener un vórtice de 200 a 300 millas, lo que cubriría toda la Isla. El tamaño, sin embargo, no tiene que ver con su fuerza destructiva, que depende mucho más de la baja presión barométrica en su centro (Picó 1975:182). La época de peligro mayor es entre el 15 de agosto y el 15 de octubre, con septiembre como el mes de mayor frecuencia (Picó 1975:181), el día pico de la temporada de huracanes es el 10 de septiembre, de acuerdo a las estadísticas históricas del Centro Nacional de Huracanes.

La vulnerabilidad de un área a estos eventos naturales se torna aún mayor como resultado de las prácticas inadecuadas de construcción que no siguen los códigos establecidos, y por la construcción de hogares y ubicación de infraestructura en zonas susceptibles a inundaciones, mayormente en las áreas cercanas a ríos, quebradas, humedales y playas. Para propósitos de este Plan, los daños ocasionados por las inundaciones costeras y ribereñas asociadas al paso de

huracanes y tormentas tropicales en el Municipio serán discutidos bajo el tema de Inundaciones.

b. Eventos históricos y recientes

A través de la historia, el Municipio de San Juan, al igual que la mayor parte de la Isla, ha sufrido el embate de huracanes y tormentas de gran intensidad. En la tabla que aparece a continuación se incluye un recuento de las principales tormentas, huracanes y eventos de lluvias intensas que han afectado a la isla de Puerto Rico, incluyendo el área del Municipio, a partir del 1898.

Tabla 4.2: Principales Huracanes y Tormentas que han Afectado al Municipio

Fecha	Categoría	Evento
1898	2	Huracán San Ciriaco: Caen unas 23" en 24 hrs. Mueren 3,000 personas y los daños alcanzan $35 millones en toda la Isla.
1928	5	Huracán San Felipe II: Mueren unas 300 personas. Los daños alcanzan entre $50 y $85 millones en toda la Isla.
1930	1	Huracán San Nicolás: Causó 2 muertes y $200,000 en pérdidas.
1932	3	Huracán San Ciprián: Unas 40,000 casas son destruidas. Mueren 300 personas y los daños $30 millones en toda la Isla
1956	1	Huracán Santa Clara (Betsy): Provoca 11 muertes y $40 millones en pérdidas a través de la Isla.
1960	3	Huracán Donna: Sólo las lluvias afectan la Isla, caen 19" en 24 hrs., unas 484 casas son destruidas. Hay 107 muertes y los daños económicos ascienden a $7.5 millones en toda la Isla.
1975	-	Tormenta Eloísa: Caen 23" en 24 hrs., 15 puentes destruidos. Hay 34 muertes y $125 millones en pérdidas a través de la Isla.
29/8/1979 al 31/8/1979	3	Huracán David: Caen 20" en 3 días. Unas 800 casas son destruidas y 8,000 averiadas. Los daños alcanzan $125 millones.
1979	-	Tormenta tropical Federico: Caen 18" de lluvia en 3 días. Mil viviendas destruidas y $7 millones en daños en toda la Isla.
17/9/1989 al 18/9/89	4	Huracán Hugo: Causó 2 muertes y los daños ascendieron a más de $1 billón. Hubo más de 13,000 casas destruidas.
15/9/1995 al 16/9/1995	2	Huracán Marilyn: Causó 2 muertes, $50 millones en pérdidas, desbordamiento del Río La Plata.
9/9/1996 al 10/9/1996	1	Huracán Hortensia: Causó 20 muertes, lluvia máxima de 25 pulg. en Turabo.
20/9/1998 al 22/9/1998	3	Huracán Georges: Caen entre 4" y 26 " de lluvia; 37,000 casas destruidas, los daños alcanzan $1.9 billones en toda la Isla.
2004 14/9/2004	1	Huracán Jeanne: Causó 7 muertes y más de $200 millones en pérdidas.
2011 08/21	1	Huracan Irene azota a Puerto Rico dejando aproximadamente $100 millones en pérdidas.

El Municipio tiene una línea de costa está expuesta a la acción directa de las marejadas. Uno de los principales problemas en el caso de huracanes y tormentas está asociado a inundaciones ribereñas, los efectos del viento y la marejada ciclónica, así como a los deslizamientos, caídas de rocas y hundimientos del terreno que ocurren como resultado de la saturación del suelo en eventos acompañados de lluvias intensas y prolongadas.

Datos suministrados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias en torno a la asistencia otorgada en el Municipio en años recientes (los cuales fueron causados por el paso de huracanes y eventos de lluvia intensa) se han resumido en la revisión del Plan e incluyen los siguientes:

BORRADOR

Daños específicos a los individuos reportados en el municipio como consecuencia de huracanes y tormentas tropicales a través del Programa de Asistencia Individual se incluyen a continuación:

Tabla 4.3: Fondos otorgados por el Programa de Asistencia Individual

Año	Nombre del Desastre	Número	Solicitudes	Fundos aprobados para ONA	Fundos aprobados para HA
1989	Huracán Hugo	FEMA-0842-DR-PR	24,090	$30,850,586.05	$12,856,226.72
1996	Huracán Hortense	FEMA-1136-DR-PR	20,189	$16,845,012.00	$3,980,260.56
1998	Huracán Georges	FEMA-1247-DR-PR	39,501	$40,901,581.00	$20,740,312.56
2011	Huracán Irene	FEMA-4017-DR-PR	6,646	$3,034,973.45	$1,572,327.44
		Total	90,426	$91,632,152.50	$39,149,127.28

El Programa de Asistencia Individual (IA) ofrece ayuda a los individuos que hayan sido afectados por el evento que haya ocasionado la declaración de desastre para reconstruir residencias, desempleo y otras necesidades que surjan. Alguna asistencia federal se provee a través de la Administración de Pequeños Negocios (SBA, por sus siglas en inglés) (SBA).

Daños específicos a la infraestructura reportados en el Municipio como consecuencia de huracanes y tormentas tropicales:

Tabla 4.4: Fondos otorgados por el Programa de Asistencia Pública

Año	Nombre del Desastre	Número	Proyectos	Fondos Aprobados
1989	Huracán Hugo	FEMA-842-DR-PR	331	$4,799,483.00
1996	Huracán Hortense	FEMA 1136-DR-PR	60	$747,269.00
1998	Huracán e Georges	FEMA-1247-DR-PR	15	$7,635,214.00
2004	Tormenta Tropical Jeanne	FEMA-1552-DR-PR	85	$942,190.89
2009	Explosión CAPECO	FEMA-3306-EM-PR	8	$70,347.98
2011	Huracán Irene	FEMA-4017-DR-PR	28	$493,925.58
		Total	527	$14,688,430.45

El Programa de Asistencia Pública (PA) provee ayuda a las agencias estatales, municipios y algunas entidades sin fines de lucro de hasta un 75% de los costos elegibles según los requisitos del Programa para reparar y/o reconstruir en las condiciones pre-desastres las facilidades o estructuras que hayan sido afectadas, al igual que el pago por la disposición de escombros y el reembolso de algunos gastos como resultado de una emergencia.

BORRADOR

El Programa de Asistencia para la Mitigación de Riesgos provee fondos para realizar medidas de mitigación estructurales y no estructurales hasta un 75 % de aportación federal con un 25 % de pareo requerido el cuál puede ser en efectivo o in-kind.

Tabla 4.5: Fondos otorgados por el Programa de Asistencia para la Mitigación de Riesgos

Año	Nombre del Desastre	Número	Fondos Aprobados
2003	Inundaciones de Noviembre	FEMA-1501-DR-PR	$ 74,791.00
2004	Tormenta Tropical Jeanne	FEMA-1552-DR-PR	$103,708.00
2004	PDM-C	PDM-2004	$75,000.00
		Total	$253,494.00

El total de fondos provistos por FEMA en el Municipio asciende a $145,723,204.23.

c. Población en áreas vulnerables

La isla de Puerto Rico, incluyendo el Municipio de San Juan, es susceptible a la acción de los huracanes. Las áreas más vulnerables varían de acuerdo a la trayectoria, velocidad de traslación, velocidad de los vientos y pluviosidad del huracán.

Si el huracán siguiera un rumbo paralelo a la costa norte de Puerto Rico, con vientos fuertes y constantes y con una velocidad de traslación baja, podría haber daños mayores en las estructuras ubicadas en la costa debido al efecto de la marejada ciclónica. Esto sería producto de la acción combinada del viento, la inundación y la erosión costera.

En la zona rural, las áreas más expuestas a los daños por viento son las estructuras ubicadas en los parteaguas o cimas de los cerros, donde están expuestas a velocidades mayores. También hay que incluir los lugares donde la morfología de los valles induzca efecto *Venturi* mediante el cual se acelera la velocidad del viento al estrecharse el área diametral de flujo. A través del Municipio la población más vulnerable al efecto de los vientos es la que reside en estructuras mal construidas que generalmente abundan en comunidades de bajos recursos económicos. Los daños por los desbordamientos de ríos y quebradas provocadas por las lluvias que acompañan los huracanes serán discutidos dentro de la sección de inundaciones.

d. Infraestructura crítica en áreas vulnerables

Al igual que la población, toda la infraestructura del Municipio es en mayor o menor grado vulnerable al efecto de los vientos. Los daños potenciales que puede generar el viento dependen de la fuerza con que actúa sobre la estructura y su resistencia. La fuerza es función de la velocidad y duración del viento. La resistencia varía de acuerdo al diseño, tipo, calidad y protección que tenga la estructura.

El poder destructor de los vientos huracanados se clasifica de acuerdo a la escala Saffir-Simpson que los categoriza en cinco tipos de acuerdo a su velocidad y a la altura de la marejada ciclónica

BORRADOR

que generan incluida en la tabla a continuación.

En el Municipio las estructuras más vulnerables al efecto de los vientos huracanados son las viviendas de madera, o de cemento y madera (construcción mixta) debido a que la mayor parte de éstas no posee un sistema continuo de transferencia de cargas laterales y verticales (levantamiento hacia arriba) desde el techo hasta los cimientos. Esto se debe a que no han sido construidas de acuerdo a los reglamentos de construcción vigentes, ni supervisadas por ingenieros o arquitectos durante su construcción. La mayor parte de éstas ha sido edificada con recursos limitados y pertenece a familias de ingresos bajos o moderados.

Tabla 4.6: Escala Saffir-Simpson

Tipo	Categoría	Daño	Velocidad del viento	Altura de la marejada ciclónica
Huracán	1	mínimo	74-95	4-5 pies
Huracán	2	moderado	96-110	6-8 pies
Huracán	3	extenso	111-130	9-12 pies
Huracán	4	extremo	131-155	13-18 pies
Huracán	5	catastrófico	>155	>18 pies

Al presente información proveniente de los inventarios hechos por el Programa de Comunidades Especiales indica que en 38 comunidades hay 11,959 unidades de vivienda de madera y 2,311 de construcción madera y hormigón o bloque (construcción mixta) en las comunidades especiales, que es donde está la mayor parte de las estructuras de éste tipo.

Tabla 4.7: Inventario de Viviendas de Madera y Construcción Mixta

Comunidad	Unidades de Vivienda	Madera y Construcción Mixta
Buen Consejo	715	285
Bda. Venezuela	512	201
Hill Brothers Sur	768	209
Plebiscito I, II y III	138	58
Borinquen	30	25
Yambele	63	25
Monacillos	138	88
La Marina	109	70
Vista Alegre	140	35
Figueroa	435	252
La Perla	125	53
Shangai	275	77
Puerta de Tierra	143	
Alto del Cabro	70	57

BORRADOR

Parcelas Canejas	637	212
Caimito	138	56
Las Curias	458	144
Quebrada Arenas	101	39
Sector Julito	68	13
Mórcelo	205	72
El Gandul	320	116
El Checo	62	22
Parcelas Falú	1478	545
Los Peñas	316	196
El Polvorín	56	41
Trastalleres	153	67
Corea (Caimito)	334	147
Tierra Santa	54	30
Villa Palmeras	660	171
Tortugo	824	285
Bo. Dulce	259	109
Antigua Vía Hoyo 1	162	106
Chapero	127	29
Victoria	288	58
Chícharo/Seboruco	538	189
Hill Brothers Norte	809	283
Villa Clemente	141	59
San Felipe	138	48
Total	11,981	4,472

BORRADOR

En la Actividad de Mitigación 7, incluida en el Capítulo 5 se mantiene identificar estructuras en áreas vulnerables y de alto riesgo. De éstas se determinarán cuáles están incluidas bajo los diversos programas de ayuda gubernamental, incluyendo las que están siendo rehabilitadas o reubicadas con fondos de los Programas del Departamento de la Vivienda.

Las restantes serán clasificadas de acuerdo a un análisis de costo-beneficio para determinar cuáles ameritan ser rehabilitadas o reforzadas contra los efectos de los vientos huracanados. Las que ameriten ser rehabilitadas o reforzadas, si otros factores lo permiten (por ejemplo, que no estén en zona inundable o terrenos inestables), podrán ser rehabilitadas o reforzadas estructuralmente a partir de sus elementos más vulnerables. Las que no ameriten ser rehabilitadas o reforzadas deberán ser evaluadas considerando las necesidades de la familia que la habita para determinar si debe ser reubicada en una vivienda segura o si se reconstruye su vivienda en la misma comunidad donde estaba.

e. Estimado de daños que potencialmente pueden producir los huracanes

La probabilidad que el Municipio sea impactado por huracanes en términos de intensidad y frecuencia se obtuvo del trabajo preparado por Todd Kimberlain de NOAA: *Map of Empirical Probabilities of Named Storm*, que aparece en la bibliografía de la revisión de este Plan. La frecuencia de huracanes que han afectado significativamente al Municipio se obtuvo mediante la determinación de las declaraciones de desastres en que se incluyó al municipio, información del periódico El Nuevo Día, información suministrada por la Oficina de Planificación y la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, literatura técnica del U.S. Geological Survey (USGS), NOAA y las fuentes de información científica que aparecen en la bibliografía utilizada en la preparación de este Plan.

El valor promedio de los daños causados por un huracán en el Municipio fue calculado a base de datos de daños económicos provistos por FEMA y por el Municipio para los huracanes Hugo, Hortense y Georges. Se seleccionaron estos huracanes como representativos de los daños producidos por estos fenómenos Estadísticamente el número de huracanes que pueden pasar a menos de 60 millas es de 12. No obstante para compensar el incremento en el número de huracanes por efecto del cambio climático, se asumió que pasarán 14 huracanes a menos de 60 millas.

Para estimar los daños se determinó el valor de los daños causados por estos eventos, que alcanzó un mínimo de $23,588,200. Este valor fue multiplicado por el número de huracanes que podrían pasar en 112 años a menos de 60 millas del Municipio que es de catorce huracanes.

Este valor fue dividido entre 106 para estimar la pérdida promedio anual. Mediante estos cómputos se determinó que el daño promedio anual causado por los huracanes en el Municipio de San Juan asciende a $2,945,525.

f. Condiciones que exacerban o mitigan el peligro de huracán

Un número significativo de residencias particularmente en las áreas de bajos recursos económicos son altamente vulnerables a los efectos de los vientos huracanados, ya que han sido construidas inadecuadamente. Muchas de estas estructuras han sido construidas con columnas de hormigón y paredes de madera, bloque y techo de cinc. La mayoría de éstas no resistiría los embates de un huracán de categoría mayor o igual de 2 en la escala Saffir-Simpson. No obstante, la mayoría de las estructuras en el Municipio, por estar mejor construidas y/o haber cumplido con los reglamentos de construcción, presenta un mínimo aceptable en cuanto a su resistencia a vientos huacanados como los que han ocurrido en los pasados 25 años.

Otro factor agravante es que en estas comunidades continua la construcción de viviendas, sin permisos de construcción, sin medidas adecuadas de protección contra vientos huracanados fuertes y en zonas susceptibles a inundaciones.

Por otro lado muchas personas adquieren tormenteras pensando que estarán protegidos contra vientos huracanados fuertes cuando en realidad la protección que algunas de éstas brindan es sólo para resistir vientos de categoría 2, por lo que en caso de un huracán de categoría 3 o más

BORRADOR

muchas personas podrían erróneamente creer que están protegidos cuando en realidad no lo están.

A largo plazo, el problema que presentan los huracanes será potencialmente mayor debido al efecto del cambio climático y el calentamiento global. Uno de los escenarios que se perfila durante las próximas décadas es un incremento en la magnitud y frecuencia de huracanes en la región del Atlántico sureste de las Antillas (Cabo Verde), que es donde se forman los que nos afectan en Puerto Rico. Esto implica que podríamos ser afectados con mayor frecuencia por huracanes de categoría 4 y hasta 5, por lo que de ocurrir uno de estos huracanes los daños serían mucho mayores ya que gran parte de la infraestructura no está diseñada para resistir vientos de estas categorías. Una condición general que ha mitigado el efecto de los vientos huracanados ha sido la substitución general de casas en madera, paja y materiales poco resistentes a la acción de los vientos huracanados por casa de hormigón que hoy comprenden la inmensa mayoría de las casas como consecuencia de als mejores en el nivel económico general de la población.

2. Inundaciones

a. Información general

Entre todos los peligros naturales a los cuales está expuesto el Municipio y Puerto Rico, las inundaciones son las que presentan el mayor problema ya que afectan a una porción substancial de los residentes del Municipio y han cobrado mayor número de vida en Puerto Rico. Más de la mitad (31.14 km^2) del área total del municipio (60.63 km^2) es susceptible a inundaciones (51.4%). Su magnitud, frecuencia, características y extensión son producto de diversos factores que causan los seis tipos básicos de inundaciones identificados en el municipio.

En 1960 fallecieron más de 100 personas en Humacao como consecuencia de las inundaciones que produjeron las intensas lluvias que acompañaron al huracán Donna al pasar cerca de Puerto Rico. Desde entonces, los efectos de las inundaciones provocadas por el paso del huracán Eloísa en 1975, David y Federico en 1979, una onda tropical estacionaria en octubre de 1985, el huracán Hugo en 1989, las lluvias del día de Reyes de 1992, el huracán Marilyn en el 1995, Hortense en 1996, y el huracán Georges en 1998 han causado la pérdida de decenas de vidas y billones de dólares en daños.

Muchas de las inundaciones que ocurren en la Isla son producidas por las intensas lluvias que caen en el interior montañoso central, donde nacen los principales ríos de Puerto Rico. Éstas generan gran cantidad de escorrentía que discurre desde las laderas hasta la red de ríos y quebradas, a través de los cuales el exceso de agua drena hacia las partes bajas de las cuencas. La corta longitud y marcado declive de los ríos en la Isla favorece que, durante estas lluvias, los ríos alcancen su caudal máximo en un período de tiempo relativamente corto. Ésta es la causa principal de la inundaciones repentinas que causan el desbordamiento de los ríos en las llanuras aluviales y llanos costeros, haciendo que periódicamente queden bajo sus aguas.

El crecimiento desmedido y la construcción en zonas susceptibles a inundaciones han creado un serio problema de inundaciones a través de la mayor parte de los valles aluviales y llanuras costeras de la Isla. Datos de la *Junta de Planificación* revelan que aproximadamente 160,000

BORRADOR

familias viven en zonas susceptibles a inundaciones. Se estima que 14,000 de estas familias viven en zonas del alto riesgo, donde la velocidad del agua durante las crecidas es capaz de arrastrar vehículos y personas.

Como se mencionó anteriormente, las inundaciones que afectan al municipio de San Juan son producto de tres tipos de condiciones. Éstas incluyen las inundaciones ribereñas asociadas al desbordamiento de los ríos, quebradas y canales. Las que resultan de deficiencias en los sistemas de drenaje pluvial debido a la falta de gradiente adecuado, capacidad hidráulica insuficiente, sedimentación excesiva y obstrucción por residuos sólidos. Finalmente están las que son producto de las zonas expuestas al efecto de las marejadas, como ocurre en litoral costero del municipio.

A partir del análisis de los mapas de la *Junta de Planificación*, se determinó que el 18.77% del área del municipio de San Juan, equivalente a 23.90 km^2, es susceptible a inundaciones por desbordamiento de ríos. De éstos, 14.73 km^2 o el 11.57 % del área inundable está en la zona AE, y 4.91 km^2 o el 3.86% está en la zona inundable A.

En cuanto a la peligrosidad de las diversas zonas susceptibles a inundaciones cabe señalar que los mapas de tasas de seguro contra inundaciones (FIRMs) del Programa Nacional de Seguro contra Inundaciones (NFIP) identifican seis categorías de zonas inundables. Las propiedades ubicadas en las zonas inundables (Zona A o Zona AE) así como las que están en la zona de la marejada (Zona V o Zona VE) están ubicadas en la zona de mayor peligro debido a que la velocidad de la corriente es capaz de arrastrar vehículos y personas. La zona de la inundación de los 100 años fuera del cauce mayor (zona AE, así como la zona de la inundación de los 500 años (Zona X), siguen en orden descendente de peligrosidad.

En promedio, Puerto Rico sufre los efectos adversos de inundaciones severas una vez cada diez años, principalmente como consecuencia de los huracanes que azotan la Isla o su vecindad (Quiñones, 1992). Entre 1988 y 1994 la Isla ha sido afectada por 17 inundaciones severas (USGS, 1999). Nueve de estas inundaciones se originaron de tormentas y ondas tropicales. Los efectos de estas inundaciones se acentuaron debido al desarrollo urbano en los valles de los ríos principales, mayormente en los valles costaneros. Se estima que más de 160,000 familias viven en zonas inundables. De estas hay 14,500 familias para un total de 55,000 habitantes que viven en zonas de máximo riesgo a inundaciones.

Áreas Susceptibles a Inundaciones de Ríos

Las zonas inundables están clasificadas de acuerdo a la posibilidad de que ocurro un evento en un periodo de 100 años o en un periodo de 500 años. Para esto la FEMA ha preparado unos mapas que identifican las zonas susceptibles a inundación según las categorías que se describen a continuación:

Tabla 4.8: Definición de Zonas Inundables

Zona Inundable	Descripción
ZONA A	A- La planicie de inundación base, cartografiada por métodos aproximados, es decir, los BFEs no están determinados. A esto se le llama a menudo una Zona A no numerada o una Zona A aproximada. A1-30- A éstas se les conoce como Zonas A numeradas (por ejemplo: A-7 ó A-14). Ésta es la planicie base donde en el FIRM muestra un BFE (formato antiguo). AE- La planicie de inundación base donde se proveen las elevaciones de inundación base. Las Zonas AE se ilustran ahora en el nuevo formato de FIRM, en lugar de las Zonas A1 – A 30. AO- La planicie de inundación base con un flujo liso, una acumulación o inundación llana. Se proveen las profundidades de inundación base (pies sobre tierra). AH La planicie de inundación base de inundación llana. Se proveen los BFE. A99- Área que se protegerá de la inundación base por medio de diques o sistemas federales de protección contra inundación en construcción. Los BFE no están determinados. AR La planicie de inundación base que resulta de la decertificación de un sistema contra inundación previamente acreditado que esté en proceso de ser restaurado para proveer una protección contra inundación de un nivel de100 años o más.
Zona V y VE	V El área costera sujeta a peligro de velocidad (acción del oleaje) en el que no se determinan los BFE en el FIRM. VE El área costera sujeta a peligro de velocidad (acción del oleaje) en el que se determinan los BFE en el FIRM.
Zona B	Un área de peligro de inundación moderado, usualmente el área entre los límites de inundaciones de 100 y 500 años. Las Zonas B son utilizadas, además, para designar las planicies de inundación base de menor peligro, como áreas protegidas por diques de la

BORRADOR

Zona Inundable	Descripción
	inundación de 100 años, o áreas de inundación de poca profundidad con profundidades promedio de menos de un pie o áreas de drenaje de menos de una milla cuadrada.
Zona C y Zone X (sin sombrear)	Un área de peligro de inundación mínimo, usualmente ilustrada en los FIRM como que excede el nivel de inundación de 500 años. La Zona C puede tener alguna acumulación y problemas de drenaje que no requieren un estudio detallado o una designación como planicie base. La Zona X es el área que se ha determinado como que está fuera del nivel de inundación de 500 años y protegida por un dique del nivel de inundación de 100 años.
Zona D	Área de peligro de inundación no determinado, pero posible.

Las áreas costeras son susceptibles a la marejada ciclónica cuando existe la amenaza de un huracán. La marejada puede penetrar tierra adentro dependiendo de la trayectoria del huracán. El promedio de inundaciones es de aproximadamente una cada 2 años. De acuerdo con FEMA, cinco de los 35 desastres de huracanes más costosos, en términos de daños, han afectado a Puerto Rico. Además, cuatro de los diez huracanes más costosos, en términos de la ayuda provista por FEMA afectaron a Puerto Rico.

Todos estos eventos naturales han evidenciado la importancia de los Mapas del Seguro Nacional Contra Inundaciones y sus respectivos estudios, tanto en la respuesta al desastre como en la mitigación del peligro natural. Este tipo de desastres han demostrado cuán importante es tener la capacidad de obtener fácilmente mapas de riesgo que reflejen las condiciones existentes de un posible riesgo a inundación.

Sedimentación, Erosión y Escombros

Las causas principales de la sedimentación son: la tala de árboles, la preparación de terreno para desarrollar proyectos urbanos, construcciones, la falta de implantación de reglamentos para controlar la erosión, sedimentación y transporte; prácticas ineficientes para seleccionar áreas y deficiencia en el diseño de los proyectos para mantener en su estado natural las cuencas de los cuerpos de agua.
Históricamente, las aguas de escorrentía vienen acompañadas por árboles, motores de vehículos abandonados, todo tipo de escombros como la basura y animales muertos. Por otro lado, muchos de los motores de vehículos han sido depositados ilegalmente en las quebradas, arroyos y ríos, y las agencias pertinentes no los han podido remover antes del evento.

Método de Alerta

El “USGS” mantiene y opera una red de alerta de tiempo real a través de todo Puerto Rico en cooperación con quince (15) agencias del gobierno local. Este es el único sistema o red de alerta

de riesgo en el Caribe. La red provee información sobre lluvias, flujo de corriente y niveles del agua en los lagos que sirven como reservas de agua en todo Puerto Rico. Esta información es utilizada a diario para monitorear los efectos hidrológicos importantes en los suministros de agua de Puerto Rico. Las agencias a cargo de la seguridad pública durante tormentas e inundaciones han comprobado que el sistema es sumamente útil.

Este sistema de red de alerta consiste en levantar información hidrológica para medir el flujo de corriente, lluvias, niveles de agua en los lagos y estaciones meteorológicas. La información levantada es transferida a una facilidad del "USGS" cada cuatro (4) horas bajo condiciones normales. Durante inundaciones o lluvias copiosas, el sistema cambia a un estado de emergencia transmitiendo información cada cinco minutos. Esta información es transmitida desde unas áreas de campo de control a un satélite y luego enviada a una computadora del "USGS". La información es interpretada inmediatamente por la computadora. Rápidamente, la información se hace disponible para cooperar con las agencias que están enlazadas a la computadora del "USGS" en menos de cinco minutos después de transmitida desde el campo.

En el caso del Huracán Hortense, los residentes de Puerto Rico fueron alertados por el "National Hurricane Center for Tropical Storm Warning" cincuenta y cinco (55) horas con anterioridad causados por este evento de Categoría 1 en la escala Saffir-Simpsom. Sin embargo, las inundaciones repentinas ocasionadas por el huracán tuvieron su efecto máximo a solo cuatro (4) minutos después de la alerta de inundaciones repentinas.

Las inundaciones presentan muchas situaciones que afectan a las personas y a las propiedades entre las que se encuentran:

- Peligros para la seguridad de personas
- Problemas para la salud tanto emocionales como físicos
- Dañan edificaciones y la infraestructura
- Destruyen el contenido de las edificaciones

Las aguas en movimiento causan más problemas que aguas en reposo. Cualquier cosa que esté fuera de una edificación y que no este bien anclado al suelo puede ser fácilmente arrasado por las aguas de inundación, por ejemplo, juguetes, tanques de gasolina, estructuras, piedras, herramientas, vehículos, etc. Las aguas de en las inundaciones, toman aun mas fuerza cuando arrastran escombros. Estos deshechos pueden golpear tanto a las personas como a las edificaciones causando así mayores problemas. Muchos de los cuerpos rescatados de las personas que son arrastradas por los ríos presentan múltiples golpes y la causa no es por ahogamiento. Las aguas de inundaciones pueden también conducir energía eléctrica y esconder desperdicios.

El mayor número de personas muertas durante una inundación está representado por aquellos que intentan manejar su vehículo en calles inundadas. Los vehículos pueden flotar en tan solo dieciocho pulgadas de agua por lo que estar en un auto durante una inundación no es el lugar más adecuado.

Las inundaciones también provocan una serie de Peligros a la Salud. Las aguas de las inundaciones no son limpias. Las mimas contienen lodo, sedimentos, aceites de carreteras y aguas negras de alcantarillas. La comida, los cosméticos, medicinas, juguetes y artículos similares que han estado en contacto con esta agua quedan contaminados y deben ser eliminados. La ropa y los utensilios de cocina deben ser bien lavados con agua potable y jabón para desinfectarlos. Moho y bacterias crecen y se reproducen en áreas húmedas y son muy difíciles de remover por completo. Si el sistema de agua potable se llega a contaminar, el departamento de salud recomienda hervir toda el agua que vaya a ser usada para beber y para limpieza del hogar.

Las inundaciones y desbordamientos también tienen incidencia en la salud mental de las personas en ambos casos, durante los peligros que se corren durante el evento y debido a las preocupaciones de pensar en las consecuencias. El estrés causado por las inundaciones es agravado por la fatiga durante las labores de limpieza y la ansiedad sobre la pérdida del ingreso, de bienes materiales y los riesgos a la salud. Los niños y los ancianos son especialmente vulnerables a impactos negativos.

El impacto del agua en las estructuras y la infraestructura es muy costoso. Las aguas no solamente dañan los edificios si no que pueden destruir la infraestructura existente (líneas de energía eléctrica, tuberías, carreteras, etc.). En las propiedades residenciales los sistemas eléctricos se ven afectados al igual que aquellos elementos de madera y otros materiales perecederos.

Como se discutió anteriormente, las aguas en movimiento pueden transportar escombros que arrastra en su camino. Estos escombros son capaces de destruir estructuras como edificios o puentes; a su paso arrasan con la vegetación y erosionan los bancos de los ríos.

El contenido de las estructuras es severamente daño por el agua. Los muebles de madera quedan torcidos y los cojines quedan inútiles. Otros elementos que se ven fuertemente afectados son la tapicería, los colchones y los libros los cuales no vale la pena intentar secarlos y restaurarlos. El moho se esparce rápidamente por el resto de los escombros. Todos los enseres eléctricos que se mojaron así como motores eléctricos no volverán a trabajar propiamente a no ser que sean revisados y reparados por un profesional de la materia quienes conocen las técnicas apropiadas para secarlos y limpiarlos correctamente.

Los incrementos en el volumen de escorrentías resultan de la impermeabilización de la superficie del área de captación de aguas de los sumideros y de la concentración excesiva de escorrentías proveniente de otros lugares que antes no desaguaban en éstos.

Por otro lado, ocurren inundaciones locales asociadas a deficiencias en los sistemas de drenaje pluvial debido a que no tienen suficiente capacidad hidráulica, están deteriorados como ocurre en lugares como Ocean Park los espolones donde desaguan hacia el mar las escorrentías de varios sectores de Santurce, o por obstrucciones provocadas por basura y sedimento.

Finalmente las marejadas en la costa pueden afectar gran parte de las estructuras ubicadas al norte del Área del Condado y Ocean Park. Las marejadas mayores podrían ocurrir asociadas al paso de un huracán de categoría 3 o mayor cuyos vientos soplen de manera constante de norte a

sur como sería el caso de un huracán que discurra sobre el Océano Atlántico, paralelo a la costa, con rumbo de este a oeste y con baja velocidad de traslación.

Por otro lado es importante indicar que hay marejadas fuertes que se producen como resultado de sistemas ciclónicos estacionarios o frentes de frío, ubicados cientos de millas al norte de Puerto Rico y que producen recurrentemente las marejadas conocidas como de "Los Muertos", por ocurrir generalmente a principios del mes de noviembre.

b. Eventos históricos y recientes

Los principales eventos recientes de inundación que han ocurrido en la cuenca del Ro Piedras han estado asociados al paso de huracanes, ondas, fuertes vaguadas y depresiones tropicales cuyas lluvias han creado problemas locales de inundación.

La siguiente tabla muestra una breve descripción de los eventos que han afectado en mayor o menor grado al Municipio. Ésta revela que durante los primeros 60 años del pasado siglo la frecuencia de inundaciones fue muy baja ya que solamente ocurrieron 4 eventos significativos en 60 años mientras que en los 45 años transcurridos desde el 1960 al presente han ocurrido 23 eventos. Las décadas del 70 y del 80 fueron las más activas ya que ocurrieron 6 eventos en cada una de éstas. A partir del 2000, en tan sólo 5 años ya han ocurrido 5 eventos por lo que de continuar este patrón la década presente podría ser la más activa en el registro histórico de inundaciones. Este incremento en la frecuencia de inundaciones significativas sugiere fuertemente que el grado de exposición a inundaciones ha incrementado como consecuencia de la construcción en zonas inundables, la deforestación e impermeabilización de la cuenca y cambios en los patrones meteorológicos que pudieran estar asociados al cambio climático global.

Tabla 4.9: Principales Inundaciones que han Afectado al Municipio: 1899 al 2014

Fecha	Descripción del Evento
08/08/1899	Huracán San Ciríaco; Caen unas 23" en 24 hrs. Mueren unas 3,000 personas y los daños alcanzan unos $35 millones en la Isla .
09/13/1928	Huracán San Felipe II: Mueren unas 300 personas en toda la Isla. Los daños alcanzan entre $50 y $85 millones.
29/09/32	Huracán San Ciprián: Unas 40,000 casas son destruidas. Mueren 300 personas y los daños ascienden a $30 millones en toda la Isla.
08/12/1956-	Huracán Santa Clara (Betsy): Provoca 11 muertes y $40 millones en pérdidas a través de la Isla.
06/09/1960	Huracán Donna: Caen 19" en 24 horas. Unas 484 casas son destruidas. Hay 107 muertes y los daños ascienden a $7.5 millones.
27/08/1961	Una onda alisia produce 18" de lluvia en 24 hrs., 630 viviendas son destruidas. Mueren 5 personas y los daños ascienden a $11 millones.

BORRADOR

9/12/1965 al 11/12/1965	Frente de frío estacionario causa inundaciones que provocan la muerte a 3 personas y pérdidas por $11 millones.
5/10/1970 al 10/10/1970	Depresión tropical estacionaria. Caen 38.4" en 3 días. Unas 660 casas y 6 puentes son destruidos. Ocurren 18 muertes y los daños ascienden a $18 millones a través de toda la Isla.
15/09/1975 al 17/09/75	Tormenta Eloísa: Ésta es la inundación que más daños ha provocado en Hormigueros y la cuenca de Guanajibo. Caen 23" en 24 hrs., 15 puentes son destruidos y 39 sufren daños significativos. Hay 34 muertes, 29 desaparecidos y $125 millones en pérdidas.
07/10/1977	Onda tropical asociada a una vaguada en la alta atmósfera. Caen de 6"a 8" de lluvia. Hay 2 muertes y los daños alcanzan unos $4 millones.
26/10/1978 al 27/10/1978	Onda tropical combinada con vaguada en altos niveles de la atmósfera. En Humacao se registra un máximo de 8.3" de lluvia en 24 hrs.
29/8/1979 al 31/8/1979	Huracán David: Causa que quede bajo las aguas la totalidad de la llanura inundable del Río La Plata provocando daños sobre $5 millones y la muerte de dos personas que perecieron ahogadas. En la Isla unas 800 casas son destruidas y 8,000 averiadas. Los daños alcanzan $125 millones.
04/ 09/ 1975	Tormenta tropical Federico: Caen 18" de lluvia en 3 días. Mil viviendas destruidas y $7 millones en daños a través de la Isla.
12/9/1982 al 13/9/1982	Onda tropical. Caen unas 13" de lluvia en Peñuelas. Una muerte y $6 millones en daños.
3/11/1984 al 5/11/1984	Vaguada estacionaria de alto nivel se convierte en la tormenta tropical Klaus. Lluvia intensa que alcanza de 3"a 5" en 3 hrs. Una muerte y $11 millones en pérdidas.
17/5/1985 al 18/05/1985	Centro estacionario de baja presión. Lluvia de casi 4" en una hora. Una muerte y $37 millones en pérdidas.
6/10/1985 al 7/10/1985	Depresión tropical: Desbordamiento de los ríos principales a través de la Isla. Se afectan 3,000 viviendas, ocurren 170 muertes y las pérdidas alcanzan $125 millones. Ocurre el derrumbe de Mameyes
10/07/1986	Lluvias fuertes, inundaciones, deslizamientos y flujos de lodo
12/17/1987	Tormenta severa e inundaciones

BORRADOR

22/01/1992	Inundación y tormenta severa
9/9/1996 al 10/9/1996	Huracán Hortense
20/9/1998 al 22/9/1998	Huracán Georges
7/11/2001 al 9/11/2001	Tormentas severas e inundaciones
6/5/2001 al 11/5/2001	Inundaciones: Se registraron fuertes lluvias que causaron inundaciones severas, así como daños por un total de $50,846.
06/05/2001	Inundaciones, provocadas por lluvias intensas que afectaron el norte de Puerto Rico
12/11/2003 al 14/11/2003	Tormenta severa. Inundaciones, deslizamientos de tierra y lodo provocados por una onda tropical y una vaguada en la alta atmósfera.
14/09/2004	Tormenta Tropical Jeanne
27/8/2011	Huracán Irene
06/18/2013	Inundaciones, provocadas por lluvias intensas que afectaron a San Juan como resultado de una Onda Tropical, 9.23 pulgadas de lluvia se registraron en un periodo de 24 horas, rebasando varios récords de precipitación en los últimos 100 años.

