

Análisis de Dique y Plan Cartográfico Proyecto de los Ríos Portugués y Bucaná

Municipio de Ponce, Puerto Rico

Mayo 2020



FEMA

RiskMAP
Increasing Resilience Together

Tabla de Contenido

Acrónimos	2
Definiciones	3
1 Introducción	6
2 Descripción del Sistema de Diques	7
2.1 Proyecto Para la Reducción de Daños por Inundaciones en el Municipio de Ponce	
2.2 Historia de NFIP y FIRM en la Comunidad	
2.3 Actividades del Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos	
3 Consorcio Local de Diques	13
4 Comunicación con las Partes Interesadas	14
4.1 Reunión LLPT 1	
4.2 Reunión LLPT 2	
4.3 Reunión LLPT 3	
5 Análisis Inicial de Datos	15
5.1 Análisis Hidrológico	
5.2 Análisis de Tramo	
5.3 Procedimiento de Valle Natural	
5.4 Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras	
5.5 Procedimientos de Deficiencia de Francobordo	
5.6 Procedimiento de Desbordamiento	
5.7 Procedimiento de Tramo Prudente	
5.8 Revisión del Análisis Inicial de Datos	
6 Pasos Sigüientes	24
6.1 Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos	
7 Referencias	25
Apéndice A	
Apéndice B	
Apéndice C	
Apéndice D	
Apéndice E	
Apéndice F	

Lista de Apéndices

- Apéndice A - Participación de las Partes Interesadas: Información de la Reunión LLPT 1
- Apéndice B - Participación de las Partes Interesadas: Información de la Reunión LLPT 2
- Apéndice C - Comparación de Perfil de Francobordo
- Apéndice D - Lista de Verificación de Acreditación de Dique
- Apéndice E - Información Recopilada
- Apéndice F - Análisis Inicial de Datos

Lista de Tablas

Tabla 1. Resumen del Área del Proyecto	11
Tabla 2. Historial de Mapas de la Comunidad.....	11

Tabla 3. Actividades Relacionadas al Proyecto.....	12
Tabla 4. Lista de Miembros del LLPT.....	13
Tabla 5. Resultados del Análisis Inicial de Datos.....	23

Lista de Figuras

Figura 1: Ubicación del Sistema de Diques Bucaná Este.....	8
Figura 2: Ubicación del Sistema de Diques Portugués y Bucaná.....	9
Figura 3: Ubicación del Sistema de Diques Portugués Oeste.....	9
Figura 4: Ubicación del Sistema de Diques de la Cuenca de Escombros del Bucaná Superior	10
Figura 5: Ubicación del Sistema de Diques Bayagán Norte.....	10
Figura 6: Sistema de Amarre Portugués Norte.....	11
Figura 7: Mapa de Ubicación de los Tramos.....	17
Figura 8: Procedimiento de Valle Natural	19
Figura 9: Cuadrícula de Profundidad del Procedimiento de Inundación de Valle Natural	20
Figura 10: Procedimiento de Inundación de Estructuras	21
Figura 11: Cuadrícula de Profundidad del Procedimiento de Inundación de Estructura.....	22

Acrónimos

44 CFR 65.10	Título 44, Capítulo 1, Sección 65.10 del Código de Regulaciones Federales
BFE	Nivel de Inundación Base
CERC	Comunicación de Riesgos y Participación Comunitaria
FEMA	Agencia Federal para el Manejo de Emergencias
FIRM	Mapa de Tasas del Seguro de Inundación
FIS	Estudio del Seguro de Inundación
HEC-HMS	Centro de Ingeniería Hidrológica - Sistema de Modelización Hidrológico
HEC-RAS	Centro de Ingeniería Hidrológica - Sistema de Análisis de Río
LAMP	Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos
LLPT	Consortio Local de Diques
LOMR	Carta de Revisión de Mapa
NFIP	Programa del Seguro Nacional de Inundación
NLD	Base de Datos Nacional de Dique
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica
SCS	Servicio de Conservación de Suelos
SFHA	Área Especial de Riesgo de Inundación
STARR II	Alianza Estratégica para la Reducción de Riesgos
USACE	Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU.

Definiciones

Los siguientes términos se utilizan en este documento. FEMA provee términos adicionales en la Guía para el Análisis y trazado de mapas de riesgo de inundación – Diques (Febrero 2019). Esta guía está disponible en la Biblioteca de FEMA en https://www.fema.gov/media-library-data/1578329621484-8b5b2ea2f015c575fe5e641875ed4f3c/Levee_Guidance_Feb_2019_508Compliant.pdf

Nivel de Inundación Base (BFE, por sus siglas en inglés)** – Elevación de una inundación con una probabilidad de 1 por ciento de ser igualada o excedida en cualquier año. También se conoce como la elevación de la inundación de 100 años. Esta elevación es la base para los requisitos de seguro y administración de valles inundables del NFIP.

Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos* – El Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos incluyen la aplicación de medidas de Tramo Prudente, Deficiencia en Francobordo, Análisis de Desbordamiento, Inundación Basada en Estructuras y en Valle Natural. Los detalles sobre estos métodos se pueden encontrar en la Guía para el Análisis y trazado de mapas de riesgo de inundación – Diques (Febrero 2019).

Área Detrás del Dique – Una característica geoespacial en la [Base de Datos Nacional de Diques](#) definida por las tierras excluidas de las inundaciones por el sistema de diques.

Tramo de Dique* – Una porción de un sistema de diques que consiste de características aproximadamente uniformes. Generalmente un tramo de dique es una sección longitudinal.

Sistema de Diques* – Un sistema de reducción de riesgo de inundación que consta de uno o más segmentos/tramos de dique y otras estructuras, como muros de contención y estaciones de bombeo. Estas estructuras están interconectadas, construidas y operadas de acuerdo con las prácticas de ingeniería correspondientes. Dichas estructuras son necesarias para garantizar la exclusión de la inundación de diseño del área protegida por los diques haciéndola hidráulicamente independiente.

Consortio Local de Diques (LLPT, por sus siglas en inglés)* – Grupo de trabajo facilitado por FEMA para el análisis de un sistema de diques utilizando el método de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos para Diques no Acreditados. La función principal de este grupo es compartir información/datos e identificar opciones basadas en los roles y conocimiento de las partes interesadas.