Datos suministrados por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias en torno a daños registrados en el Municipio de San Juan en años recientes fueron presentados en las tablas 4.3, 4.4 y 4.5.

c. Población en áreas vulnerables

De acuerdo al Plan anterior hay una gran cantidad de residentes viven en zonas susceptibles a inundaciones. En el caso de las residencias alquiladas el potencial de pérdidas es mayor debido a que estas propiedades generalmente no tienen asegurados sus contenidos. Unas 67,362 personas, equivalentes al 17.23% del total de la población del Municipio, viven en zonas

BORRADOR

susceptibles a inundaciones. El censo de 2010 establece que 15,224 residen en la zona del cauce mayor y 37,972 personas residen en la zona de inundación de los 100 años (Zona AE)

Hay 36,001 viviendas en las zonas inundables que comprenden el 18.01% del total de viviendas en el Municipio. De éstas, el 18.97% son alquiladas, lo que indica que en éstas últimas el potencial de pérdidas es mayor debido a que estas propiedades generalmente no tienen asegurados sus contenidos.

Unas 34,200 personas, lo que equivale al 21.66% de la población ubicada en las zonas inundables, viven bajo el nivel de pobreza. Esto indica que poco más de una cuarta parte de la población en estas áreas tiene recursos muy limitados para responder y recuperarse adecuadamente luego de las inundaciones.

El 21.07% de las personas que viven en las zonas inundables no posee diploma de escuela superior. Específicamente éstos ascienden a 15,941 residentes, lo que indica que será necesario interactuar de forma más directa y personal con este segmento de la población ya que los medios escritos pueden tener un impacto más limitado.

Tabla 4.9: Perfil Socioeconómico de las Familias ubicadas en Zonas Susceptibles a Inundaciones

Zona	Área km 2	Población	Unidades deVivienda	Viviendas de alquiler	Población bajo nivel de pobreza
A	4.91	15,224	7,530	2,924	11,961
AE	14.73	37,973	19,832	8,209	16,809
VE	0.28	345	344	87	67
500 Años	3.99	13,820	8,295	3,891	4,988
Total	23.90	67,362	36,001	15,111	33,825
Total	127.33	390,937	199,947	79,636	156,175
Zona	**Sin diploma de escuela**	**Sin vehículo de motor**	**Asistencia pública**	**Mayores de 65 años**	**Hogares de un solo jefe**
A	6,153	3,434	2,670	1,872	853
AE	7,562	5,346	2,327	5,741	2,131
VE	24	43	18	63	4
500 Años	2,202	1,980	998	2,053	774
Total	15,942	10,803	6,013	9,729	3,762
Total	75,653	52,069	21,628	57,830	19,976

Unas 10,802 personas, equivalente al 20.75% de la personas que viven en zonas inundables, no tienen vehículos de motor. Esto es indicativo de las limitaciones de movilidad de los ciudadanos de estas áreas, ya que esta población no tiene la capacidad para movilizarse por si misma hacia sitios seguros.

BORRADOR

Tabla 4.10: Infraestructura en Zonas Susceptibles a Inundaciones

Categoría de Infraestructura	Magnitud de Riesgo				
	Total en Riesgo	AE	VE	A	500 años
Parcelas Comerciales	1719	768	0	181	770
Escuelas	49	28	0	4	17
Policía	6	5	0	0	1
Bomberos	1	1	0	0	0
Agencias de gobierno	4	2	0	0	2
Centro de cuido	3	2	0	1	0
Agua potable (metros)	190,665.17	117,449.00	372.51	22,990.51	49,853.15
Líneas sanitaria (metros)	195,416.86	127,067.48	221.29	18,738.72	49,389.36
Líneas telefónicas (metros)	20,591.71	10,396.32	0	1,952.24	8,243.15
Líneas de gas (metros)	52,603.23	30,212.51	0	5,752.53	16,638.19
Líneas de gasolina (metros)	2,232.80	681.97	0	1,550.84	0
Bombas de agua	0	0	0	0	0
Plantas de filtración AAA	1	1	0	0	0
Plantas de tratamiento Aguas Negras	1	1	0	0	0
Líneas eléctricas (metros)	38,885.22	26,486.87	0	6,462.81	5,935.54
Subestaciones AEE	20	9	0	5	6
Seccionadora de transmisión	4	1	0	1	2
Planta generatriz AEE	0	0	0	0	0
Tanques de agua	1	0	0	0	1
Carreteras primarias (metros)	60,489.88	36,393.43	34.75	7,004.22	17,057.48
Carreteras secundarias (metros)	467.89	371.94	0.00	0.00	95.95
Carreteras terciarias (metros)	429.80	371.13	0.00	0.00	58.67
Caminos vecinales (metros)	190,729.20	116,475.14	297.32	29,978.33	43,978.40
Puentes	74	59	0	6	9
Pozos	56	34	0	2	20
Parques recreativos	10	7	0	1	2
Centro comercial	2	1	0	0	1
Hospitales	4	4	0	0	0
Aeropuertos	0	0	0	0	0
Puerto	1	1	0	0	0
Comunicaciones	129	77	2	8	42
Gasolineras	45	29	1	3	12

En cuanto a asistencia pública, unas 6,012 personas, equivalentes al 27.80% de los que están ubicados en zonas inundables, dependen de esta ayuda. Este número es indicativo del número mínimo de personas que necesitarían asistencia pública en caso de desastre, y del número de

BORRADOR

personas a las cuales habría que proveerle los recursos para satisfacer sus necesidades más básicas.

Unas 9,729 personas, equivalente a 16.82% de las que viven en zonas inundables, son mayores de 65 años. Esto indica la población en zonas inundables podría tener necesidades particulares que necesitarán ser atendidas debido a limitaciones de movilidad, salud y comunicación.

El número de familias que viven en zonas inundables donde, según el censo, hay un jefe de hogar hembra sin esposo presente es de 3,762. Esto indica la necesidad de desarrollar estrategias que atiendan las necesidades de cuido de los niños de todas las edades para que la jefe de hogar pueda continuar proveyendo el sustento.

d. Infraestructura crítica en áreas vulnerables

Unas 41,491 viviendas de las residencias del Municipio de San Juan, están ubicadas en zonas inundables. Un total de 2 establecimientos comerciales, 49 escuelas, 4 agencias de gobierno, 4 hospitales, 3 centros de cuido, 1,719 parcelas comerciales, una estación de bomberos y 6 agencias de seguridad están localizados dentro de estas zonas.

Por otra parte, hay algunas facilidades de infraestructura en la zona inundable entre las cuales se incluye instalaciones de agua potable y alcantarillado sanitario, un tanque de agua, líneas eléctricas, de gasolina, telefónicas y de gas, 4 seccionadoras de transmisión, 20 subestaciones de AEE, una planta de tratamiento, una planta de filtración AAA de aguas negras, carreteras primarias, secundarias, terciarias y caminos vecinales, 74 puentes, 56 pozos, 10 parques recreativos, un puerto, 129 facilidades de comunicaciones y 45 gasolineras.

Los detalles de toda esta infraestructura aparece en tabla de infraestructura ubicada en zonas susceptibles a inundaciones. Dentro del área de San Juan existen ciertos sectores que comúnmente se afectan por inundaciones que surgen como consecuencia de lluvias fuertes que acompañan a los huracanes. En la siguiente tabla se detallan estos sectores, que por pasados eventos, el Plan anterior y estudios realizados se han identificado como susceptibles a inundaciones.

Tabla 4.11: Áreas y Sectores Susceptibles a Inundaciones

Barrio	Sector	Areas, carreteras y calles
Santurce	Playita	Todo el Sector
	Barrio Obrero	Calles 1 – 13, calles B y C, Bartolomé de las Casas, Callejón el Pilar, Tapia, Argentina, Brazil, Cortijo, El Nene, Coral, Faro, Webb, San Ciprián, Martinó, Williams, Nín, Dolores, Caracas, Buenos Aires, Río de Janeiro, Valparaíso, Haydeé Rexach, San Antonio, San Miguel, Principal, Ave. Rexach y Sector Buena Vista

BORRADOR

	Cantera	Calles Santa Elena, Magdalena, Aponte, Colón, La Fé, Condadito, Guano, Pina, Ramírez, San Vicente, Puente, Villa Real, San Carlos, San Felipe, Los Lirios, Ceiba, Nueva, La Paz, las Marías, Los Padres, La Florida, Santa Rosa
	Santurce Sur	Calles Irizarry, Rosales, Nueva, Ave. Fernández Juncos
	Villa Palmeras	Calles Juncos, Fajardo, Núñez, Prieto, Progreso, Providencia, Colton, Vizcarrondo, La Esperanza, Betances, Gautier Benítez, Palacios, Bella Vista, Ruiz Belvis, Degetau, Linda Vista, Del Río, Santa Cecilia
	Bda. Figueroa	Calle A Final
	Parada 18	Ave. Condado
	Ocean Park	Calle Gertrudis, Cacique, Elena, San Miguel, Tapia, Rampla del Almirante, Calma, Santa Cecilia, Santa MAría, María Moczo, Ave. McKleary
	Punta Las Marías	Villa Internacional # 2 Final
	Loíza	Calles Loíza, Aponte, Las Flores, Manuel Corchado, Colón Rosario
	Condado	Calles Rosario, Vieques, Condado, Bayola, Mayagüez
San Juan	La Marina	Todo el Sector
	Puerta de Tierra	Ave. Fernández Juncos
	Trastalleres	Calles Rosa Sola, Andino
Hato Rey	Bda. Las Monjas	Calles San José, Segarra, San Pío, Venecia, Nemesio Canales, Maestro Cordero, Santiago Iglesias, Pachín Marín, Prudencio Rivera Martínez, Pepe Díaz, Popular, Vieques, Sol, García, Tranquilidad, Quisqueya Final
	Tres Monjitas	Calles Tnte. César González, Chardón, Canal Tokio, Federico Acosta
	University Gardens	Sorbona, Harvard, Columbia, Interamericana, Duke, Fordham Georgetown, Howard, Clemson
	Roosvelt	Juan J. Jiménez
	Floral Park	Juan P. Duarte
	Hato Rey Centro	Res. Jardines de Guayama, Calles Guayama, La Cuba, Francia, Pacífico
Puerto Nuevo	Bechara	Sector Industrial, Calles Segarra, Bechara, Blay, Mariani, Peralta, Ave. Kennedy
	Reparto Metropolitano	Calles 21, 29 38, 52 y 54 S.E., Ave. De Diego
	Caparra Terrace y Las Américas	Ave. Jesús T. Pinero, Calle 47 S.E., Expreso Las Américas
	Caparra Heights	Calles San Patricio, Escorial, Escocia
	Puerto Nuevo Norte, N.O. y N.E.	Calles 18, 20 y 25 N.O., 18 y 20 N.E., Ave. De Diego Final, Esquina Roosevelt, Urb. Industrial Dr. Mario Julia, Comunidad Borinquen, Calle Matadero, Res. Nemesio R. Canales

BORRADOR

	Puerto Nuevo Sur	Calles Antartico, Apeninos, Artigo, Antillas, Andalucía
Monacillo Urbano	College Park	Calles Glasgow y Padua, Residencial San Fernando, Ave. San Fernando
El Cinco	Villa Nevárez	Carr. P.R. 21, Calles 4 y 10
Oriente	San José	Calles Ceuta, Blanes, Villa Castín, Alcañiz, Marginal Ave. Barbosa, Valverde, Cuba, Urdíales, Bravante, Calzada, Flandes, Jerez, Belmonte, Víllalba, Vergel, Texidor, Canet, Almagro, Prolongación, Francia, Canilla y #13
	Villa Padres	Carr. P.R. 181, Entrada Res. Ramos Antonini
Sabana LLana	Country Club	Calles James Bond, Carlos Torres, Ave. Campo Rico
	Hill Brothers	Calles 15 y 39, Ave. Olmo, Los Peña
	Falú	Calles 28, 36 y 37, Paoli, Simón Madera
	Monte Hatillo	Marginal Ave. 65 de Infantería, Ave. Montecarlo
Cupey	Venus Gardens	Calle Acuario
	El Señorial	Calle Paraná, Ave. Winston Churchill

e. Estimado de daños económicos en la zona inundable

Los daños que potencialmente pueden producir las inundaciones se estimaron diferenciando los daños directos a la estructura de los daños a los contenidos. Las pérdidas estructurales incluyen daños al sistema eléctrico, tuberías, ventanas, puertas, baños, paredes, sistemas de aire acondicionado y demás instalaciones que se han fijado a la edificación. Los daños a los contenidos incluyen los muebles, ropa, artefactos eléctricos como televisores y radios, alimentos, libros y demás pertenencias.

Los estimados de daños potenciales se prepararon usando tablas empíricas que relacionan la altura de las aguas al porciento de daño que producen *(damage-depth curves).* Los coeficientes numéricos usados para estimar los daños provienen de las relaciones usadas en el estudio del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. *(Final Feasibilty Report and Environmental Impact Statement: Río Guanajibo PR, Sept. 1994*) que ha usado la misma que se ha aplicado para estimar la costo-efectividad de los proyectos de control de inundaciones en otros lugares de Puerto Rico.

En el Municipio de San Juan la mayor parte de las edificaciones ubicadas en zonas inundables comprenden estructuras residenciales de hormigón cuyo valor, de acuerdo a a la base de datos del modelo HAZUS (versión 2005) desarrollado por FEMA y actualizándolo al costo equivalente al 2014 según fórmula de equivalencia del pago sencillo (Single Payment Equivalence) es de $334,420. Se estimó que el valor promedio de los contenidos, ajustado por inflación al 2005, es de $52,516 a base de los datos del estudio del Cuerpo de Ingenieros de Ejército de los EE.UU. El monto del daño a diferentes alturas que se muestra en la siguiente table incorpora la suma de ambos tipos de daños para cada categoría de profundidad. Esta tabla sirve para estimar las pérdidas de acuerdo a diversos escenarios de inundación en función de la altura a que puedan llegar las aguas dentro de la edificación.

La tabla que sigue muestra la magnitud aproximada de los daños que pueden producir las inundaciones en las 36,001 residencias ubicadas en la zona inundable del municipio de San Juan

BORRADOR

de acuerdo a la altura del agua dentro de la vivienda, el tipo de vivienda, el valor de la estructura y el valor de sus contenidos.

Tabla 4.12: Estimado de Daños Potenciales por Inundación en las Estructuras Residenciales ubicadas en la Zona Inundable del Cauce Mayor y de los 100 años

Zona	#de casas	Valor total de las casas ($)	Valor total del contenido ($)	Daños 2' de agua ($)	Daños 4' de agua ($)	Daños 6' de agua ($)	Daños 8' de agua ($)
A, AE	27,362	3,099,990,186	897,412,905	188,335,600	313,892,666	376,671,199	470,838,999
VE	343.674	38,936,474	11,271,679	327,126,450	399,821,217	645,166,054	772,381,896
Total	27,706	3,138,926,659	908,684,584	515,462,050	713,713,883	1,021,837,253	1,243,220,895

Por otro lado el valor promedio anual de pérdidas económicas debido a inundaciones se estimó empíricamente tomando como base los daños económicos causados por las inundaciones de noviembre de 1999 ($2,629,796), diciembre 2001 ($429,975), noviembre de 2003 ($49,878) y agosto de 2011 (4,607,300) por tener documentado la magnitud del daño económico. El daño promedio anual se computó sumando el monto de los daños causados por estas inundaciones. Este valor se dividió entre 4 para determinar el promedio anual de daños por inundación en el Municipio asciende a $1,335,749.

Las estrategias de mitigación específicas para los diversos sectores y comunidades del Municipio aparecen detalladas bajo el Plan de Acción que aparece en el Capítulo 5, Sección 5.7.

f. Condiciones que exacerban el peligro de inundación

Las condiciones que incrementan el potencial de inundaciones son variadas e inckuyen factores de character hidrológico-hidraúlico, ambiental, climático y uso de la tierra. Las condiciones que incrementan el potencial de inundaciones en el Municipio incluyen las características geomorfológicas de la cuenca del río Piedras y sus tributarios, que hace que haya un corto tiempo de respuesta entre el pico de la lluvia y el pico en el caudal de los ríos ocasionando inundaciones repentinas.

La superficie de la parte alta, media y baja de la cuenca hidrográfica del río Piedras está siendo alterada por el desmonte de la cobertura vegetal, la construcción de urbanizaciones, centros comerciales, carreteras, relleno artificial y otras acciones que impermeabilizan la superficie del terreno. Estos cambios en los usos de la tierra incrementan el potencial de inundaciones aguas abajo debido a la sedimentación excesiva del cauce, que es producto de la erosión acelerada que ocurre cuando se remueve la capa vegetal y del incremento en el flujo de escorrentía de los ríos y quebradas durante lluvias prolongadas e intensas como resultado de la impermeabilización.

Otro factor importante es el efecto acumulativo en el nivel, dirección y velocidad de las aguas de inundación como resultado de la relleno y construcción ilegal tanto en la zonas inundables como las no inundables. Por otra parte, hay sectores que están a un nivel topográfico tan bajo que la escorrentía no puede ser descargada por gravedad, por lo que se ha requerido la instalación de bombas para drenar mecánicamente las aguas de escorrentías. Entre los lugares que enfrentan este problema se encuentran: la urbanización Ocean Park, parte del sector de Isla Verde, la zona

BORRADOR

de la Parada 18, zonas bajas del Condado, Puerto Nuevo, así como sectores en la barriada Martín Peña, Barrio Obrero, Playita, Las Casas entre otros.

Por otro lado el efecto de las carreteras existentes a través de las zonas inundables en el nivel, dirección y velocidad de las aguas, agravado por la construcción de nuevas carreteras, tienen un efecto acumulativo que altera significativamente el patrón y características de flujo de las aguas de inundación. En algunos lugares hay puentes, particularmente los llamados puentes vado, que obstruyen el libre flujo de las aguas durante las inundaciones. Éstos atrapan escombros ("bayao") que dificultan el flujo, incrementando excesivamente su nivel hasta que se desbordan. En ocasiones las crecientes arrastran árboles, cañas de bambú, maderos y escombros de todo tipo que pueden terminar por bloquear el flujo de las aguas en algunas quebradas. Los escombros forman a veces una especie de presa que contiene las aguas haciendo que las aguas alcancen un nivel más alto. En el Plan de Acción incluido como parte del Capítulo 5 se considerarán las estrategias de mitigación para reducir la pérdida de vida y propiedad que producen la inundaciones.

Finalmente los patrones climáticos y meteorológicos cambiantes asociados al calentamiento global pueden incrementar la recurrencia y la magnitud de eventos pluviométricos que podrían generar inundaciones mucho mayores que las ocurridas hasta el momento. La situación de inundabilidad de la parte baja de la cuenca se agravar como resultado del ascenso del nivel del mar producto también del calentamiento global y también incrementar la vulnerabilidad a la marejada ciclónica en la medida que los huracanes sean de categoría mayor. También, el problema de drenaje y el desarrollo que ha ocurrido limitando áreas de captación lo que ocasiona el incremento de aguas de escorrentías y por ende inundaciones tanto por el resultado de pobre drenaje en lugares bajos como las repentinas las cuales el tiempo de aviso es muy corto aumentando el riesgo de pérdida de vidas y propiedad.

El Atlas 14 Precipitation Frequency Atlas of the United States, Volumén 3, versión 4.0 (Puerto Rico e Islas Vírgenes Américanas que substituyo al Technical Paper 42 (TP-42) e incluye la frecuencia del estimado de precipitación esperada como resultado de los eventos de lluvias definidos según la gráfica presentada y que está incluido como parte del Apéndice 11. Este documento fue preparado por el Servicio Nacional de Meteorología en Silver Springs, Maryland en el 2006. La actualización fue basada en datos más recientes y actualizados, acercamientos estadísticos e interpolación parcial y técnicas de preparación de mapas.

4. Sequías

a. Información General

Una sequía puede ser definida como un período prolongado de escasez de lluvia que puede mermar la disponibilidad de agua en las fuentes de abasto. No hay una definición cuantitativa universalmente aceptable de lo que es una sequía.

La mayor parte de los criterios que se han usado son arbitrarios porque la sequía no es un evento, como una inundación o un deslizamiento, sino la ausencia prolongada de eventos de lluvia. Por esto no se puede definir con exactitud el comienzo de una sequía, y no es hasta luego de un periodo

BORRADOR

prolongado de falta de lluvia de duración variable, y que varía de lugar en lugar, que la misma se declara.

Normalmente las sequías ocurren asociadas al dominio de sistemas de alta presión atmosférica que crean condiciones de estabilidad en la atmósfera. En los últimos años se ha descubierto una correlación entre los eventos de El Niño frente a las costas de Perú y la ocurrencia de sequías en la región del Caribe, por lo que ahora se sabe que en muchas ocasiones éstas están asociadas a patrones de cambios a atmosféricos a nivel global.

La sequía es un rasgo recurrente del clima, ocurre en casi todas las zonas climáticas, y sus características varían significativamente entre regiones. La sequía difiere de la aridez en que la sequía es temporal; la aridez es una característica permanente de regiones con baja lluvia. Es el desastre natural que tienen mayor impacto económico y afecta a un mayor número de personas ya que actúa sobre grandes extensiones geográficas (países enteros o regiones continentales) con una duración de uno hasta varios años. En todos los casos provocan un impacto directo sobre la producción alimenticia y la economía en general.

Los países situados en la cuenca del Mar Caribe y en el Golfo de México constituyen áreas de interés climatológico especial dentro de la zona tropical, debido a que en ellas se produce la influencia estacional de masas de aire de tipo continental en invierno y oceánica en verano, dando lugar a una interacción que determina los períodos lluviosos (mayo-octubre) y secos (noviembre-abril).

La sequía se produce cuando llueve en un lugar menos de lo habitual para el clima de esa zona y esta escasez de precipitaciones se prolonga durante un largo período (meses). Es, por tanto, un concepto relativo. En el sur del Reino Unido, una precipitación anual de 15 pulgadas se considera una sequía grave, mientras que, en el desierto del Sahara, ese nivel de lluvia es el doble de lo que cae habitualmente. Puede ocurrir en cualquier lugar, pero las zonas con lluvias estacionales son las que están más expuestas a sufrirla. Las sequías se ven agravadas por el aumento del consumo de agua y para paliar sus efectos se construyen embalses.

Las sequías prolongadas pueden provocar la desertización de una región, es decir, la degradación de la calidad de la cobertura vegetal y del suelo. Aunque los terremotos y ciclones presentan generalmente una gran intensidad física, duración corta, ocasionan frecuentemente un número de muertes muy elevado y afectan áreas densamente pobladas; debe tenerse en cuenta que su impacto geográfico es limitado.

Causas de las Sequías

Las causas de las sequías son variadas entre ellas se encuentran:

- Meteorológicas: Se relaciona con los dos parámetros fundamentales que regulan la precipitación: (1) características de la masa de aire y (2) circulación de la atmósfera.

- Ubicación geográfica: Es un factor determinante en la ocurrencia de diferentes tipos de sequía. Entre estos factores se encuentran la latitud, la posición de los centros de alta presión y las corrientes oceánicas.

- Orográficas: El relieve de la zona: es responsable de muchas sequías estacionales y aperiódicas.

- Antropogénicas: Es producido por el hombre como resultado del mal uso y manejo de la tierra, la erosión provocada por cultivos no apropiados o al pastoreo de animales. Este factor no es una causa directa de la sequía; sin embargo contribuye a acentuar la deficiencia de agua.

Para contrarrestar los efectos de la sequía es necesario entre otros aspectos profundizar en los conocimientos sobre el impacto de este fenómeno climatológico no solo desde el punto de vista del manejo de los efectos; también en el desarrollo de un Plan de Manejo del Riesgo de las Sequías, a través del cual se definan las estrategias de prevención, mitigación y manejo del desastre.

Las Sequías en Puerto Rico

El clima de Puerto Rico es variable a través del año, disminuyendo la lluvia significativamente durante los meses de diciembre a abril. Estos periodos de poca lluvia son más frecuentes en la Región Sur debido al efecto ocasionado por las laderas del sur. Cambios en el clima regional limita la lluvia en los meses de abril y mayo, extendiéndose el período hasta agosto.

Además, de estas sequías anuales (DRNA, 2004), Puerto Rico sufre de sequías generales periódicas causadas por efectos climáticos regionales que afectan el clima en toda la Isla y el Caribe. Las sequías de 1934 y 1974, son representativas de estas condiciones generales de poca lluvia en la Isla y en el Caribe. La sequía de 1967, afectó principalmente la Región Sur de la Isla, mientras que la de 1994, fue principalmente en la Región Norte.

Datos del NWS establecen que la sequía más severa conocida fue la ocurrida en el 1964, que se extendió hasta el 1967. La lluvia disminuyó aproximadamente un 30% del promedio anual, lo que representó un déficit de aproximadamente 40 pulgadas en 2 años. Un evento similar en tiempos modernos sería catastrófico en la Isla debido al aumento en el uso del agua, particularmente en la Zona Metropolitana de San Juan.

Las sequías pueden ser regionales debido a las diferencias orográficas entre las cuencas. Por ejemplo, la sequía del 1998, afectó severamente la cuenca del Río Guajataca, mientras que la lluvia era abundante en otras áreas de la región central de la Isla. La cuenca del Río de la Plata sufrió una sequía de varios meses a principios del 2003, mientras que cuencas adyacentes disfrutaban de lluvias normales.

BORRADOR

El efecto que producen las sequías en la actividad económica de Puerto Rico es variable y complejo. La sequía del 1994, causó pérdidas millonarias a la economía de aproximadamente $300 millones, de los cuales $165 fueron en la agricultura (DRNA, 2004). También, experimentaron pérdidas sustanciales la manufactura, construcción, minería, la transportación, el comercio, finanzas, los seguros, los servicios y el Gobierno.

Los recursos de agua en la Isla son también abundantes aún durante sequías extremas. Datos históricos establecen que el año de menor lluvia en la Isla en el siglo XX fue en el 1994, con un promedio de 43.2 pulgadas, equivalente al 63% de la lluvia promedio anual. A pesar de esto, para los años 1993-1994 Puerto Rico enfrentó un periodo de sequía producto de un "problema" con los embalses de agua.

En esa ocasión, las autoridades tomaron la decisión de implantar un racionamiento que afectó a 29 de los 78 municipios y a más de la mitad de la población, aproximadamente 1,900,000 personas. Según la versión oficial anunciada en los periódicos, la sequía se debió a la falta de lluvia en la cuenca de los ríos que alimentan los dos embalses principales, Carraízo y La Plata, que suministran agua al área metropolitana de San Juan.

La evapotranspiración es el conjunto de evaporación y transpiración debido a la acción biológica de los vegetales. Pérdida de agua en forma de vapor de la vegetación y de la superficie del suelo hacia la atmósfera. En una sequía es igual a la que ocurre en años normales (lo cual es conservador), el balance de la lluvia resulta en una escorrentía de aproximadamente 1,277 mgd (1.43 millones de acres-pies por año).

Los embalses en la Isla proveen almacenamiento para suplir la mayor parte del agua necesaria durante una sequía de entre 60 a 90 días, normalmente acumulando el agua previo a que se reduzca la lluvia. Si las extracciones de agua durante una sequía se mantienen iguales a las del 2002 (estimadas en 702 mgd, o 0.79 millones de acres-pies por año), los recursos de agua continúan siendo adecuados para las necesidades actuales y futuras de la Isla aún durante sequías. Los embalses juegan un papel crucial en este escenario.

Existen varias razones fundamentales para que haya escasez de aguas en Puerto Rico y sus islas limítrofes durante sequías moderadas en varias de las cuencas y áreas de servicio de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), estas son:

- La falta de almacenaje adecuado en las cuencas para capturar una porción mayor de la escorrentía y utilizarla durante sequías. Los embalses en la mayor parte de las cuencas en la Isla son relativamente pequeños al tomar en cuenta la escorrentía anual disponible.

- La capacidad de las plantas de filtración en algunas regiones es menor a la necesidad de producción de agua. Para satisfacer esta necesidad se excede la capacidad de producción de la planta. Esto obliga a que se limpien los filtros con mayor frecuencia, por lo que aumenta la cantidad de agua que se devuelve al

cuerpo receptor. El agua devuelta se considera parte de las pérdidas en el proceso de producción ocasionando que la producción neta sea menor.

La AAA tiene la responsabilidad de monitorear constantemente las presas y embalses que se utilizan para el suministro de agua potable. Una vez se alcanzan los niveles críticos la primera estrategia que se adopta a nivel de los sistemas de suministro es la reducción en la presión del agua. Si los niveles adecuados no se restablecen, se procede a iniciar un racionamiento de agua.

Éste se implanta en fases cuyos períodos tienen una duración de 12 horas y en casos extremos pueden alcanzar hasta 48 horas. El área afectada se divide en sectores y las distintas fases de racionamiento de una duración dada se implementan inicialmente a escala local, aunque en circunstancias extremas varios municipios y regiones completas pueden ser afectados. Una de las limitaciones que tiene el racionamiento es que cuando llega la hora de suministrar agua, los clientes tratan de compensar las horas de racionamiento almacenando agua en exceso de la que realmente necesitan.

b. Eventos históricos y recientes

Históricamente las sequías han tenido un impacto variable en Puerto Rico. Las más importantes y de mayor duración que nos han afectado a través de toda la Isla en las últimas décadas ocurrieron entre 1966-68, 1971-74, 1976-77 y 1993-94.

La sequía de 1971-74 fue la más severa que se ha registrado en términos de su duración y de las reducciones que ocasionó en el caudal de los ríos; mientras que la de 1993-94 fue la más severa en términos de problemas en los abastos de agua. A continuación se presentan las sequías principales que han afectado en mayor o menor grado a la Isla y al Municipio.

Sequías principales en Puerto Rico, incluyendo al Muncipio de San Juan

1947	Daños menores a la agricultura a través de toda la Isla. Racionamiento de agua en zona metropolitana de San Juan, se pospone la apertura del semestre escolar, algunas industrias cierran.
1951	La sequía causa $4 millones en pérdidas al sector azucarero, también se ven afectadas las siembras de tabaco, hortalizas y frutos menores. Daños a través de toda la Isla pero se concentran en Caguas y San Lorenzo. No se afecta el acceso al agua potable de la AAA.
1957	Daños considerables en el sector cañero y la ganadería; fuegos en fincas de caña, pastos y bosques. Reducción en la generación de energía hidroeléctrica. Racionamiento de agua en Cidra, Caguas, Corozal y otros pueblos. Se pierde más de la mitad de la producción agrícola de Corozal.
1964-65	Mermas significativas en los niveles de los lagos. Se reduce seriamente el nivel de agua en otros. Racionamientos en la zona metropolitana. Algunas industrias son afectadas fuertemente. Presidente Lyndon Johnson declara zona de desastre a 23 municipios de la Isla y autoriza ayuda de emergencia que incluye 80,000 quintales de alimento para ganado para salvar 75,000 reses. Millones de dólares en daños a la agricultura. Se extiende al 1965 con mucho menor intensidad.
1966-68	Sequía afecta al suroeste desde fines de 1966 y se extiende hacia el resto de la Isla. En 1967 el Gobernador Sánchez Vilella declara zona de desastre a 15 Municipios ya asignando 4 millones

BORRADOR

de dólares del fondo de emergencia. Daños en la agricultura son de $20 millones en el 1967. Nivel del Lago Carraízo desciende marcadamente. Se raciona el agua en el área metropolitana. El Departamento de Agricultura de EE.UU. facilita el acceso a programas de préstamos agrícolas a los agricultores afectados a través de toda la Isla.

1971-74 Sequía regional a través de toda la Isla. Considerada como una de las más severas desde que se comenzó a medir el caudal de los ríos de acuerdo a las mermas en caudal, duración y efectos en los municipios. La sequía termina con una Declaración Presidencial de Desastre por inundaciones el 30 de noviembre de 1974 (DR-455).

1976-77 Sequía de intensidad moderada que se extendió desde abril de 1976 hasta octubre de 1977. Racionamientos en el área metropolitana de San Juan exceptuando Bayamón y Guaynabo.

1993-94 Sequía más severa en cuanto a los problemas que causó en términos de los abastos de agua. Los lagos Guajataca, Loíza, La Plata y otros bajan de nivel considerablemente. La situación se agrava porque la sedimentación ha hecho perder gran parte de la capacidad en algunos de los lagos. Se inician trabajos para remover sedimentos. Racionamiento masivo de agua desde Toa Alta hasta Fajardo. Diez pueblos se añaden posteriormente al racionamiento, incluyendo Corozal, Morovis y Barranquitas. El comercio, la industria y el turismo sufren pérdidas económicas cuantiosas. Se hincan pozos de agua adicionales y se gestan las condiciones para la construcción del superacueducto de la costa norte.

1998 En mayo de 1998 el nivel de las aguas en el Embalse del Lago Guajataca alcanzó niveles bajos que produjeron escasez de agua afectando a más de 250,000 personas en los municipios de Isabela, San Sebastin, Aguadilla, Aguada, Moca y Rincón

2003 Entre los meses de enero y marzo de 2003, el nivel de las aguas en el Embalse del Río La Plata alcanzó niveles críticos.

2014 Una sequía afecto la parte norte, sur y este de Puerto Rico entre los meses de marzo a agosto ocasionando que hubiese una amenaza de racionamiento de agua que ya había sido anunciada por la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados. Debido a una fuerte onda tropical que afectó la Isla dicho racionamiento fue suspendido. La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) abrió dos de las compuertas de la represa Carraízo debido al aumento de nivel del embalse por las escorrentías que entran al lago, gracias a la lluvia que cae a causa de una onda tropical. El Embalse de Carraízo llegó a su nivel óptimo de 41 metros La Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) abrió dos de las compuertas de la represa Carraízo debido al aumento de nivel del embalse por las escorrentías que entran al lago, gracias a la lluvia que cae a causa de una onda tropical.

c. Población en áreas vulnerables

Toda la población del Municipio es potencialmente vulnerables a los efectos potenciales de las sequías prolongadas que puedan ocurrir en el futuro. Una de las principales fuentes de abasto de agua de la zona metropolitana proviene del embalse de Carraízo que fue represado en 1954. Hoy día este embalse es utilizado como fuente de agua potable para gran parte de la población de esta zona pero debido al aumento poblacional y las fugas que ocasionan pérdidas de agua potable según la AAA ha establecido en diversas ocasiones, no es suficiente para satisfacer la demanda. Durante la sequía de 1993-94 comenzó a impactarse la poca actividad agrícola que quedaba en el municipio debido a su dependencia primaria en la lluvia.

No es hasta que los niveles del Lago Carraízo descienden significativamente y se comienza a racionar el agua que la población empieza a sentir directamente los efectos de la sequía en su quehacer diario. En el municipio de San Juan las sequías meteorológicas impactan primariamente a la poca actividad agrícola que existe principalmente en fincas para uso privado siendo la que más depende de la lluvia y el riego.

La construcción del superacueducto de la costa norte, con una capacidad de distribuir hasta 75 millones de galones diarios ha aliviado las presiones generadas por la creciente demanda de agua entre Arecibo y la zona metropolitana de San Juan.

d. Infraestructura crítica en áreas vulnerables

Todo el municipio de Toa Baja y su infraestructura agrícola, industrial, comercial, recreativa y de servicios podrá verse potencialmente afectado por las sequías debido a los cortes de agua y el cierre de facilidades como escuelas, oficinas de gobierno y servicios de todo tipo en caso de racionamiento de agua potable.

e. Estimado de daños que pueden causar las sequías

La probabilidad estadística de sequías significativas se derivó de la frecuencia con que éstas han afectado al municipio. Esta frecuencia se obtuvo mediante la determinación de las declaraciones de desastres en que se incluyó al municipio, la información histórica obtenida de recortes de los periódicos El Nuevo Día, El Mundo, El Imparcial y el San Juan Star, literatura técnica del U.S. Geological Survey (USGS), NOAA y las fuentes de información científica que aparecen en la bibliografía de este Plan.

No se pudo estimar los daños económicos por no haber información que sirva de base para determinar las pérdidas, por lo que la magnitud de los daños potenciales fue estimada cualitativamente (categoría de moderado) para efectos del análisis comparativo de las pérdidas causadas por los distintos peligros naturales. En el Capítulo 5, Sección 5.7, an de Acción se han establecido estrategias para contabilizar el impacto de las sequías en el municipio.

f. Condiciones que exacerban o mitigan el peligro de sequía

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

Otro factor a considerar es que el Municipio y las áreas circundantes están experimentando tasas de crecimiento poblacional significativas, por lo que el consumo de agua continúa incrementando marcadamente en las últimas décadas. Este crecimiento aumentará más aún cuando se completen las obras de control de inundaciones del Río Puerto Nuevo, ya que muchas de las zonas inundables se abrirían a la edificación de nuevos proyectos y desarrollos de todo tipo.

BORRADOR

Esto significa que los efectos de una sequía en lo que respecta al racionamiento de agua se verán afectados mucho antes de lo que ocurría anteriormente ya que la demanda está incrementando en todo el área entre Arecibo y la zona metropolitana de San Juan.

Durante las sequías una fuente alterna del líquido son las aguas subterráneas. Sin embargo este valioso recurso es altamente vulnerable a la contaminación debido a la naturaleza permeable de la roca caliza del área y la falta de prácticas adecuadas de manejo y disposición de aguas usadas.

A medida que se aprueban proyectos que disponen de éstas a través de sumideros, así como mediante el uso de pozos sépticos, el potencial de contaminación incrementa por lo que en caso de sequía el uso de aguas subterráneas se ve grandemente limitado. Otro factor que reduce la disponibilidad de agua subterránea como fuente alterna en caso de sequía es la impermeabilización de la superficie de los suelos y el rellenamiento de las bocas de los sumideros. En muchos casos estas acciones incrementan las escorrentías superficiales y reducen la recarga natural del acuífero.

Todo esto establece la necesidad de integrar dentro del Plan de Ordenamiento Territorial reglamentos de zonificación del uso de la tierra cónsonos con la protección de las áreas de recarga de acuíferos y control del potencial de contaminación de aguas subterráneas. Otras estrategias cuyos efectos se verán a mediano y largo plazo incluyen controlar los "pillos" de agua y mejorar el sistema de contabilización a través de los contadores de agua, reducir los escapes de agua de las tuberías, la instalación y uso de artefactos para reducir el consumo de agua, incrementar las tarifas de agua y agregar nuevas fuentes de agua al sistema. Estas nuevas fuentes de agua ya se han agregado mediante la construcción del superacueducto de la costa norte. Éste ha sido un factor importante en la reducción a corto plazo de la vulnerabilidad a sequías del Municipio y el resto de la zona metropolitana de San Juan.