Base de Datos Nacional De Diques (NLD, por sus siglas en inglés)* – La NLD, desarrollada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. (USACE) en cooperación con FEMA, es un inventario de todos los sistemas de diques en la nación Americana. La base de datos contiene información para facilitar y enlazar actividades, como comunicación de riesgo de inundación, evaluación del sistema de diques del NFIP, inspecciones de sistemas de diques, administración de valles inundables y evaluación de riesgos. El NLD es una base de datos dinámica con esfuerzos continuos para actualizar los datos de diques de agencias Federales, Estatales y Tribus.

Sistema de Dique no Acreditado* – Un sistema de dique que no cumple con los requisitos del NFIP incluidos en el Título 44, Capítulo 1, Sección 65.10 del Código de Regulaciones Federales (44 CFR 65.10), *Mapping of Areas Protected by Levee Systems*, y no aparecen en un FIRM como una estructura de reducción de riesgos de inundación.

Zona A** – El Área Especial de Riesgo de Inundación que se encuentran en el Mapa de Tasas del Seguro de Inundación sin un Nivel de Inundación Base (excepto las Zonas Costeras V).

Zona D** – Área de riesgo de inundación indeterminado, pero posible.

* Descripción del término obtenido de la *Guía de FEMA Para el Riesgo de Inundación de Diques, Análisis y Trazado de Mapas* (Febrero 2019).

** Descripción del término obtenido del Glosario de Valles Inundables de FEMA
(https://www.fema.gov/pdf/floodplain/nfip_sg_appendix_d.pdf).

Resumen Ejecutivo

El Estudio del Seguro de Inundación (FIS, por sus siglas en inglés) y el Mapa de Tasas del Seguro de Inundación (FIRM, por sus siglas en inglés) para el Municipio de Ponce, Puerto Rico preparados por FEMA muestran los sistemas de Cuenca Alta de Escombros del Bucaná y Sistema de Diques Norte del Bayagán como estructuras de reducción de riesgos causados por la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual. Ambos son parte del Proyecto de los Ríos Portugués y Bucaná. Los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste y el Sistema de Amarre Portugués Norte también forman parte del Proyecto de los Ríos Portugués y Bucaná, pero no como estructuras de protección de la inundación base. Los sistemas de diques que si se muestran como estructuras de protección de inundación deben proporcionar datos certificados a FEMA para demostrar que los sistemas de diques continúan cumpliendo con los requisitos mínimos del Título 44, Capítulo 1, Sección 65.10 del Código de Regulaciones Federales (44 CFR 65.10). después de recibir dichos datos, FEMA determinará si están completos. A la fecha de este plan de diques, FEMA no ha recibido datos en apoyo del 44 CFR 65.10; por lo tanto, los sistemas de diques se considerarían no acreditados en futuros mapas de inundación.

En el 2013 las recomendaciones de FEMA se revisaron para incorporar los nuevos métodos de Análisis de Dique y Procedimientos Cartográficos para diques no acreditados. Estas recomendaciones proporcionan un conjunto de procedimientos flexibles para realizar análisis de riesgos de inundación y procedimientos cartográficos para sistemas de diques no acreditados (consulte la Sección 1 de este informe). La Región II de FEMA ha iniciado un proyecto de Descubrimiento de Diques para aplicar el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos (ver Sección 2) a los sistemas de dique Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte.

En Junio del 2019, la Región II de FEMA en conjunto con representantes del Municipio de Ponce, Puerto Rico para formar un Consorcio Local de Diques (LLPT, por sus siglas en inglés) y trabajó para determinar qué tipo de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos se aplicarían a los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte (ver Secciones 3 y 4 respectivamente). El proceso involucró la recopilación y evaluación de datos disponibles, la creación y evaluación de un análisis inicial de datos (ver Sección 5) y discusiones detalladas sobre las necesidades cartográficas.

Este plan de diques resume la información obtenida a través de la amplia coordinación y colaboración del LLPT y a través del análisis inicial de datos. Este plan también discute las opciones de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos para un futuro trazado de mapas de riesgos de inundación dentro de las áreas afectadas por los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte en el Municipio de Ponce (ver Sección 6).

Representantes del Municipio de Ponce expresaron su interés en obtener la acreditación de los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte para mostrar éstos sistemas de diques en un FIRM futuro como estructuras de reducción de riesgo de inundación. Los estudios de riesgos para los sistemas de diques acreditados reflejarían las inundaciones causadas por el drenaje interior en el lado

de tierra de los sistemas de diques. Si los sistemas de diques se consideran no acreditados, los futuros FIRMs representarán gran parte del área detrás del dique como Área Especial de Riesgo de Inundación (SFHA, por sus siglas en inglés) Zona AE.

1 Introducción

FEMA; su proveedor de Producción y Servicios Técnicos, *Strategic Alliance for Risk Reduction II* (STARR II); y su proveedor de Comunicación de Riesgos y Participación Comunitaria (CERC), *Resilience Action Partners*, iniciaron el proceso de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos para diques no acreditados en el Municipio de Ponce. Además de emplear los últimos avances tecnológicos en métodos de recopilación de datos y en modelos hidrológicos e hidráulicos, este proceso también:

- Emplea el conocimiento y los datos locales por medio de participación proactiva de las partes interesadas y/o afectados en los LLPTs;
- Organiza los recursos disponibles para análisis de ingeniería y cartografía de acuerdo con el nivel de riesgo en áreas detrás del dique; y
- Considera las características únicas de cada sistema de diques desde una perspectiva de ingeniería.

Los sistemas de diques en el Municipio de Ponce no están acreditados actualmente. FEMA está utilizando el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos para trazar mapas de riesgo de inundación más refinados en terrenos ubicados detrás de los diques. No se prevé el trazado de nuevos FIRMs en esta comunidad por varios años. Por lo tanto, este esfuerzo tiene como objetivo proveer una representación más realista de los riesgos de inundación relacionados con los diques en el Municipio de Ponce para que los funcionarios de la comunidad y los administradores de emergencias los utilicen en el desarrollo y la planificación.

El Análisis de Diques y Procedimiento Cartográfico se lleva a cabo en cuatro fases:

- **Fase 0: Identificación e investigación de la Estructura:** Los sistemas de diques se identifican y verifican como construidos, operados y mantenidos como estructuras de reducción del riesgo de inundación. Durante esta fase se establece el LLPT.
- **Fase 1: Preparación del Plan de Análisis y Cartografía:** Las reuniones del LLPT se llevan a cabo periódicamente para revisar los datos y la documentación disponible. Las conversaciones ayudan en la preparación de un Plan de Análisis y Cartografía basado en la información disponible.
- **Fase 2: Preparación del Análisis y Revisión de los Resultados (si aplica):** FEMA realiza el análisis y comparte los resultados con el LLPT para validar los datos y la documentación disponible. Los resultados se comparan con el FIS efectivo para actualizar el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos, si es necesario. Los borradores de mapas preparados en esta etapa pueden utilizarse como los mejores datos disponibles para la administración de valles inundables.
- **Fase 3: Actualización del FIRM, Debido Proceso y Distribución del FIRM Efectivo:** Los paneles FIRM se actualizan con los resultados de la Fase 2. Las comunidades y FEMA siguen todos los procedimientos reglamentarios de debido proceso del Programa del Seguro Nacional

de Inundación (NFIP), y se adoptan paneles FIRM actualizados como la base reguladora para la administración de valles inundables.

Este plan de diques es el resultado de la colaboración entre FEMA, representantes de Puerto Rico, incluyendo el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico y la Agencia de Manejo de Emergencias de Puerto Rico, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de EE. UU. (USACE) y otras partes interesadas. El plan resume la coordinación de las partes interesadas, el análisis inicial de datos y las opciones para ilustrar el riesgo de inundación asociado con el sistema de diques en un futuro FIRM.

Los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte en Ponce se considerarían no acreditados en un futuro esfuerzo de trazado a menos que se proporcione información para respaldar la acreditación de estos sistemas. FEMA está utilizando el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos para diques no acreditados con el propósito de desarrollar mapas de riesgo de inundación más refinados en las áreas afectadas por diques.

2 Descripción del Sistema de Diques

2.1 Proyecto Para la Reducción de Daños por Inundaciones en el Municipio de Ponce

Los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte fueron diseñados y construidos por el USACE como parte del Proyecto Ríos Portugués y Bucaná con el propósito de reducir el riesgo de inundación en el Municipio de Ponce. Al finalizar el proyecto en el 2013, éste fue entregado al patrocinador local, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales de Puerto Rico. El Sistema de Dique Este del Bucaná se extiende a lo largo de las orillas izquierdas de los ríos Bucaná y Cerrillos, desde la desembocadura del Río Bucaná hasta 1,250 metros (4,100 pies) aguas abajo de la PR-5139. El Sistema de Diques Portugués y Bucaná comienza justo aguas arriba de la PR-504, a lo largo de la orilla izquierda del Río Chiquito, luego sigue a la orilla izquierda del Río Portugués y la orilla derecha del Río Bucaná, y termina a lo largo de la orilla derecha del Río Bayagán, justo aguas arriba de la Avenida Principal. El Sistema de Diques Portugués se extiende desde la desembocadura de la orilla derecha del Río Bucaná hasta 1,100 metros (3,600 pies) aguas arriba de la PR-10, a lo largo de la orilla derecha del Río Portugués. El sistema de diques de la Cuenca Superior de Escombros del Bucaná consta de dos segmentos de amarre más pequeños a lo largo de la orilla derecha del Río Cerrillos antes de la confluencia con el Río Bayagán. El Sistema de Diques Bayagán Norte se extiende desde 50 metros (160 pies) hasta 320 metros (1,050 pies) aguas arriba de la Avenida Principal a lo largo de la orilla izquierda del Río Bayagán. El Sistema de Amarre de Diques Portugués Norte se extiende desde la PR-504 a lo largo de la orilla derecha del Río Chiquito hasta la orilla izquierda del Río Portugués, 1,000 metros (3,280 pies) aguas arriba de su confluencia con el Río Chiquito. Estos sistemas se muestran en las Figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Los datos de elevación disponibles en la Base de Datos Nacional de Diques (NLD, por sus siglas en inglés) del USACE se utilizaron para informar el análisis del Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte. Las ubicaciones que contienen datos de elevación se presentan como datos de campo en las Figuras 1-6.

El sistema de Diques Este del Bucaná se extiende por 9.54 kilómetros (5.93 millas). El Sistema de Diques Portugués y Bucaná se extiende por 12.4 kilómetros (7.73 millas). El Sistema de Diques Portugués Oeste se extiende por 8.06 kilómetros (5.01 millas). El Sistema de Diques de la Cuenca Superior de Escombros del Bucaná se extiende por 0.50 kilómetros (0.31 millas). El Sistema de Diques Bayagán Norte se extiende por 0.27 kilómetros (0.17 millas). El Sistema de Amarre Portugués Norte se extiende por 1.3 kilómetros (0.83 millas). Todos los sistemas de diques son de construcción de tierra y actualmente están "inactivos" en el Programa de Rehabilitación del USACE; si se dañan por inundación, estos sistemas de diques no podrán recibir asistencia de USACE para restaurar estos sistemas de diques a sus condiciones pre-inundación.