5. Incendios Forestales

a. Información general

Los incendios forestales y de pastos son parte del ambiente natural como la lluvia, la nieve o el viento (Mutch, 1995a). Los incendios forestales y de pastos son inducidos por ocurrencias naturales o de especies que no son originales de árboles, arbustos y pastos. Los incendios constituyen uno de los agentes perturbadores más importantes y activos en los ecosistemas forestales. La topografía, el combustible y el clima son los tres factores principales que impactan el riesgo a incendios. Hay cuatro categorías de incendios forestales clasificados:

- Superficiales - Afecta la vegetación baja (pastizales, matorrales y la base de los árboles). Según los distintos factores ambientales (composición y densidad de la vegetación, orientación e inclinación de la pendiente, velocidad del viento, etc.), los incendios pueden ser más o menos intensos. Suelen liberar menor energía térmica que los incendios que se propagan por lo árboles a través de las copas. El fuego se eleva por las ramas bajas de los árboles hasta alcanzar la copa. Su transmisión sigue siendo superficial debido a que el arbolado es disperso y las copas están demasiado distanciadas entre sí.

- De Copas - La transmisión tiene lugar a través de las copas de los árboles, los cuales forman una masa bastante densa. La cantidad de calor generado es grande originando su propio sistema de corrientes de aire que tienden a alimentar las llamas y facilitar su propagación, siendo estos los incendios más peligrosos y destructivos.

Causas de los Incendios de Pastos y Forestales

Los incendios pueden catalogarse por su origen, entre estos se encuentran:

- Intencionales - tienen su origen en la utilización deliberada del fuego por parte del hombre.
- Causas desconocidas – también pueden ser intencionados.
- Negligencias –Causados por el hombre.
- Reproducidos - incendios que una vez controlados y prácticamente extinguidos vuelven a reactivarse.
- Generados por rayos - de origen natural

Incendios Intencionales

Los incendios intencionados representan la causa más alarmante y que ocasiona un mayor número de incendios. Entre estos se pueden mencionar:

- Quemas agrícolas - Se realizan para eliminar los restos de podas o cosechas y facilitar la preparación del suelo para la siembra de la siguiente temporada. No son beneficiosas para el suelo ya que contribuyen a su deterioro. Facilitan la labor de la maquinaria agrícola en la preparación del suelo.
- Quema para obtener pastos - El propósito es que las zonas forestales, cubiertas de matorral o bosque espeso, se transformen en zonas de pasto para así conseguir un mejor pasto para el ganado.
- Ocasionados por Pirómano - Un pirómano es una persona con alguna alteración psíquica, que incendia un monte sin ningún motivo o interés.
- Ahuyentar animales - Su propósito es evitar daños que pueden provocarle ciertos animales al ganado, cosechas y en ocasiones al hombre.
- Otras causas - Venganzas, vandalismo, incendios de masas forestales con el fin de obtener la madera a bajo precio, para la recalificación urbanística de suelos que por su valor natural se mantienen con la calificación de suelo no urbanizable,

BORRADOR

conseguir la modificación en el uso de suelo (de forestal a agrícola) y discusiones en cuanto a la titularidad de los montes públicos o privados.

Consecuencias de un Incendio de Pastos o Forestal

Un incendio puede generar muchas consecuencias, ocasiona daños ambientales originados por la destrucción de la cubierta vegetal, la muerte o huida de miles de animales, la pérdida de suelo fértil y el avance de la erosión. También, puede resultar en pérdida de vidas humanas y grandes daños a cultivos y viviendas. Las pérdidas económicas y la inversión necesaria para combatir los efectos de los incendios son otras de las consecuencias que deja el paso del fuego, las cuales se pueden agrupar en:

- Ambientales - Los efectos negativos del fuego sobre los ecosistemas forestales son variados, su importancia crece con la frecuencia de los incendios ocurridos en una misma zona. Destrucción de la masa vegetal, desaparición de ecosistemas, pérdida y/o emigración de fauna, procesos erosivos, alteración del ciclo hídrico, aumento de las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera y desertificación. Si no transcurre el tiempo necesario para que el bosque se recupere de modo natural, se produce una degradación progresiva del mismo y con él, de los suelos sobre los que se desarrolla.

- Impacto Paisajístico - El efecto más visible como resultado de un incendio forestal es la pérdida del paisaje debido a la destrucción de la cubierta vegetal y un retroceso hacia el pasado.

- Efecto sobre la Fauna - El efecto inmediato es la muerte de aquellos animales que no pueden escapar del fuego, como invertebrados, vertebrados menores, crías con poca movilidad, así como grandes herbívoros y carnívoros atrapados entre el fuego y las verjas. Otra consecuencia es la migración debido a la desaparición de pastos y hábitats, al igual que la pérdida de especies en peligro de extinción por haber sido afectado su medioambiente.

- Efecto sobre el Suelo - Como resultado de un incendio se altera la estructura del suelo y aumenta considerablemente el riesgo de degradación, ya que se convierte en más erosionable. Se produce una pérdida importante de materia orgánica del suelo, por la combustión, ocasionando una desestabilización de los agregados y una disgregación progresiva. La materia sólida puede ser eliminada del suelo por la acción erosiva del agua de lluvia o viento. Se forman superficies hidrofóbicas, debido a la formación de sustancias orgánicas repelentes al agua, así como por la modificación de determinados componentes minerales, especialmente minerales amorfos. El suelo no se moja en contacto con el agua, lo que facilita su pérdida por la erosión.

- La pérdida de suelo y materia orgánica puede resultar en un empobrecimiento en nutrientes, perdiendo fertilidad. Muchos organismos mueren por la acción del calor, lo cual supone una disminución de la actividad biológica del suelo. Esto puede afectar adversamente los ciclos bio-geoquímicos de numerosos elementos, los cuales dependen de la biota del suelo. No todo es negativo como resultado de un fuego, cuando se deben

a causas naturales ayudan a mantener la salud del bosque gracias a la movilización de nutrientes y a la acción controladora que el fuego ejerce sobre las plagas forestales. Los incendios de baja intensidad contribuyen a mantener carbono en el suelo, impidiendo así su volatilización y pérdida en forma de gas carbónico.

- Alteración del Ciclo Hídrico y de los Cursos de Agua - El ciclo hídrico se altera debido a la pérdida del suelo. La infiltración disminuye, minimizando las reservas de aguas subterráneas (acuíferos) de lo que depende buena parte del consumo agrícola y urbano. Se incrementa notablemente la escorrentía, aumentando el efecto erosivo, siendo responsable de las crecidas que se producen después de fuertes lluvias torrenciales, ocasionando arrastre de materiales sólidos.

- Aumento en las Emisiones de Bióxido de Carbono - En el proceso de combustión de la materia orgánica, durante un incendio forestal, se desprenden Bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y partículas sólidas en suspensión. Estas emisiones contaminantes producen daños ambientales evidentes, contribuyendo al efecto invernadero y por ende al cambio climático.

- Consecuencias Sociales - Los incendios, tienen una importante y negativa repercusión social, el trabajo de extinción es una actividad de riesgo que todos los años ocasiona accidentes mortales. El riesgo del personal que interviene en la extinción es alto, como consecuencia de las condiciones extremas en que se desarrolla el trabajo. Las víctimas de los incendios no sólo se encuentran entre el personal que combate contra incendios, también afectan a personas ajenas a la extinción pero que quedan atrapadas por el fuego. La pérdida de viviendas, agricultura, ganado o de cualquier otra índole, el trastorno psíquico y emocional que se ocasiona a los habitantes de las poblaciones incendiadas son otros de los efectos de los incendios forestales.

- Consecuencias Económicas - Hay una serie de implicaciones económicas cuantificables. Después de un incendio, se produce la pérdida de importantes recursos naturales directos e indirectos: madera, leñas, corcho, resinas, frutos, pastos, caza y pesca. Además, desaparecen importantes beneficios ambientales tales como las funciones protectoras de un monte y la pérdida de valores recreativos. Los gastos necesarios para restaurar las zonas afectadas, así como las inversiones en prevención y extinción de incendios requieren una gran inversión económica.

Soluciones para los Incendios Forestales

Se han identificado tratamientos de combustibles que permite disminuir el riesgo de que un incendio forestal se transforme en un peligro. Los incendios de baja intensidad son parte normal de muchos ecosistemas forestales, despejan el matorral, abren espacios para las semillas, y devuelven nutrientes al suelo. Los árboles más grandes normalmente sobreviven estos "incendios de superficie." Si una zona contiene demasiada madera muerta y hojas secas -- esto es, combustible -- el follaje de los árboles puede atrapar fuego y el incendio extenderse a las copas de los árboles, iniciando un "incendio de copa" que, por su alta temperatura, mata todo a su paso.

La limpieza de parte del "combustible" orgánico del área, es uno de los métodos que los bomberos utilizan para prevenir el descontrol de los incendios forestales. Una solución es remover de combustible del área. Hay varias formas de hacerlo, tales como quemas controladas, corte selectivo de árboles, o podar las ramas bajas y el matorral alrededor.

b. Eventos históricos y recientes

No hay datos que puedan establecer la recurrencia y daños de los incendios tanto forestales como de pastos. Aún así el Comité incluyo el riesgo para que se puedan conocer las medidas de mitigación que pueden llevarse acabo, al igual que las causas.

c. Población en áreas vulnerables

Según mencionáramos, no hay datos que puedan establecer la recurrencia y daños de los incendios tanto forestales como de pastos. Sin embargo, los sectores montañosos del Municipio son los más susceptibles a dicho riesgo. Entre las actividades que se llevarán a cabo estará levantar una data sobre los diferentes incendios que ocurran y los lugares susceptibles. Aún así el Comité incluyo el riesgo para que se puedan conocer las medidas de mitigación que pueden llevarse acabo, al igual que las causas.

d. Infraestructura crítica en áreas vulnerables

No hay dato relacionado a la infraestructura crítica expuesta a los incendios. El Municipio propondrá en el Capítulo 5, establecer una evaluación detallada para determinar infraestructura crítica que pueda afectarse.

e. Estimado de daños potenciales causados por los incendios forestales o de pastos

En el futuro, la unión entre las tecnologías informáticas y los satélites, puede ser una herramienta útil para reducir los riesgos que conllevan los incendios forestales identificando temperaturas y condiciones. Utilizando un Sistema de Posicionamiento Global (GPS,Global Position System) y su integración con Sistemas de Información Geográfica se puede realizar la planimetría de incendios forestales. Esto permitiría, entre otras muchas cosas, determinar:

- Superficies según tipo de vegetación
- Superficies según propiedad y tipos de vegetación
- Superficie afectada de espacios naturales protegidos
- Especies y volúmenes de madera afectados

Tener disponibles Mapas de Riesgos contra Incendios Forestales permitiría conocer cuándo puede ocurrir un incendio forestal y así conocer las acciones a seguir de acuerdo al área a ser afectada.

f. Condiciones que exacerban o mitigan el peligro de los incendios forestales o de pastos

Al igual que muchos otros lugares de la Isla, las áreas con pastos o montañosas donde abundan los árboles son las que presentan problemas significativos. Muchos de los incendios son provocados como consecuencia del impacto directo de las actividades humanas y las sequías.

B. Peligros Geológicos

1. Terremotos

a. Información general

Un terremoto es un movimiento súbito de la tierra que resulta de las vibraciones que se esparcen como consecuencia de la ruptura y desplazamiento de bloques de rocas que conforman la corteza terrestre. Este movimiento puede ocasionar daños significativos a las edificaciones y obras de infraestructura como carreteras, puentes, represas y otros; interrumpir los servicios de agua, gas, teléfono y energía eléctrica debido a la ruptura de tuberías y líneas de transmisión; y accionar deslizamientos de terreno, caídas de rocas, fuegos e inundaciones repentinas.

La isla de Puerto Rico, por estar entre los márgenes de la placa del Caribe y la de América del Norte, se encuentra próxima a varias zonas sismogénicas como son la Trinchera de Puerto Rico, la Fosa de Anegada, el Cañón de la Mona, la Trinchera de Muertos y el sistema meridional de fallas de Puerto Rico. . Por esto, la Isla ha sufrido los efectos de varios terremotos de gran intensidad en el pasado. Esta intensidad se mide mediante la escala Mercalli Modificada (MM) que jerarquiza la intensidad a base de los efectos que produce el sismo en las estructuras, los terrenos, la gente y el ambiente. Cuando se mide la energía que libera el sismo la misma se mide en la escala Ms (momento-magnitud) pero se expresa en términos de su equivalencia en la escala Richter, con la cual las personas están más relacionadas.

En la figura 4.3 se puede observar la ubicación de San Juan con respecto a las fallas sísmicas. Está ubicado cerca de la Trinchera de Puerto Rico y la Zona del Sombrero donde ocurrió un terremoto el 18 de noviembre de 1787. El epicentro de este terremoto fue localizado entre San Tomas y Santa Cruz en las Islas Vírgenes, M=7.3 (PS). Produjo amplios daños en las Islas Vírgenes y Puerto Rico por la aceleración del suelo y un tsunami, por lo tanto debe haber ocasionado daños en Vieques. Reid y Taber asignaron una intensidad equivalente desde un elevado VIII a IX a este terremoto. Desafortunadamente no existe un análisis específico del efecto de dicho terremoto en San Juan.

Se sintió fuerte en todo Puerto Rico, pero los efectos más severos fueron en la parte oriental. Un fuerte tsunami fue observado para este terremoto, especialmente en las Islas Vírgenes, su altura se estimó en unos veinte pies. El tsunami fue observado a lo largo de las costas del este y sur de Puerto Rico. Observaciones de alturas máximas para las olas en Puerto Rico fueron de tres a cinco pies, en las cercanías de Arroyo. Sin embargo, en las Islas Virgenes hubo un tsunami con altura de 20 pies, no se ha establecido la altura del tsunami en San Juan.

BORRADOR

Aunque a este terremoto se le asignó una intensidad equivalente a un elevado VIII a IX por parte de Reid y Taber, Robson propuso que este terremoto tuvo una intensidad de VIII. Hubo más de 500 réplicas durante un periodo de seis a siete meses (PRWRA). En Ponce, 70 de las 80 chimeneas de los ingenios de azúcar colapsaron (intensidad MM = VI; SL).

Los terremotos representan una amenaza seria debido a los intervalos de tiempo irregulares entre acontecimientos, la falta de pronósticos adecuados y el daño catastrófico que puede ocurrir en un evento sísmico mayor. Un terremoto es causado por la liberación de energía acumulada dentro de o a lo largo del borde de las tectónicas de la tierra. La severidad de un terremoto depende de la posición del evento sísmico (su epicentro) y la cantidad de energía liberada. Cuando esto acontece, las ondas sísmicas se irradian alejándose de la posición de terremoto haciendo que la tierra tiemble.

Licuación

La licuación es otro de los peligros geológicos causado por el terremoto. La licuación es el proceso en el que la arena se comporta como un fluido denso más que como un sólido húmedo durante un terremoto. Los terrenos susceptibles a licuación se transforman en una especie de barro fluido que provoca el hundimiento de edificios, muros, carreteras etc., debido a que se quedan sin base de apoyo.

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

Deslizamientos por Terremoto

Otros de los efectos de los terremotos son el deslizamiento de los terrenos. Un deslizamiento se define como un movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente abajo, bajo la acción de la gravedad, cuando el esfuerzo de corte excede el esfuerzo de resistencia del material. Los deslizamientos son causados por el movimiento de la tierra en áreas de topografía relativamente empinada y de poca estabilidad de pendiente.

Los deslizamientos de tierra y de lodo desencadenados por los terremotos han sido los causantes de la mayoría de las muertes y las lesiones serias en varios terremotos recientes, incluyendo los de Tajikistán (1989), Filipinas (1990) y Colombia (1994). A comienzo del siglo pasado, los deslizamientos fueron claramente los hallazgos dominantes en los terremotos de China, 100,000 muertos en 1920, y uno que mató más de 66,000 en Perú en 1970. Los deslizamientos pueden enterrar comunidades, barrer vehículos lejos de las vías, en barrancos, especialmente en áreas montañosas. El material deslizado puede también caer en lo ríos y

formar represas que causen inundaciones río arriba y, si el dique se rompe de repente, puede causar ondas de agua enviadas súbitamente aguas abajo. Los dos eventos ponen en riesgo los asentamientos humanos.

Si hoy ocurriera un terremoto fuerte, de magnitud similar a los que han ocurrido en el pasado, podría haber miles de muertos y heridos así como millones de dólares en pérdidas. Esto es debido a que el número de personas y edificaciones expuestas al peligro de terremoto es mucho mayor que antes. Es por tal razón, que la mitigación hará la diferencia entre sobrevivir o no a un terremoto y minimizar los daños.

La vulnerabilidad en nuestra Isla ha crecido, ya que hoy en día ha habido un crecimiento acelerado en la población, infraestructura, industria, comercio y vivienda. Los daños que podemos esperar por un fuerte terremoto serán potencialmente mayores que los ocurridos en el pasado. Podemos mitigar los posibles efectos de un terremoto conociendo cómo se originan, donde ocurren, sus posibles consecuencias y lo que podemos hacer para prevenir daños a vida y propiedad tomando medidas de preparación y prevención.

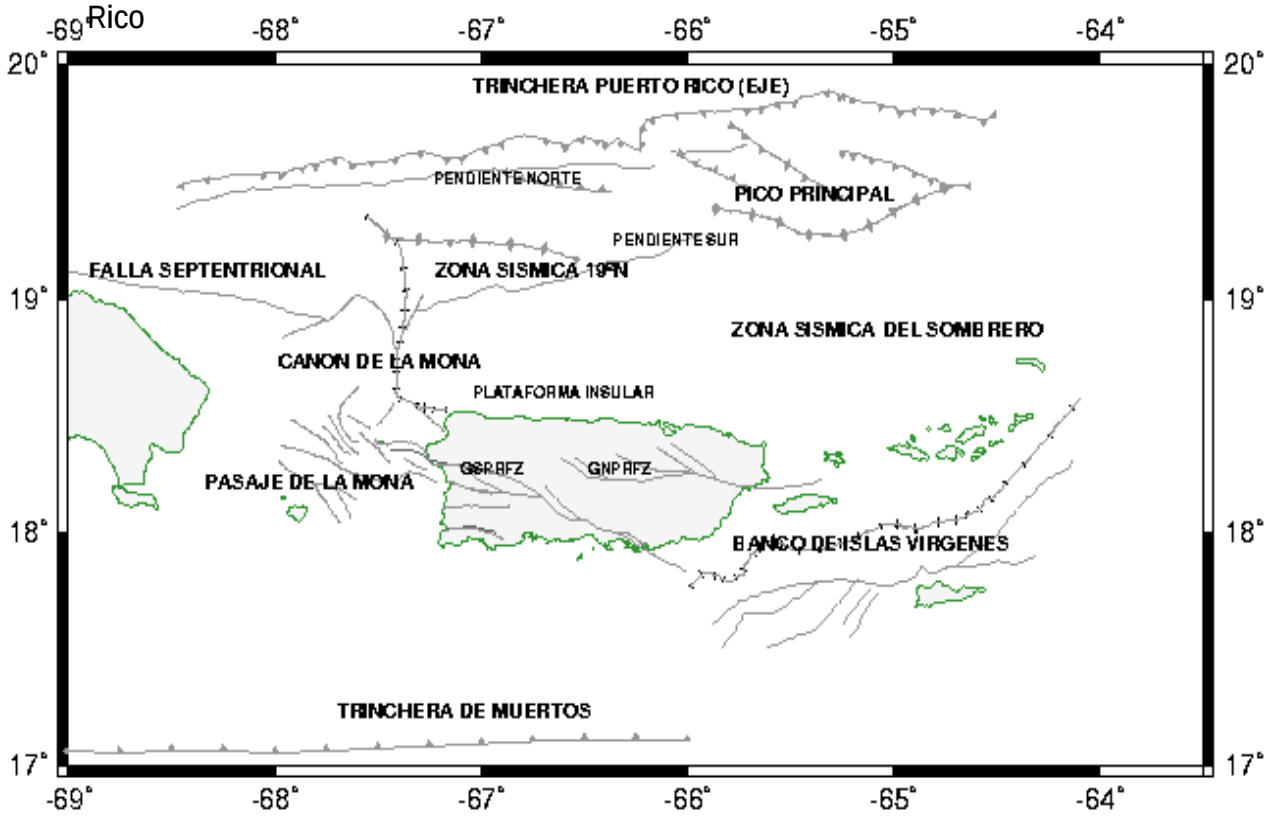
Las áreas de mayor vulnerabilidad a los terremotos son las áreas sureste y noroeste, mientras que las áreas del norte, centro y sur deberían registrar efectos menores. En general, las áreas costeras son las que están expuestas a mayor peligro. Las razones para esto son las siguientes:

- Están próximas a fallas submarinas activas.
- Pueden ser afectadas por maremotos.
- Las ondas sísmicas pueden aumentar al llegar a las costas.
- Existe gran probabilidad de ocurrencia de licuaciones en los lugares arenosos costeros.
- En las áreas montañosas los terremotos pueden ocasionar grandes derrumbes. En las ciudades, las edificaciones construidas en terrenos poco firmes presentarán mayores problemas durante un terremoto.

La severidad de los terremotos se incrementa con la cantidad de energía liberada y disminuye con la distancia de la posición del terremoto. El movimiento producido por un terremoto puede ser sentido a cientos de millas de donde ocurrió. La intensidad del terremoto es el resultado de varios factores incluyendo la magnitud y tipo del terremoto, la distancia del terremoto, las condiciones de suelo del área y la orientación del sitio con relación al terremoto.

BORRADOR

Figura 4.3: Fallas Sísmicas alrededor de Puerto Rico



b. Eventos históricos y recientes

Desde comienzos de la colonización, tres terremotos fuertes han afectado a Puerto Rico. El más reciente de éstos ocurrió el 11 de octubre de 1918. Su epicentro estuvo ubicado en el Cañón de la Mona al noroeste de Puerto Rico. Este sismo alcanzó una magnitud equivalente a 7.3 grados en la escala Richter. Sin embargo, la atenuación sísmica hizo que se sintiera en el municipio de Toa Baja con una intensidad de VI en la escala Rossi-Forel. Esto lo coloca dentro del grupo de sismos moderadamente fuertes. Un sismo de esta intensidad despierta a las personas que están durmiendo, hace que suenen las campanas de las iglesias y oscilen las lámparas colgantes, detiene los relojes de péndulo, hace que se observen perturbaciones en los árboles y arbustos, y ocasiona que algunas personas asustadas abandonen sus residencias.

Es importante señalar que el informe de Reid y Taber sobre el terremoto de 1918 indica que en San Juan *"la gran mayoría de los edificios de ladrillo y mampostería permanecieron ilesos. Algunos presentaban grietas de pequeña importancia; pocos, debido al sitio que ocupaban o a estar mal construidos, sufrieron serias averías. El antiguo cuartel español, que está cerca del Castillo del Morro, y utilizábase como hospital, probablemente sufrió más que ninguna otra estructura en la ciudad. Dicho edificio mide unos 90 metros de largo por 75 de ancho, en cuyo centro hay un extenso patio. Las paredes principales, consistentes de mampostería y ladrillos colocados en mortero muy flojo, tienen unos 70 centímetros de espesor y 18 metros de altura. El edificio fue levantado sobre un suelo que en parte era un antiguo basurero, y de acuerdo con el Sr. José A.*

Cañáis, poco después de su terminación notáronse algunas grietas causadas por el asentamiento del edificio, lo cual hizo necesario construir nuevos cimientos debajo de las paredes. El terremoto causó la formación de grietas sobre muchos de los arcos, puertas y ventanas y el pesado techo plano de tejas de ladrillo agrietóse malamente en muchas partes. La Catedral, que se dice haber sido reconstruida dos veces después de previos temblores, se agrietó ligeramente en la parte arriba de la entrada y en varios otros lugares, pero las averías fueron relativamente sin importancia." Sobre Río Piedras, dicho informe indica que: *"En Río Piedras, que está situado en una llanura de terreno al pie de bajas colinas, la intensidad aparente fue un poco más alta que en San Juan. Varias casas de mampostería sufrieron ligeras averías."*

El 18 de noviembre de 1867, al sudeste del área de estudio, ocurrió un fuerte terremoto de magnitud aproximada de 7.5 grados en la escala Richter en el Pasaje de Anegada, entre las islas de Vieques y Santa Cruz. En el Municipio el sismo produjo una intensidad de VI en la escala Rossi-Forel. Esto lo ubica en la categoría de intensidad fuerte que se caracteriza por el desplazamiento de objetos movibles, la caída de empañetados, el sonar de las campanas de las iglesias y pánico general sin daños serios a los edificios. Estos daños son equivalentes a una intensidad de VI en la escala Mercalli Modificada.

El 2 de mayo de 1787 ocurrió el terremoto más fuerte que nos ha afectado en la historia de Puerto Rico. El mismo se sintió fuerte en toda la Isla y pudo haber alcanzado una magnitud de 8.0 o más en la escala Richter. Su epicentro fue posiblemente al norte, en la Trinchera de Puerto Rico. Este sismo derribó la Iglesia de Arecibo junto a las ermitas del Rosario y la Concepción; averió fuertemente las iglesias de Bayamón y Toa Baja y causó daños considerables a los Castillos de San Felipe del Morro y San Cristóbal. Las edificaciones de la isleta de San Juan sufrieron numerosos daños. Sin embargo, los daños reportados en el resto de la Isla fueron muy escasos debido al pequeño número de habitantes e infraestructura que había. Este sismo sin lugar a dudas impactó fuertemente la costa norte de la Isla incluyendo al área del Municipio.

En el 1670 un sismo fuerte afectó el área de San Germán. Aunque no se tiene información de otras partes por la escasa población que entonces había en la Isla, se ha estimado que pudo haber sido producido por fallas en tierra próximas a la superficie. De hecho, en el 1987 se registró un sismo de 4.7 grados en la escala Richter en el Valle de Lajas que también produjo efectos significativos en el área de Boquerón. Actualmente se está estudiando una falla de posible edad Holocénica o reciente en los terrenos aluviales del Valle de Lajas.

Las zonas sismogénicas significativas que tienen mayor potencial de afectar al Municipio comprenden la zona de los sistemas de fallas de la región sur de Puerto Rico cuya aceleración gravitacional máxima (pga) con probabilidad de 2% en 50 años (aprox 1 en 2,500 años) es de 0.39 - 0.40 g. Ésta es seguida por actividad sísmica tanto de foco llano como de foco profundo (>50 km.) que bajo condiciones similares de recurrencia presenta una aceleración máxima de 0.28 g. De manera similar le siguen los sismos generados en la Trinchera de Puerto Rico que en el Municipio producen aceleraciones de norte a sur que fluctúan entre 0.27 g a 0.24 g respectivamente.

BORRADOR

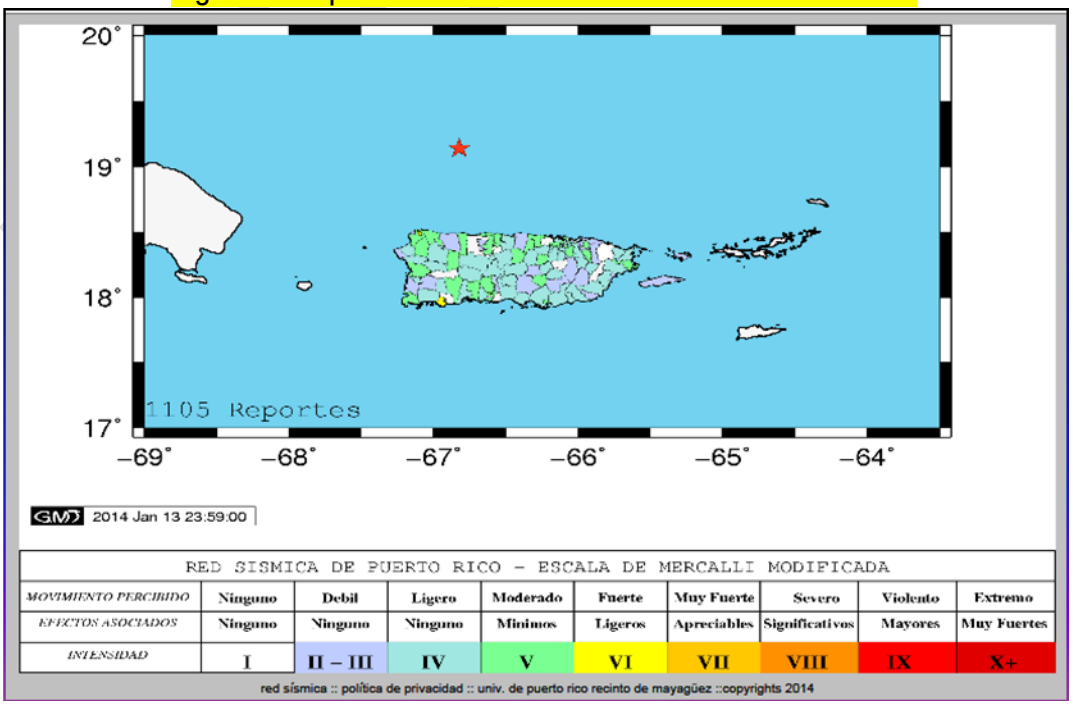
Terremoto del 13 de enero de 2014, 12:01 am

Un terremoto magnitud 6.4 fue sentido principalmente al norte de Puerto Rico. La Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR) recibió informes de que fue reportado como sentido en ampliamente en todo Puerto Rico con una intensidad máxima de V (Escala Mercalli Modificada, MM).

El terremoto ocurrió en la zona de la falla de los 19 grados a las 12:01 am. La distancia del epicentro fue a 61.71 Kilómetros al norte-noreste de Quebradillas, 62.23 kilómetros al norte-noreste de Isabela y a 68.35 kilómetros al norte-noroeste de Arecibo. Con una profundidad de 41 kilómetros. No se reportaron daños mayores, sin embargo, ocurrieron más de 100 réplicas en los días siguientes.

Los que ocurren en la Fosa de Anegada y el Cañón de la Mona alcanzan 0.10 g en el Municipioa y los que ocurren en La Española pueden alcanzar aceleraciones de 0.06 g. El terremoto de recurrencia de 500 años, integrando todas las fuentes sismogénicas, presenta para el municipio una aceleración máxima de 0.22 g. Estas aceleraciones pueden causar daños significativos a las edificaciones mal construidas a través de todo el municipio, sobre todo aquellas cuya distribución de peso las hace comportarse de forma análoga a un péndulo invertido y las que están ubicadas en zonas donde hay factores agravantes como la amplificación de ondas sísmicas, licuación y maremoto. Para el Municipio de San Juan la aceleración gravitacional máxima (pga), con probabilidad de 10% en 50 años (aprox. 1 en 500 años), cuando se consideran todas estas fuentes sismogénicas combinadas es de 0.24 g. Estas aceleraciones pueden dañar y causar daños significativos a las edificaciones construidas inadecuadamente a través de todo el municipio sobre todo aquellas cuya distribución de peso las hace comportarse de forma análoga a un péndulo invertido.

Figura 4.3: Epicentro del Terremoto del 14 de enero de 2014



El 1 de marzo de 2011, se adoptó el Puerto Rico Building Code que incluye parámetros de diseño sísmico que varía según el tipo de estructura y su uso. Anterior a dicho código, en el 1999 comenzó a implantarse en la Isla el Uniform Building Code (UBC). Dicho código fue más estricto que los anteriores (1987) y coloca al Municipio dentro de la zona 3, por lo que los códigos de construcción sísmica requieren que se considere aceleraciones horizontales máximas de 0.30 g. La aplicación de este código reduce aún más la vulnerabilidad de las edificaciones nuevas a las fuerzas sísmicas, por lo que es de suma importancia el cumplimiento del mismo.

El principal riesgo sísmico está asociado a los efectos de las vibraciones sísmicas sobre las estructuras ubicadas en terrenos vulnerables a los efectos de amplificación de las ondas sísmicas y la licuación, así como sobre las estructuras mal construidas con adiciones de segundas plantas, cuartos y marquesinas cuya construcción no cumple con los estándares mínimos requeridos por los códigos de construcción. Dentro de ésta última categoría es importante incluir particularmente las edificaciones construidas sobre laderas escarpadas donde se ha sobre-empinado la pendiente al hacer cortes casi verticales y donde se ha sobrecargado de peso la ladera y/o edificado sobre largas columnas de longitud desigual.

Esta condición se agrava en aquellos lugares donde las columnas no están conectadas entre sí y las edificaciones están mal construidas o son muy pesadas, como ocurre con las construcciones de hormigón y bloque. El riesgo sísmico aumenta aún más en los lugares donde los suelos estén saturados por agua como ocurre con la presencia de pozos sépticos que saturan los terrenos donde yacen los cimientos, reduciendo la resistencia del terreno a través del tiempo como consecuencia de la meteorización causada por los jugos de lixiviación. Esta última condición es más problemática cuando hay suelos arcillosos en pendientes pronunciadas.

En cuanto a otros agravantes, el área costera presenta problemas asociados a licuación en caso de terremoto, mayormente en el área dominada por depósitos de arenas de edad cuaternaria y con nivel freático alto. Las estructuras aquí ubicadas podrían sufrir asentamientos diferenciales o hundimientos parciales de las edificaciones si los terrenos se licuaran durante un sismo fuerte. Los problemas potenciales de amplificación sísmica dominan en la zona de la llanura costera e inundable del Municipio incluyendo la Falla Leprocomio no presentan potencial significativo de reactivación tectónica y no muestran señal significativa alguna de haber estado activas en el pasado geológico reciente. Por esto se concluye que el área del Municipio de San Juanno presenta problemas asociados a la ruptura del terreno por desplazamientos a lo largo de fallas geológicas.

Recurrencia de Terremotos

En Puerto Rico, un estudio de vulnerabilidad sísmica realizado por el Dr. William McCann en 1987 arrojó una probabilidad de 33 a 50% de una sacudida de intensidad fuerte (Intensidad VII o más en la escala Mercalli Modificada) para diferentes partes de la Isla en un periodo de 50 años, detalles adicionales de otros lugares en Puerto Rico pueden ser obtenidos en el siguiente enlace de la Red Sísmica en la internet:

http://www.prsn.uprm.edu/Spanish/informacion/sisnotas_predic.php

BORRADOR

Un estudio realizado el 2003 del Servicio Geológico de los Estados Unidos reveló que el área Oeste-Suroeste de Puerto Rico es el más vulnerable a terremotos (Figura 2). Esto es sin tomar en consideración peligros secundarios como los maremotos, licuación y amplificación de onda sísmica que afectan más las zonas costeras bajas y los deslizamientos que se pueden generar en la zona montañosa.

Aunque hasta este momento no existe en el mundo un método con bases científicas sólidas que permita la predicción exacta de un evento sísmico de cualquier magnitud y las predicciones a largo plazo tampoco ofrecen una garantia del 100% de lo que pueda ocurrir, el tiempo y el esfuerzo utilizado con este fin no ha sido en vano, ya que grandes avances en la sismología han surgido a raíz de estas investigaciones.

c. Población en áreas vulnerables

Gran parte la población del Municipio de San Juan está expuesta al efecto de las ondas sísmicas. Cuando estas ondas actúan sobre terrenos arenosos, blandos y saturados de agua son vulnerables al efecto de la licuación. Este fenómeno ocurre esencialmente en los terrenos costeros y los márgenes de los ríos. Las áreas más vulnerables en San Juan son las de relleno artificial ubicados sobre los depósitos de pantanos a lo largo de la Bahía de San Juan, Caño Martín Peña y la Laguna San José, como también las zonas de depósitos aluviales del valle inundable del río Piedras.

Unas 385,546 personasdel total de la población del Municipio de San Juan, viven en zonas susceptibles a este riesgo. De éstas, unas 8,392 residen dentro del límite de la zona de potencial severo de licuación, unas 55,236 viven en la zona de potencial moderado de licuación y olas restantes 61,511 viven en la zona de potencial bajo de licuación.

Figura 4.4: Mapa de Amenaza Sísmica en Puerto Rico (USGS, 2003)

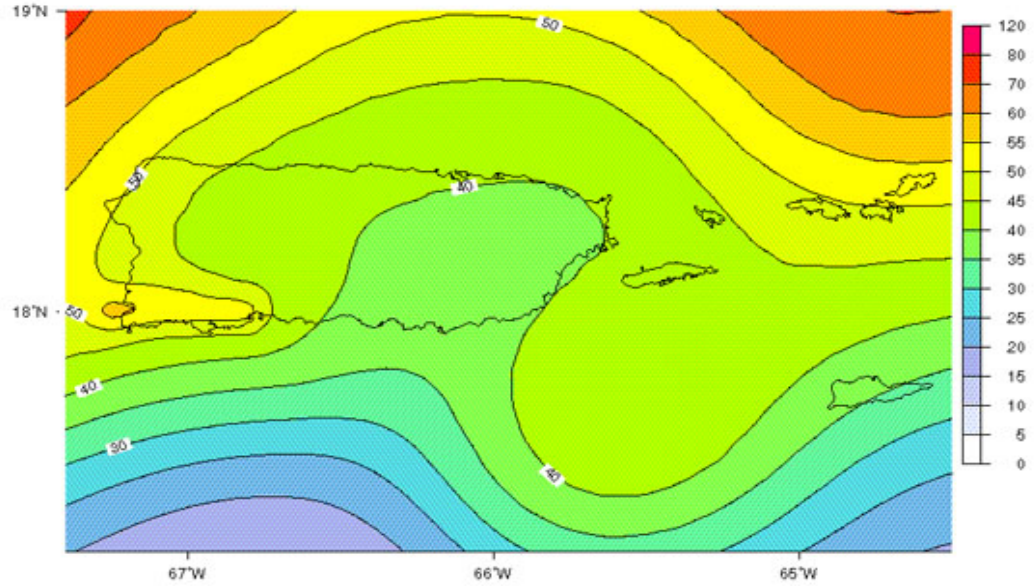


Fig.4: PGA (%g) with 2% probability of exceedance in 50 years from all modeled sources.