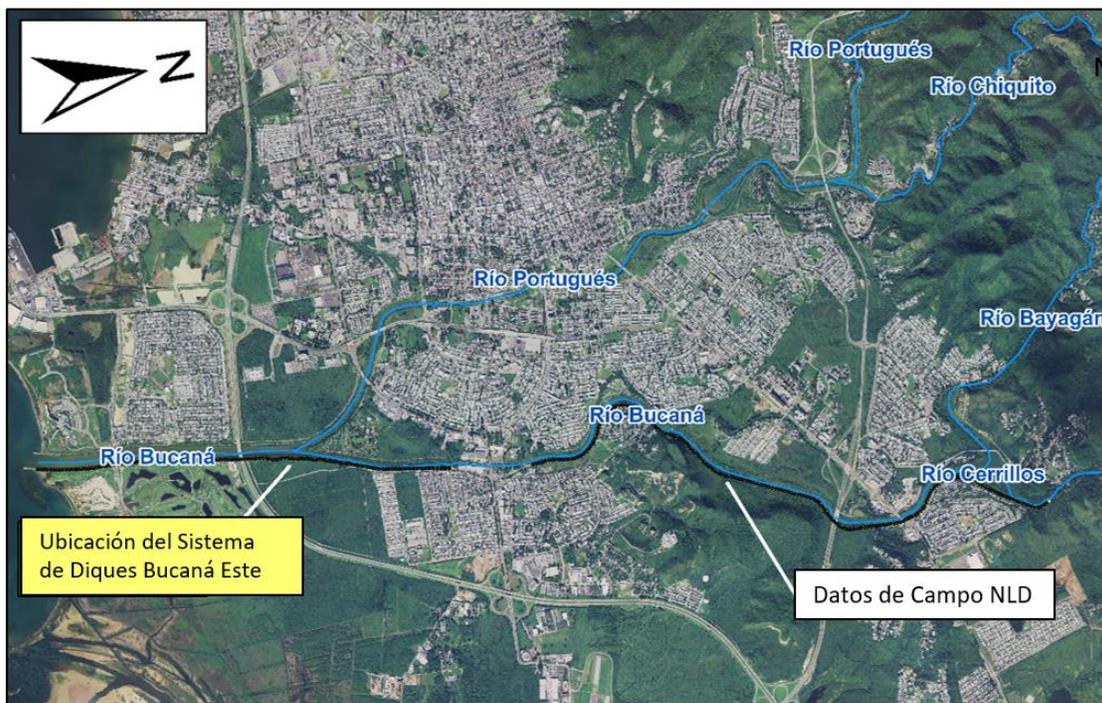


Figura 1: Ubicación del Sistema de Diques Bucaná Este

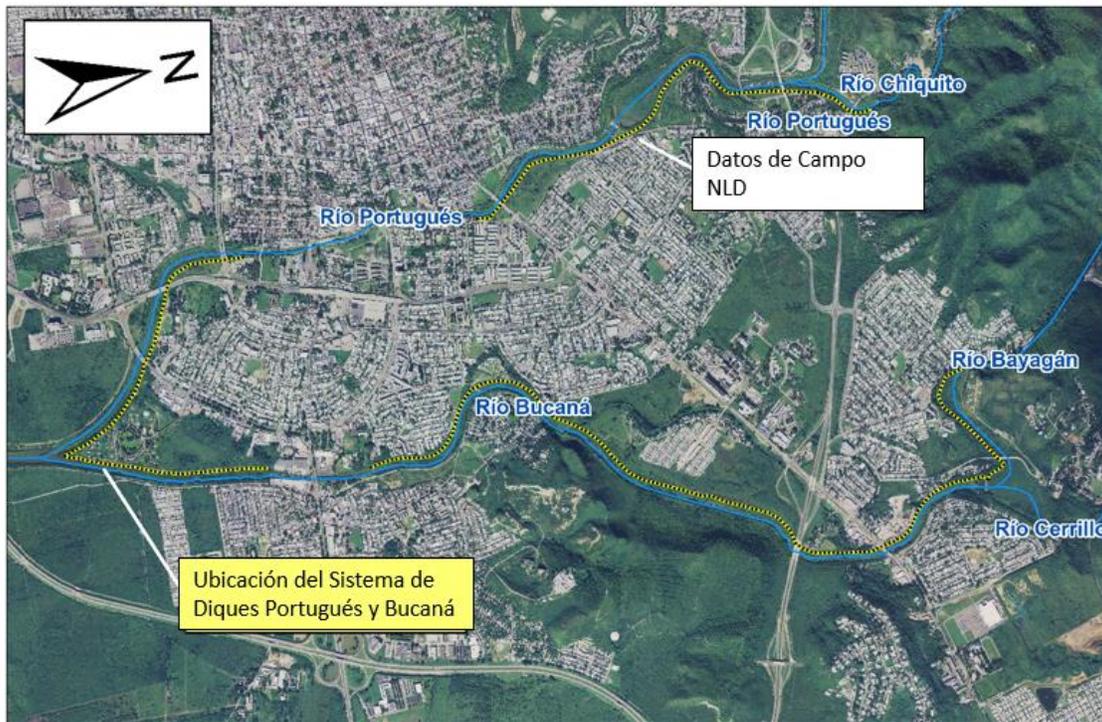


Figura 2: Ubicación del Sistema de Diques Portugués y Bucaná

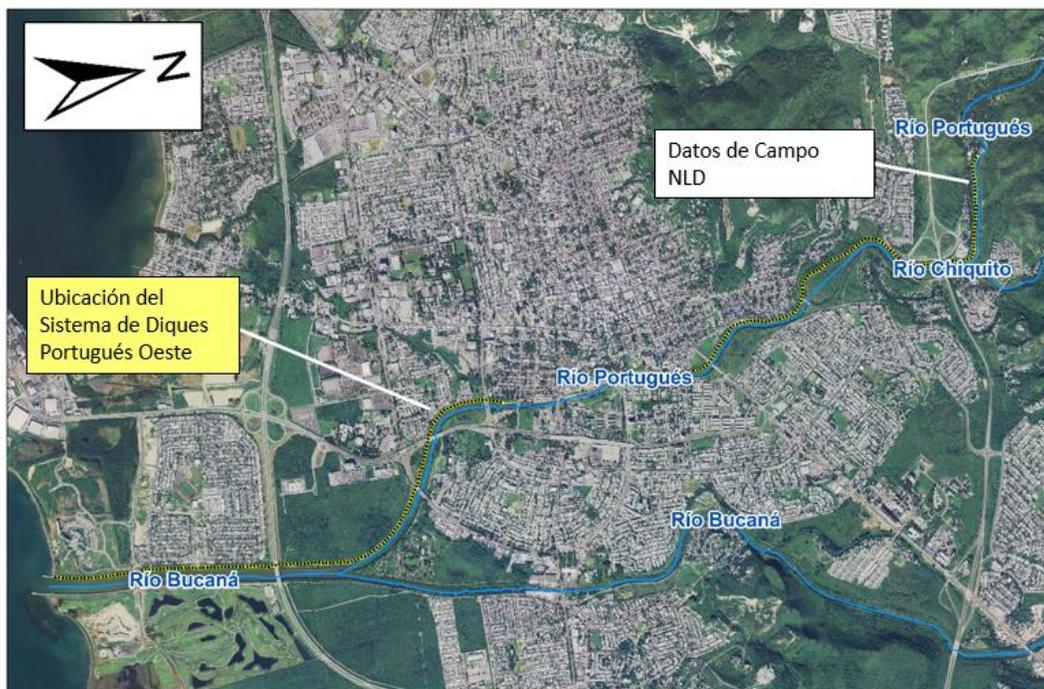


Figura 3: Ubicación del Sistema de Diques Portugués Oeste

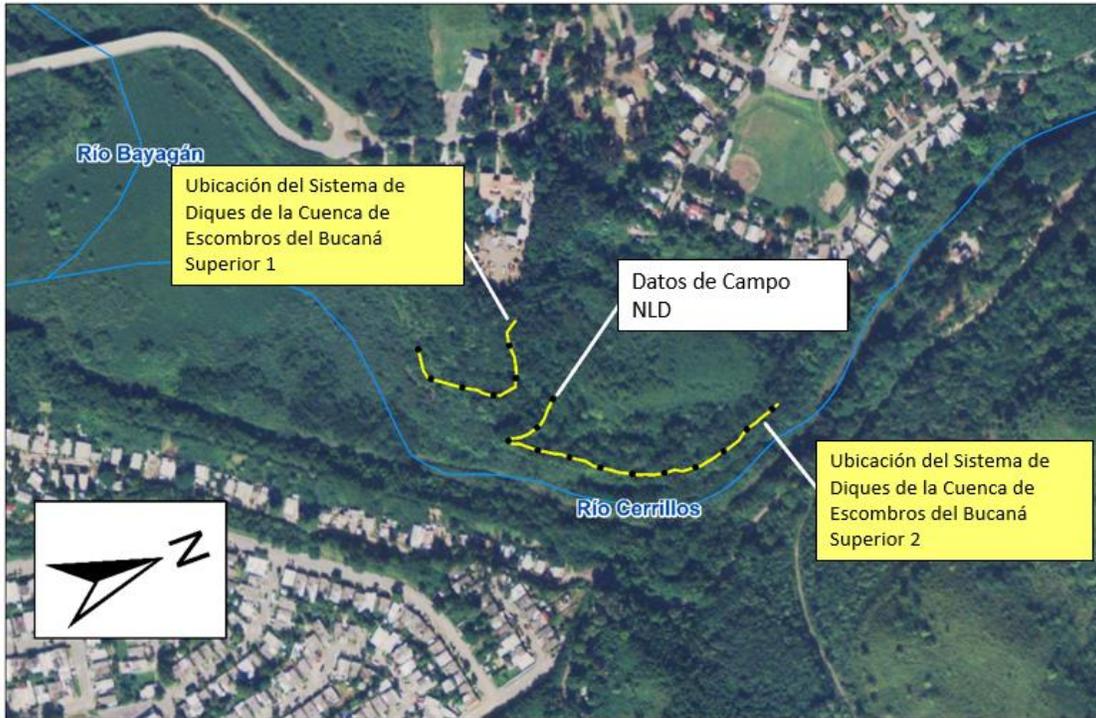


Figura 4: Ubicación del Sistema de Diques de la Cuenca de Escombros del Bucaná Superior

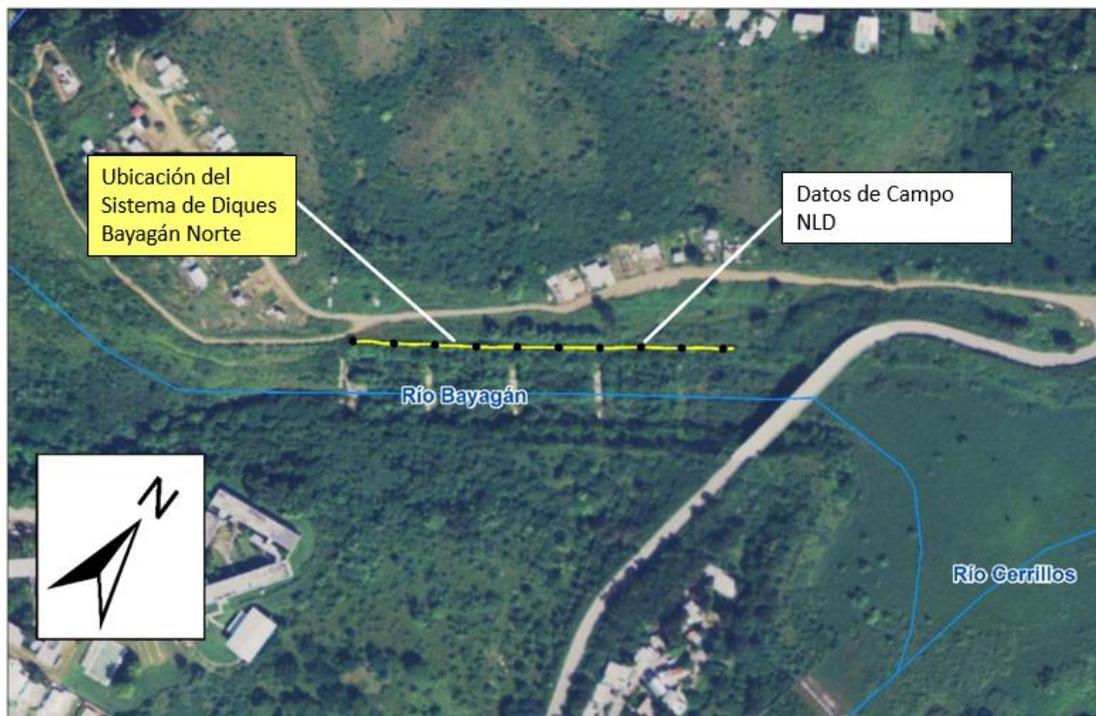


Figura 5: Ubicación del Sistema de Diques Bayagán Norte

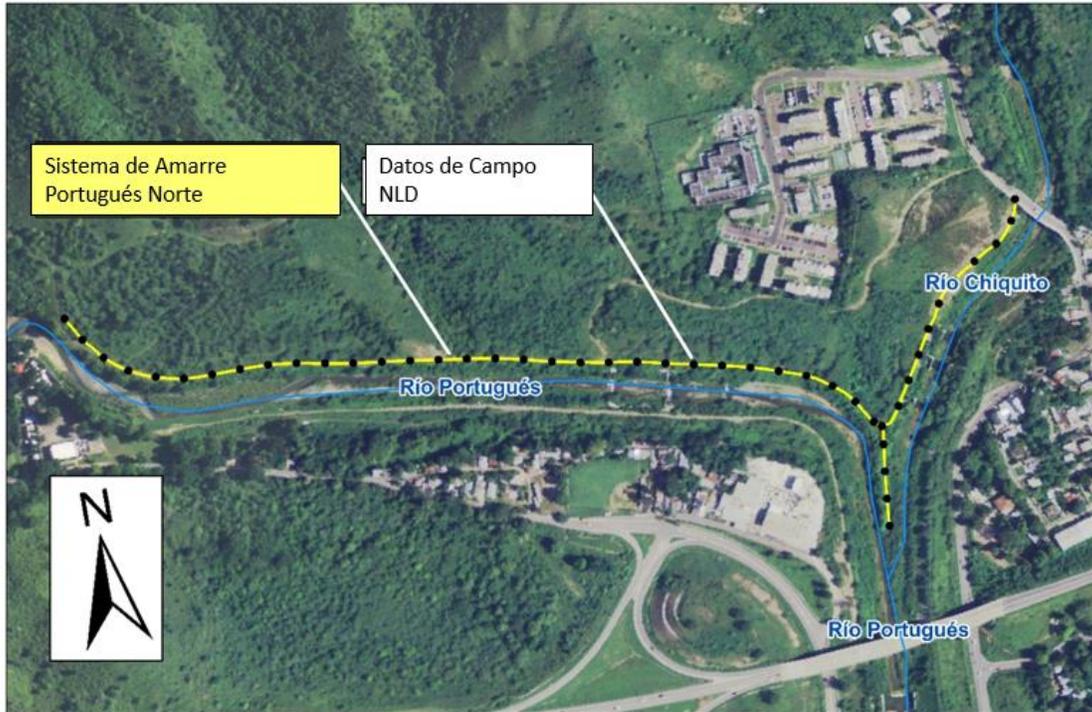


Figura 6: Sistema de Amarre Portugués Norte

2.2 Historia de NFIP y FIRM en la Comunidad

Las Tablas 1 y 2 resumen el historial de las comunidades con respecto al NFIP y FIRM.

Tabla 1. Resumen del Área del Proyecto

Condado	Nombre de la Comunidad	Participando en el NFIP?	Número Estimado de Estructuras Potencialmente Impactadas en Áreas Impactadas por Diques ¹
Municipio de Ponce	Municipio de Ponce	Si	25,600

Tabla 2. Historial de Mapas de la Comunidad

Nombre de la Comunidad	Identificación Inicial	Fechas de Revisión del Mapa de Límites de Riesgo de Inundación	FIRM Fecha Efectiva	FIRM Fecha de revisión (es)
Municipio de Ponce	1 de Agosto de 1978	19 de Julio de 1982 3 de Agosto de 1982 2 de Junio de 1999	19 de Abril de 2005	18 de Noviembre de 2009

¹ Consulte la Tabla 5 para obtener información adicional sobre las estructuras que podrían ser afectadas.

En el FIRM efectivo para el Municipio de Ponce enseña que la Cuenca Alta de Escombros del Bucaná y los Sistemas de Diques Bayagán Norte reducen el peligro de la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual. Los sistemas de Dique del Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste y el Sistema de Amarre Portugués Norte no se muestran en el FIRM efectivo como estructuras de reducción de riesgo para la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual.

2.3 Actividades del Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos

El proceso de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos (LAMP, por sus siglas en inglés) se divide en seis actividades distintas: Compilación del LLPT, Inspección de Campo, Análisis Inicial de Dique, Difusión de Información Sobre el Riesgo de Inundación, Finalización del Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos, y Producción/Distribución de Productos Preliminares (ver Tabla 3).

Tabla 3. Actividades Relacionadas al Proyecto

Actividad	Detalles	Fechas Tentativas de Inicio/Fin*
Compilación del LLPT (Fase 0)	Identificación e invocación de los individuos a participar en el LLPT.	1/Abril/2019 – 31/Mayo/2019
Inspección de Campo (Fase 1)	El LLPT determina los tramos de dique y el método de análisis. Se realiza la inspección de campo de estos tramos.	3/Junio/2019 – 7/Junio/2019
Difusión de Información (Fase 1)	El LLPT se reúne para discutir el historial de riesgos de inundación y su conocimiento sobre los diques estudiados.	7/Junio/2019
Realizar un Análisis Inicial de Dique y Desarrollar el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos (Fase 1)	Colaboración entre FEMA y el LLPT para desarrollar análisis basados en la inspección de campo y el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos.	1/Febrero/2019 – 31/Julio/2019