Hay

67,679 viviendas en las zonas de licuación, lo que comprende el 33.85% del total de viviendas en el Municipio. De éstas, hay un número considerabe de residencias alquiladas, lo que indica que en éstas últimas el potencial de pérdidas es mayor debido a que estas propiedades generalmente no tienen asegurados sus contenidos.

Unas 50,898 personas ubicada en las zonas de licuación, viven bajo el nivel de pobreza. Esto indica que un poco más de una cuarta parte de la población en estas áreas tiene recursos muy limitados para responder y recuperarse adecuadamente luego de un sismo. Hay un porciento de las personas que viven en las zonas de licuación que no posee diploma de escuela superior, lo que implica que será necesario interactuar de forma más directa y personal con este segmento de la población ya que los medios escritos pueden tener un impacto más limitado.

Unas 19,215 personas que viven en zonas de licuación, no tienen vehículos de motor. Esto indica las limitaciones de movilidad que pueden tener centenares de ciudadanos en caso de que haya necesidad de ser evacuados luego de un desastre.

En cuanto a asistencia pública, unas 7,016 personasde los que están ubicados en zonas de licuación, dependen de esta ayuda. Este número es indicativo del número mínimo de personas que necesitarían asistencia pública en caso de desastre, y del número de personas a las cuales habría que proveerle los recursos para satisfacer sus necesidades más básicas.

Unas 19,231 personas que viven en zonas de licuación, son mayores de 65 años. Esto indica la población podría tener necesidades particulares que necesitarán ser atendidas debido a limitaciones de movilidad, salud y comunicación.

El número de familias que vive en zonas de licuación donde hay un solo jefe es de 6,702. Esto indica la necesidad de desarrollar estrategias que atiendan las necesidades de cuido de los niños de todas las edades para que el jefe de familia pueda continuar proveyendo el sustento luego de un desastre.

Por otra parte, unas 267,582 personas viven en zonas susceptibles a amplificación de onda sísmica. De éstas, unas 19,267 residen dentro del límite de la zona de amplificación alto, unas 36,927 viven en la zona de amplificación moderado, y las restantes 211,889 residen en la zona de amplificación bajo.

Hay 137,673 viviendas en las zonas de amplificación de onda sísmica de viviendas en el municipio. De éstas, gran parte son residencias alquiladas, lo que indica que en éstas últimas el potencial de pérdidas es mayor debido a que estas propiedades generalmente no tienen asegurados sus contenidos.

Unas 115,276 personas ubicada en las zonas de amplificación de onda sísmica, viven bajo el nivel de pobreza. Esto indica que casi la tercera parte de la población en estas áreas tiene recursos muy limitados para responder y recuperarse adecuadamente luego de un sismo.

BORRADOR

Tabla 4.13: Perfil Socio-económico de las Familias ubicadas en Zonas Susceptibles a Amplificación de Ondas Sísmicas

Zona	Área km 2	Población	Unidades de Viviendas	Viviendas de alquiler	Población bajo nivel de pobreza
Bajo	37.71	207,333	109,039	51,552	90,978
Moderado	13.23	36,133	19,108	8,036	11,735
Alto	9.8	18,362	9,526	3,948	10,084
Total	60.75	261,828	137,674	63,537	112,797
Total Municipio	127.33	395,280	199,947	79,636	157,910
Zona	Sin diploma de escuela superior	Sin vehículo de motor	Asistencia pública	Mayores de 65 años	Hogares de un solo jefe de familia
Bajo	45,748	32,234	11,639	33,064	11,608
Moderado	5,384	4,275	1,573	6,537	1,689
Alto	5,011	3,340	1,678	2,179	1,177
Total	56,144	39,849	14,890	41,781	14,474
Total Municipio	76,494	52,647	21,868	58,472	20,197

Tabla 4.14: Infraestructura Ubicada en Zonas Susceptibles a Amplificación de Ondas Sísmicas

Categoría de Infraestructura	Magnitud de Riesgo			
	Total en Riesgo	Bajo	Moderado	Alto
* Parcelas Comerciales	7,089	5,648	1,233	208
Escuelas	273	231	35	7
Policía	21	17	2	2
Bomberos	6	4	1	1
Agencias de gobierno	12	8	3	1
Centros de cuido	11	9	1	1
Agua potable (metros)	811,923.82	636,397.51	122,365.08	53,161.23
Líneas sanitaria (metros)	680,660.35	511,525.24	129,762.63	39,372.48
Bombas de agua	4	1	3	0
Plantas de filtración AAA	1	0	1	0
Plantas de tratamiento Aguas Usadas	1	0	0	1
Líneas eléctricas (metros)	99,449.82	59,317.93	25,443.32	14,688.57
Subestaciones AEE	61	40	16	5

BORRADOR

Seccionadora de transmisión	19	14	4	1
Planta generatriz AEE	1	0	0	1
Tanques de agua	3	2	1	0
Carreteras primarias (metros)	198,276.42	128,323.15	46,806.92	23,146.35
Carreteras secundarias (metros)	6,978.89	6,311.73 667.17		0
Carreteras terciarias (metros)	3,394.31	1,550.56	1,843.75	0
Caminos vecinales (metros)	722,515.82	539,983.80	115,274.71	67,257.31
Líneas de gas (metros)	241,354.18	196,220.55	38,070.91	7,062.73
Líneas de gasolina (metros)	4,758.28	4,644.87	113.41	
Puentes	144	72	64	8
Pozos	134	88	45	1
Parques recreativos	35	22	11	2
Centro comercial	3	2	1	0
Hospitales	16	15	1	0
Aeropuertos	1	0	0	1
Puerto	1	0	0	1
Comunicaciones	454	316	75	63
Líneas telefónicas	63,378.05	43,104.65	13,091.67	7,181.72
Gasolineras	168	125	31	12

Tabla 4.15: Perfil Socio-económico de las Familias ubicadas en Zonas Susceptibles a Luciación

Zona	Área km2	Población	Unidades de Viviendas	Viviendas de alquiler	Población bajo nivel de pobreza
1 Bajo	7.44	58,721	32,066	17,090	27,872
1 Moderado a bajo	22.58	55,236	28,414	11,922	22,139
Alto	1.35	8,392	7,200	1,959	888
1 Total	31.38	122,350	67,680	30,971	50,899
• Total Municipio	127.33	403,968	199,947	79,636	161,381
Zona	Sin diploma de escuela Superior	Sin vehículo de motor	Asistencia pública	Mayores de 65 años	Hogares de un solo jefe de familia
Bajo	14,155	10,865	3,654	8,671	3,616
Moderado a bajo	10,559	7,748	3,302	8,877	2,904
Mto	299	603	60	1,683	182
Total	25,012	19,216	7,017	19,231	6,703
Total Municipio	78,175	53,804	22,349	59,757	20,641

BORRADOR

Tabla 4.16: Infraestructura ubicada en Zonas Susceptibles a Licuación

Categoría de Infraestructura	Magnitud de Riesgo			
	Total en Riesgo	Bajo	Moderado	Alto
Parcelas Comerciales	1,837	318	1,233	78
Escuelas	107	62	35	3
Policía	10	6	2	0
Bomberos	2	0	1	0
Agencias de gobierno	8	4	3	0
Centros de cuido	3	1	1	0
Agua potable (metros)	351,563.31	155,163.64	121,306.35	21,932.09
Líneas sanitaria (metros)	316,375.50	130,311.34	129,720.97	17,204.60
Bombas de agua	3	0	3	0
Plantas de filtración AAA	1	0	1	0
Plantas de tratamiento Aguas Usadas	1	0	0	0
Líneas eléctricas (metros)	51,581.52	14,166.71	22,726.23	0
Subestaciones AEE	36	15	16	0
Seccionadora de transmición	11	6	4	0
Planta generatriz AEE	1	0	0	0
Tanques de agua	2	0	1	0
Carreteras primarias (metros)	112,145.65	42,112.01		46,504.34
Carreteras secundarias (metros)	818.09	150.92	667.17	0
Carreteras terciarias (metros)	1,833.59	0	1,833.59	0
Caminos vecinales (metros)	325,276.23	126,219.87	113,140.27	19,317.05
Líneas de gas (metros)	1,833.59	0	1,833.59	0
Líneas de gasolina (metros)	4,758.28	4,644.87	0	0
Puentes	113	39	64	2
Pozos	63	14	45	3
Parques recreativos	14	1	11	0
Centro comercial	2	1	1	0
Hospitales	7	5	1	1
Aeropuertos	1	0	0	0
Puerto	1	0	0	0
Comunicaciones	228	89	76	2
Lineas telefónicas	39,187.07	15,718.66	13,091.67	3,195.02

BORRADOR

Específicamente éstos ascienden a 53,378, lo que indica que será necesario interactuar de forma más directa y personal con dicho segmento de la población ya que los medios escritos pueden tener un impacto más limitado.

Unas 40,724 personas de la personas que viven en zonas de amplificación de onda sísmica, no tienen vehículos de motor. Esto indica las limitaciones de movilidad que pueden tener centenares de ciudadanos en caso de que haya necesidad de ser evacuados luego de un desastre. En cuanto a asistencia pública, unas 15,217 personas de los que están ubicados en zonas de amplificación de onda sísmica, dependen de esta ayuda. Este número es indicativo del número mínimo de personas que necesitaría asistencia pública en caso de desastre, y del número de personas a las cuales habría que proveerle los recursos para satisfacer sus necesidades más básicas.

Unas 42,699 personas de las que viven en zonas de amplificación de onda sísmica, son mayores de 65 años. Esto indica la población podría tener necesidades particulares que necesitarán ser atendidas debido a limitaciones de movilidad, salud y comunicación. El número de familias que vive en zonas de amplificación de onda sísmica donde hay un solo jefe es de 14,791. Esto indica la necesidad de desarrollar estrategias que atiendan el cuido de los niños de todas las edades para que el jefe de familia pueda continuar proveyendo el sustento luego de un desastre.

d. Infraestructura crítica en áreas vulnerables

El terremoto es más severo en las áreas de sedimentación profunda no consolidada. Estas áreas son susceptibles a la amplificación máxima de aceleración de suelo (peak ground acceleration, PGA) durante un terremoto. En el Apéndice 2 se ilustra la variación de susceptibilidad de materiales geológicos en el Municipio con relación a terremotos. Este mapa clasifica los terremotos en cinco niveles de intensidad de riego. La extensión y la distribución del riesgo de terremoto suelo en San Juan son variadas porque:

- Las áreas de riesgo altas y muy altas de terremotos están bien distribuidas en todo el municipio. Áreas de intensidad de riesgo altos, están ubicado en los valles que coinciden con áreas de depósitos aluviales.
- Los lugares afectados por terremoto, incluyen áreas con densidad urbanas altas tales como el Hato Rey, Santurce, Condado, Río Piedras, , a lo largo de la carretera estatal PR-26, PR-3, PR-18 yPR-52. Un terremoto mayor ocasionará pérdida significativa de vidas y la interrupción de los servicios ofrecidos por las instalaciones críticas, infraestructura y las vías de comunicación especialmente en el centro urbano histórico
- Las pérdidas residenciales y comerciales deberán ser entre los edificios que no son diseñados según el International Building Code, más aún aquellos construidos previos al 1979, dónde no se consideraba el efecto de los terremotos en los diseños estructurales (por ejemplo. Edificios de hormigón de varias plantas, estructuras de mampostería sin-reforzar, viejas, muchos de cuáles están ubicados en el Viejo San Juan, Santurce, Río Piedras y donde hayan construcciones que no hayan seguido los últimos códigos de construcción).

Las pérdidas residenciales son distribuidas en todo el municipio y están concentradas en los edificios con fundaciones (zapatas) sin reforzar. Las áreas críticas son las ubicadas en lugares

donde hayan dépositos de arenas y las áreas costeras del alrededor del Municipio tales como Hato Rey, Condado y Santurce, al igual que cerca de los ríos y quebradas.

Unas 137,673 viviendas de las residencias del Municipio de San Juan y unas 67,679 residencias están ubicadas en zonas de amplificación de onda sísmica y en zonas de licuación, respectivamente. En las zonas de amplificación sísmica hay miles de establecimientos comerciales, localizados en 3 centros comerciales, 273 escuelas, 21 agencias de seguridad, 6 estaciones de bomberos, 12 agencias de gobierno, todas las dependencias municipals, 11 centros de cuido, 35 parques recreativos, 16 hospitales, un aeropuerto, un puerto, 168 gasolineras, miles de metros de agua potable y líneas sanitarias, 4 bombas de agua, una planta de filtración AAA, una planta de tratamiento de aguas negras, miles de metros de líneas eléctricas, telefónicas de gas y de gasolina, 61 subestaciones de AEE, 3 tanques de agua, 144 puentes, 134 pozos, carreteras primarias, secundarias, terciarias y caminos vecinales.

En la zona de licuación de arena hay miles de establecimientos comerciales, localizados en 2 centros comerciales, 107 escuelas, 10 agencias de segundad, 2 estaciones de bomberos, 8 agencias de gobierno, 3 centros de cuido, 14 parques recreativos, 7 hospitales, un aeropuerto, un puerto, 81 gasolineras, miles de metros de agua potable y líneas sanitarias, 3 bombas de agua, una planta de filtración AAA, una planta de tratamiento de aguas negras, miles de metros de líneas eléctricas, telefónicas de gas y de gasolina, 36 subestaciones de AEE, 2 tanques de agua, 113 puentes, 63 pozos, carreteras primarias, secundarias, terciarias y caminos vecinales.

e. Estimado de daños potenciales causados por terremoto

La mayoría de la infraestructura del Municipio está expuesta a los efectos de las vibraciones y aceleraciones sísmicas. Para establecer los daños que puede causar un terremoto se consideró la aceleración sísmica (pga) que tiene un 10% de probabilidad de ser excedida en 50 años de acuerdo a los mapas de aceleración máxima para Puerto Rico según establecido en el trabajo preparado por C. S. Mueller, A. D. Frankel, M. D. Petersen y E. V. Leyendecker: *"Seismic Hazard Maps for Puerto Rico and U.S. Virgin Islands*". La frecuencia, efectos y características de los terremotos que han afectado significativamente al municipio se obtuvo mediante la recopilación de documentos históricos, como el informe de los sismólogos Reid y Taber: *"The Porto Rico Earthquake of 1918"*, así como de los catálogos sísmicos de Puerto Rico y de literatura científica que aparece en la bibliografía de este documento. Los daños anuales promedio fueron estimados a base de coeficientes de daño derivados a partir de las aceleraciones sísmicas y el número, tipo y valor de todas las estructuras que desglosa el modelo HAZUS (versión de 2005) en su base de datos censales.

Para estimar los daños económicos que puede producir un terremoto en el municipio se consideraron todas las fuentes sismogénicas y se seleccionó el evento sísmico máximo con probabilidad de 10% en 50 años. La aceleración horizontal máxima del terreno de dicho evento es de 0.22 g (la aceleración gravitacional es de 9.8 m/sec^2).

Luego se utilizó la base de datos del modelo HAZUS (versión 2005) desarrollado por FEMA para obtener los tipos de edificaciones a base de los materiales y métodos de construcción prevalecientes

BORRADOR

en el Municipio. De esta base de datos se determinó el número de estructuras, su valor y sus contenidos.

Los valores que el modelo HAZUS provee para el Municipio de San Juan fueron ajustados para representar el valor real de los diversos tipos de estructuras residenciales y sus contenidos usando en su lugar los valores empíricos obtenidos por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU.,en la Declaración de Impacto Ambiental de las obras de control de inundación del Río La Plata que aparece en la bibliografía. De acuerdo a la aceleración sísmica y al tipo de estructura se definió un coeficiente de daño a partir del cuál se estimaron las pérdidas económicas a la infraestructura.

El análisis indicó que este evento sísmico causaría unos $2,869,214,616.00, en pérdidas a los contenidos y las estructuras. Este valor equivale al 9.48% del valor de todas las estructuras y sus contenidos en el Municipio. Los daños promedios se estimaron asumiendo un terremoto fuerte cada 250 años. Esto significa que las pérdidas promedio anuales que potencialmente pueden generar los terremotos en el Municipio equivaldrían a unos $11,476,857.00. Las siguientes tablas presentan el desglose de las pérdidas económicas que pueden producir los sismos a las estructuras y sus contenidos de acuerdo a su categoría o tipo de edificación, número de estructuras, valor de contenidos y estructuras y coeficientes de daños (CD) usados para estimar pérdidas.

Tabla: 4.17: Pérdidas Económicas Potenciales a los Contenidos que provocaría un Terremoto con Probabiliad de Ocurriro de 10% en 50 años en el Municipio

Categoría	Número de estructuras	Valor total del contenido	CD	Daños al Contenido
Estructuras de madera	5,532	$181,427,216	0.08	$14,514,177
Estructuras de acero	336	$1,036,591,833	0.08	$82,927,347
Estructuras de hormigón	887	$1,564,166,435	0.08	$125,133,315
Estructuras con muros de corte	49,907	$2,387,045,338	0.08	$190,963,628
Estructuras de hormigón pre-fabricado	227	$703,941,542	0.08	$56,315,323
Estructuras de cemento y bloque sin reforzar	53,746	$1,762,739,337	0.33	$581,703,981
Total	110,636	$7,635,911,700		$1,051,557,771

Tabla: 4.18: Pérdidas Económicas Potenciales a las Estructuras que provocaría un Terremoto con Probabiliad de Ocurriro de 10% en 50 años en el Municipio

Categoría	Número de estructuras	Valor de todas las estructuras	CD	Daños al Contenido
Estructuras de madera	5,532	$377,959,660	0.054	$20,409,821
Estructuras de acero	336	$960,030,374	0.045	$43,201,368
Estructuras de hormigón	887	$1,757,372,761	0.09	$158,163,549

Estructuras con muros de corte	49,907	$15,200,398,569	0.047	$714,418,732
Estructuras de hormigón pre-fabricado	227	$649,520,873	0.085	$55,209,275
Estructuras de cemento y bloque sin reforzar	53,746	$3,672,240,453	0.225	$826,254,102
Total	110,636	$22,617,522,690		$1,817,656,845

f. Condiciones que exacerban o mitigan el peligro de terremoto

El Municipio de San Juan está en la región sísmica norte-oriental de Puerto Rico y su situación es próxima a la Fosa de Anegada y la Trinchera de Puerto Rico que son zonas sismogénicas capaces de producir terremotos fuertes que afecten significativamente la integridad estructural de un número significativo de edificaciones.

Uno de los factores que exacerba o aumenta la fuerza de las oscilaciones sísmicas es la susceptibilidad a la amplificación de ondas sísmicas de los terrenos sedimentarios aluviales del río Piedras particularmente en la parte baja de la cuenca donde viene a formar parte del llano costero. Esta condición hace que cuando ocurra el próximo sismo estos terrenos vibren más fuerte y por más tiempo que los que están ubicados sobre terrenos más densos, sólidos y firmes como los que predominan al sur del municipio. Esto significa que la magnitud del daño que pueden provocar los sismos en estos terrenos es potencialmente mayor. Sectores como Miramar, area de la Avenida Kennedy, Caño Martín Peña y el lado sur del Viejo San Juan tienen alto riesgo a onda sísmica. El área de Hato Rey es moderadamente susceptible a las ondas sísmicas.

Otro factor agravante que exacerba o incrementa el potencial de daño de los terremotos es la susceptibilidad al efecto de la licuación que puede ocurrir en las zonas playeras y los depósitos de arena interestratificados con otros materiales sedimentarios en las llanuras aluviales de los ríos. Cuando esto ocurre las estructuras aquí ubicadas pueden hundirse parcialmente experimentando asentamientos diferenciales. El Viejo San Juan, Condado, lado oeste de Hato Rey y Santurce, sectores del Caño Martín Peña, son los lugares con mayor susceptibilidad a licuación.

Desde el punto de vista estructural, las edificaciones mal construidas presentan un potencial de daño significativamente mayor. Éstas incluyen viviendas de construcción mixta de bloque y madera así como las casas de hormigón y bloque de construcción "criolla" que dominan en las comunidades de bajos recursos económicos. Ésta incluyen también las construidas en laderas sobre columnas altas de longitud desigual y sin supervisión técnica adecuada.

Por otro lado es importante señalar que la mayor parte de la infraestructura se edificó siguiendo códigos de construcción menos estrictos que al presente por lo que en caso de un terremoto fuerte un número significativo de estructuras podría fallar y/o sufrir daños cuantiosos.

La mayoría de las escuelas, cuarteles de policías y bomberos, al igual que muchas facilidades de gobierno ubicadas en infraestructura construidas previas al 1987, donde no había un procedimiento específico para constrier estructuras resistentes a terremoto. En el caso de las

BORRADOR

escuelas la vulnerabilidad radica en el hecho de que las columnas cortas del lado del salón que accede al pasillo recibirían cargas sísmicas excesivas en caso de ocurrir el terremoto de diseño haciendo que se quiebren y fallen estructuralmente. Esto significa que es de suma importancia considerar la integridad estructural de las escuelas (particularmente las construidas antes de 1987) para que de ser necesario puedan ser reforzadas para resistir un evento sísmico fuerte (probabilidad de 10% de ocurrencia en 50 años). En el Capítulo 5 se propone proveer guías para que cada residente o propietario pueda hacer un inventario de cada una de las estructuras de alta vulnerabilidad potencial, incluyendo las casas sobre columnas altas y las escuelas vulnerables.

La construcción de nuevas urbanizaciones y edificaciones en el valle aluvial del Río Piedras, así como el rellenamiento de los humedales, incrementará la vulnerabilidad a los efectos sísmicos debido al incremento en aumento en exposición a los efectos de la amplificación de ondas sísmicas y la licuación.

2. Maremotos (Tsunami)

a. Información general

Un maremoto es una secuencia de ondas generadas por un movimiento súbito de tierra bajo la superficie del mar. Este movimiento puede ser ocasionado por diversos fenómenos incluyendo desplazamientos verticales en el fondo del mar como consecuencia de movimientos tectónicos asociados a la ruptura de fallas normales o inversas, así como por deslizamientos submarinos, erupciones volcánicas bajo el mar y sismos distantes que pueden generar maremotos que viajen miles de kilómetros desde su punto de origen. Las ondas de un maremoto se esparcen radialmente y en todas direcciones a través del océano abierto a una velocidad que alcanza un promedio de 450 millas por hora.

Desde la costa, un maremoto se experimenta como una secuencia de ascensos y retiradas en el nivel del mar. De acuerdo a la intensidad del evento que acciona este oleaje, así como de la distancia desde su epicentro, el tiempo que transcurre entre onda y onda fluctúa entre menos de 10 y más de 45 minutos, aproximadamente. Debido a la naturaleza de estas ondas, un maremoto puede ocasionar olas que potencialmente pueden llegar a una decena de metros de altura, y puede adentrarse varios cientos de metros hacia la costa arrasando todo lo que encuentre a su paso.

En el Municipio de San Juan dicho peligro surge principalmente de su proximidad a la Trinchera de Puerto Rico, que es una de las fuentes sismogénicas que mayor peligro presenta para la región norte de la Isla, y el talud insular donde pueden ocurrir deslizamientos submarinos potencialmente catastróficos. El evento del 11 de octubre de 1918 ocurrió como resultado de un desplazamiento tectónico de carácter vertical que dio origen al sismo y maremoto que afectó a la Isla, particularmente la región noroeste. Aunque no hay detalles específicos sobre la penetración e impacto del maremoto del 1918 en el área de estudio, los modelos matemáticos de simulación de maremotos desarrollados por el "Programa de Aviso y Mitigación contra Daños de Tsunamis de Puerto Rico" señalan claramente que el sector costero está ubicado en un área de alto peligro potencial, y que numerosas estructuras aledañas a la costa incluyendo hoteles, condominios, comercios, residencias y calles se verían afectadas si ocurriera este evento.

BORRADOR

Dicho modelo de simulación está basado en una serie de parámetros que incluyen, entre otros, el número, longitud, ángulo de desplazamiento, proximidad, magnitud, profundidad hipocentral y arrumbamiento de las fallas, así como la naturaleza de la topografía submarina y superficial, la configuración de la costa y la aspereza de la superficie de los terrenos costeros. El modelo presenta el peor escenario probable que podría ocurrir en esta área luego de considerar todos los parámetros sísmicos, oceanógraficos y litorales de la costa donde está el sector costero del municipio de San Juan. La información que provee el modelo debe interpretarse cuidadosamente y entender que en la medida en que se siga erosionando la playa y continúe el ascenso del nivel del mar los daños serán potencialmente mayores que lo predicho por el modelo.

En síntesis, la vulnerabilidad de muchas de las edificaciones costeras del Municipio de San Juan se da en función de su ubicación con relación a las fuentes sismogénicas al norte de Puerto Rico, particularmente la plataforma insular y la Trinchera de Puerto Rico, su proximidad a la orilla del mar, su localización en una planicie costera casi a nivel del mar, la baja elevación de los terrenos y la eliminación de las dunas de arena originales que proveían un nivel significativo de protección. Las únicas barreras físicas que reducen significativamente este potencial son las primeras líneas de estructuras que actuarán de parapeto contra la ola sísmica.

b. Eventos históricos y recientes

Desde tiempos históricos, los fuertes terremotos que han afectado la Isla han estado asociados a fallas geológicas activas en el mar. Los sismos que han sido producto de desplazamientos verticales en el fondo del mar han estado acompañados por maremotos. El más reciente de éstos, el evento del 11 de octubre de 1918, ocurrió como resultado de un desplazamiento tectónico de carácter vertical que dio origen al sismo y maremoto que afectó a la Isla, particularmente la región noroeste. El informe de los sismólogos Reid y Taber (1919) indica que la altura máxima de la ola sísmica alcanzó unos 6 metros en Punta Agujereada en Aguadilla, y 2.75 metros a un kilómetro al sudeste de Punta Jiguero, disminuyendo en dirección a Mayagüez donde alcanzó 1.2 metros. En Arecibo la ola llegó entre 10 a 15 minutos después del sismo alcanzando una altura de solamente 30 a 60 centímetros de agua.

Ya en la Bahía de San Juan la ola no fue notada pero en el Río Grande de Loíza el agua *retrocedió y luego subió como un metro sobre su nivel normal, sucediendo el fenómeno unos 25 o 30 minutos después del temblor. La ola debió haber llegado a la desembocadura del río unos 20 minutos después de la sacudida".* A base de la información del estudio de Reid y Taber se deduce que el maremoto pudo inundar los márgenes del Río Grande de Loíza ya que en muchos lugares la altura de sus bancos es menor de un metro. No obstante su impacto no fue significativo.

En el Municipio de San Juan dicho peligro surge principalmente de su proximidad a la Trinchera de Puerto Rico, que es una de las fuentes sismogénicas que mayor peligro presenta para la región norte de la Isla, y el talud insular donde pueden ocurrir deslizamientos submarinos potencialmente catastróficos particularmente a lo largo del cañón submarino del Río Grande de Loíza donde se han identificado sistemas de grietas concéntricas en las paredes del cañón submarino que son indicativas de condiciones potenciales para la ocurrencia de deslizamientos que tiene un potencial tsunamigénico significativo.

BORRADOR

El terremoto del 18 de noviembre de 1867, cuyo epicentro estuvo localizado en el Pasaje de Anegada, también vino acompañado de un maremoto que penetró casi 150 metros en la costa de Yabucoa, pero no tuvo efecto significativo alguno en la costa de San Juan.

c. Población en áreas vulnerables

De acuerdo al Plan anterior hay una gran cantidad de residentes viven en zonas susceptibles a inundaciones. En el caso de las residencias alquiladas el potencial de pérdidas es mayor debido a que estas propiedades generalmente no tienen asegurados sus contenidos.

Plan de Respuesta para Tsunami: Municipio de San Juan

El "Puerto Rico Tsunami Warning and Mitigation Program" ha preparado una serie de mapas de riesgo de tsunami para la Isla. Los mapas fueron creados utilizando simulaciones numéricas que se utilizan como herramienta de mitigación de eventos naturales raros. En el caso del Municipio los mapas fueron digitalizados e integrados al sistema HAZUS para determinar el impacto de un maremoto en la zona. En el Apéndice 2, se incluye el mapa que muestra las zonas en el Municipio que podrían ser afectadas por un maremoto.

La Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres del Municipio de San Juan (OMMEAD) ha desarrollado un Plan de Respuesta para Tsunamis, el cuál fue preparado en junio de 2014. Las agencias envueltas en la implantación de este plan son el Servicio Nacional de Meteorología, la Red Sísmica de Puerto Rico (RSPR), la Agencia Estatal para el Manejo de Emergencias de Puerto Rico Oficina de Zona (AEMEAD) y todas las agencias municipales. En el evento de un aviso de Tsunami o terremoto local con potencial tsunamigénico, la activación de este plan conducirá las acciones de la Oficina para el Manejo de Emergencias del Municipio (OMMEAD) y todos los encargados de coordinar y desalojar a los residentes y visitantes a lo largo de las comunidades costeras expuestas y otras áreas propensas.

Perfil de Vulnerabilidad del Municipio de San Juan

Un maremoto en San Juan puede causar inundación en el área costera de los barrios Viejo San Juan, Santurce y Hato Rey Norte debido a las olas asociadas al terremoto que puedan penetrar tierra adentro. Estas olas pueden provocar destrucción de propiedad y muertes por ahogamiento, daños a las estructuras ubicadas en las costas del Municipio a consecuencia del impacto directo del rompimiento de las olas y su retiro posterior hacia el mar. Además, estas olas causan gran erosión en la costa y en los cimientos de las estructuras. Daños o destrucción como resultado de los objetos flotantes que pueden variar desde pequeños escombros hasta embarcaciones grandes que pudiesen estar ancladas en bahías y puertos la cuál pueden impactar otras o a las estructuras ubicadas en la costa. El Plan de Respuesta para Tsunami establece y citamos: "El hecho es que de ocurrir un terremoto mayor bajo el fondo del Océano Atlántico que limita al norte del Municipio Autónomo de San Juan las probabilidades de un maremoto asociado a dicho evento son reales". A continuación incluimos la población estimada dentro de la zona de desalojo en el Municpio y la composición de la población dentro del área de desalojo.

Figura 4.X: Población estimada dentro de la Zona De Desalojo en caso de Tsunami

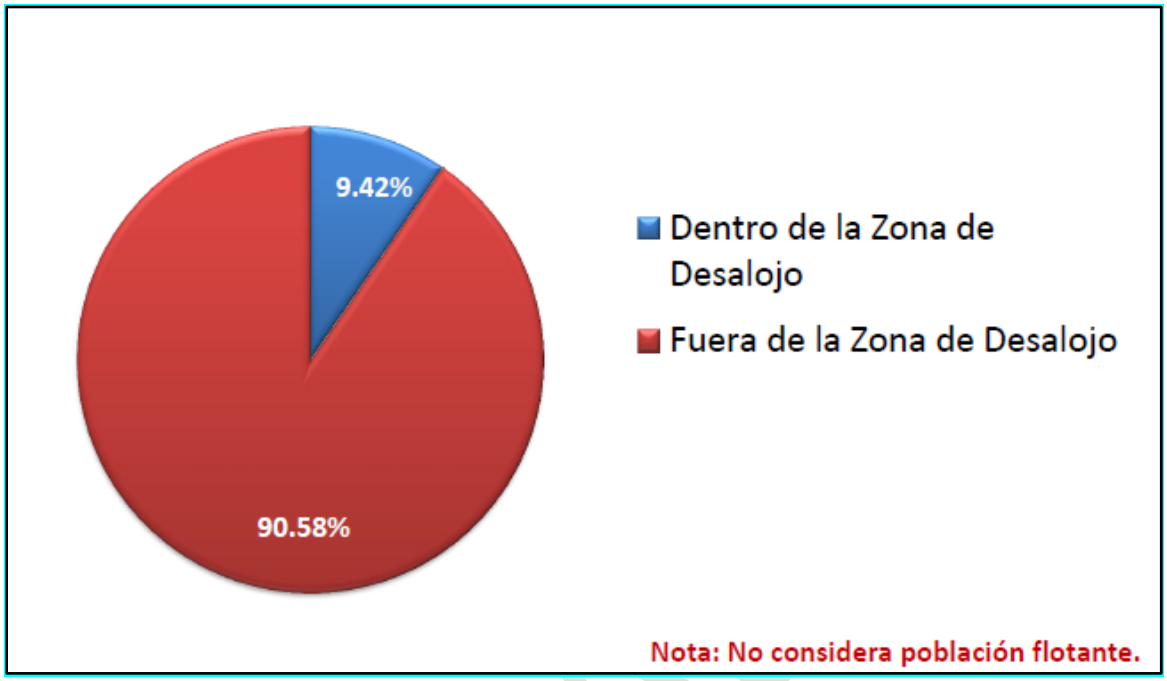


Figura 4.X: Composición de la Población Dentro de la Zona de Desalojo en caso de Tsunami

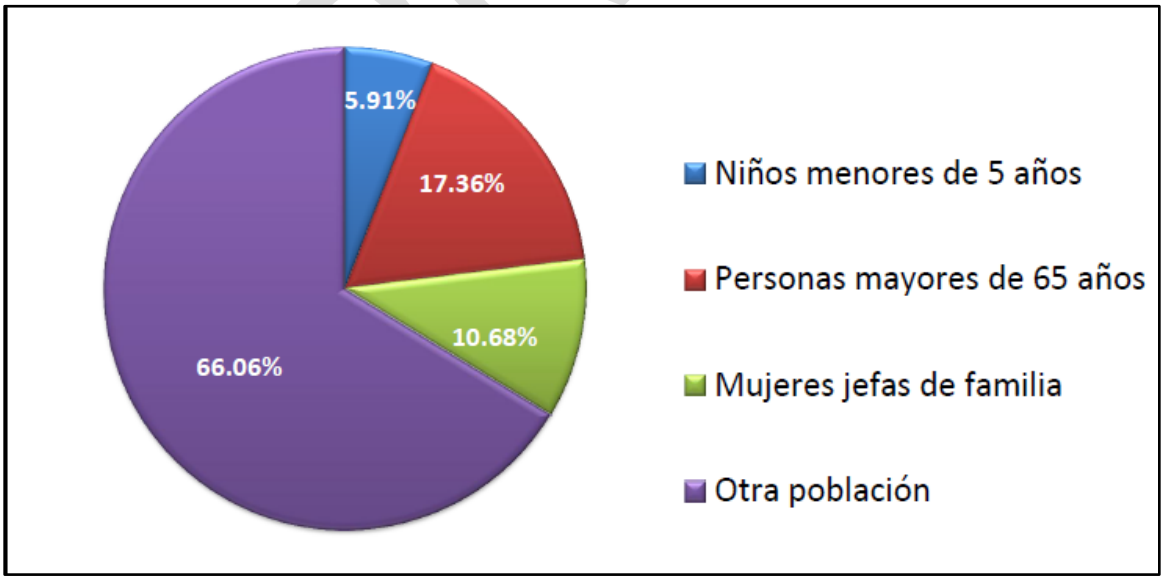


Figura 4.X: Resumen del Perfil de Vulnerabilidad

Variable	Ajustado a la Zona de Desalojo *	% del Tot. Mun.
Población Dentro de la Zona de Desalojo	37,232	9.4%
Población con 5 años o menos	2,200	9.7%
Población con 65 años o más	6,462	9.6%
Mediana de Edad	39.0	-
Unidades de vivienda	22,874	-
Viviendas Recreativas	1,288	0.6%
Mujeres Jefas de Familia	3,975	9.7%
Mujeres Jefas de Familia con Hijos menores de 18 años	2,039	10.2%
		* Cálculos aproximados.
TOTAL en el Municipio:	**No Ajustado a la Zona de Desalojo**	
Población Total	395,326	100%
Población con 5 años o menos	22,660	
Población con 65 años o más	67,114	
Jefes de Familia	165,316	
Mujeres Jefas de Familia	41,148	
Madres Jefas de Familia con Hijos Menores de 18 años	19,991	
Unidades de Viviendas	199,915	
Viviendas Recreacionales	3,965	

Figura 4.X: Aspectos Demográficos del Municipio

Municipio	Censo 2010	Censo 2000	Diferencia	Por Ciento de Cambio
San Juan	395,326	434,374	-39,048	-9.0
Municipio	**Población**	**% de la Población**		
Niños menores de 5	22,660	5.37 %		
Adultos de 65 o más	67,114	16.89 %		
Mediana de Edad, Municipio	39.0	Años		
Mediana de Edad por Sexo Municipio		**Mediana de edad en PR**		
Hombres	181,632		**2000**	**2010**
Mediana de edad	36.6 años	**Total en PR**	32.1 años	36.9 años
Mujeres	213,694	Masculino	30.4 años	35.1 años
Mediana de edad	41.1 años	Femenino	33.7 años	38.6 años
Población Estimada en zona de desalojo:				**% Pop Dentro**
No Ajustada	**41,000**	**Ajustada**	**37,232**	**9.42**

Las figuras 4.X y 4.X identifican el resumen de vulnerabilidad y los aspectos demográficos del Municipio, respectivamente donde podemos observar la población afectada en caso de tsunami.

Posibilidad de que ocurra un Tsunami (Maremoto)

Todos los días ocurren un promedio de tres o cuatro temblores en Puerto Rico. La mayor parte de éstos son imperceptibles a los seres humanos. Sólo los sismógrafos, que son instrumentos que se utilizan para medirlos, los registran. El análisis histórico de los terremotos nos revela que en Puerto Rico han ocurrido fuertes terremotos a intervalos que fluctúan entre 51 y 117 años. Ya han pasado más de 45 años desde el intervalo más corto y aunque no se pueda predecir cuándo ocurrirá el próximo terremoto fuerte sabemos que podría ser en cualquier momento.

d. Infraestructura general y crítica en áreas vulnerables

El Plan de Respuesta para Tsunami ha identificado una serie de facilidades susceptibles a vulnerabilidad en caso de Tsunami y se incluyen a continuación:

- Escuelas:
    - Esc. Dr. Pedro G. Goyco
    - Esc. Julián Blanco
    - Esc. Luís Lloréns Torres
    - Esc. Ramón Power y Giralt
    - Esc. Julio J. Henna
    - Esc. Jaime C. Rosario
    - Esc. Madame Luchetti
    - Saint John School
    - Robinson School
    - Esc. Luís Rodrígez Cabrero
    - Esc. María Martínez de Pérez
- Hoteles:
    - Hotel Conrad
    - Hotel Caribe Hilton
    - San Juan Beach Hotel
    - Confort Inn
    - Holiday Inn Express
    - El Portal
    - La Concha
    - Diamond Palaace
    - El Canario by the Lagoon
    - El Consulado
    - Coral Princess Hotel
    - El Prado Inn
    - Pierre Best Western Hotel
    - Hotel Iberia

BORRADOR

- L' habitación Guest House
- Acasia Seaside Inn
- At Wind Chimes Inn
- Hosteria del Mar
- Casa Castellana
- El Canario Inn Boutique Hotel
- Tres Palmas Inn

- Hospilates:
  - Hospilat Ashford
  - Hospital san Juan Health Center

- Agencias Federales
  - Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EEUU
  - Oficina Postal Barrio Obrero
  - US Post Office San Juan
  - US Custom & Border Patrol
  - US Coast Guard San Juan

- Utilidades
  - Subestación Autoridad de Energía Eléctrica en Santurce
  - Termoeléctrica de Puerto Nuevo

- Agencias Estatales
  - Operaciones Tácticas de la Policía de Puerto Rico
  - Tribula Supremo de Puerto Rico
  - Aqua Expresso
  - Guardia Nacional de Puerto Rico en Isla Grande
  - Compañía de Turismo de Puerto Rico
  - Departamento de Hacienda
  - Terminal de Covadonga de Guaguas de la AMA

e. Estimado del daño potencial que puede causar un maremoto

No hay modelos estándares tanto de FEMA o recomendados por dicha agencia para determinar el daño potencial a las estructuras y sus contenidos causado por maremoto. A pesar de esto se estimaron los daños usando en primer lugar el valor de las estructuras que comprende la cuartila superior de las estructuras residenciales del Municipio de San Juan según el Censo de 2010 (que corresponde a $179,036) y ajustando dicho valor a la realidad del mercado de San Juan que es una de las zonas en que el valor de la propiedad es mayor en todo el municipio.

BORRADOR

Luego, se determinó el valor promedio de los contenidos de acuerdo a los valores que utiliza el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EE.UU. en Puerto Rico. Los daños se establecieron entonces a base de la relación de las curvas de daño-profundidad que se usaron para estimar las pérdidas en las zonas inundables del Río La Plata que son representativos de las condiciones en la zona metropolitana de San Juan. Los estimados presentados asumen que todas las estructuras son penetradas de forma igual y que el agua alcanza la misma altura en todas las edificaciones. Aunque en la realidad éstas condiciones son variables debido a las irregularidades topográficas de la costa y los parámetros generales que determinan la penetrabilidad del maremoto, creemos que éste es un estimado razonable del orden de magnitud de las pérdidas esperadas en un evento de esta naturaleza.

Tabla 4.19: Estimado de Daños a las Estructuras ubicadas en la Zona Susceptible a Maremoto

# número de estructuras	Valor total de las estructuras	Daños 1.0 pie de agua	Daños 2.0 pies de agua	Daños 4.0 pies de agua	Daños 6.0 pies de agua
4,437	$723,486,254	$28,939,450	$43,409,175	$72,348,625	$86,818,350

Tabla 4.20: Estimado de Daños a los Contenidos de las Estructuras ubicadas en la Zona Susceptible a Maremoto

# número de estructuras	Valor total del contenido	Daños 1.0 pie de agua	Daños 2.0 pies de agua	Daños 4.0 pies de agua	Daños 6.0 pies de agua
4,437	$212,220,320	$48,810,673	$7,671,314	$93,376,941	$150,676,427

Tabla 4.21: Total de Daños a las Estructuras y Contenidos de las Edificaciones en la Zona Susceptible a Maremoto

# número de estructuras	Daños 1.0 pie de agua	Daños 2.0 pies de agua	Daños 4.0 pies de agua	Daños 6.0 pies de agua
4,437	$77,750,123	$51,080,489	$165,725,566	$237,494,777

Aunque no hay constancia histórica reciente de que la costa del Municipio de San Juan haya sido afectada por un maremoto significativo hay condiciones geológicas capaces de producirlo como la ocurrencia de deslizamientos en el talud insular de la costa norte de la Isla a lo largo de las paredes de los cañones submarinos de los principales ríos que desembocan en el Océano Atlántico.

El único maremoto significativo del cual hay evidencia histórica que haya afectado a la costa norte de la Isla es el de 1918. Por lo que se asumirá que este maremoto tiene una recurrencia de 1 en 500 años ya que su recurrencia es menor que la de los terremotos fuertes que afectan a San Juan

que es de aproximadamente 1 cada 250 años. El sismo de 1918 elevó el nivel del mar solamente 2 metros en Isabela y no hay razón por la cual éste haya sido significativamente mayor en San Juan. Por esta razón se asumirá, para efectos del análisis que el nivel del agua promedio en la zona de maremoto subirá solamente un promedio de un pie en todas las estructuras.

Del análisis se deriva que el daño potencial a las estructuras residenciales y sus contenidos por efecto del maremoto que penetre 1 pie dentro de las estructuras asciende a $77,750,123, por lo que el daño potencial promedio anual por maremoto en la costa de San Juan asciende a $19,240.

3. Deslizamientos y otros movimientos de masa

a. Información general

Los movimientos de masa incluyen caídas, deslizamientos, flujos y combinaciones de estos movimientos en diversos materiales que incluyen rocas, tierra y mezclas de tierra y roca. Todos se caracterizan por ser accionados por la fuerza de gravedad. Entre los factores que hacen que un material geológico falle causando un movimiento de masa están los que incrementan las fuerzas que mueven los materiales geológicos hacia abajo y los que decrecen la resistencia de estos materiales.

Los primeros incluyen incrementos en el ángulo de la pendiente, remoción de apoyo lateral en la base de la ladera, incrementos en el peso de la ladera, y aceleraciones sísmicas durante los terremotos. Los que reducen las resistencias incluyen la remoción de la cubierta vegetal, la meteorización de las rocas, la lixiviación y la saturación del terreno.

Un deslizamiento de terrenos (derrumbe) es el movimiento perceptible hacia debajo de una masa de tierra y suelo que compone una montaña. El movimiento puede ocurrir por influencia únicamente de la gravedad (caídas) o por la influencia de ésta en combinación con el agua (deslizamientos o flujo). Las características más importantes de los derrumbes son:

- La gravedad siendo la fuerza envuelta más importante.
- Movimiento rápido y/o moderadamente perceptible.
- Los bordes o límites pueden ser fácilmente reconocidos.
- El movimiento del terreno será hacia abajo y hacia el lado libre de la montaña.

Los derrumbes son el proceso de cambio más importante en el relieve de muchas zonas de Puerto Rico. El clima, la geología, la vegetación, la forma del terreno, las actividades agrícolas, la construcción, los cortes a las montañas, la erosión, la lluvia y otros son algunos de los factores que provocan o influencian en la formación de un derrumbe. El DRNA estima que los costos de los derrumbes en Puerto Rico pueden alcanzar $20,000,000.00 anuales (Moya, 1992). Entre las causas que los provocan se encuentran:

BORRADOR

- Tipo de Roca - Factor determinante en el origen y comportamiento de un derrumbe. No todas las rocas en Puerto Rico son iguales, aunque puede ser difícil conocer el tipo de roca si se pueden identificar ciertas características para que sea suficiente realizar una evaluación general.
- Pendiente del terreno - La inclinación o pendiente de una ladera es vital para reconocer el grado de estabilidad. La pendiente en combinación con el tipo de roca determinarán en gran medida las características de un derrumbe.
- El agua - La saturación del terreno por el agua determina considerablemente el grado de inestabilidad de una ladera. El agua ya sea en forma de lluvia, manantiales, quebradas, canales, ríos, sistemas de drenaje, pozos sépticos y otros facilitará la formación de derrumbes ya que se debilita la unión entre las partículas que componen a un suelo o roca.
- Erosión - Durante períodos de lluvia prolongados el caudal de las quebradas y los ríos aumenta, al igual que su velocidad. Si el suelo en ese momento se encuentra desprovisto de vegetación o si el agua tiene suficiente velocidad para producir erosión, entonces en el terreno se originan una serie de cambios topográficos asociados a dicha erosión que pueden ser el comienzo de un derrumbe.
- Depresiones - Los derrumbes siempre dejan evidencia en el terreno ya sea con el material que cayó desde otro sitio o con el material que se fue del lugar. Algunos derrumbes dejan amplias depresiones en el terreno, también llamadas cicatrices, que son las indicadoras que en el pasado esa depresión estaba compuesta de suelo o tierra.
- Actividades Humanas - Las condiciones que mantiene estables una montaña se ven modificadas substancialmente por alguna actividad o construcción, entonces se propicia la formación de un derrumbe. Entre las actividades se pueden mencionar:

    - Cortes muy verticales
    - Sobrecargas o sobrepeso
    - Pozos sépticos filtrando como los pozo-muro
    - Tanques soterrados o cisternas con fuga (filtraciones)
    - Canales de drenaje mal diseñados o mal construidos
    - Rellenos mal compactado o compactados con materiales inapropiados.

Terremotos - Las vibraciones y sacudidas que están asociadas a un terremoto pueden ayudar a provocar que los materiales de una montaña que no estén constituidos de forma sólida se suelten y que un derrumbe pueda ocurrir. El DRNA ha establecido que hay datos históricos de grandes derrumbes catastróficos que han sido generados por terremotos, estos daños pueden ocurrir en cualquier tipo de terreno y sobre cualquier pendiente, todo dependerá de que tan suelto se encuentre el terreno al momento del terremoto (Moya, 1992).

Los deslizamientos se consideran parte de un proceso geológico continuo en el que las formaciones rocosas son erosionadas con el paso del tiempo, lo que provoca mayor debilidad de los materiales. En Puerto Rico, la topografía accidentada y los suelos de grano fino son condiciones que lo hacen susceptible a deslizamientos. Muchos de los deslizamientos ocurren a lo largo de cortes o rellenos de carreteras y se producen con variaciones en tamaño que van desde

desprendimientos pequeños de rocas y suelo de unas pocas yardas cúbicas hasta eventos de deslizamientos de laderas de montañas completas de cientos pies de largo.

Los deslizamientos ocurren más comúnmente en áreas de montañas escarpadas durante períodos de lluvia intensa. La lluvia satura el suelo y provoca que el drenaje natural pierda su capacidad estructural y falle. Bajo la categoría general de deslizamientos se incluyen varios tipos de movimientos de masa de tierra como son:

- Grietas – movimiento lento y constante de tierra o roca pendiente abajo, a menudo indicado por troncos de árbol encorvados, cercas o muros de contención inclinados, postes inclinados o verjas.
- Caída de escombros – un movimiento de masa rápido en que la tierra suelta y rocas, unidas a la materia orgánica se combina con aire y agua para formar un fango que fluye pendiente abajo o barranco abajo.
- Alud de escombros – una variedad de caída rápida extrema de escombros.
- Fango – el rápido desplazamiento del terreno húmedo, que contiene por lo menos 50% de partículas de tamaño de arena, cieno y arcilla.

Dependiendo de la magnitud de los deslizamientos, los daños pueden ser muy serios, pudiendo quedar enterrado todo el sistema y la comunidad como en el caso del deslizamiento de Mameyes. La magnitud del impacto de los deslizamientos depende principalmente del volumen de la masa en movimiento y de la velocidad de la misma, pero también de la extensión de la zona inestable y de la disgregación de la masa en movimiento.

b. Eventos históricos y recientes

En el Municipio de San Juan, los deslizamientos de terreno han sido por lo general activados por lluvias fuertes, o han sido el resultado de cortes relacionados a obras de construcción. La zona de mayor peligro comprende el área escarpada de las estribaciones meridionales de la Cordillera Central al sur del municipio Cortes verticales en los cerros al margen de las carreteras también muestran despeños y pequeñas caídas de rocas que localmente pueden bloquear el tránsito y afectar la seguridad de los automovilistas y transeúntes.

El Atlas 14 Precipitation Frequency Atlas of the United States, Volumén 3, versión 4.0 (Puerto Rico e Islas Vírgenes Américanas que substituyo al Technical Paper 42 (TP-42) e incluye la frecuencia del estimado de precipitación esperada como resultado de los eventos de lluvias definidos según la gráfica presentada para el Municipio y que está incluido como parte del Apéndice 11. Este documento fue preparado por el Servicio Nacional de Meteorología en Silver Springs, Maryland en el 2006. La actualización fue basada en datos más recientes y actualizados, acercamientos estadísticos e interpolación parcial y técnicas de preparación de mapas.

La relación de intensidad y duración mínimas que se requieren para accionar movimientos de masas en el interior montañoso central de Puerto Rico en zonas donde la pluviosidad promedio anual se acerca a 2,000 mm está dado por la ecuación

$$I = 96.41\ D^{-0.82}$$

donde I es la intensidad de la lluvia en mm/hr y D es la duración en horas (Larsen M.C., Torres-Sánchez A. J., 1989).

Los valores de las intensidades mínimas para lluvias de duración entre 1 y 24 horas capaces de accionar movimientos de masas en el interior de la Isla aparecen en la tabla T-7. Ésta revela que eventos prologados de lluvia de menor intensidad presentan un potencial mayor de accionar movimientos de masa que eventos de alta intensidad y poca duración. Esto se explica por el hecho de que una intensidad menor de lluvia favorece la infiltración en masa en el terreno, así como la saturación gradual del mismo.

Tabla 4.22: Condiciones Pluviométricas que accionan Deslizamientos y su Recurrencia en San Juan

Duración del Evento de lluvias (horas)	Intensidad Mínimia para Accionar Deslizamientos (pulgadas/hora)	Precipitación Total (pulgadas)	Recurrencia Promedio en San Juan (años)
1	3.60"/hr	3.60"	19
2	2.04"/hr	4.08"	9
3	1.46"/hr	4.38"	7
6	0.83"/hr	4.98"	6
12	0.47"/hr	5.64"	5
24	0.27"/hr	6.48"	4

En promedio, cada 4 años ocurre una lluvia de 24 horas de duración que es potencialmente capaz de accionar movimientos de masa en las laderas menos resistentes del interior montañoso del municipio de San Juan. De igual manera ocurre cada 5 años con el evento de 12 horas de duración, cada 6 años con el de 6 horas, cada 7 años con el de 3 horas de duración, cada 9 años con el de 2 horas de duración, y cada 19 años con el de 1 hora de duración (Ver tabla T-7). Para poner esto en perspectiva hay que señalar que en el área sur de San Juan la precipitación que acompañó a los huracanes Hortense (16"), Georges (9"), Hugo (7") y Marilyn (3") fue suficiente como para causar daños por derrumbes y otros movimientos de masas a las estructuras existentes. Las 16" de lluvia que cayeron durante el paso del huracán Hortense exceden por 4.5" la intensidad máxima de 24 horas con recurrencia de 100 años, que es de 11.5". Todo esto significa que los eventos pluviométricos intensos o moderados de larga duración tienen la capacidad de inducir movimientos de masa significativos en el área sur del Municipio de San Juan.

A base de esto, se concluye que los eventos de lluvia típicos del área presentan condiciones que pueden accionar movimientos de masas significativos en la porción sur del Municipio de San Juan. Estas áreas, no obstante, presentarán un riesgo menor en la medida en que prevalezcan las condiciones naturales de las vertientes y la cobertura forestal de bosque secundario, arbustos o pastos. Aún en estos lugares es más probable que las estructuras fallen por mala construcción que por causas de carácter geológico, a menos que la actividad antropogénica cree condiciones agravantes que aumenten los esfuerzos cortantes o reduzcan las resistencias de los materiales geológicos, como es el caso de los cortes de carreteras y la saturación de los suelos a causa de pozos sépticos en laderas escarpadas.

BORRADOR

c. Población en áreas vulnerables

Unas 350,594 personas del total de la población del municipio de San Juan, viven en zonas con susceptibilidad a deslizamientos. Hay 199,283 viviendas en las zonas con susceptibilidad a deslizamientos, lo que comprende el 99.66% del total de viviendas en el Municipio. De éstas, el 99.68% son alquiladas, lo que indica que en éstas últimas el potencial de pérdidas es mayor debido a que estas propiedades generalmente no tienen asegurados sus contenidos.

Unas 154,743 personas de la población ubicada en las zonas susceptibles a deslizamientos, viven bajo el nivel de pobreza. Esto indica que casi el total de la población en estas áreas tiene recursos muy limitados para responder y recuperarse adecuadamente luego de un evento de este tipo.

El 96.24% de las personas que viven en las zonas con susceptibilidad a deslizamientos no poseen diploma de escuela superior. Específicamente éstos ascienden a 75,235 residentes,Jo que indica que será necesario interactuar de forma más directa y personal con este segmento de la población ya que los medios escritos pueden tener un impacto más limitado.

Unas 51,261 personas de la que viven en zonas con susceptibilidad a deslizamientos, no tienen vehículo de motor. Esto indica las limitaciones de movilidad que pueden tener decenas de ciudadanos en caso de que haya necesidad de ser evacuados.

En cuanto a asistencia pública, unas 20,338 personas de los que están ubicados en zonas con susceptibilidad a deslizamientos, dependen de esta ayuda. Este número es indicativo del número mínimo de personas que necesitaría asistencia pública en caso de desastre, y del número de personas a las cuales habría que proveerle los recursos para satisfacer sus necesidades más básicas.

Unas 59,559 personas de las que viven en zonas con susceptibilidad a deslizamientos, son mayores de 65 años. Esto indica que casi la totalidad de la población en estas zonas podría tener necesidades particulares que necesitarán ser atendidas debido a limitaciones de movilidad, salud y comunicación.

El número de familias que viven en zonas con susceptibilidad a deslizamientos donde hay un jefe de hogar hembra sin esposo presente es de 20,605. Esto indica la necesidad de desarrollar estrategias que atiendan las necesidades de cuido de los niños de todas las edades para que la jefe de familia pueda continuar proveyendo el sustento. Debemos mencionar que cerca de una docena de casas sufrió los efectos de un deslizamiento en Alturas de Berwind donde gran parte de dichas residencias sufrieron daños irreparables y permanente ocasionando que las mismas fuersen declaradas inhabitables y se le removieran los servicios básicos.

BORRADOR

Tabla 4.23: Pérfil Socioeconómico de las Familias ubicadas en Zonas Susceptibles a Movimientos de Masa

Zona	Área km 2	Población	Unidades de Viviendas	Viviendas de alquiler	Población bajo nivel de pobreza
Bajo	101.96	381,875	173,110	70,173	147,053
Moderado	18.24	12,761	5,085	990	4,478
Alto	3.49	8,027	3,292	1,136	3,213
Total	123.69	402,662	181,487	72,299	154,744
Total Municipio	127.33	403,968	199,947	199,947	161,381
Zona	Sin diploma de escuela superior	Sin vehículo de motor	Asistencia pública	Mayores de 65 años	Hogares de un solo jefe de familia
Bajo	71,511	49,512	19,271	57,502	19,636
Moderado	2,538	1,063	686	1,336	451
Alto	1,186	686	381	721	490
Total	75,235	51,262	20,338	59,559	20,577
Total Municipio	78,175	53,804	22,349	59,757	20,641

Tabla 4.24: Infraestructura ubicada en Areas Susceptibles a Movimientos de Masa

Categoría de Infraestructura	Magnitud de Riesgo			
	Total en Riesgo	Bajo	Moderado	Alto
Parcelas Comerciales	8,047	8,011	6	30
Escuelas	342	336	6	3
Policía	26	26		0
Agencias de gobierno	14	14	0	0
Centros de cuido	17	16	1	0
Agua potable (metros)	1,217,869.63	1,172,418.71	45,450.92	13,996.45
Líneas sanitaria (metros)	941,549.10	941,262.55	286.55	5,719.23
Bombas de agua	19	13	6	0
Plantas de filtración AAA	1	1	0	0
Plantas de tratamiento Aguas Usadas	1	1	0	0
Líneas eléctricas (metros)	333,260.62	252,198.86	81,061.76	268.78
Subestaciones AEE	64	64	0	0
Tanques de agua	8	5	0	3
Carreteras primarías (metros)	259,320.57	250,148.81	9,171.75	0
Carreteras secundarías (metros)	40,641.15	36,559.31	4,081.84	0.00
Carreteras terciarias (metros)	28,607.27	23,215.91	5,391.36	1,564.34
Caminos vecinales (metros)	1,178,167.76	1,083,447.17	77,962.88	16,757.71
Líneas de gas (metros)	255,664.60	255,286.92	0	377.67
Líneas de gasolina (metros)	4,758.28	4,758.28	0	0.00
Puentes	177	174	3	0
Pozos	227	221	6	1
Parques recreativos	46	46	0	0

BORRADOR

Categoría de Infraestructura	Magnitud de Riesgo			
	Total en	Bajo	Moderado	Alto
Centro comercial	10	10	0	0
Hospitales	21	21	0	0
Comunicaciones	607	592	15	13
Gasolineras	227	221	6	1

d. Infraestructura general y crítica en áreas vulnerables y estimado de daños potenciales

Unas 199,283 viviendas del Municipio de San Juan, están ubicadas en zonas de alto riesgo de sufrir deslizamientos. Por otra parte, también hay en estas zonas algunas facilidades de infraestructura entre las cuales se incluyen miles es parcelas comerciales en 10 centros comerciales, 342 escuelas, 26 agencias de segundad, 14 agencias de gobierno, 17 centros de cuido, 46 parques recreativos, 21 hospitales, 227 gasolineras, miles de metros de agua potable y líneas sanitarias, 19 bombas de agua, una planta de filtración AAA, una planta de tratamiento de aguas negras, miles de metros de líneas eléctricas, de gas y de gasolina, 64 subestaciones de AEE, 8 tanques de agua, 177 puentes, 227 pozos, carreteras primarias, secundarias, terciarias y caminos vecinales.

No hay modelos estándares para estimar las pérdidas que pueden ocasionar los deslizamientos y otros movimientos de masa a las estructuras ni a sus contenidos. Desde el punto de vista empírico los daños por deslizamientos a las estructuras ubicadas en zonas potencialmente inestables es bajo.

La baja incidencia de movimientos de masa se debe en parte a las características geomórficas del paisaje topográfico y a la presencia de cobertura vegetal sobre las áreas de alto riesgo. Sin embargo los problemas con derrumbes ocurren asociados a las carreteras tanto en la parte del corte de la ladera como el relleno y es a lo largo de éstas donde la mayoría ocurren.

El estimado de daños económicos es una aproximación debido a que los daños que ocasionaron los derrumbes en el Municipio no están disponibles. Se recomienda realizar un estudio completo que incluya un historial de eventos, un inventario de los lugares susceptibles a deslizamientos y las perdidas económicas. El valor promedio anual por derrumbes y otros movimientos de masa se aproximó a la cantidad de $429,550.00.

Por otro lado los derrumbes que han afectado a las propiedades durante huracanes, tormentas o períodos prolongados de lluvia en que haya habido declaraciones presidenciales de desastre no aparecen contabilizados como tales ya que los datos disponibles de FEMA no clasifican los daños por tipo sino por programa.

Como parte de las recomendaciones en el Capítulo 5 se incluirá el desarrollo de actividades para contabilizar los daños que generan los movimientos de masa en el Municipio de acuerdo a su localización, tipo, tamaño y daños producidos. No obstante el potencial de daño general, si se compara con los daños ocasionados por los huracanes, inundaciones y terremotos y demás peligros naturales, será clasificado como bajo.

BORRADOR

e. Condiciones que exacerban o mitigan el peligro de deslizamientos y otros movimientos de masa.

En el Municipio de San Juan, los deslizamientos de terreno han sido por lo general activados por lluvias fuertes de carácter extraordinario, o han sido el resultado de cortes relacionados a obras de construcción. La zona de mayor peligro comprende las áreas escarpadas al centro y sur del Municipio. En estas áreas se ubican principalmente los sectores montañosos de Cupey, Caimito y El Ultimo Chance. Los cortes verticales al margen de las carreteras también muestran despeños y pequeñas caídas de rocas que localmente pueden bloquear el tránsito y afectar la seguridad de los automovilistas y transeúntes.

Las condiciones que exacerban estos fenómenos en el Municipio incluyen los cortes empinados hechos en los márgenes de las carreteras, así como los cortes hechos en el terreno de las laderas de los cerros. Éstos últimos se hacen con el propósito de ubicar viviendas u otras estructuras. En ocasiones, al ocurrir eventos prolongados de lluvia, estas estructuras se afectan por el efecto de los derrumbes.

Otra condición que exacerba el potencial de los deslizamientos es la aglomeración de viviendas, unas debajo de las otras, en las laderas de los cerros debido a que sus pozos sépticos al saturar el terreno reducen la resistencia del mismo a deslizamientos. Esta situación se agrava cuando las estructuras están alineadas unas bajo la otras, de manera que si una de las de arriba fallara ésta caería sobre las otras creando un efecto de "dominó".

Es necesario mejorar la disponibilidad de datos relativos al valor económico de los daños producidos por los deslizamientos. La limitación de información se debe a varios factores, incluyendo el hecho de que no han ocurrido en el área deslizamientos mayores que hayan causado daños cuantiosos en diversos lugares del municipio; que en las declaraciones presidenciales de desastres administradas por FEMA los efectos de estos daños son contabilizados como "ayuda individual" y no se categorizan de acuerdo a la causa específica del daño, y que la mayor parte de éstos son tratados como parte de las labores de mantenimiento que el Municipio y el DTOP realiza cuando hay derrumbes que bloquean caminos o afectan las viviendas de los ciudadanos.

4. Erosión Costera

a. Información general

Al igual que muchos otros lugares de la Isla, la zona costera y playas del Municipio de San Juan presenta problemas significativos de erosión en las playas. Ésta es causada tanto por fenómenos naturales como por cambios de origen antropogénico.

Las causas naturales las podemos adscribir al balance existente entre los movimientos tectónicos de la tierra, los cambios eustáticos en el nivel del mar y la naturaleza de los procesos geomorfológicos que regulan la cantidad de sedimento que entra y sale del sistema playero, según son regulados por procesos marinos, atmosféricos y terrestres. Estos procesos operan buscando mantener el equilibrio de los sistemas naturales. En el Municipio estos procesos han sido

BORRADOR

alterados por las actividades humanas causando cambios mayores en la geomorfología del litoral costero que tienen consecuencias a corto, mediano y largo plazo.

Además de los problemas de erosión en la costa es importante señalar que la zona costera comprende el área de mayor exposición a peligros naturales múltiples en el municipio de San Juan. Aquí los terrenos están expuestos a la acción de las marejadas, la erosión costera, la marejada ciclónica, los maremotos y la licuación de arena en caso de terremoto.

La zona costera comprende el área de mayor exposición a peligros naturales múltiples en el Municipio donde los terrenos están expuestos a la acción de las marejadas, la erosión costera, la marejada ciclónica, los maremotos, y la licuación de arena en caso de terremoto. El área se ve recurrentemente afectada por las marejadas de invierno, particularmente la conocida como la "marejada de los muertos" que generalmente ocurre a principios del mes de noviembre.

A largo plazo el problema de erosión también debe ser considerado dentro del contexto general del alza en el nivel del mar. El problema de erosión costera en San Juan no es estático, sino que se irá agravando como resultado del incremento en la tasa de ascenso en el nivel del mar, que a su vez es producto de la fusión de las masas de hielo glacial y la expansión termal del océano. Datos de la NOAA (Technical Report NOS CO-OPS 36 "Sea Level Variation of the United States 1854-1999") y del mareógrafo de San Juan indican que la tendencia de ascenso del nivel promedio del mar en esta área es de 1.43 mm al año (.47 pies/siglo). Entre los años 1962 a 1999. En el periódo que comprende los años 2000 a 2008, la costa norte arrojo 6.8 milimetros por año (Mercado, 2008) Según los expertos un metro en el aumento del nivel del mar podría convertirse en un kilómetro que la orilla retroceda, situación que se ha observado en Punta Las Marías donde la playa ha ido desapareciendo.

Por otro lado se ha estimado que el nivel relativo del mar (que toma en consideración los movimientos tectónicos) está ascendiendo a razón de 3 mm al año en la costa norte y 2 mm al año en la costa sur de Puerto Rico. Las proyecciones con respecto al alza en el nivel del mar son variables. Diversos modelos estiman que el nivel del mar podría ascender entre 40 y 345 centímetros para el año 2100. Dicho ascenso, aún considerando el estimado más conservador de todos, causará serios problemas en las costas de toda la Isla incluyendo las del Municipio.

La regla de Bruun ha sido utilizada exitosamente para estimar de forma general la relación entre el ascenso en el nivel del mar y la recesión de la línea de costa como consecuencia de la erosión. Ésta establece que por cada centímetro que ascienda el nivel del mar la línea de costa recederá aproximadamente 1 metro. De manera que utilizando los estimados más conservadores, esto podría significar una pérdida de costa de 40 metros tierra adentro, lo que significa que una extensión considerable de la infraestructura costera se verá afectada incluyendo calles, estructuras residenciales, estructuras comerciales e industriales que son parte integral de la infraestructura de la costa de San Juan.

Todo lo antes mencionado demuestra que la zona costera comprende el área de mayor exposición a peligros naturales múltiples. Aquí los terrenos están expuestos a la acción de las marejadas, la erosión costera, la marejada ciclónica, los maremotos y la licuación de arena en caso de terremoto. Diversas estrategias de mitigación deberán ser consideradas, las de carácter no

estructural incluyen el establecimiento de zonas de amortiguamiento costero, reglamentación del uso de la tierra, la aplicación de códigos de construcción, y adquisición de seguros para proteger la propiedad contra las pérdidas que podrían ocurrir. Las mismas deben estar encaminadas a prevenir nueva construcción en áreas peligrosas y remover las estructuras existentes en estas áreas para que pasen a ser parte de la zona de amortiguamiento según sea necesario. Las estructurales incluyen la implantación de estrategias para proteger las edificaciones existentes. Éstas incluyen la utilización de rompeolas, muros de contención, revestimientos y otros sistemas de disipación de energía del oleaje. La implantación de estas obras debe hacerse con mucho cuidado ya que pueden agravar la condición de las estructuras que no están protegidas a lo largo del sistema playero.

b. Eventos históricos y recientes

Los eventos principales de erosión de las playas ocurren asociados al paso de sistemas ciclónicos tropicales y extra-tropicales. Su impacto es hoy mayor que nunca como resultado del incremento en la vulnerabilidad de los sistemas costeros al efecto de la erosión acelerada como consecuencia del impacto de las actividades humanas, incluyendo la extracción de arena de las dunas que originalmente protegían el litoral costero contra los efectos de la erosión y las marejadas. A partir del paso del Huracán Hugo en 1989 y subsiguientemente los huracanes Marilyn en el 1995, Hortense en 1996, el huracán Georges en 1998, Jeane en el 2004 e Irene del 2011, al igual que las marejadas que llegan debido alos frentes de frío ha ocasionado que el problema continue creciendo marcadamente.

El potencial de erosión costera aumenta asociado al paso de los huracanes cuyas marejadas impactan significativamente la costa, así como cuando los sistemas ciclónicos extra-tropicales permanecen casi estacionarios en la latitudes medias o los frentes de frío generando un tren de ondas cuyo oleaje llega a la costa norte de Puerto Rico y el Caribe luego de viajar vastas distancias a través del Océano Atlántico. Esto genera fuertes marejadas en la costa, como comúnmente ocurre con la marejada de los muertos.

c. Población en áreas vulnerables

La determinación de la población y la infraestructura ubicada en la zona vulnerable a la erosión costera puede hacerse de dos formas. La primera nace del hecho de que no hay un estudio científico detallado que proyecte las tasas futuras de erosión de todo el litoral costero del municipio de San Juan, la zona vulnerable a la erosión, puede ser aproximada asumiendo que el área de erosión costera a mediano y largo plazo corresponde al área que se ve afectada por las marejadas en la zona VE de los mapas de FEMA. Debe quedar claro que estas zonas irán extendiéndose tierra adentro a medida que continúe avanzando la erosión costera.

Según el Censo de 2010 en esta zona hay 858 personas y 811 unidades de viviendas. También unas 193 viviendas son de alquiler. Hay 109 personas bajo el nivel de pobreza en esta área y 30 personas no tienen diploma de escuela superior. En cuanto a transportación hay 72 familias sin vehículo de motor. Unas 11 personas dependen solamente de la asistencia pública. Un total de 171 personas son mayores de 65 años, y hay 13 hogares donde hay un solo jefe de familia. Debe

BORRADOR

quedar claro que estas zonas irán extendiéndose tierra adentro a medida que continúe avanzando la erosión costera.

La segunda forma de estimar la población y la infraestructura ubicada en la zona vulnerable a la erosión costera es estimando la tasa promedio de pérdida de costa por unidad de tiempo. A largo plazo dicha tasa puede aproximarse a partir de las proyecciones de ascenso en el nivel del mar para fines del siglo XXI y la regla de Brunn. Los modelos más conservadores establecen un ascenso mínimo de 40 cm para el año 2,100. Por lo que al aplicar la regla Brunn se puede estimar que la pérdida de costa puede llegar a 40 metros medidos perpendicularmente desde la orilla del mar. En la costa del Municipio de San Juan ésta zona incluye 25 condominios y 76 estructuras.

d. Infraestructura crítica en áreas vulnerables

Al igual que ocurre con la población, la infraestructura ubicada en las áreas afectadas por la erosión costera es esencialmente la misma que se ve afectada por las marejadas en la zona VE. Esta incluye un facilidad de comunicación, una gasolinera, 1,218.51 metro de agua potable, 1,019 metros de líneas sanitarias, 1,275 metros de caminos vecinales y 479 metros de líneas de gas.

Tabla 4.25: Perfil Socioeconómico de las Familias ubicadas en Zonas Susceptibles a Pérdida de Costa por Erosión

Zona	Área km 2	Población	Unidades de Viviendas	Viviendas de alquiler	Población bajo nivel de pobreza
Alto	0.28	858	687	163	118
Total	0.28	858	687	163	118
Total Municipio	127.33	403,967	199,953	79,635	161,381
Zona	Sin diploma de escuela superior	Sin vehículo de motor	Asistencia pública	Mayores de 65 años	Hogares de un solo jefe de familia
Alto	30	72	11	171	13
Total	30	72	11	171	13
Total Municipio	78,174	53,804	22,348	59,757	20,641

Tabla 4.26: Infraestructura ubicada en Zonas Susceptibles a Pérdida de Costa por Erosión

Categoría de Infraestructura	Magnitud de Riesgo	
	Total en Riesgo	Alto
Parcelas Comerciales	0	0
Escuelas	0	0
Policía	0	0
Bomberos	0	0
Agencias de gobierno	0	0
Centros de cuido	0	0
Agua potable (metros)	1,218.51	1,218.51
Líneas sanitaria (metros)	1,018.96	1,018.96

BORRADOR

Categoría de Infraestructura	Magnitud de Riesgo	
	Total en Riesgo	Alto
Bombas de agua	0	0
Plantas de filtración AAA	0	0
Plantas de tratamiento Aguas Usadas	0	0
Líneas eléctricas (metros)	0	0
Subestaciones AEE	0	0
Seccionadora de transmición	0	0
Planta generatriz AEE	0	0
Tanques de agua	0	0
Carreteras primarias (metros)	0	0
Carreteras secundarias (metros)	0	0
Carreteras terciarias (metros)	0	0
Caminos vecinales (metros)	1,274.52	1,274.52
Líneas de gas (metros)	478.84	478.84
Líneas de gasolina (metros)	0.00	0.00
Puentes	0	0
Pozos	0	0
Parques recreativos	0	0
Centro comercial	0	0
Hospitales	0	0
Aeropuertos	0	0
Puerto	0	0
Comunicaciones	1	1
Lineas telefónicas	0.00	0.00
Gasolineras	1	1

e. Estimado de daños potenciales causados por la erosión costera

No hay modelos estándares de FEMA ni recomendados por dicha agencia para estimar pérdidas por erosión costera a base de daños a las estructuras, sus contenidos y pérdidas por interrupción de uso y función. Tampoco hay estudios específicos de las tasas de erosión que se proyectan en la costa del Municipio de San Juan que incluyan también el efecto del alza en el nivel del mar.

Debido a las limitaciones de información específica sobre las proyecciones futuras del problema de erosión en la costa, para estimar la magnitud del daño potencial se asumió que en los próximos 100 años el área total delimitada como zona de la marejada será erosionada y que toda la infraestructura presente será destruida por el efecto erosivo del oleaje. El valor de las propiedades aquí ubicadas se estimó a base de la percentila superior del valor de las viviendas en el municipio de San Juan ajustada a base del valor estimado de las propiedades próximas a la playa. Dicho valor se estimó en unos $515,460. Esto significa por lo que el valor promedio de pérdida de las estructuras aquí ubicadas (101) asciende a $52,061,460.00.

BORRADOR

f. Condiciones que exacerban o mitigan el peligro erosión costera

Al igual que muchos otros lugares de la Isla, las playas del Municipio presentan problemas significativos de erosión costera como consecuencia del impacto directo de las actividades humanas y el alza gradual en el nivel del mar. En la costa del Municipio, los cambios de origen antropogénico son los más evidentes. Estos incluyen la construcción de estructuras muy cercanas a la orilla de la playa que alteran, reducen o impiden el movimiento lateral de la arena y de la corriente litoral. También incluyen la eliminación de antiguas dunas de arena cuya importante función como muro de contención natural contra las marejadas fue eliminada como resultado de la extracción indiscriminada de arena en el pasado.

La regla de Bruun ha sido utilizada exitosamente para estimar de forma general la relación entre el ascenso en el nivel del mar y la recesión de la línea de costa como consecuencia de la erosión. Utilizando los estimados más conservadores esto podría significar una pérdida de costa de 40 metros tierra adentro

Todo lo antes mencionado demuestra que la zona costera comprende el área de mayor exposición a peligros naturales múltiples. Aquí los terrenos están expuestos a la acción de las marejadas, la erosión costera, la marejada ciclónica, los maremotos y la licuación de arena en caso de terremoto.