Difusión de Información Sobre el Riesgo de Inundación (Fase 2)	FEMA presenta los resultados del Análisis Inicial de Dique al LLPT para su evaluación. El LLPT trabaja a nivel local para difundir hallazgos que puedan afectar a las comunidades locales. Se discuten las expectativas y el plan para entregar el LAMP.	30/Octubre/2019
Completar y Finalizar el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos LAMP (Fase 2)	FEMA completa el análisis detallado basado en el enfoque elegido, traza los mapas y finaliza el Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos.	Por Determinar
Producir/Emitir Productos Preliminares (Fase 3)	FEMA desarrolla productos preliminares (incluyendo la base de datos FIRM) a partir del análisis revisado anteriormente y los distribuye si esa es la dirección determinada por FEMA y el LLPT.	Por Determinar

* Todas las fechas son provisionales y se ajustarán al ritmo del LLPT.

3 Consorcio Local de Diques

El LLPT se formó para proveer a FEMA información, datos y comentarios sobre los procedimientos que se utilizarán para analizar y trazar los tramos de dique, según las condiciones de los diques locales. Las partes interesadas que participaron en el LLPT para este proyecto se proveen en la Tabla 4.

Tabla 4. Lista de Miembros del LLPT

Miembro del LLPT	Información de Contacto
Luis R. López	Municipio de Ponce 787.460.2027, luis.lopez@ponce.pr.gov
Edgar Seda	Municipio de Ponce 787.259.2210, edgar.seda@ponce.pr.gov
Juan Sánchez	Municipio de Ponce 787.612.1441, juan.sanchez@ponce.pr.gov
Miguel López	Municipio de Ponce 787.259.2260
Candy León	Municipio de Ponce 787.284.4141 ext. 2010, candy.leon@ponce.pr.gov
Felix Camacho	Municipio de Ponce 787.484.3849, felix.camacho@ponce.pr.gov
Rodolfo H. Salgado	Municipio de Ponce 787.300.9035, rsalgado@legalgrouppr.com
Sixto A. Machado-Ríos	Junta de Planificación de Puerto Rico 787.240.6200, ext. 16006, machado_s@jp.pr.gov
Alcides Rodríguez	Agencia de Manejo de Emergencias de Puerto Rico 787.908.6198, arodriguez@prema.pr.gov
Ronald V. Miller	Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico 939.642.9609, castawayron69@gmail.com
Shudipto Rahman	FEMA Región II 202.702.4273, Shudipto.Rahman@fema.dhs.gov
Sacha Caraballo	FEMA 202.704.3251, sacha.caraballo-vega@fema.dhs.gov
Kimberly J. Rosario	FEMA 202.531.0896, kimberly.rosario.melendez@fema.dhs.gov
Jorge Tous	USACE 904.763.8587, jorge.m.tous@usace.army.mil
Alberto Gonzalez	USACE 904.735.1278, luis.a.gonzales@usace.army.mil
Randall Rabb	USACE Randall.l.rabb@usace.army.mil
Srikanth Koka	ST ARR II