Debe prepararse un estudio detallado sobre la erosión costera, incluyendo el impacto del ascenso en el nivel del mar en la infraestructura del Municipio de San Juan, a fin de establecer estrategias a corto mediano y largo plazo encaminadas a reducir la amenaza a la vida y propiedad de los residentes en la zona costera. Diversas estrategias de mitigación deberán ser evaluadas, las de carácter no estructural incluyen el establecimiento de zonas de amortiguamiento costero, reglamentación del uso de la tierra, la aplicación de códigos de construcción, y adquisición de seguros para proteger la propiedad contra las pérdidas que podrían ocurrir. Las mismas deben estar encaminadas a prevenir nueva construcción en áreas peligrosas y remover las estructuras existentes en estas áreas para que pasen a ser parte de la zona de amortiguamiento según sea necesario. Las estructurales incluyen la implantación de estrategias para proteger las edificaciones existentes. Éstas incluyen la utilización de rompeolas, muros de contención, revestimientos, parapetos y otros sistemas para disipar la energía del oleaje. La implantación de estas obras debe hacerse con mucho cuidado ya que pueden agravar la condición de las estructuras que no están protegidas a lo largo del sistema playero.

Además de los problemas de erosión en la costa es importante señalar que la zona costera comprende el área de mayor exposición a peligros naturales múltiples en el Municipio. Aquí los terrenos están expuestos a la acción de las marejadas, la erosión costera, la marejada ciclónica, los maremotos y la licuación de arena en caso de terremoto.

4.4 PERFIL DE RIESGO

En esta sección se presenta el perfil de cada uno de los peligros naturales que puede afectar al municipio de acuerdo a su frecuencia, probabilidad y potencial de causar daños a la vida y propiedad. La metodología usada para establecer los estimados así como las limitaciones en

BORRADOR

cuanto a la disponibilidad de datos en cada uno de los riesgos considerados en el Plan de Mitigación aparece explicada detalladamente en cada una de las secciones donde se presentó el perfil de riesgo de cada peligro natural considerado en el Plan anterior y se mantiene para la presente revisión.

Para establecer los daños que puede causar un terremoto se consideró la aceleración sísmica (pga) que tiene un 10% de probabilidad de ser excedida en 50 años de acuerdo a los mapas de aceleración máxima para Puerto Rico según establecido en el trabajo preparado por C. S. Mueller, A. D. Frankel, M. D. Petersen y E. V. Leyendecker: *Seismic Hazard Maps for Puerto Rico and U.S. Virgin Islands".*

La frecuencia, los efectos y las características de los terremotos que han afectado significativamente al municipio se obtuvo mediante la recopilación de documentos históricos, como el informe de los sismólogos Reid y Taber: *"The Porto Rico Earthquake oí1918",* así como de los catálogos sísmicos de Puerto Rico y de literatura científica que aparece en la bibliografía de este documento. Los daños anuales promedio fueron estimados a base de coeficientes de daño derivados a partir de las aceleraciones sísmicas y el número, tipo y valor de todas las estructuras que desglosa el modelo HAZUS (versión de 2005) en su base de datos censales.

En cuanto a los huracanes la probabilidad de que el Municipio sea ¡mpactado por éstos en términos de intensidad y frecuencia se obtuvo del trabajo preparado por Todd Kimberlain de NOAA: *Map of Empírica! Probabilities ofNamed Storm,* que aparece en la bibliografía de este Plan.

La frecuencia de huracanes que han afectado significativamente al municipio se obtuvo mediante la determinación de las declaraciones de desastres en que San Juan fue incluido, bases de datos del periódico El Nuevo Día, información suministrada por la Oficina de Planificación y la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, literatura técnica del U.S. Geological Survey (USGS), NOAA y las fuentes de información científica que aparecen en la bibliografía utilizada en la preparación de este Plan. Para estimar los daños se determinó el valor de los daños causados por estos eventos, que alcanzó un mínimo de $23,588,200.00.

Este valor fue multiplicado por el número de huracanes que podrían pasaren 113 años a menos de 60 millas del Municipio que es de quince huracanes. Este valor fue dividido entre 113 para estimar la pérdida promedio anual. Mediante estos cómputos se determinó que el daño promedio anual causado por los huracanes en el Municipio de San Juan asciende a $3,715,423.00.

Los eventos de inundación de 100 años (probabilidad de 1% en un año dado) fueron delimitados espacialmente de acuerdo a la información del Flood Insurance Rate Map del Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones de FEMA. La frecuencia de las inundaciones significativas en el municipio se obtuvo mediante la determinación de las declaraciones de desastre en que se incluyó el Municipio, bases de datos del periódico El Nuevo Día, información suministrada por la Oficina de Planificación y la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, el National Climate Data Center y de literatura técnica del U.S. Geological Survey (USGS).

BORRADOR

Los eventos de inundación de 100 años (probabilidad de 1% en un año dado) fueron delimitados espacialmente de acuerdo a la información del Flood Insurance Rate Map del Programa Nacional de Seguros contra Inundaciones de FEMA. La frecuencia de las inundaciones significativas en el municipio se obtuvo mediante la determinación de las declaraciones de desastre en que se incluyó el municipio, bases de datos del periódico El Nuevo Día, información suministrada por la Oficina de Planificación y Oficina Municipal de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, el National Climate Data Center y de literatura técnica del U.S. Geological Survey (USGS).

Por otro lado el valor promedio anual de pérdidas económicas debido a inundaciones se estimó empíricamente tomando como base los daños económicos causados por las inundaciones de noviembre de 1999 ($2,629,796), diciembre 2001 ($429,975) y noviembre de 2003 ($49,878) por ser las que tienen documentado la magnitud del daño económico en el Municipio.

El daño promedio anual se computó sumando el monto de los daños causados por estas inundaciones. Este valor se dividió entre 4 para determinar el promedio anual de daños por inundación en el municipio de San Juan asciende a $1,335,479.00. Además, se estimó la magnitud de los daños en función de la altura a que pueden llegar las aguas dentro de las edificaciones usando curvas de daño que han sido calibradas para las condiciones promedio de Puerto Rico. Éstas expresan el por ciento de daño relativo al valor total del contenido, así como el por ciento de daño estructural relativo al valor de la edificación. En la sección de inundaciones se muestran tablas que expresan la magnitud de los daños de acuerdo a la altura del agua dentro de la vivienda, el tipo de vivienda, el valor de la estructura y el valor de sus contenidos.

En el caso de los deslizamientos y otros movimientos de masa se estimó la probabilidad de eventos que los producen a base de la ecuación para determinar el umbral de lluvia a partir del cual comienzan a ocurrir deslizamientos en el interior montañoso central según desarrollada por Larsen M.C. and Simón A.: *Rainfall-threshold conditions for landslides in a humid tropical system.*

También se utilizó el Atlas 14 Precipitation Frequency Atlas of the United States, Volumén 3, versión 4.0, incluye los intervalos de recurrencia, reemplazo el Technical Paper (TP) 42. para estimar la recurrencia de las lluvias máximas de distinta duración para el municipio. La probabilidad estadística empírica también se determinó a base de la ocurrencia de pasados eventos pluviométricos que provocaron inundaciones y que accionaron deslizamientos y otros movimientos de masa.

La probabilidad estadística de sequías significativas se derivó de la frecuencia con que éstas han afectado al municipio. Esta frecuencia se obtuvo mediante la determinación de las declaraciones de desastres en que se incluyó al municipio, la información histórica de los periódicos El Nuevo Día, El Mundo, El Imparcial y el San Juan Star, información suministrada por la Oficina de Planificación y la Oficina Municipal de Manejo de Emergencias y Administración de Desastres, literatura técnica del U.S. Geological Survey (USGS), NOAA y las fuentes de información científica que aparecen en la bibliografía de este Plan. No se pudo estimar los daños económicos por no haber información que sirva de base para determinar las pérdidas, por lo que la magnitud de los daños potenciales fue estimada cualitativamente.

BORRADOR

Cada uno de los peligros que puede ser cartografiado está contenido, de forma independiente, en los mapas que aparecen en cada una de las secciones (inundación, derrumbes y otros movimientos de masa, amplificación de ondas sísmicas y licuación). En el Apéndice aparecen mapas detallados donde se presenta un mapa integrado (multi-riesgos) de todos los peligros que afectan al municipio.

Tabla 4.27: Perfil de Peligros Naturales en el Municipio de San Juan: Frecuencia, Probabilidad y Daños Potenciales

Tipo de Peligro	Frecuencia y probabilidad de eventos significativos futuros	Potencial de daños
Sismos	Han ocurrido aproximadamente unos 2 eventos fuertes en 500 años. Esto indica un promedio de un sismo moderado a fuerte cada 250 años. Hay un 10% de probabilidad de que la aceleración máxima del terreno alcance 24% (pga) de la aceleración gravltaclonal en 50 años. Alto potencial de daños en estructuras muy mal construidas. El daño producido por un sismo fuerte equivale a 9.48% del valor del acervo de capital edificado incluyendo todos sus contenidos.	Alto ($11,476,857, es el daño promedio anual)
Huracán o tormenta	Han ocurrido 14 eventos en 106 años. En promedio, un evento ciclónico significativo afecta al municipio cada ocho años. Probabilidad de 3% anual en caso de un huracán categoría 3, 4 ó 5, pasando a menos de 30 millas de San Juan; 12% pasando a 60 millas o menos; 42% en el caso de una tormenta o huracán pasando a 100 millas o menos del municipio.	Alto ($3,115,423, es el daño promedio anual)
Erosión costera	Ocurre de manera continua y se agudiza cuando hay marejadas ciclónicas e impactos antropogénicos deletéreos.	Alto ($4,492,752 es el promedio de daño anual si no se controla)
Inundación	Han ocurrido aproximadamente 27 eventos significativos en los últimos 106 años. En promedio ocurre una inundacióncada cuatro años. El evento catastrófico ocurrió durante el paso de la tormenta tropical Eloísa en el 1975 seguido las lluvias de noviembre de 1999. Los demás eventos son de mucha menor magnitud.	Moderado a alto ($1,335,479, es el daño promedio anual)
Movimientos de Masa (Derrumbes)	Han ocurrido aproximadamente 20 eventos significativos en 100 años. Cada 5 años aproximadamente ocurren lluvias de intensidad máxima que en 24 horas exceden el umbral mínimo para que ocurran derrumbes y otros movimientos de masa.	Moderado ($459,550, es un aproximado del daño promedio anual)
Maremoto	Ha ocurrido solamente 1 evento no significativo en 500 años.	Bajo ($19,240, es el daño promedio anual)

BORRADOR

Tipo de Peligro	Frecuencia y probabilidad de eventos significativos futuros	Potencial de daños
Sequías	Han ocurrido 13 sequías en 65 años; de éstas 5 fueron considerables. Una sequía de intensidad moderada o mayor ocurre aproximadamente cada 10 años . No hay datos para estimar daños económicos provocados por sequías.	Moderado a alto
Incendios Forestales y de Pastos	No hay datos para estimar daños económicos.	Bajo

A base de la información disponible se pudo estimar los daños en dólares para 6 de los 8 peligros naturales que fueron considerados. Los daños que producen las sequías fueron evaluados cualitativamente en escala nominal de acuerdo a si su potencial de daño relativo es alto, moderado o bajo. Sólo 3 de los peligros naturales considerados (huracán, terremoto y sequía) impactan en mayor o menor grado todo el espacio geográfico del Municipio cuando ocurren. Los 5 restantes (inundaciones, movimientos de masa, maremotos, incendios forestales y de pastos y erosión costera) se circunscriben a zonas específicas cuyos espacios pueden también ser vulnerables a uno o más peligros simultáneamente.

El análisis de los datos económicos del perfil de riesgo revela que en el Municipio el evento de mayor frecuencia causa un daño promedio anual mayor que los eventos de menorfrecuencia aunque algunos de éstos sean de magnitud mayor. Las inundaciones tienen el potencial de causar mayor daño a la propiedad que todos los demás desastres combinados.

Los sismos, a pesar de su baja probabilidad anual, tienen el potencial de causar daños considerables igualando en orden de magnitud los producidos por los huracanes cuando se anualizan las pérdidas potenciales que pueden producir. El potencial de pérdida de vida que conlleva el terremoto hace necesario que también se tomen medidas de mitigación que puedan ser implantadas conjuntamente a las que se recomiendan para lidiar con eventos más comunes como inundaciones y huracanes.

Los huracanes tienen el potencial de causar daños considerables. Los de categoría 3 o mayor de 3, que son los más destructivos, son aproximadamente 8 veces más frecuentes que los terremotos fuertes cuando consideramos los que pasan a menos de aproximadamente 30 millas del municipio.

Finalmente, comparado con los demás peligros, bajo las condiciones presentes las sequías no presentan daño potencial mayor a la propiedad y a la actividad económica por lo que su potencial de daños presente es considerado como bajo.

BORRADOR

4.5 PERDIDAS REPETITIVAS DENTRO DEL PROGRAMA NACIONAL DEL SEGURO CONTRA INUNDACIONES (NFIP)

Las inundaciones han causado daños y destrucción a través de nuestra historia. Para ayudar a aliviar la devastación financiera causada por las inundaciones, en 1968 el Congreso de los Estados Unidos creó el Programa Nacional de Seguro contra Inundación (National Flood Insurance Program, NFIP por sus siglas en inglés). El NFIP es administrado por la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA, por sus siglas en inglés), permite a los dueños e inquilinos de viviendas y propietarios de negocios a adquirir un seguro contra inundaciones con el apoyo del gobierno federal.

El objetivo del NFIP es brindar protección contra inundaciones a todos los dueños e inquilinos de vivienda y propietarios de negocios, a un costo razonable, en todo el país. El seguro por inundación cubre la pérdida física directa causada por "inundación". El NFIP define una inundación es un exceso de agua en la tierra que normalmente está seca.

La definición oficial utilizada por el Programa Nacional de Seguro contra inundación es una condición general y temporera de inundación parcial o completa de dos o más acres de tierra, normalmente seca o dos o más propiedades que surge por:

- El desborde de aguas internas o marítimas;
- La acumulación o el derrame inusual o rápido de aguas superficiales de cualquier fuente;
- Un alud de lodo;
- El colapso o hundimiento de tierra a lo largo de la costa de un lago o un cuerpo similar de agua como resultado de la erosión o socavamiento causado por olas o corrientes de agua que exceden los niveles cíclicos anticipados que resultan en una inundación en los términos antes definidos.

El NFIP tiene el propósito de mitigar los daños por inundaciones al ayudar a las comunidades adoptar e implementar normas para el manejo de las tierras en zonas inundables de alto riesgo, regular las nuevas construcciones en áreas con alto riesgo de inundación y para reducir pérdidas futuras por inundaciones. Los gastos operativos del NFIP y los reclamos por seguros contra inundaciones no se pagan con dinero de los contribuyentes, sino mediante las primas recolectadas por las pólizas de seguros contra inundación.

Pérdidas Repetitivas

Una propiedad se define como "propiedad con pérdida repetitiva severa" cuando reúne una de estas condiciones:

- Cuatro o más pagos separados por reclamaciones de inundaciones fueron realizados y cada uno de los pagos excede $5,000,
- Como mínimo dos pagos por reclamaciones de inundaciones fueron realizados y los pagos acumulados exceden el valor de la propiedad.

Los dueños de bienes con "propiedades con pérdida repetitiva severa" pueden ser elegibles para el otorgamiento de un subsidio de mitigación de FEMA para mejoras en la propiedad que reducen la

posibilidad de daños futuros por inundaciones. Los dueños de propiedades que rechacen el subsidio podrían ser obligados a pagar primas de seguro contra inundaciones más elevadas.

En el Municipio de San Juan hay vigentes 7,076 pólizas del NFIP. En el Apéndice 11 se incluye la información relacionada a las propiedades con pérdidas repetitivas, reclamaciones y la cantidad pagada.

4.6 TENDENCIAS SOBRE EL USO DE TERRENOS Y EL DESARROLLO URBANO

Tendencias de Desarrollo

El Municipio de San Juan tuvo un desarrollo residencial y comercial que entre el 2000 y 2010, la población total disminuyo en un 9 por ciento. Esta tendencia es cuatro veces y media al decrecimiento demográfico el cual disminuyo en Puerto Rico para el mismo período (que es de 2.2%). Según el Censo también hubo una aumento del 9.8% en el las unidades de vivienda en el Municipio. Nuevamente, este dato está en agudo contraste con los datos estadísticos para todo Puerto Rico que muestra un índice total de aumento del 15.4 %. San Juan permanece como un Municipio altamente urbanizado y densamente poblado en Puerto Rico. En el 2010, San Juan tenía una población de 395,326 personas y 199,915 unidades de vivienda.

Los problemas de inundación no son solamente causados por el desarrollo urbano, el desarrollo en los lechos y riberas de los ríos en los municipios cercanos, este es un problema que el Municipio se le hace difícil controlar. El desarrollo descontrolado en áreas cercanas al Municipio ha exacerbado los problemas por inundaciones en toda el Municipio. Debido a que el Municipio es vulnerable a riesgos por terremoto (terremotos y licuación), se debe dar énfasis al cumplimiento con los códigos vigentes para los proyectos de desarrollo propuestos.

El crecimiento desparramado del pueblo de San Juan se halla limitado al norte por el Océano Atlántico, al este por los municipios de Carolina y Trujillo Alto, y al oeste por el municipio de Guaynabo. Sus únicas áreas de expansión viables son los terrenos al sur del municipio, mayormente en los barrios de Cupey y Caimito. Las tendencias geográficas de nuevos desarrollos, el censo poblacional y los usos de terrenos demarcados por el Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de San Juan revelan que la mayor presión para ubicar nuevos proyectos de construcción ocurre en estas áreas.

Luego de analizar los mapas y los datos de la tabla se concluye que tanto los terrenos programados para ser urbanizados como los no programados del Plan de Ensanche del Plan de Ordenamiento Territorial son en su mayoría adecuados para la expansión urbana y no presentan factores limitantes relativos a los peligros naturales que no puedan ser resueltos con técnicas establecidas de mitigación.

Las zonas inundables deben ser respetadas y no se permitirán desarrollos en la Zona a o zona del cauce mayor. Con respecto a la Zona AE, es preferible no rellenar el terreno y dejar estas zonas como áreas verdes dentro del área a desarrollarse.

BORRADOR

Los terrenos susceptibles a deslizamientos y otros movimientos de masa deben dejarse en su estado natural ya que cortes verticales en algunos de estos cerros pueden crear problemas significativos de inestabilidad e incrementar la susceptibilidad natural a deslizamientos. Estas áreas se desarrollarán solamente si pudieran ser estabilizadas durante el proceso de construcción.

Se concluye que los nuevos desarrollos deberán cumplir al pie de la letra con la reglamentación vigente de OGPe, la Junta de Planificación (incluyendo todos sus reglamentos y políticas de uso y manejo de terrenos), así como los del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y otras agencias pertinentes.

Hay que agregar que otro problema significativo es el desparramamiento difuso y disperso como resultado de nuevas construcciones en las zonas rurales del municipio. La práctica en las zonas rurales de efectuar cortes altos en la zona montañosa sin considerar los factores de estabilidad del terreno incrementa el potencial de daños por deslizamientos y otros movimientos de masa.

Los proyectos programados en zonas inundables deberán cumplir con el Reglamento de Planificación Número 13 incluyendo el que la altura del piso de las edificaciones quede más de medio metro sobre el nivel de la inundación base y que su terraplén resista la fuerza erosiva del agua durante las crecidas mayores. Donde hayan terrenos expansivos se seguirá la recomendaciones del estudio geotécnico del lugar que puede incluir la eliminación de la capa expansiva, la mezcla con materiales no expansivos o la aplicación de cal. De igual manera en la zonas potencialmente susceptibles a licuación de arena deberá seguirse las recomendaciones de ingeniero geotécnico que puede recomendar la remoción de la capa licuable, la compactación de la arena mediante vibroflotación así como la cementación in-situ de material arenoso.

Toda nueva infraestructura deberá cumplir con los códigos vigentes de construcción y planificación y deberá incorporar estrategias de mitigación contra sismos, huracanes e inundaciones de carácter estructural como no structural, dichas acciones se incluyen detalladamente en el Capítulo 5.

El Municipio a través del Plan de Ordenamiento Territorial ha trabajado en la fiscalización de las construcciones y en el resto de sus sectores para así evitar las construcciones en los lugares donde se haya identificado vulnerables o que se contemplen las medidas de mitigación necesarias en las nuevas construcciones para que así los daños asociados a los diferentes riesgos naturales sean mínimos.

4.7 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE DESARROLLOS URBANOS FUTUROS.

A través del Plan de Mitigación el Municipio tomará las decisiones de planificación relacionadas con los niveles de riesgos naturales. El desarrollo urbano se debe llevar a cabo en áreas del riesgo compuesto menor. El Municipio está densamente construido pero se ha reglamentado el uso de terrenos según establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial y algunos desarrollos en el Centro del Municipio. El Plan de Ordenamiento Territorial ha incorporado zonificaciones para restringir lugares para evitar el desarrollo en áreas de alto riesgo o especialmente protegidas.

BORRADOR

Un mapa compuesto de riesgos porovee una herramienta para la implementación de desarrollo urbano sostenible, su uso no elimina evaluaciones de lugares específicos en forma previa a la aprobación de una nueva construcción o el mejoramiento de las estructuras u otras instalaciones.

Si el Municipio desarrolla sus capacidades de revisión y de emisión de permisos de construcción, los diferentes mapas de riesgos pueden ser usados para identificar áreas críticas. Estos mapas se utilizarán para determinar áreas dentro de la Municipio donde el desarrollo urbano debería ser restringido por la presencia de riesgos naturales, como también para determinar áreas donde el desarrollo urbano debería ser alentado porque son áreas de menor riesgo potencial. En los lugares donde los terrenos ya han sido desarrollados, las técnicas pudiesen ser usadas para justificar la imposición de requerimientos en desarrollos urbanos existentes donde tales controles son necesarios ya que están ubicados en zonas de alto riesgo y para evaluar los beneficios y costos de la mitigación de riesgos.

BORRADOR

Las actividades/estrategias/acciones/medidas de mitigación están dirigidas a eliminar o reducir la vulnerabilidad asociada a un riesgo. Las actividades y estrategias para reducir la vulnerabilidad del Municipio a los efectos de los riesgos naturales son incluidas en el presente Capítulo. Están basadas en un marco de metas, objetivos y acciones, aportación comunitaria, la evaluación de riesgos y la evaluación de las capacidades técnicas y administrativas, al igual que la información obtenida en la Vista Pública y los comentarios obtenidos durante el proceso de revisión del borrador del Plan. El Capítulo 5, está dividido en las siguientes nueve secciones:

- 5.1 Requisitos CFR para las Estrategias de Mitigación
- 5.2 Metas y Objetivos de las Actividades/Estrategias de Mitigación
- 5.3 Plan de Acción de Mitigación
- 5.4 Administración de Acciones
- 5.5 Evaluación de la Efectividad de los Costos de las Acciones de Mitigación.
- 5.6 Acciones de Mitigación que Consideran los Futuros Desarrollos Futuros
- 5.7 Prioridades de Actividades/Acciones de Mitigación
- 5.8 Relación entre Metas, Objetivos y Actividades de Mitigación
- 5.9 Recomendaciones y Acciones Generales para la Actualización del Plan

El Capítulo ha sido revisado para que pueda tener una manera más sencilla de poder ser interpretado. Además, se han eliminado las actividades relacionadas a mantenimiento, prevención, preparación e infraestructura. La relación entre actividades, metas y objetivos ha sido incluida en la Sección 5.8. El Método STAPLEE ha sido utilizado para determinar las prioridades de las actividades de mitigación y la razón costo beneficio se hará en el momento en que algunas de las actividades de mitigación sean realizadas.

En cada actividad de mitigación se incluye cuál es la Oficina Municipal responsable, tiempo estimado de duración, su estatus, agencias colaboradoras y posibles fuentes de financiamiento. También, se han agrupado las actividades ya que en el Plan anterior aparecían las mismas por cada riesgo y se han incorporado como multi-riesgo.

5.1 REQUISITOS DEL CFR PARA LAS ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

El CFR en su sección §201.6(c) (3): establece que el Plan deberá incluir actividades de mitigación para reducir las pérdidas potenciales identificadas en la evaluación de riesgos, basándose en las potestades, políticas, programas, recursos existentes y la habilidad de expandir y mejorar esas herramientas vigentes.

- Metas de Mitigación de Riesgo Locales de acuerdo al Requisito §201.6(c) (3) (i): La estrategia de mitigación de riesgos debe incluir una descripción de las metas de mitigación para reducir o evitar las vulnerabilidades a largo plazo de los riesgos identificados.

- **Identificación y Análisis de Acciones de Mitigación de acuerdo al Requisito §201.6(c) (3) (ii)**: La estrategia de mitigación deberá incluir una sección que identifique y analice un amplio rango de proyectos y acciones específicas de mitigación que sean consideradas para reducir los efectos de cada riesgo, con particular énfasis en construcciones e infraestructuras nuevas y a las existentes.

- **Implementación de Acciones de Mitigación de acuerdo al Requisito: §201.6(c) (3) (iii)**: La sección de las estrategias de mitigación deberá incluir un plan de acción que describa cómo las acciones identificadas en la sección (c) (3) (ii) serán priorizadas, implementadas y administradas por la jurisdicción local. La prioridad deberá tener un énfasis especial en el ámbito en el cual los beneficios son maximizados de acuerdo a una revisión de costo beneficio de los proyectos propuestos y sus costos asociados.

5.2 METAS Y OBJETIVOS DE LAS ACTIVIDADES/ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

Una vez establecida la vulnerabilidad del Municipio ante los peligros naturales a los que está expuesto, se identificaron las metas y objetivos. Las actividades/estrategias de mitigación tienen el propósito de proveer una serie de políticas y proyectos basados en un marco jerárquico para la acción. Este marco consiste en lo siguiente:

Metas: Las metas representan enunciados amplios que serán logrados a través de la implementación de un rango específico de objetivos. Las metas están generalmente expresadas para suministrar un marco para lograr los resultados planificados a largo plazo.

Objetivos: Los objetivos describen pasos específicos que llevan a la implementación de las metas identificadas. Estos tienen la finalidad de apoyar, relacionarse y definir el camino de cómo obtener las metas deseadas.

Acciones de Mitigación: Las técnicas de mitigación incluyen protección de propiedad, proyectos estructurales y no estructurales, educación pública para actividades de concienciación.

La planificación para la mitigación de riesgos naturales es un proceso de aprendizaje sistemático relacionado con los riesgos que afectan a la comunidad, mediante el cual se trazan metas claras, se identifican acciones adecuadas y se establecen las actividades y estrategias adecuadas para evitar los daños, pérdidas repetitivas de propiedad y pérdidas de vidas a consecuencia de los peligros naturales. El proceso de mitigación es un componente importante en la planificación para lograr desarrollos sostenibles.

La acción de mitigación consiste en un conjunto de actividades realizadas antes que ocurra un evento y cuyo propósito es minimizar la pérdida de vidas y daños a la propiedad. Incluye esfuerzos a largo plazo para reducir la vulnerabilidad e intenta disminuir el impacto y severidad del mismo.

BORRADOR

Las metas y objetivos representan medidas para reducir los impactos de los riesgos naturales. Cada meta y objetivo fue revisada, discutida y aprobada por el Comité de Mitigación de Riesgos Además, fueron presentadas durante la Vista Pública y el periodo de comentario por parte del público en el borrador del Plan. Tienen el propósito de ser utilizadas como herramienta para reducir las pérdidas potenciales causadas por futuros eventos de riesgo. En la revisión del Plan de Mitigación Multi-riesgo para San Juan se han revisado y actualizado, estableciéndose cuatro (4) metas generales y siete (7) objetivos.

Meta #1 Reducir el impacto de los desastres naturales a los residentes y la propiedad para salvaguardar vida y propiedad

- Objetivo 1.1 Proteger los desarrollos urbanos existentes de eventos ante desastres futuros.
- Objetivo 1.2 Reducir la vulnerabilidad en desarrollos urbanos futuros.

Meta #2 Mejorar la capacidad local para restaurar las instalaciones críticas, la infraestructura esencial, para asegurar la continuidad de operaciones del Municipio después de desastres naturales.

- Objetivo 2.1 Reducir la vulnerabilidad de infraestructura e instalaciones críticas y de las instalaciones municipales esenciales

Meta #3 Integrar la mitigación de riesgo y principios de desarrollo sostenible en las iniciativas de planificación de uso de suelos.

- Objetivo 3.1 Asegurar que las actividades de mitigación sean incorporados dentro de los esfuerzos de planificación de largo plazo.
- Objetivo 3.2 Preservar, mejorar y restablecer características del medio ambiente natural.

Meta #4 Continuar con la educación sobre riesgos naturales y las actividades de mitigación de riesgos.

- Objetivo 4.1 Desarrollar programas educativos para aumentar el conocimiento de los ciudadanos relacionado a los riesgos naturales a los cuales el Municipio está expuesto.
- Objetivo 4.2 Reconocer y dar apoyo a las empresas e industrias locales en sus esfuerzos para ser más resistentes a los desastres.

5.3 PLAN DE ACCIÓN DE MITIGACIÓN

Las acciones de mitigación tienen el propósito de lograr el cumplimiento de las metas y objetivos identificados en el Plan. Cada acción de mitigación fue evaluada y donde se consideró necesario se realizaron modificaciones o se eliminaron. Los miembros del Comité de Mitigación de Riesgos

BORRADOR

propusieron nuevas actividades de mitigación. Una serie de acciones de mitigación preliminares fueron presentadas al Comité de Mitigación de Riesgos para su consideración.

Las acciones de mitigación fueron establecidas en orden de prioridad de acuerdo a la guía de FEMA denominada *"FEMA's Multi-hazard Mitigation Guidance.* La técnica de votación fue utilizada para clasificar la prioridad de cada acción para maximizar los beneficios a la comunidad. La asignación de prioridades a las acciones de mitigación fue basada considerando que los recursos internos y externos son limitados. Las acciones fueron priorizadas en tres categorías (alta prioridad, prioridad media y prioridad baja).

Las acciones de mitigación fueron evaluadas utilizándose el criterio STAPLEE incluido en el Apéndice 4, siendo el criterio de selección utilizado para evaluar las actividades de mitigación. Esta técnica emplea la consideración de los siguientes siete criterios de evaluación de proyectos:

- S: Social; la acción propuesta debes ser socialmente aceptable.
- T: Técnica; la acción propuesta debe ser técnicamente viable.
- A: Administrativa; la comunidad debe tener la capacidad de implementar la acción (por ejemplo, evaluar si la agencia asignada debería ser la líder y es capaz de llevar a cabo el seguimiento del proyecto).
- P: Política; las acciones de mitigación deben ser políticamente aceptables.
- L: Legal; la jurisdicción debe tener la autoridad para implementar la medida propuesta.
- E: Económica; deben incluir la base económica vigente, el crecimiento proyectado y los costos de procedencia.
- E: Medio Ambiente; el impacto en el medio ambiente debe ser considerado para tener comunidades sostenibles y saludables al medio-ambiente.

Cada acción de mitigación propuesta incluye:

- La categoría de la actividad de mitigación;
- El riesgo asociado a la medida de mitigación;
- El / Los Objetivo(s) que se desean lograr;
- Información de Antecedentes Generales;
- Puntuación de Prioridad
- Posible fuentes de financiamiento;
- El departamento u oficina municipal a cargo
- Una fecha estimada para ser desarrollada

El STAPLEE es uno de los métodos para establecer prioridades por parte de FEMA. Las actividades de mitigación son medidas específicas a ser llevadas a cabo por el Municipio Autónomo de San Juan. Este acercamiento tiene el propósito de facilitar la revisión rápida y la actualización del Plan según establecido en el Capítulo 6, *Implementación del Plan*.

5.4 ADMINISTRACIÓN DE ACCIONES

Para poner en práctica y administrar las acciones de mitigación, el Municipio tiene el Comité de Mitigación de Riesgos, el cual es responsable y estará a cargo de la administración y la realización de las acciones definidas en la Sección 5.7. Las acciones específicas son asignadas a funcionarios municipales, departamentos municipales y/o organizaciones.

El Presidente del Comité de Mitigación de Riesgos, designado por el Alcalde, es el Director de la Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastres. Los miembros de Comité de Mitigación de Riesgos que también serían designados por el Alcalde estará compuesto por miembros de las diferentes dependencias municipales, del sector privado y de grupos de interés claves en la comunidad. El Comité de Mitigación de Riesgos será responsable de supervisar el progreso en la realización de las actividades, metas y estrategias para las acciones y la actualización del Plan según descrito en el Capítulo 6.

También, será responsable de identificar oportunidades para integrar los resultados del Plan dentro de lo proyectos, programas y funciones de revisión de desarrollos urbanos municipales, nuevos, existentes y en caso de ser necesario recomendar la actualización de las actividades de mitigación de acuerdo a algún evento que pueda ocurrir y cambien las prioridades, al igual que añadir actividades sin necesidad que haya transcurrido el periodo de vigencia.

5.5 EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LOS COSTOS DE LAS ACCIONES DE MITIGACIÓN

El Municipio y el Comité de Mitigación de Riesgos consideraron la eficiencia y validez de costos durante el desarrollo y la asignación de prioridades a las acciones de mitigación presentadas en esta sección. Aunque un Análisis de Costo-beneficio formal no ha sido realizado para cada acción de mitigación como parte de la revisión y actualización del Plan, las acciones fueron identificadas considerando la viabilidad técnica y económica del Municipio. Una fórmula de clasificación numérica utilizando STAPLEE fue usada para evaluar la validez de cada acción de mitigación propuesta.

Las acciones identificadas en este Plan son establecidas en el hecho de que son consistentes con las capacidades administrativas, técnicas y financieras del Municipio. En esta fase del proceso de planificación de mitigación de riesgos los datos cuantitativos sobre costos para cada una de las acciones de mitigación propuestas se han estimado de manera preliminar. Por lo tanto, el Comité de Mitigación de Riesgos estuvo de acuerdo que un Análisis de Costo-beneficio detallado sería realizado en el momento en que fuese requerido dependiendo del método disponible de acuerdo a los requisitos de fondos disponibles.

En campañas educativas no se puede medir costo efectividad de manera similar a un proyecto de mitigación que implique construcción. La viabilidad económica de costos de estas acciones ha sido considerada a través de la aplicación del método cualitativo al utilizarse los criterios de evaluación STAPLEE.

Cualquier proyecto enviado para consideración de financiamiento en conformidad con los programas estatales y federales como el Programa de Subvención de Mitigación de Riesgo (HMGP) o el Programa de Mitigación Pre-desastre (PDM), debe ser determinado el costo efectivo dependiendo de la medida a realizar con la metodología aprobada por FEMA utilizando el "Benefit Cost Analysis Software" versión 5.0.

La evaluación de actividades de mitigación no es una tarea simple, e implica un análisis detallado de objetivos y variables cuantificables, así como aquellos que pueden ser más subjetivos y difíciles de medir (FEMA 294, página 2). Hay dos acercamientos comunes usados para determinar los costos y los beneficios asociados en las medidas de mitigación de riesgo naturales; el análisis beneficio/costo y el análisis de costo efectividad. La diferencia entre estos dos métodos es la manera en la cual los costos relativos y los beneficios de un proyecto de mitigación son medidos (FEMA 294, página 3).

En un análisis de beneficio/costo, se realiza una evaluación en dólares y una proporción neta de es calculada para determinar si un proyecto debería ser realizado, en otras palabras, si los beneficios netos exceden los costos netos, es conveniente subvencionar el proyecto de mitigación (FEMA 294, la página 3). Para calcular la proporción de beneficio/costo, los beneficios totales de acuerdo a la vida útil del proyecto son comparados con los costos totales; si la proporción que resulta es mayor que 1.0, se considera que un proyecto de mitigación es viable según los parámetros de FEMA utilizando el programa de computadora de "Benefit Cost Analysis". Esta proporción representa la cantidad de dólares de beneficios sobre la vida de un proyecto por cada dólar gastado inicialmente (FEMA HMGP Referencias, 9-3).

Debido a la complejidad del análisis de beneficio/costo y del análisis de la viabilidad económica, FEMA ha desarrollado un sistema de programas de computadora para ayudar en la conducción de análisis beneficio/costo para proyectos de mitigación de riesgos naturales (FEMA HMGP Referencia, 9-2). En el Plan las actividades de mitigación presentadas en la Sección 5.7 están enfocadas a las acciones que el Municipio Autónomo de San Juan puede llevar a cabo para reducir el impacto en futuros desarrollos urbanos.

Un análisis de costo efectividad evalúa el mejor modo de utilizar la subvención de dinero otorgada para conseguir un objetivo específico (FEMA 294, página 3). En un análisis de viabilidad económica, los beneficios y los costos no son necesariamente medidos en dólares o en cualquier otra unidad común de la medida (FEMA 294, página 3). La Circular OMB A-94 establece que "un [proyecto de mitigación] es rentable si, sobre la base del análisis de costos de ciclo de vida de alternativas competitivas, se determina que se tienen los costos más bajos expresados en términos del valor presente de una cantidad dada de beneficios".

Debido a la complejidad del análisis de beneficio/costo y del análisis de la viabilidad económica, FEMA ha desarrollado un programa de computadora para determinar el costo/beneficio para proyectos de mitigación estructurales (FEMA HMGP Referencia, 9-2). Todas las acciones presentadas en la Sección 5.7 están relacionadas a acciones que el Municipio Autónomo de San

Juan puede llevar a cabo para reducir el impacto de los riesgos naturales. La viabilidad económica de costos de estas acciones ha sido considerada a través de la aplicación del método cualitativo al utilizarse los criterios de evaluación STAPLEE.

La primera E en la sigla STAPLEE representa el factor económico. En el desarrollo de una metodología de valor para la aplicación de STAPLEE en la evaluación de acciones de mitigación en el Municipio Autónomo de San Juan, se establece un factor 2 veces al valor estándar dado a los otros criterios. Esta duplicación refleja el papel crítico que tiene la viabilidad económica de costos en la evaluación y establecer prioridades de acciones de mitigación.