Miembro del LLPT	Información de Contacto
	703.849.0100, skoka@dewberry.com
Curtis Smith	ST ARR II 646.490.3929, Curtis.smith@stantec.com
Jordan Wetzig	ST ARR II 703.849.0346, jwetzig@dewberry.com
Tom Smith	<i>Resilience Action Partners</i> 703.317.6267, tsmith@mbakerintl.com
Beatriz Pérez	<i>Resilience Action Partners</i> 703.317.6530, bperez@mbakerintl.com
Matt Kroneberger	<i>Resilience Action Partners</i> 212.237.6373, matt.kroneberger@ogilvy.com

4 Comunicación con las Partes Interesadas

4.1 Reunión LLPT 1

La primera reunión incluyó a un equipo liderado por FEMA, el cual involucró a las partes interesadas en los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte. Esta reunión se llevó a cabo el 7 de Junio de 2019 y tomo lugar en el Edificio de Servicios de Ponce. La intención de la reunión fue establecer el diálogo, explicar el proceso de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos, y discutir la aplicación de estos procedimientos a los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte.

En la reunión inicial del LLPT (LLPT 1), los representantes de FEMA proporcionaron una visión general a las comunidades invitadas, respondieron preguntas sobre los productos, la terminología y los procedimientos de FEMA, además presentaron el orden cronológico para los proyectos de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos. FEMA explicó en detalle los cinco procedimientos descritos en el Documento Final de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos y las distinciones principales entre los procedimientos actuales y anteriores. FEMA y sus contratistas facilitaron la discusión sobre los procedimientos y cada procedimiento aplica a cada uno de los sistemas de diques.

Los representantes de las partes interesadas locales proporcionaron información adicional sobre los diques afectados y discutieron la participación de USACE en la construcción y la condición actual de los sistemas de diques. (Ver el Apéndice A para acceder las minutas de la Reunión LLPT 1).

4.2 Reunión LLPT 2

En la segunda reunión del LLPT, la cual tomo lugar el 30 de Octubre de 2019, los participantes revisaron el análisis inicial de datos y discutieron los resultados del proceso de recopilación de datos. Durante la reunión, el equipo de FEMA discutió los resultados del análisis inicial de datos para los procedimientos de Inundación Basado en Estructuras y Valle Natural. Los resultados del Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos llevaron a una discusión sobre la desacreditación del sistema

de diques y las preocupaciones sobre el crecimiento excesivo de vegetación en los mismos. Se discutió la posesión y el mantenimiento de los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte con el fin de garantizar que los sistemas de dique continúen reduciendo los riesgos de inundación de la comunidad.

El Apéndice B proporciona detalles adicionales sobre la Reunión LLPT 2, y los Apéndices C a F proporcionan información de la recopilación de datos.

4.3 Reunión LLPT 3

La Reunión 3 del LLPT se llevó a cabo el 9 de Junio de 2020 para revisar el borrador del Plan de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos con el LLPT antes de finalizarlo.

5 Análisis Inicial de Datos

STARR II desarrolló un análisis inicial de datos para aproximar el área afectada por la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual para cada Análisis de Dique y Procedimientos Cartográficos. Esto informó las discusiones en la Reunión LLPT 2 y la conferencia telefónica pre-Reunión LLPT 3. A continuación se proporcionan detalles del análisis inicial de datos y la aplicación de los procedimientos de análisis de tramo de dique. El Apéndice F proporciona datos de respaldo.

5.1 Análisis Hidrológico

Los eventos de flujo con 1 por ciento de probabilidad anual para los ríos Bucaná, Portugués, Cerrillos, Bayagán y Chiquito se calcularon como parte del análisis inicial. Para analizar el evento de flujo, se desarrolló un modelo de lluvia-escorrentía del Sistema de Modelización Hidrológica (HEC-HMS, por sus siglas en inglés) del Centro de Ingeniería Hidrológica para los ríos Bucaná, Portugués, Cerrillos, Bayagán y Chiquito. Se utilizaron los estimados de 14 puntos de frecuencia de precipitación del Atlas de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés) para estimar la profundidad de precipitación de 24 horas con 1 por ciento de probabilidad anual para las cuencas de los ríos Bucaná, Portugués, Cerrillos, Bayagán y Chiquito. Se utilizó la distribución temporal de frecuencias para definir el evento de lluvia de 24 horas. El número de curva del Servicio de Conservación del Suelo (SCS) se utilizó para estimar las pérdidas hidrológicas, y se aplicó un procedimiento de hidrografía unitaria para desarrollar hidrografías de subcuenca. El método Muskingum-Cunge se utilizó para el enrutamiento de canales. Se extrajeron y utilizaron hidrogramas en puntos de interés significativos en el modelo hidráulico.

5.2 Análisis de Tramo

Se revisaron los datos topográficos (Detección de Luz y Rango de Luz de 0.5 metros Patentados, 2019) y los datos de crestas de diques obtenidos de la Base de Datos Nacional de Diques (NLD) del USACE, junto con documentos de diseño, para definir los sistemas de diques y establecer los límites del tramo para el análisis inicial de datos. Un tramo de dique es cualquier sección continua de un sistema de dique a la que se le puede aplicar un solo procedimiento de análisis de tramo (Sección 5.2 a 5.5). Cada sistema de diques se consideró como un tramo único para el análisis inicial de datos.

Según la revisión de los datos de cresta de dique disponibles, ningún sistema de dique cumple con los requisitos mínimos de francobordo del 44 CFR 65.10, como se muestra en el perfil de dique en el Apéndice C.