Las acciones programáticas fueron evaluadas desde la perspectiva de la siguiente fórmula de viabilidad económica de costos:

- Altamente rentable (6 puntos)
- Moderadamente rentable (4 puntos)
- Viabilidad económica baja (2 puntos)
- Viabilidad económica neutral o desconocida (0 puntos)

Entre las otras categorías de las actividades de mitigación presentadas en la Sección 5.7, se consideran las que proveen soluciones estructurales a los riesgos existentes, principalmente inundaciones, pero también considera los riesgos sísmicos significativos, en particular las facilidades críticas. Se utiliza STAPLEE para determinar la viabilidad económica. Los resultados de esta evaluación de viabilidad económica de costos están en el Apéndice 4.

5.6 ACCIONES DE MITIGACIÓN QUE CONSIDERAN LOS FUTUROS DESARROLLOS URBANOS

El Municipio Autónomo de San Juan posee la Quinta Jerarquía, emite permisos y analiza las construcciones y considera los riesgos que está expuesto el lugar donde se propone realizar las construcciones o desarrollos y realiza comentarios para los proyectos de construcción que son elevados a la Junta de Planificación. Se considera las ubicaciones con respecto a las zonas inundables, licuación, tsunami y los efectos que puede ocasionar una construcción tanto en el lugar propuesto como en los alrededores para evitar que aumente los problemas de inundaciones. El Plan de Ordenamiento Territorial es utilizado como una de las herramientas para poder restringir los lugares en desarrollo ya se usa el análisis de riesgos que ha sido preparado como parte del presente Plan. El Municipio se encuentra revisando el Plan de Ordenamiento Territorial y se incorporan las restricciones de los desarrollos en los lugares vulnerables.

5.7 PRIORIDADES DE ACTIVIDADES/ACCIONES DE MITIGACIÓN

La implantación de las acciones enumeradas en el Plan conlleva considerar, en su ejecución, que son de tres tipos: Las que se realizan de manera continua, las que han sido realizadas y aquellas que requieren estudios o asignaciones de fondos.

Hay actividades que son implementadas con los fondos operacionales del Municipio. Las que requieran una evaluación para la determinación de la acción costo efectiva se iniciarán tan pronto se obtengan los fondos para financiar los estudios sometiendo propuestas para obtener los recursos económicos necesarios para implantar las recomendaciones del Plan. Las siguientes son las actividades identificadas como prioridades por el Comité de Mitigación de Riesgo:

- Actividad 1. Continuar la implantación del Plan de Mitigación Multi-riesgos
- Actividad 3. Promover políticas de mitigación mediante la planificación del uso del suelo
- Actividad 6. Continuar realizando campañas educativas para orientar a los ciudadanos y público en general sobre los riesgos naturales
- Actividad 7. Identificar estructuras en áreas vulnerables y alto riesgo
- Actividad 9. Rehabilitación de Estructuras Municipales
- Actividad 11. Actualizar los Sistemas Pluviales
- Actividad 12. Canalización del Río Puerto Nuevo

La prioridad asignada a cada acción se ha establecido utilizando los criterios de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias contenidos en las siglas STAPLEE, en función de su impacto potencial sobre el riesgo a la vida y propiedad considerando su viabilidad social, técnica, administrativa, política, legal, ambiental y económica según se discutió en la Vista Pública mencionadas en la sección de participación ciudadana.

STAPLEE

Con el propósito de atender las necesidades de la mitigación contra riesgos naturales múltiples se asignó un orden de prioridad a las actividades a ser desarrolladas. El orden se estableció basado en la prioridad de acuerdo a los criterios de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias contenidos en las siglas STAPLEE, añadiendo la viabilidad de implantación con los recursos existentes y el grado de urgencia de la condición a base de la peligrosidad y la pérdida de vida y propiedad.

La STAPLEE establece la viabilidad social, técnica, administrativa, política, legal, económica y ambiental de las estrategias propuestas. La viabilidad social incluye la consideración del grado de aceptación comunitaria de la acción, así como asuntos de equidad que puedan implicar que una porción de la comunidad sea tratada desigualmente y si la acción causaría disrupción social. Los aspectos técnicos incluyen la efectividad de la acción propuesta de alcanzar su objetivo, si crea problemas adicionales a los que resuelve, si resuelve el problema o sólo los síntomas.

La viabilidad administrativa requiere que el Municipio, con el apoyo de la comunidad y las agencias gubernamentales, tenga la capacidad de coordinar y dirigir el esfuerzo de mitigación. Los aspectos políticos conllevan la determinación del grado de apoyo de las acciones propuestas así como la adquisición de fondos para efectuar las acciones necesarias de mitigación.

BORRADOR

El aspecto legal implica la evaluación de los elementos de carácter jurídico de cada acción, considerando si existe o no un marco legal a través del cual se puedan implantar las acciones, si generarían oposición en los foros legales, si pudiera haber elementos de encausamiento, o si el marco jurídico existente necesita ser modificado para viabilizar la implantación de las acciones recomendadas.

La viabilidad económica incluye estimar los costos y beneficios de cada acción, la disponibilidad de fondos para implantarla y el impacto económico de la meta en los recursos municipales.

Los aspectos ambientales consideran si la acción tiene un impacto adverso significativo en el ambiente, incluyendo el cumplimiento con las leyes ambientales tanto federales y estatales de justicia ambiental.

Las medidas que son de mitigación serán desglosadas estableciendo su estatus, la agencia coordinadora, agencias colaboradoras, duración, posibles fuentes de financiamiento. Las actividades son presentadas como generales y luego las asociadas a cada riesgo al cual está expuesto el Municipio.

Se elimina la siguiente actividad de mitigación ya que es una medida de mantenimiento:

- Emitir una ordenanza municipal a los fines de imponer multas elevadas a individuos que dispongan de relleno, basura, escombros y otros desperdicios que obstruyan el flujo natural de las aguas, reduzcan la capacidad de flujo de los ríos, quebradas, caños, humedales y/o que deterioren la calidad de sus aguas.

Actividades de Mitigación Realizadas (Terminadas)

- Mejoras al Box Culvert en Quebrada Los Frailes - Sector Tortugo, costo $120,300.00
- Reparación Canal de Homigón Sector Las Lomas, costo $131,000.00
- Mejoras Tubería Pluvial Villa Prades, costo $42,000.00
- Mejoras Tubería Pluvial Montehiedra Oeste, costo $96,000.00
- Estabilización / Reparación de Muro Camino Rodriguez Pérez, costo $44,439.00
- Implementación del Puerto Rico Building Code 2011, todos los proyectos requieren la certificación de cumplimiento por parte de un ingeniero o arquitecto licenciado. El UBC fue derogado con la implantación del Puerto Rico Building Code. El Municipio cuenta con la Quinta Jerarquía para emitir permisos y como parte de la revisión se incluye determinar el grado de vulnerabilidad de los lugares a realizarse las construcciones.

No hay información adicional relacionada a otras actividades realizadas ya que no se ha encontrado documentos de la pasada administración. En el Apéndice 11, se incluye una

relación de cómo eran presentadas las actividades en el Plan anterior y su relación con las actividades propuestas en la presente revisión.

Actividad de Mitigación en Proceso

- Determinar el grado de vulnerabilidad de los lugares a realizarse las construcciones por parte del Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos.
- Ofrecer adiestramiento, charlas y orientaciones relacionada a los todos los riesgos a los cuales el Municipio está expuesto.

ACTIVIDADES GENERALES

Actividad 1. Continuar la implantación del Plan de Mitigación Multi-riesgos

La Oficina Municipal para el Manejo de Emergencias y Administración de Desastre (OMMEAD), el Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos, Departamento de Obras Públicas Municipal y la Oficina de la Alcaldesa, tendrán la responsabilidad de velar por la implantación y ejecución del Plan. Se convoca al Comité de Mitigación de Riesgos que estará constituido por unas 10 personas designadas por el Alcalde e incluirá personal de las dependencias del Municipio. El Director de la OMMEAD ha sido designado como en encargado de la implementación del Plan.

También, contarán con la colaboración de personal técnico de las agencias gubernamentales cuya cooperación es necesaria para su implantación, los cuales no serán miembros permanentes y serán invitados cuando haya algún proyecto especial o surja alguna situación particular sea de emergencia u oportunidad de fondos para proyectos de mitigación. Será discreción del encargado del Comité de Mitigación invitarlos a participar de reuniones. Se podrán invitar también representantes de las comunidades y empresa privada todos designados por el Alcalde. La implantación de las acciones enumeradas en el Plan conlleva considerar, en su ejecución las que se realizan de manera continua y aquellas que requieren estudios o asignaciones de fondos.

Hay actividades que son implementadas con los fondos operacionales del Municipio. Las que requieran preparación de diseños y estudios de ingeniería se iniciarán tan pronto se obtengan los fondos para financiamiento sometiendo propuestas para obtener los recursos económicos necesarios para realizarlas.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan - OMMEAD

Colaboradores: Representantes de los barrios y comunidades del Municipio, representantes del comercio, industrias y organizaciones cívicas y religiosas, miembros del Comité Municipal de Emergencias, Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), Autoridad de Energía Eléctrica (AEE), Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP), Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), Agencia Estatal de Manejo de Emergencias y Administración de

Desastres (AEMEAD), Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA), Departamento de Educación, Policía de Puerto Rico, Servicio de Bomberos, Departamento de Vivienda (DV), Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS) y Departamento de Agricultura.

Estatus: Se desarrolla de manera continua
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)
Costo: Fondos administrativos y operacionales del Municipio

Actividad 2. Continuar incorporando los hallazgos y recomendaciones del Plan de Mitigación en los planes de: Ordenamiento Territorial y Plan Operacional de Emergencia

Estatus: El Municipio ha actualizado y ampliado los planes existentes de las diversas dependencias municipales para incluir los hallazgos y recomendaciones del Plan y ha incluido los mapas de desalojo para caso de tsunami y los mapas de inundaciones preparados por FEMA, dicha información se utiliza para restringir las áreas vulnerables utilizando clasificaciones de suelo apropiadas. El Plan de Ordenamiento Territorial fue aprobado en el 2003 y está en proceso de revisión. Además, trabajará en la identificación de fondos para iniciar la evaluación de las áreas susceptibles a deslizamientos y poder actualizar los mapas vigentes. Se prestara prioridad a los lugares donde hay mayor ocurrencia a deslizamiento para poder identificar estrategias de mitigación.

El Municipio utiliza el Plan de Ordenamiento Territorial y el Reglamento Conjunto de Permisos para emitir permisos y certificados ya que posee la Quinta Jerarquía delegada por la Junta de Planificación. Los proyectos de envergadura mayor o que requieren una Consulta de Ubicación son recibidos, revisados y referidos a la Junta de Planificación (JP). Los reglamentos consideran en los parámetros de diseño el efecto de las inundaciones, vientos y terremotos. También, el Plan Operacional de Emergencias incorpora actividades relacionadas a mitigación y preparación tales como educar a los ciudadanos en los diferentes riesgos naturales que están expuestos, sus efectos con medidas de protección y mitigación.

El Puerto Rico Building Code y el Reglamento de Planificación #13 (Reglamento de Inundaciones), establecen parámetros para construir debido a la vulnerabilidad de Puerto Rico a los diferentes riesgos. Estas actividades se estarán realizando de manera recurrente. El personal de campo ha sido instruido sobre las construcciones ilegales e invasiones para que se orienten al público en general sobre la necesidad de obtener un endoso del Municipio previo a la construcción y así asegurarse que todo trabajo realizado sea de acuerdo a los códigos vigentes.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos

Agencias Colaboradoras: OPM, Departamento de Transportación y Obras Públicas, Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA), Autoridad de Energía Eléctrica (AEE), Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), Agencia Estatal de Manejo de Emergencias y

Administración, de Desastres (AEMEAD), Agencia Federal de Manejo de Emergencias (FEMA), Departamento de Educación, Policía de Puerto Rico, Servicio de Bomberos, Departamento de Vivienda, Departamento de Educación, Departamento de Vivienda, Departamento de la Familia, Junta de Calidad Ambiental, Agencia de Protección Ambiental (USEPA), representantes de los barrios y comunidades del Municipio, representantes del comercio, industrias y organizaciones cívicas y religiosas.
Duración: Continua
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan - Oficina de Planificación y Ordenación
Costo: Fondos administrativos y operacionales

Actividad 3. Promover políticas de mitigación mediante la planificación del uso del suelo

Estatus: El Plan de Ordenamiento Territorial fue aprobado por la Junta de Planificación y es la política pública del Municipio e implementado por la Oficina de Planificación y Ordenación. Se utiliza dicho reglamento como los emitidos por la JP y OGPe ya que incluyen zonas de amortiguamiento y requisitos para nuevos proyectos. A través del Plan de Ordenamiento Territorial y el Reglamento Conjunto de Permisos se está restringiendo los desarrollos en zonas de alto riesgo.

Los terrenos que presentan el mayor grado de peligro se han considerado como suelo rústico especialmente protegido o suelo rústico y sólo se permitirán usos de la tierra cónsonos con el carácter de estos lugares. La nueva infraestructura pública y privada no se vea afectada por los factores agravantes asociados a los diversos peligros naturales identificados en este Plan. El Plan de Ordenamiento Territorial es utilizado para que los desarrollos se efectúen en lugares seguros. Se incorporan los suelos rústicos especialmente protegidos son el suelo no contemplado para uso urbano o urbanizable y que por su especial ubicación, topografía, valor estético, arqueológico, ecológico, agrícola y recursos naturales únicos, entre otros atributos, se identifica como un terreno que nunca deberá utilizarse como suelo urbano.

El continuar con la implementación de esta actividad conlleva reuniones y coordinaciones con el personal de la Junta de Planificación (JP), la Oficina de Gerencia de Permisos (OGPe), la Oficina de Planificación y Ordenación y la Oficina de la Alcaldesa para asegurar que en la toma de decisiones respecto a la otorgación de permisos, se cumpla con las disposiciones de todos los reglamentos de ley incluyendo el Reglamento Núm. 13 de la Junta de Planificación. Esta acción también provee la interacción con grupos de desarrolladores con el fin de promover proyectos de alta densidad en áreas seguras y que no incrementen el riesgo de exposición a peligros naturales múltiples.

Los reglamentos de la JP y OGPe con sus respectivas revisiones, restringe los terrenos para evitar las construcciones en lugares donde se ha identificado susceptibilidad por riesgos naturales, al igual que el Reglamento de Planificación # 13, el cuál reglamenta la construcción en áreas inundables. El Puerto Rico Building Code establece requisitos para la construcción considerando

tanto terremotos como vientos fuertes de acuerdo al grado de peligro y riesgo que presenta cada zona.

El Municipio Autónomo de San Juan aprueba desarrollos donde ubican terrenos que han sido clasificados en el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) vigente como Suelos Urbanizables. El Suelo Urbanizable en el POT está constituido por aquellos terrenos aptos para ser urbanizados a base de la necesidad de terrenos para acomodar el crecimiento del Municipio, cumplir con las metas y objetivos de la ordenación territorial y la mitigación de riesgos. Esta clasificación del suelo incluye las categorías de Suelos Urbanizables Programados (SUP) y Suelos Urbanizables No Programados (SUNP).

En las áreas clasificadas SUP y SUNP los proyectos futuros que se propongan en esos terrenos aptos para ser urbanizados deberán cumplir con el Reglamento de Planificación Número 13 (Reglamento Sobre Áreas Especiales de Riesgo a Inundación) de la Junta de Planificación de Puerto Rico. Este reglamento tiene como propósito establecer las medidas de seguridad para reglamentar las edificaciones y el desarrollo de terrenos en las áreas declaradas como de riesgo a inundación y tienen los siguientes propósitos:

a. Restringir o prohibir desarrollos que sean peligrosos a la salud, seguridad y la propiedad cuando éstos propician el aumento en los niveles de inundación o velocidades de las aguas que resulten en aumentos en la erosión.
b. Requerir que desarrollos que sean vulnerables a inundaciones, incluyendo las facilidades que los sirven, sean protegidos contra inundaciones al momento de su construcción original.
c. Evitar o reglamentar la alteración de valles inundables naturales, cursos de agua, barreras protectoras naturales que acomodan o canalizan aguas de inundación o marejadas.
d. Controlar el relleno, nivelación, dragado, obstáculos y otro tipo de desarrollo que pueda aumentar los daños por concepto de inundaciones o marejadas.
e. Evitar o controlar la construcción de barreras que alteren el flujo de las aguas o que puedan aumentar el riesgo de inundaciones en otras áreas.
f. No promover la localización de nuevos desarrollos, obstáculos o mejoras sustanciales a menos que se haya demostrado que se han evaluado otras alternativas de localización y que las mismas no son viables.

A todo nuevo desarrollo se le requiere cumplir con este reglamento mediante el desarrollo de estudios de Hidrología e Hidráulica preparados por ingenieros licenciados para realizar y certificar esos estudios. Estos estudios incluyen recomendaciones del diseño de los sistemas de manejo de escorrentía pluviales dentro del proyecto para su manejo adecuado de manera que no impacten negativamente el flujo de esas aguas en las propiedades y desarrollos aledaños evitando o reduciendo el riesgo de inundaciones en esas áreas.

La evaluación fraccionada y en un horizonte de tiempo relativamente prolongado de los nuevos proyectos, sin considerar adecuadamente los impactos acumulativos de las escorrentías pluviales que generan los mismos en las sub-cuencas donde ubican, particularmente en los terrenos y propiedades localizadas aguas abajo, requieren de un instrumento como un estudio sobre la Hidrología e Hidráulica (H-H).

El estudio puede estimar los impactos acumulativos de los nuevos proyectos en la sub-cuenca y proveerá las recomendaciones de diseño y mejoras a los sistemas de manejo de escorrentías pluviales fuera de los límites de los mismos, y permitirá requerir a sus proponentes el cumplimiento con los requerimientos de diseño establecidos dentro de un estudio H-H. Los ingenieros encargados de estimar y diseñar los sistemas de manejo de escorrentía pluvial dentro del perímetro de los nuevos proyectos deben usar como referencia los estudios H-H los cuales establecen los puntos de descarga de las aguas pluviales fuera de los límites de los proyectos, así como las velocidades y volúmenes de escorrentías permitidos para no afectar las propiedades aledañas y aguas abajo, y de esta manera ayudar a mitigar los peligros de inundación.

Las áreas susceptibles a inundaciones son aquellas zonas que aparecen en los mapas preparados por FEMA y adoptados por la JP mediante el Reglamento # 13, el cual establece las medidas de construcción para reglamentar las edificaciones y el desarrollo de terrenos.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan - Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos
Agencias Colaboradoras: Junta de Planificación, OGPe,
Duración: Continua
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), Junta de Planificación y OGPe
Costo: Fondos administrativos y operacionales

Actividad 4. Mantener coordinaciones interagenciales para asegurarse de que las facilidades públicas y críticas sean resistentes a los diferentes riesgos naturales

Estatus: Al realizar mejoras en las facilidades municipales se incorporan los requisitos de los códigos de construcción vigente y sus provisiones que incluyen los asociados a medidas contra los riesgos naturales. El Municipio se encuentra en constante identificación de fuentes de financiamiento para que se realicen medidas de mitigación y solicitará fondos para la implementación de acuerdo a la disponibilidad, al igual que usa los propios fondos. También, posee la Quinta Jerarquía para emitir permisos y revisa los documentos de permisos tales como planos y especificaciones técnicas para asegurarse que se incorporan las medidas de mitigación y se cumplen con los códigos vigentes.

El Municipio Autónomo de San Juan por iniciativa propia identificó fondos para la revisión, actualización y adopción del Plan de Mitigación Multi-riesgo. El mismo ayudará a desarrollar e implementar un proceso de mitigación efectivo que considere todos los peligros que pueden afectar la vida y propiedad e incorpore estrategias que ayuden a prevenir los mismos.

Agencia Coordinadora: Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos
Agencias Colaboradoras: Departamento de Educación, Autoridad de Edificios Públicos (AEP), OMEP, Junta de Planificación y OGPe
Duración: Continua
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), Hazard Mitigation Grant Program de FEMA, Autoridad de Edificios Públicos, (AEP) Oficina para el Mejoramiento de las Escuelas Públicas (OMEP) FEMA
Costo: Dependerá de la facilidad a ser rehabilitada

Actividad 5. Utilizar el Sistema de Información Geográfica (GIS) para mantener el inventario georeferenciado (GPS) de estructuras ubicadas en el Municipio

Estatus: El Municipio cuenta con el Sistema de Información Geográfica y está siendo utilizado para mantener información georeferenciada de todos los lugares donde ocurren daños causados por los riesgos naturales y emergencias. Se está incluyendo información de la localización exacta, tipo de evento, personas afectadas, cuantía de daños, descripción y otros. Se preparan mapas geo-referenciados en el que se desmarque en formato digital, mediante el uso de GPS y GIS todas las áreas inundables que no aparecen en los mapas de FEMA. También, se identifican detalladamente todas las cuencas, micro-cuencas e hidrografía del Municipio.

Mediante el sistema se maneja, clasifica, analiza y se imprimen mapas, estadísticas y reportes de daños. El GIS permitirá al Municipio identificar las estructuras que deben ser reforzadas. El Municipio está preparando un inventario para identificar las estructuras que necesitan ser rehabilitadas y luego establecer las viviendas que deben ser demolidas o reforzadas por el riesgo que presentan en caso de un evento natural. El Municipio tiene 10 licencias del sistema GIS el cual es administrado en la Oficina de Ordenamiento Territorial y se encuentra obteniendo información de diferentes facilidades.

El Municipio se encuentra preparando y recopilando la información de las facilidades para tenerlas disponibles y utilizarla en la planificación para la mitigación de riesgos mediante el modelaje de diferentes escenarios tanto en caso de terremotos e inundaciones y hasta conocer el efecto en las estructuras basado en el año de construcción e identificar medidas de mitigación. Además, el se solicitarán, de acuerdo a la disponibilidad de fondos, subvención para realizar un proyecto para la recopilación de datos detallados según requiere HAZUS para realizar un análisis con mayor precisión. La información que se obtiene del GIS facilita el proceso de hacer reclamaciones para la obtener fondos después de desastres. También, es esencial para mejorar la base estadística la cual ayudará a la calidad y precisión del perfil de riesgo de los peligros naturales múltiples. Se ha dado prioridad a las facilidades críticas en continuar obteniendo información.

Agencia Coordinadora: Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos, Departamento de la Vivienda Municipal y OMMEAD
Agencias Colaboradoras: OPM, Operaciones y Ornato, Diseño Urbano y Desarrollo de Proyectos Junta de Planificación, OGPe, AEMEAD y FEMA
Duración: Continua
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), HMGP

Actividad 6. Continuar realizando campañas educativas para orientar a los ciudadanos y público en general sobre los riesgos naturales

Estatus: El personal de la OMMEAD realiza orientaciones de manera continua para poder educar a los residentes sobre los riesgos a los cuales está expuesto en Municipio. Se incluyen los temas de seguros de inundación, elevación de equipos para prevenir daños en inundaciones, en construcción y rehabilitación de viviendas en hormigón y madera. Se realizan un promedio de 10 conferencias relacionadas a riesgos naturales mensualmente donde se orienta sobre los diferentes riesgos a los que está expuesto el Municipio.

El Municipio continuará facilitando el adiestramiento de personal de la OMMEAD para educar a las comunidades sobre la mitigación multi-riesgo que afectan a los ciudadanos y público en general. Las campañas incluyen tanto las medidas de mitigación estructurales como no estructurales las cuales se continúan realizando durante todo el año y se provee material educativo para que puedan tener la información disponible. Se proveen orientaciones de la necesidad de rehabilitar las estructuras al igual que facilidades gubernamentales tanto municipales como estatales. La educación tiene el propósito de identificar posibles señales que muestren deficiencias o problemas en caso de un evento natural.

La OMMEAD se encuentra recopilando y preparando la información para incluirla en el portal del internet www.sanjuancapital.com la información sobre los peligros naturales múltiples del Municipio. El Plan de Mitigación Multi-riesgo será utilizado para proveer información a los residentes de San Juan y el público en general sobre los riesgos a los cuales están presentes. El portal contendrá información detallada e ilustrada sobre todos los aspectos de la mitigación que debe conocer un ciudadano para reducir la amenaza a la vida y propiedad. Se dará énfasis a la población en áreas vulnerables en cuanto a la mitigación contra inundaciones incluyendo las causadas por el desbordamiento del río Río Piedras y sus tributarios, inundaciones urbanas por pobre drenaje que muchas veces son repentinas y las asociadas a las marejadas en la costa.

A través del portal se continuará educando a la ciudadanía a como mitigar los efectos de estos fenómenos. Mediante el portal de internet el ciudadano podrá ver los mapas que indican las áreas peligrosas e informarse detalladamente sobre las mismas. Esta actividad está dirigida a lograr que los ciudadanos asuman responsabilidad sobre la implantación de algunas medidas de mitigación y protección, que pueden reducir los daños a su vida y propiedad en caso de desastre asociado a los diversos peligros naturales.

El portal de internet es indispensable para cumplir efectivamente con todos los requisitos de educación y diseminación de información pública, no solamente por su fácil accesibilidad y disponibilidad a través de internet, sino porque contendrá información específica concerniente al Municipio que podrá ser impresa directamente como hoja suelta y/o folleto para que se encuentre disponible para todos los ciudadanos del Municipio. Esto permitirá cumplir con las actividades relacionadas a la educación multi-riesgo identificadas en las actividades de mitigación que tratan sobre la diseminación de información pública sobre mitigación.

En las campañas educativas se incluye información que puede ser utilizada para la inspección de viviendas y sus otras propiedades, al igual que por los compradores de residencias para que conozcan los lugares susceptibles a riesgos.

Agencia Coordinadora: OMMEAD
Agencias Colaboradoras: Departamento de Educación, AEMEAD, FEMA, Red Sísmica de Puerto Rico, Servicio Nacional de Meteorología
Duración: Continua
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), Hazard Mitigation Grant Program de FEMA, AEMEAD
Costo: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)

Actividad 7. Identificar estructuras en áreas vulnerables y alto riesgo

Estatus: Se ha estado realizando la identificación de las residencias ubicadas en áreas de alto riesgo para así tener el inventario disponible de estructuras potenciales a adquirir y ser dedicadas a espacio abierto. Esto incluirá establecer una restricción en la escritura que no se podrá construir a perpetuidad y así se disminuirán las pérdidas ocasionadas por los diferentes riesgos. En caso de la disponibilidad de fondos establecerá prioridades para realizar adquisiciones sea por el propio Municipio o recomendará a alguna Agencia Estatal proveyendo la información de los lugares más vulnerables y que cumplan con los requisitos que sean establecidos por dichos programas. La información a ser obtenida será preparada en conjunto con las oficinas de los Centros Urbanos existentes en la Isleta de San Juan, Condado, Santurce y Río Piedras - Pueblo, al igual que se asignará personal para validar la información del resto del Municipio.

El Municipio ha identificado terrenos disponibles en lugares que no sean susceptibles a riesgos naturales para que las familias que residan en lugares vulnerables puedan construir sus estructuras en lugares seguros. Se establecerá prioridades basado en el grado de vulnerabilidad y el tipo de riesgos al cual están expuestas las familias, para así determinar prioridades para proveer terrenos.

Se ha identificado varias estructuras ubicadas en Colinas de Monte Carlo para adquisición donde un hundimiento de terreno ocasionó el desalojo permanente de residencias en el cuál hay un estimado preliminar preparado por la cantidad de $1,650,000.00. También, realizar adquisiciones en las comunidades que se encuentran incluidas en los alrededores del Caño Martín Peña y Cantera.

Agencia Coordinadora: Departamento de la Vivienda Municipal, OMMEAD y Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos
Agencias Colaboradoras: Oficina de la Alcaldesa, Oficina de Vivienda Municipal, AEMEAD y FEMA
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), Oficina del Comisionado de Asuntos Municipales (OCAM) y FEMA
Costo: Dependerá de las residencias a ser adquiridas
Duración: Esta actividad es continua y dependerá de la disponibilidad de fondos.

Actividad 8. Rehabilitación de Puentes

Estatus: El Municipio cuenta con puentes en diferentes sectores donde debido a evento de lluvias las aguas fluyen y los escombros se estancan al igual que pueden recibir daño en caso de terremotos. Estos puentes sirven de acceso a diferentes comunidades y deben estar disponibles para su uso. Se establecerán prioridades en la rehabilitación y llevar puentes a Código de Construcción vigente basado en la limitación de rutas alternas y acceso a los servicios de emergencia. Las medidas de mitigación pueden consistir desde el refuerzo estructural y mejoras hasta el reemplazar un puente por otro que cumpla con los parámetros de diseño vigentes para asegurar el uso. Se prestará consideraciones especiales a aquellos que provean accesos a facilidades críticas. Se realizarán estudios hidrológicos – hidráulico para diseñar el puente requerido de acuerdo a la descarga de los cuerpos de aguas.

La Oficina de Servicios Legales del Municipio proveerá la lista de los puentes propiedad del Municipio y se realizarán inspecciones estructurales de cada uno de ellos para determinar su condición. En el caso de los puentes ubicados en las carreteras estatales se cabildeará con el DTOP para que pueda asignar los fondos necesarios para el diseño y construcción. Además, el Municipio, de acuerdo a la disponibilidad de fondos, evaluará la posibilidad de asumir el reemplazo de puentes que sean responsabilidad del DTOP o ACT, mediante un acuerdo de colaboración para que dichas agencias sean quien pueda proveer aportación para el pareo de fondos y al finalizar la medida de mitigación se encargue del mantenimiento. Los puentes que se han identificado para realizar medidas de mitigación son los ubicados en los siguientes lugares:

- Rehabilitación estructural del Puente University Gardens, costo aproximado $1,000,000
- Puente Camino Los López, costo aproximado $97,500.00

Agencia Coordinadora: OPM
Agencias Colaboradoras: Oficina de la Alcaldesa, OMMEAD, DTOP
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), FEMA, DTOP y ACT
Costo: Dependerá de los puentes a ser finalmente impactados.
Duración: Esta actividad es continua y dependerá de la disponibilidad de fondos.

Actividad 9. Rehabilitación de Estructuras Municipales

Estatus: Como parte de los esfuerzos de mitigación se ha identificado estructuras municipales a realizarles medidas de mitigación multi-riesgo para llevarla a los códigos actuales y que cumplan con los requisitos vigentes de acuerdo a su uso. Las estructuras que se han identificado como prioridad son:

- Centro de Diagnóstico y Tratamiento de La Perla, costo aproximado $650,000.00
- Centro de Diagnóstico y Tratamiento de Puerta de Tierra, costo aproximado $650,000.00
- Centro de Actividades Diurnas de Envejecientes, , costo aproximado $650,000.00
- Hospital Municipal de San Juan, costo aproximado $2,000,000.00
- Hospital Geriátrico de San Juan (Clínica Las Antillas), costo aproximado $3,000,000.00
- Centro de Diagnóstico y Tratamiento de Puerto Nuevo, costo aproximado $650,000.00

Estas facilidades proveen servicios a los residentes de diferentes comunidades y deben estar disponibles para su uso. Se establecerán prioridades en la rehabilitación y llevarlas a Código de Construcción vigente basado en la disponibilidad de otras estructuras cercanas que provena servicios similares y acceso a los servicios de emergencia. Las medidas de mitigación pueden consistir desde el refuerzo estructural y mejoras no estructurales.

También, las estructuras calificadas por valor histrórico o arquitéctonico, una de estas es las Antiguas facilidades de Departamento de Salud en la parada 19. En el caso de otras facilidades que requieran rehabilitación y sean de agencias estatales se cabildeará con dicha agencia propietaria para que pueda asignar los fondos necesarios. Además, el Municipio, de acuerdo a la disponibilidad de fondos, evaluará la posibilidad de asumir el la rehabilitación de las mismas mediante un acuerdo de colaboración para que dichas agencias sean quien pueda proveer aportación para el pareo de fondos y al finalizar la medida de mitigación se encargue del mantenimiento.

Agencia Coordinadora: OPM y Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos
Agencias Colaboradoras: Oficina de la Alcaldesa, OMMEAD, DTOP
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), FEMA, AEP y DV
Costo: Varia por estructura a ser finalmente impactadas.
Duración: Continua y dependerá de la disponibilidad de fondos.

INUNDACIONES

Actividad 10. Continuar la promoción de la adquisición y uso del Seguro Nacional contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés)

Estatus: Durante la realización de las campañas educativas se orienta sobre la conveniencia e importancia de obtener una póliza del NFIP para que puedan reclamar pérdidas en eventos de

lluvia que ocasionen inundaciones como medida adicional de mitigación. En caso de cualquier evento de inundaciones (aún los no declarados desastres) puedan reclamar sus pérdidas. La adquisición del NFIP es esencial para todas las comunidades ubicadas en las zonas inundables ya que la mayor parte seguirán localizadas en áreas susceptibles hasta que no se implanten medidas de mitigación de carácter permanente.

El Departamento de Vivienda exige que todas las viviendas, ya sea para adquisición o renta subsidiada, cuente con el seguro por lo tanto hay estructuras aseguradas en el Municipio, este requisito es establecido el plan anual del Municipio para HUD. También, las estructuras hipotecadas que se encuentren en zonas designadas como inundables es requisito del gobierno Federal que tenga el seguro. El Gobierno Central está renovando las pólizas de las viviendas afectadas por desastres naturales anteriores de las familias de bajo ingreso que han recibido asistencia federal y no cuentan con los ingresos para poder mantener la póliza ni tienen hipotecas.

Agencia Coordinadora: OMMEAD y Oficina de la Alcaldesa
Agencias Colaboradoras: JP, AEMEAD y FEMA
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales) y FEMA
Costo: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), JP, AEMEAD y FEMA
Duración: La promoción para la adquisición de los seguros contra inundaciones se realizará de manera continua.

Actividad 11. Actualizar los Sistemas Pluviales

Estatus: El Municipio cuenta con diversos sistemas de alcantarillados pluviales los cuáles transportan las aguas a diferentes ríos y quebradas. Debido a las construcciones que han sido realizadas, al igual que la erosión algunos de estos sistemas ya no cuentan con la capacidad necesaria para manejar un evento de lluvias fuertes y ocasionan inundaciones en áreas bajas que incluyen carreteras, facilidades públicas, residencias y accesos. Los siguientes proyectos se han identificado y se está trabajando en la identificación de diversas fuentes para obtener fondos para poder realizar mejoras:

- Sistemas pluviales e instalación de sistemas de bombeos en el área del Caño Martín Peña y Cantera, costo estimado preliminar $15,000,000.00.
- Mejoras pluviales al sistema en Casco Urbano de Río Piedras, costo aproximado $250,000.00
- Mejora pluvial en la Urb. Monte Carlo, costo aproximado $500,000.00
- Mejoras a Talud y Sistema Pluvial de Los Arboles Montehiedra, $249,928, estos trabajos se encuentran en etapa de diseño
- Mejoras del Sistema Pluvial - Urb. Santa Clara Bo. Tortugo, costo aproximado $331,000.00
- Mejoras del Sistema Pluvial - Urb. Sagrado Corazón, costo aproximado $35,000.00
- Mejoras al Sistema Pluvial - Quebrada Bacalao, costo aproximado $2,000,000.00

- Agilizar las obras de re-acondicionamiento y protección de los sistemas de bombas ubicados el norte de la calle 20 en el Sector NO y NE de la Urbanización Puerto Nuevo.
- Mejoras pluviales en la Quebrada Sabana Llana en la calle 4 hasta la casa de Carolta Alfaro
- Mejora pluviales en la Avenida Monte Carlo, Río Piedras

El Municipio ha establecido prioridades en la realización de la actualización de estos sistemas, para evitar inundaciones de acuerdo a la cantidad de pérdidas, las facilidades a ser protegidas y la necesidad de tener accesos disponibles durante eventos de atmosféricos. Además, se protegerán y acondicionarán los sistemas de bombas ubicados aledaños al Expreso José De Diego al norte de la calle 20 en el Sector Nor-oeste y Nor-este en la Urbanización Puerto Nuevo. Además, se prepararán propuestas para la construcción de estaciones de bombas en las calles Rexach, Nín, Caracas, Dolores y Martinó del Sector La Marina en Barrio Obrero, al igual que otros posibles sistemas de bombeo y mejoras pluviales para resolver los problemas de inundaciones en el Municipio. Se ha trabajado con las Quebradas: Juan Méndez, Buen Consejo, Buena Vista, Bacalao y Los Muertos teniendo ampliando los canales para el flujo de las aguas y evitar las inundaciones.

Además, coordinará con la AAA para que el sistema de bombeo sanitario del Sector Tokyo sea operado al máximo de eficiencia para evitar el flujo revertido y consiguiente inundación en el Sector de la Calle Rexach final. El nuevo sistema de bombas de la AAA junto con su tanque de almacenamiento de un (1) millón de galones de agua se ponga en funcionamiento lo antes posible para evitar la recurrencia de inundaciones por reflujo de aguas usadas en dicho sector.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – Obras Públicas Municipal
Agencias Colaboradoras: FEMA, DTOP, ACT, OCAM
Duración: Continua
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), FEMA, fondos CDBG, Asignaciones Legislativas, DTOP, ACT
Costo: Dependerá de la magnitud de los trabajos a realizar y las prioridades establecidas por el Municipio.

Actividad 12. Canalización del Río Puerto Nuevo

Estatus: El Municipio cabildeará para que se identifiquen los fondos necesarios para poder llevar a cabo la continuación de la canalización del Río Puerto Nuevo por parte del DRNA y el USACE, al igual que en la Legislatura. Se completarán los esfuerzos de canalización con estrategias verde de control de inundaciones.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – Oficina de la Alcaldesa y Oficina de Programas Federales
Agencias Colaboradoras: DRNA, USACE, DTOP, FEMA y Oficina del GAR
Duración: Continua

Fuentes de Financiamiento: DRNA, DTOP, USACE y Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)
Costo: Dependerá de la disponibilidad de fondos y los trabajos a realizar luego de los estudios necesarios

TERREMOTOS

Actividad 13. Implantar Medidas de Mitigación no Estructural

Estatus: Se continuará proveyendo información y orientación a los ciudadanos, comercios y empresas sobre cómo reducir las pérdidas a los contenidos y las estructuras para que puedan realizar actividades de mitigación no estructural. Además, el Municipio estará realizando medidas de mitigación no estructural en sus facilidades, identificando como prioridad las siguientes:

- Casa Alcaldía
- Cuartel de la Policía Municipal
- Centros de Envejecientes
- Torre Municipal
- OMMEAD
- Obras Públicas Municipal
- Escuelas
- Centros de Diagnóstico y Tratamientos
- Hospital Municipal

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OMMEAD, Oficina de Programas Federales y OPM
Agencias Colaboradoras: Red Sísmica de Puerto Rico, FEMA, AEMEAD.
Duración: La actividad se seguirá realizando de manera continua.
Fuentes de Financiamiento: HMGP, Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)
Costo: $275,000, para realizar un estudio y determinar la vulnerabilidad de las facilidades municipales.

Actividad 14. Implantar Medidas de Mitigación Estructural

Estatus: El Municipio realiza una evaluación de sus edificios para determinar cuáles requieren rehabilitación sísmica y establecerá prioridades de acuerdo a los usos de cada facilidad y el nivel de importancia. Además, se considerará el rehabilitar otras estructuras tales como residencias para hacerlas sismo-resistente. El Municipio estará considerando el valor arquitectónico y la La Oficina de Programas Federales a través de los fondos de CDBG mantiene programas de rehabilitación de viviendas proveyendo materiales adecuados para las rehabilitaciones. Las siguientes facilidades han sido identificadas como prioridades:

- Casa Alcaldía

BORRADOR

- Cuarteles de la Policía Municipal
- Centros de Envejecientes
- Torre Municipal
- OMMEAD
- Obras Públicas Municipal
- Escuelas
- Centros de Diagnóstico y Tratamientos
- Hospital Municipal

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OPM, Diseño Urbano y Desarrollo de Proyectos, Oficina de Programas Federales, OPM y OMMEAD
Agencias Colaboradoras: Red Sísmica de Puerto Rico, FEMA y DTOP
Duración: La actividad se seguirá realizando de manera continua.
Fuentes de Financiamiento: HMGP, Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)
Costo: $95,000, para realizar un estudio y determinar la vulnerabilidad de las facilidades municipales.

HURACANES

Actividad 15. Instalación de Tormenteras

Estatus: Las facilidades críticas ofrecen servicios en caso de emergencias y se les requiere estar disponible 24 horas para la protección de la vida y propiedad. En caso de eventos atmosféricos, donde hay el potencial de vientos fuertes, es necesario proteger estas facilidades debido al personal que labora y proteger la propiedad que se encuentra en ella. La instalación de tormenteras contribuirá en tener disponibles las facilidades 24 horas en eventos atmosféricos, salvaguardando la vida del personal que se encuentre laborando durante dichos eventos. El Municipio continuará en identificar fondos disponibles para poder proteger otras propiedades tales como:

- Casa Alcaldía
- Centros de Envejecientes
- Torre Municipal
- Hogar de Ancianos de San Juan
- Cuarteles de la Policía Municipal
- Obras Públicas Municipal
- Centros de Diagnóstico y Tratamientos
- Hospital Municipal

Entre las opciones para la protección de vientos se encuentran las tormentas de paneles,, las tipo acordeón, las tipo roll-up y unas láminas (window film) que se usan para los edificios que son en cristales como por ejemplo la Torre Municipal y los Centros de Diagnósticos y Tratamiento.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OPM, Oficina de Programas Federales
Agencias Colaboradoras: FEMA y OCAM
Duración: 5 años luego de la aprobación del Plan
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), FEMA, fondos CDBG, Asignaciones Legislativas
Costo: $500,000.00

Actividad 16. Rehabilitación e instalación de generadores eléctricos en facilidades críticas

Estatus: Las facilidades críticas ofrecen servicios en caso de emergencias y se les requiere operar 24 horas para la protección de la vida y propiedad. En caso de eventos atmosféricos o en condiciones normales y que haya un problema eléctrico, es necesario que estén operacionales para responder a alguna situación de emergencia que pueda surgir.

El Municipio hará una revisión de las diferentes facilidades críticas y asignará prioridades basado en el uso de las mismas. En la instalación de generadores eléctricos, se incluirá un interruptor de transferencia "transfer switch" automático, para que tan pronto no haya el servicio eléctrico, pueda realizarse el cambio a los generadores de manera automática y tanque con el combustible que utilice los generadores eléctricos. Entre los edificios que se están identificando fondos y se evaulará la posibilidad de obtener subvención son:

- Casa Alcaldía
- Cuarteles de la Policía Municipal
- Centros de Envejecientes
- Torre Municipal
- Hogar de Ancianos de San Juan
- Obras Públicas Municipal
- Centros de Diagnóstico y Tratamientos
- Hospital Municipal

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OPM, Oficina de Programas Federales
Agencias Colaboradoras: FEMA y OCAM
Duración: 5 años luego de la aprobación del Plan
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), FEMA, fondos CDBG, Asignaciones Legislativas
Costo: $350,000.00 (inicial)

Actividad 17. Soterrar las Líneas Eléctricas y Telefónicas

Estatus: El Municipio le dará seguimiento para soterrar líneas eléctricas en diferentes lugares del Municipio, aunque es responsabilidad de la AEE y compañías telefónicas. Esto contribuirá a que

BORRADOR

sus facilidades esenciales puedan contar con el servicio en caso de un desastre. Ya se ha realizado soterrado de líneas eléctricas en varias plazas de recreo y diferentes lugares públicos.

Agencia Coordinadora: OPM, Oficina de la Alcaldesa
Duración: Continua.
Objetivo que persigue: Proteger la vida y propiedad

TSUNAMI

Actividad 18. Realizar un estudio para la viabilidad de Construcción de Estructuras para la Protección en Caso de Tsunami

Estatus: El Municipio estudiará la viabilidad de ubicar facilidades para la protección de los residentes y público en general en caso de un tsunami en áreas susceptible a dicho riesgo.
Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OMMEAD
Agencias Colaboradoras: Oficina de Homeland Security, Red Sísmica de Puerto Rico, FEMA.
Duración: 5 años
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), NOAA, Oficina de Homeland Security
Costo: $100,000, para realizar el estudio

DESLIZAMIENTOS

Actividad 19. Sembrar vegetación que ayude en la Retención del Terreno e Instalación de Mayas, Redes o Vallas de Seguridad (gaviones)

Estatus: Esta actividad incluye que los terrenos puedan ser sembrados con plantas que colaboren en evitar erosión de terreno y por ende reduzcan el riesgo a deslizamiento. Además, se pueden utilizar mayas, redes o vallas de seguridad (gaviones).

Esta actividad es compartida con el DTOP y la ACT ya que hay carreteras donde es necesario hacer esta actividad y el terreno es parte de dichas agencias, por lo tanto se cabildeará para que realicen dichas siembras. Se utilizará el conocimiento de ingeniería para definir los lugares a ser instaladas basada en inspecciones visuales o estudios geotécnicos y lugares donde ya ha ocurrido deslizamiento, donde haya erosión o las pendientes mayores de 35 grados, criterio utilizado por el Servicio Geológico Federal (USGS, por sus siglas en inglés) para definir las pendientes con riesgo a deslizamientos en Puerto Rico. Se establece como prioridades las áreas identificadas en los mapas oficiales ya que hay lugares con mayor riesgo en otros barrios. En la Actividad 2 se estable la actualización de los mapas de deslizamientos. Los barrios identificados a realizar esta actividad son:

- Cupey
- Caimito

- Tortugo
- Quebrada Arenas

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OPM
Agencias Colaboradoras: DTOP, ACT. DRNA
Duración: La actividad se seguirá realizando de manera continua.
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), DTOP, ACT y DRNA
Costo: A ser determinado de acuerdo a los trabajos a realizar

Actividad 20. Rehabilitación y construcción de muros de contención

Estatus: Se ha identificado la necesidad de construcción de muros de contención en diferentes lugares del Municipio para daños a residencias y propiedades municipales. Los muros evitarán el desalojo de familias y cierres de carreteras y caminos. Ya se ha programado la rehabilitación de un muro ubicado en Tras Talleres que aunque es un área relativamente plana hay unas residencias que están en un lugar más elevado que una carretera marginal y sufren riesgo a deslizamiento.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OPM, Departamento de Diseño Urbano y Desarrollo de Proyectos
Agencias Colaboradoras: OGPe, JP, DRNA
Duración: La actividad se seguirá realizando de manera continua.
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), DTOP, ACT y DRNA
Costo: $250,000.00
Duración: Dos años

EROSION COSTERA

Actividad 21. No se permitirá la construcción o rehabilitación en las zonas identificadas como de alto riesgo (zona de la marejada, VE) a menos que se tomen medidas especiales de mitigación y sólo cuando sea estrictamente necesario.

Estatus: El Municipio se asegura que no se construyan o rehabiliten estructuras en áreas identificadas Zona VE como parte de la responsabilidad de revisión de las rehabilitaciones y construcciones que se evalúan para que no se afecten como resultado de marejadas y no contribuya a ocasionar erosión en las costas. También, se removerá estructuras obsoletas de hormigón y metal ubicadas en la playa que agraven el problema de erosión para facilitar el movimiento natural de la arena en la zona de la marejada.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan - Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales

BORRADOR

Agencias Colaboradoras: USACE, Compañía de Parque Nacionales de Puerto Rico, OGPe, JP, DTOP, DRNA - Programa de Manejo de Zona Costanera, OGPe
Período: Continuo
Duración: La actividad se realiza de manera continua ya que el Municipio continuará el monitoreo de las construcciones.
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)
Costo: Fondos administrativos operacionales "in-kind"

SEQUIAS

Actividad 22. Continuar la implantación de medidas dentro del Plan de Ordenación Territorial encaminadas a proteger los abastos de agua subterránea dirigir los esfuerzos de re-desarrollo hacia áreas del Municipio que no contienen acuíferos subterráneos

Estatus: Se estará contemplando y creando la creación de distritos de calificación sobrepuesta que regulen áreas con acuíferos y limiten, tanto sea posible, el derrame de líquidos y substancias nocivas que puedan afectar o contaminar los filtros naturales del suelo. Además, se establecerán los parámetros generales de prevención mediante la accesibilidad de información como política pública en aquellas áreas impactadas. Se atemperaran los usos permitidos en áreas con presencia de acuífero para minimizar el que transcurren posibles contaminantes por el suelo, el sistema de alcantarillado y/o escorrentías.

Se garantizará que los terrenos donde subyacen los acuíferos se mantengan bajo conservación una cantidad la cual sea suficiente para que el acuífero se pueda re-abastecer y continuar ofreciendo sus servicios naturales. Se fomentará la reforestación en dichas áreas las cuales viabilizan el transporte de agua de la superficie a los abastecimientos subterráneos. También, se evitarán las excavaciones profundas que trastoquen la estructura y capacidad de captación de los acuíferos.

Se ha incorporado como parte de la revisión de las construcciones y en el Plan de Ordenamiento Territorial las restricciones para las construcciones en diferentes partes del Municipio donde hay presencia de acuíferos, cuencas hidrográficas y micro-cuencas geológicas. En caso de sequías, la AAA establece razonamiento de aguas dependiendo de la cantidad de agua disponible en las represas con un Plan ya establecido por dicha agencia.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos y OMMEAD
Agencias Colaboradoras: AAA, Servicio Geológico de los EE.UU. (USGS), Agencia Federal de Protección Ambiental (USEPA), Junta de Calidad Ambiental, JP y DRNA
Período: Continuo
Duración: Continua ya que pueden ocurrir sequías todos los años
Fuentes de Financiamiento Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)
Costo: Fondos administrativos operacionales "in-kind"

FUEGOS FORESTALES Y DE PASTOS

Actividad 23. Educar a los Residentes para evitar los Incendios por Combustión Espontánea de Pastos

Estatus: La OMMEAD ha incorporado, en las campañas educativas que realiza el tema de incendios de pastos y cómo el público en general puede contribuir en evitar los fuegos de pastos ocasionados por combustión espontánea, debido a las altas temperaturas. Esta actividad es compartida con el Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico.

Agencia Coordinadora: Municipio Autónomo de San Juan – OMMEAD y Cuerpo de Bomberos de Puerto Rico
Agencias Colaboradoras: Oficina de la Alcaldesa
Duración: La actividad se realiza de manera continua.
Fuentes de Financiamiento: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales), FEMA, Oficina del GAR
Costo: Municipio Autónomo de San Juan (fondos operacionales)

5.8 RELACIÓN ENTRE METAS, OBJETIVOS Y ACTIVIDADES DE MITIGACIÓN

Las metas y objetivos representan métodos para reducir y/o evitar la vulnerabilidad ante todos los riesgos que se han identificado en el Plan. Cada meta y objetivo fue siendo discutidas y aprobadas por el Comité de Mitigación de Riesgos, presentadas en la Vista Pública y durante el periodo de comentario por parte del público general del borrador del Plan. Se ha relacionado cada meta y objetivo con las actividades de mitigación y se incluyen a continuación:

Meta #1: **Reducir el impacto de los desastres naturales en los residentes y la propiedad para salvaguardar vida y propiedad**

- Objetivo 1.1 Proteger los desarrollos urbanos existentes de eventos ante desastres futuros.
- Objetivo 1.2 Reducir la vulnerabilidad de desarrollos urbanos futuros.
    - Actividad 1. Continuar la implantación del Plan de Mitigación Multi-riesgo
    - Actividad 3. Promover políticas de mitigación mediante la planificación del uso del suelo
    - Actividad 4. Mantener coordinaciones inter-agénciales para asegurarse de que las facilidades públicas y críticas sean resistentes a los diferentes riesgos naturales
    - Actividad 5. Utilizar el Sistema de Información Geográfica (GIS) para obtener el inventario geo-referenciado (GPS) de las facilidades críticas y residenciales

BORRADOR

- Actividad 7. Identificar estructuras en áreas vulnerables y alto riesgo
- Actividad 8. Rehabilitación de Puentes
- Actividad 9. Rehabilitación de Estructuras Municipales
- Actividad 10. Continuar la promoción de la adquisición y uso del Seguro Nacional contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés)
- Actividad 11. Actualizar los Sistemas de Alcantarillados Pluviales
- Actividad 12. Canalización del Río Puerto Nuevo
- Actividad 18. Realizar un estudio para la viabilidad de la construcción de estructuras para la Protección en Caso de Tsunami
- Actividad 19. Sembrar vegetación que ayude en la Retención del Terreno e Instalación de Mayas o Redes

Meta #2: Mejorar la capacidad local para restaurar las instalaciones críticas, la infraestructura esencial, para asegurar la continuidad de operaciones del Municipio después de desastres naturales.

- Objetivo 2.1 Reducir la vulnerabilidad de infraestructura e instalaciones críticas y de las instalaciones municipales esenciales

  - Actividad 2. Continuar incorporando los hallazgos y recomendaciones del Plan de Mitigación en los planes de: Ordenamiento Territorial y Plan Operacional de Emergencia
  - Actividad 4. Mantener coordinaciones interagenciales para asegurarse de que las facilidades públicas y críticas sean resistentes a los diferentes riesgos naturales
  - Actividad 5. Utilizar el Sistema de Información Geográfica (GIS) para obtener el inventario georeferenciado (GPS) de las facilidades críticas y residencias
  - Actividad 8. Rehabilitación de Puentes
  - Actividad 11. Actualizar los Sistemas Pluviales
  - Actividad 12. Canalización del Río Puerto Nuevo
  - Actividad 13. Implantar Medidas de Mitigación Estructural
  - Actividad 15. Instalación de Tormenteras
  - Actividad 16. Instalación de generadores eléctricos en las facilidades críticas
  - Actividad 17. Soterrar las Líneas Eléctricas y Telefónicas
  - Actividad 19. Sembrar vegetación que ayude en la Retención del Terreno e Instalación de Mayas o Redes

Meta #3: Integrar la mitigación de riesgo y principios de desarrollo sostenible en las iniciativas de planificación de uso de suelos.

BORRADOR

- Objetivo 3.1 Asegurar que las actividades de mitigación sean incorporados dentro de los esfuerzos de planificación de largo plazo.
- Objetivo 3.2 Preservar, mejorar y restablecer características del medio ambiente natural.

    - Actividad 2. Continuar incorporando los hallazgos y recomendaciones del Plan de Mitigación en los planes de: Ordenamiento Territorial y Plan Operacional de Emergencia
    - Actividad 21. No se permitirá la construcción en las zonas identificadas como de alto riesgo (zona de la marejada, VE) a menos que se tomen medidas especiales de mitigación y sólo cuando sea estrictamente necesario.
    - Actividad 22. Continuar la implantación de medidas dentro del Plan de Ordenación Territorial encaminadas a proteger los abastos de agua subterránea

Meta #4: Continuar con la educación sobre riesgos naturales y las actividades de mitigación de riesgos.

- Objetivo 4.1 Desarrollar programas educativos para aumentar el conocimiento de los ciudadanos relacionado a los riesgos naturales a los cuales el Municipio está expuesto.
- Objetivo 4.2 Reconocer y dar apoyo a las empresas e industrias locales en sus esfuerzos para ser más resistentes a los desastres.

    - Actividad 6. Continuar realizando campañas educativas para orientar a los ciudadanos y público en general sobre los riesgos naturales
    - Actividad 10. Continuar la promoción de la adquisición y uso del Seguro Nacional contra Inundaciones (NFIP, por sus siglas en inglés)
    - Actividad 23. Educar a los Residentes para evitar los Incendios por Combustión Espontánea de Pastos

5.9 RECOMENDACIONES Y ACCIONES GENERALES PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL PLAN

Durante la vigencia del Plan es necesario realizar una serie de actividades para poder tener la información necesaria en el momento de que se revise nuevamente el Plan. A continuación se incluyen varias recomendaciones que se estarán realizando:

Información Histórica sobre Riesgos y Daños: Se continuará documentando y recopilando los daños de eventos que ocurran en el Municipio para tener un banco de datos de daños y poder justificar proyectos de mitigación con evidencia histórica adecuada.

BORRADOR

Evaluación de Vulnerabilidad: Se mantendrá al día la información relacionada al costo de las propiedades y su contenido para poder determinar los costos de reemplazo en caso de que ocurran pérdidas por riesgos naturales y tener la data disponible en caso de que sea necesaria para justificar proyectos y cuánto es el beneficio de resolver un problema debido a un riesgo.

Estimados de Pérdidas: Se actualizará la información de la infraestructura y en la próxima revisión se debe considerar utilizar el programa HAZUS y que se pueda incluir la información lo más precisa posible de acuerdo a la descripción que aparece en el programa para que se pueda actualizar los resultados si son obtenidos datos adicionales o nuevas estructuras. En esta revisión solo se actualizaron los costos asociados a los resultados del análisis realizado para el primer Plan y de las nuevas estructuras construidas.

Vulnerabilidades Futuras: Continuar recopilando información de desarrollos a través del Municipio y así poder incluirlas en los mapas de riesgo del Municipio y en la data de GIS para que los residentes puedan conocer los riesgos que están expuestos de acuerdo a la ubicación de las estructuras y puedan tomar acciones de mitigación.

BORRADOR

Los parámetros para la implementación, monitoreo, evaluación y la actualización del Plan son establecidos en este Capítulo. Se establece el procedimiento el cual se realizará tanto la revisión, como actualización, al igual que en caso de un evento donde se revisará el Plan. En el Plan anterior se mostraba diferente el proceso de implementación pero fue revisado para que pueda ser interpretado con facilidad y se conozca los requisitos del CFR y se incorpora la información relacionada a la fecha de vigencia de la adopción del Plan. Además, se incluyen los requisitos del CFR, las siguientes secciones son incluidas:

- 6.1 Requisitos del CFR para el Mantenimiento del Plan
- 6.2 Responsabilidades
- 6.3 Monitoreo
- 6.4 Evaluación del Plan e Informes
- 6.5 Revisión del Plan
- 6.6 Metodología para la Actualización del Plan
- 6.7 Participación Pública
- 6.8 Implementación
- 6.9 Adopción

6.1 Requisitos CFR para el Mantenimiento del Plan

La sección §201.6(c)(4)(i) del CFR requiere que el Municipio incluya una sección que describe el Proceso de Mantenimiento del Plan. Específicamente se establece que el Plan de Mitigación Local debe incluir:

- Monitoreo, Evaluación, y Actualización del Plan por el Requerimiento §201.6(c)(4)(i): El plan del proceso de mantenimiento debe incluir una sección que describa el método, el cronograma de monitoreo, la evaluación y actualización del plan de mitigación dentro de un ciclo de cinco años

- Incorporación Dentro de los Mecanismos de Planificación Existentes por Requerimiento §201.6(c)(4)(ii): El plan incluirá un] un proceso por el que los gobiernos municipales incorporan los Requisitos del plan de mitigación dentro de otros mecanismos de planificación tales como planes globales o de mejoras sustanciales, cuando esto sea apropiado.

- Participación Pública Continua por el Requerimiento §201.6(c)(4)(iii): El plan del proceso de mantenimiento deberá incluir una] discusión de como la comunidad continuará su participación en el proceso de mantenimiento del plan.

6.2 Responsabilidades

El Municipio Autónomo de San Juan ha establecido el Comité de Mitigación de Riesgos. Este comité será responsable de implantar las acciones identificadas en el plan. El Director de la Oficina Municipal para el manejo de Emergencias y Administración de Desastre estará cargo del Comité de Mitigación de Riesgos. En la revisión del Plan se acordó que los miembros fijos del Comité serán:

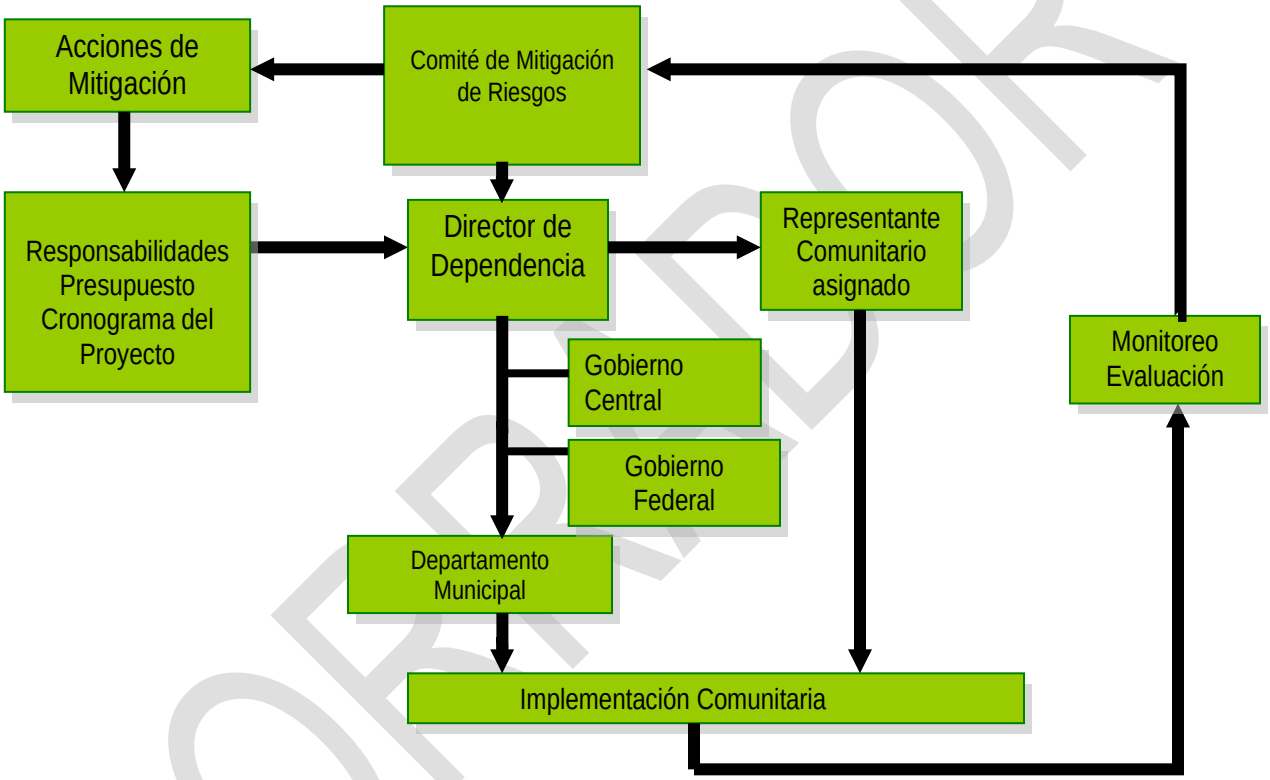
- Director, Departamento de Planificación Urbana, Ambiente y Permisos
- Director, Obras Públicas Municipal
- Directora, Oficina de Finanzas

BORRADOR

- Director, Oficina de Programas Federales

El Comité de Mitigación de Riesgos estará a cargo y será responsable de la implantación del Plan. Cada una de las acciones y estrategias identificadas en el Capítulo 5 han sido asignados a diferentes funcionarios y oficina del Municipio para su implantación. El Comité se encargará de que cada funcionario realice y provea seguimiento a la actividad/estrategia/acción que se le ha asignado. Los otros miembros del Comité serán designados por el Alcalde. La Figura 6.1 suministra un marco conceptual para la administración e implementación de acciones de mitigación.

FIGURA 6.1 Marco de Implementación



BORRADOR

En esta revisión se establece que cada funcionario designado en las actividades de mitigación será el responsable de la implementación de la acción asignada.

Enlaces comunitarios del Comité de Mitigación de Riesgos

El Comité de Mitigación de Riesgos tendrá representantes de la comunidad llamados Representantes Comunitarios los cuales serán designados por el Alcalde para que estos se involucren en la implementación de los proyectos específicos en sus comunidades respectivas. Los Representantes colaborarán en lo siguiente:

- Participar en la formulación de las acciones / proyectos;
- Proporcionar información de contexto importante al Comité de Monitoreo y Evaluación de Mitigación de Riesgos, y específicamente a los líderes de acción sobre los Requisitos de los proyectos.
- Facilitar la implementación en sus respectivas comunidades.

Los Representantes Comunitarios colaborarán con el Director de Dependencia que le corresponda la actividad de mitigación en la identificación y la organización, si es necesario, en la coordinación con los residentes, las agencias federales y estatales.

6.3 Monitoreo

El Director de la OMMEAD tendrá la responsabilidad del monitoreo e implantación del Plan en coordinación con los otros miembros. Entre las funciones que realizarán se encuentra:

- Asegurarse que los recursos apropiados sean asignados a la actividad / proyecto;
- Monitorear la ejecución e implementación de cada actividad;
- Realizar reuniones de seguimiento y solicitar informes a cada dependencia municipal que realiza la implementación.

En esta revisión del Plan se acordó que el Comité de Mitigación de Riesgos se reunirá dos veces al año, en el mes de Junio y luego en el mes de Diciembre, para determinar el estatus de las acciones de mitigación y establecer si se requiere realizar alguna revisión al Plan o si ocurriese algún evento y se identifican nuevas medidas de mitigación que requieran enmendar el Plan.

6.4 Evaluación del Plan e Informes

Como parte de la evaluación de las actividades / acción, cada Director de dependencia deberá presentar un informe escrito sobre el progreso al Comité de Mitigación de Riesgos. Se requiere la presentación de un informe con el estatus de actividad / proyecto en las reuniones del Comité. La evaluación de cada actividad debe incluir:

- Descripción del proyecto;
- Estatus;
- Porcentaje completado (si aplica);

BORRADOR

- Problemas encontrados durante la implementación;
- Fecha estimada de terminación
- Posibles fuentes de financiamiento que hayan surgido

Basándose en este informe, el Comité de Mitigación de Riesgos evaluará el nivel de efectividad y relevancia del progreso de cada actividad. En caso de que no se haya podido implementar alguna de las actividades/estrategias de mitigación el director de dependencia encargado notificará sobre los problemas encontrados y proveerá posibles soluciones.

Además, se evaluarán los eventos ocurridos en el Municipio para determinar si se requiere una enmienda al Plan. En dicho caso se procederá a notificar a la Oficina del GAR para que a su vez notifique a FEMA.

6.5 Revisión del Plan

El Comité de Mitigación revisará el Plan de Mitigación de Riesgos dos veces al año, la primera durante el mes de Junio y la siguiente en el mes de Diciembre. Las reuniones serán documentadas y las recomendaciones serán evaluadas para determinar si se requiere enmendar el Plan.

Tabla 6.1 Itinerario para la Revisión y Actualización del Plan

Fecha	Revisión	Evaluación	Actualización
2015			
Junio	Reunión Comité	Reunión Comité	
Diciembre	Reunión Comité	Reunión Comité	X
2016			
Junio	Reunión Comité	Reunión Comité	
Diciembre	Reunión Comité	Reunión Comité	X
2017			
Junio	Reunión Comité	Reunión Comité	
Diciembre	Reunión Comité	Reunión Comité	X
2018			
Junio	Reunión Comité	Reunión Comité	
Diciembre	Reunión Comité	Reunión Comité	X
2019			
Junio	Reunión Comité	Reunión Comité	
Diciembre	Reunión Comité	Reunión Comité	X

En caso de que se identifique alguna prioridad o nueva actividad se podrá enmendar el Plan mediante una notificación oficial tal como una carta al Representante Autorizado del Gobernador ante FEMA (GAR, por sus siglas en inglés) y este a su vez notificará a FEMA, al igual que cualquier proyecto que sea identificado o se cambien las prioridades. La notificación incluirá la actividad, su costo y el propósito. Previo al vencimiento del Plan se deberá revisar en su totalidad y actualizar según será establecido en la Sección 6.6.

6.6 Metodología para La Actualización del Plan

El Plan será actualizado y presentado nuevamente a FEMA para su aprobación antes de su fecha de vencimiento que es cada cinco años luego de ser aprobada la presente actualización por dicha agencia Federal. En la sección anterior se describió las condiciones para ser actualizado el Plan. La actualización incluirá revisar todos los capítulos para determinar cambios y se explicarán si hay algo que se elimine o incluya y el progreso o problemas para la implementación. Se revisará los costos de las facilidades del Municipio y se incluirán el estatus de cada actividad/estrategia, incluyendo si se eliminase alguna se explicará la razón.

6.7 Participación Pública

El Comité de Mitigación de Riesgos notificará al público sobre las revisiones del Plan a través de los diferentes mecanismos disponible los cuales pueden incluir: uso de la página de internet del Municipio, proyectos de educación pública, talleres / audiencias públicas, reuniones informativas o cualquier método que sea conveniente para el Municipio. El público también tendrá acceso a la información vía boletines, distribuciones por correo, el internet y a través de los distintos departamentos municipales delegados con responsabilidades en la implementación del Plan.

6.8 Implementación

Las oportunidades de integrar los requisitos de este Plan dentro de otros mecanismos de planificación local continuarán siendo identificadas a través de las reuniones del Comité de Mitigación de Riesgos y del proceso de revisión ya explicado en las secciones 6.5 y 6.6. Este plan destaca algunos principios de planificación para establecer políticas públicas y evitar un ciclo del desastre de destrucción y reconstrucción sin realizar medidas de mitigación:

- El Municipio Autónomo de San Juan mantendrá el cambio en el uso de tierras en la continuación de la integración las conclusiones de este Plan;
- El Municipio Autónomo de San Juan promocionará información sobre riesgos y maneras sostenibles de poder enfrentarlos a través de las campañas educativas;
- El Municipio Autónomo de San Juan coordinará con las agencias gubernamentales centrales, lo relacionado con el diseño de caminos e infraestructura para que puedan cumplir con medidas necesarias para evitar la vulnerabilidad a riesgos.

6.9 Adopción

El Plan ha sido revisado, actualizado y adoptado con efectividad del ____ de _____o de 2014, mediante la Ordenanza Ejecutiva Número ____, Serie 2013 – 2014, firmada por la Honorable Alcaldesa Carmen Yulín Cruz Soto el __ de _____ de 2014.

BORRADOR

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
COMISION DE SERVICIO PUBLICO
PO BOX 190870
SAN JUAN, PR 00919-0870

AVISO

CASO NUM. TCAMB-240

EMERGENCIAS MEDICAS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN, es concesionaria de este Organismo bajo la franquicia **TCAMB-240**, autorizada a operar diecinueve (19) unidades; una (1) unidad Tipo I, cuatro (4) unidades de Tipo II y catorce (14) unidades Tipo III, en la transportación de carga al servicio de ambulancia (**TCAMB**) mediante paga desde el Municipio de San Juan a través de la Isla de Puerto Rico. **Solicita a este Organismo autorización para** cambiar de categoría de Tipo II, la Ford 2003, tablilla MU-9799 **a Categoría Tipo III de la siguiente unidad, Chv, 2014, tablilla MU-18568. Y** Ford 2003, tablilla MU-9798 **a Categoría Tipo III. Chv. 2014, MU-18569.**

Cualquier persona natural o jurídica que desee comparecer y ser oída, deberá presentar a la Comisión dentro de los quince (15) días subsiguientes a la fecha de la publicación de este **AVISO**, un escrito jurado haciendo constar en detalle los hechos en que funda su derecho a intervenir y ser oída, enviando copia de dicho escrito al peticionario a su dirección postal:

PO BOX 70179, SAN JUAN PUERTO RICO 00936-9170.

De oponerse a lo solicitado, deberá expresar los fundamentos por los cuales no deba concederse lo solicitado. De igual forma se citarán para **VISTA PUBLICA** y serán oídas, las personas que así lo soliciten por escrito, a la Comisión.

En San Juan, Puerto Rico, hoy JAN 09 2015

RAMON A. VERA MONTALVO
COMISIONADO

PAULA A. RODRÍGUEZ HOMS
COMISIONADA

ALCIDES MARTÍNEZ VALENTÍN
COMISIONADO

JOSÉ A. CORDERO SERRANO
COMISIONADO

BLANCA D. TORRES MARRERO
COMISIONADA

JONATHAN BONET RIVERA
COMISIONADO

LUISA I. PÉREZ VARELA
SECRETARIA

JESSICA FIGUEROA RIVERA
SUB-SECRETARIA

ADVERTENCIA AL PETICIONARIO: Lea cuidadosamente estos AVISOS antes de publicarlos. La SECRETARIA, ni ninguna otra dependencia de esta Agencia, serán responsables en forma alguna de cualquier error u omisión que aparezca en los mismos. DEBERA ENCARGARSE DE QUE ESTE AVISO SEA PUBLICADO EN LOS PROXIMOS TREINTA (30) DIAS DE SU EXPEDICION, EN DOS (2) PERIODICOS DE CIRCULACIÓN GENERAL (Publicación diaria a toda la Isla). Además, el peticionario deberá enviar a la Comisión la declaración jurada del administrador de cada periódico, acreditativa de que el AVISO se publicó a los fines del señalamiento del trámite correspondiente.

LA PUBLICACION DE ESTE AVISO NO CONLLEVA USO DE FONDOS PUBLICOS POR PARTE DE ESTA COMISION
HG
09/Enero/2015

ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO
COMISION DE SERVICIO PUBLICO
PO BOX 190870
SAN JUAN, PR 00919-0870

AVISO

CASO NUM. TCAMB-240

EMERGENCIAS MEDICAS DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN, es concesionaria de este Organismo bajo la franquicia **TCAMB-240**, autorizada a operar diecinueve (19) unidades; una (1) unidad Tipo I, cuatro (4) unidades de Tipo II y catorce (14) unidades Tipo III, en la transportación de carga al servicio de ambulancia (**TCAMB**) mediante paga desde el Municipio de San Juan a través de la Isla de Puerto Rico. **Solicita a este Organismo autorización para** cambiar de categoría de Tipo II, la Ford 2003, tablilla MU-9799 **a Categoría Tipo III de la siguiente unidad, Chv, 2014, tablilla MU-18568. Y** Ford 2003, tablilla MU-9798 **a Categoría Tipo III. Chv. 2014, MU-18569.**

Cualquier persona natural o jurídica que desee comparecer y ser oída, deberá presentar a la Comisión dentro de los quince (15) días subsiguientes a la fecha de la publicación de este **AVISO**, un escrito jurado haciendo constar en detalle los hechos en que funda su derecho a intervenir y ser oída, enviando copia de dicho escrito al peticionario a su dirección postal:

PO BOX 70179, SAN JUAN PUERTO RICO 00936-9170.

De oponerse a lo solicitado, deberá expresar los fundamentos por los cuales no deba concederse lo solicitado. De igual forma se citarán para **VISTA PUBLICA** y serán oídas, las personas que así lo soliciten por escrito, a la Comisión.

En San Juan, Puerto Rico, hoy JAN 09 2015

RAMON A. VERA MONTALVO
COMISIONADO

PAULA A. RODRÍGUEZ HOMS
COMISIONADA

ALCIDES MARTÍNEZ VALENTÍN
COMISIONADO

JOSÉ A. CORDERO SERRANO
COMISIONADO

BLANCA D. TORRES MARRERO
COMISIONADA

JONATHAN BONET RIVERA
COMISIONADO

LUISA I. PÉREZ VARELA
SECRETARIA

JESSICA FIGUEROA RIVERA
SUB-SECRETARIA

ADVERTENCIA AL PETICIONARIO: Lea cuidadosamente estos AVISOS antes de publicarlos. La SECRETARIA, ni ninguna otra dependencia de esta Agencia, serán responsables en forma alguna de cualquier error u omisión que aparezca en los mismos. DEBERA ENCARGARSE DE QUE ESTE AVISO SEA PUBLICADO EN LOS PROXIMOS TREINTA (30) DIAS DE SU EXPEDICION, EN DOS (2) PERIODICOS DE CIRCULACIÓN GENERAL (Publicación diaria a toda la Isla). Además, el peticionario deberá enviar a la Comisión la declaración jurada del administrador de cada periódico, acreditativa de que el AVISO se publicó a los fines del señalamiento del trámite correspondiente.

LA PUBLICACION DE ESTE AVISO NO CONLLEVA USO DE FONDOS PUBLICOS POR PARTE DE ESTA COMISION
HG
09/Enero/2015