5.3 Procedimiento de Valle Natural

El Procedimiento de Valle Natural se modeló preservando las características topográficas del tramo y la canalización del dique en el terreno subyacente, pero descendiendo las elevaciones modeladas de la cresta del dique para igualar la elevación del fondo del dique terrestre, lo que permitió el flujo en ambos lados de la estructura del dique. El valle de inundación resultante se caracteriza por la desviación del flujo y el potencial para el almacenamiento del valle de inundación. Una simulación de flujo bidimensional inestable (2-D) provee mejor información de profundidad/velocidad que un análisis de flujo constante unidimensional (1-D). Por lo tanto, se seleccionó el programa del Centro de Ingeniería Hidrológica - Sistema de Análisis de Río (HEC-RAS) 5.0.7 del USACE, que tiene capacidad de análisis de flujo en 2-D. Se desarrolló un modelo HEC-RAS 2D para el procedimiento del valle natural. El valle de inundación del Valle Natural con 1 por ciento de probabilidad anual que refleja el escenario de descenso de la elevación de los diques se desarrolló utilizando el modelo HEC-RAS para el valle de inundación de Ponce.

5.4 Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras

Para el procedimiento de Inundación Basado en Estructuras, se completaron análisis de ruptura hipotéticos en 12 ubicaciones independientes a lo largo de los tramos de dique. Cada ruptura se analizó individualmente utilizando HEC-RAS 5.0.7 (2-D, flujo inestable). Los análisis de ruptura se realizaron en 4 ubicaciones a lo largo del Sistema de Diques Portugués y Bucaná; en 2 lugares a lo largo de los sistemas de dique Portugués Alto Oeste, Bucaná Este y el Sistema de Amarre de Diques Portugués Norte; y en 1 lugar en los sistemas de dique de la Cuenca Alta de Escombros del Bucaná y Bayagán Norte. El ancho de ruptura varió de 140 pies a 400 pies. Las ubicaciones de las rupturas se desarrollaron solo con fines de análisis y no pretenden indicar un desarrollo de ruptura histórico o futuro. Todas las áreas de ruptura con inundación con 1 por ciento de probabilidad anual fueron compuestas para desarrollar la representación visual final de los resultados del Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras. Las ubicaciones de las rupturas desarrolladas para este modelo se presentan en la Figura 7.

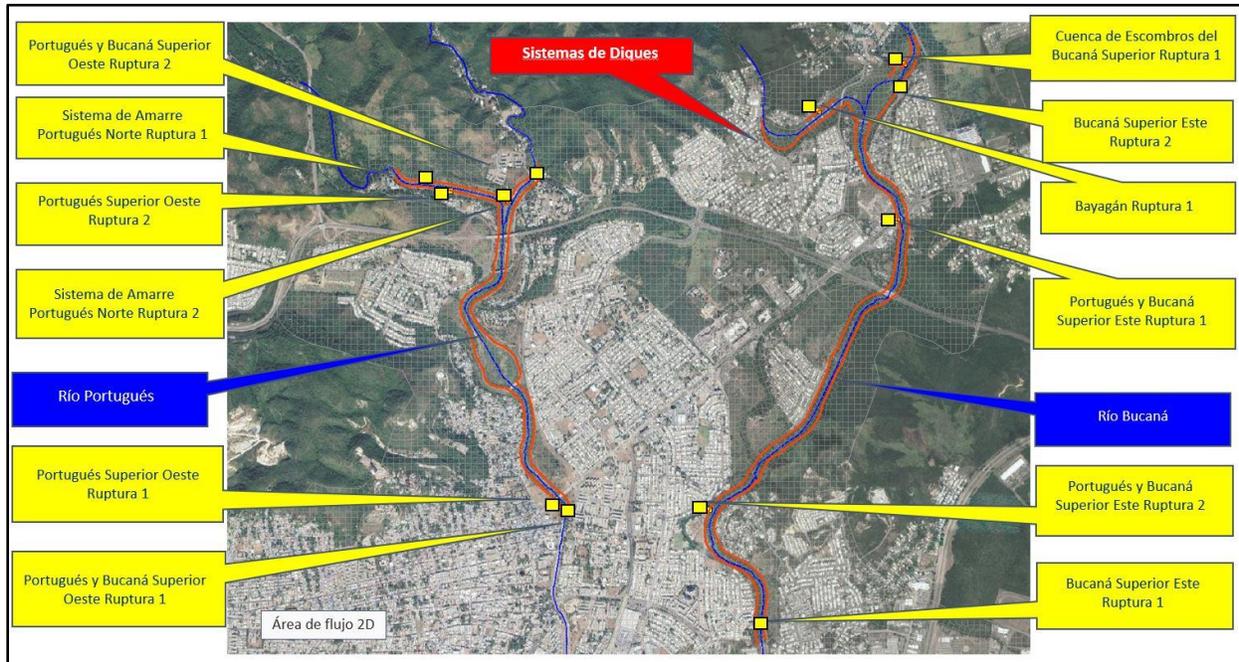


Figura 7: Mapa de Ubicación de las Rupturas

5.5 Procedimientos de Deficiencia de Francobordo

Un Tramo Deficiente de Francobordo se describe como un tramo que no tiene suficiente francobordo para cumplir con el estándar de francobordo descrito en el 44 CFR 65.10. Los datos actualmente disponibles demuestran que el Procedimiento de Tramo Deficiente de Francobordo no es aplicable a los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte. El Apéndice C incluye el perfil del dique.

5.6 Procedimiento de Desbordamiento

Un Tramo en Desbordamiento se describe como un tramo donde el evento de inundación con 1 por ciento de probabilidad anual está por encima de la cresta del dique y se puede demostrar que este evento no causará una falla estructural del tramo del dique sobrepasado. Los datos actualmente disponibles demuestran que el Procedimiento de Desbordamiento no es aplicable a los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte.

5.7 Procedimiento de Tramo Prudente

Un Tramo Prudente se describe como un tramo que se ha diseñado, construido y mantenido para resistir los riesgos asociados con la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual, de acuerdo con los estándares del 44 CFR 65.10 de las regulaciones NFIP, pero es parte de un sistema de diques que no ha sido acreditado. Los datos actualmente disponibles demuestran que el Procedimiento de Tramo Prudente no es aplicable a los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte.

5.8 Revisión del Análisis Inicial de Datos

Los FIRM efectivos muestran la porción terrestre de los sistemas de dique Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte como Zona X sin sombrear. Las porciones terrestres de los sistemas de dique Portugués Oeste y Portugués y Bucaná como Zona X sin sombrear, Zona AE y Zona AO. Las porciones terrestres del Sistema de Dique Bucaná Este como Zona X sin sombrear y Zona AE.

Los resultados del procedimiento de Valle Natural identifican el riesgo potencial de inundación si los sistemas de diques no proporcionan reducción de riesgo de inundación durante el evento de inundación base. Como se describe en la Sección 5.2 de este informe, el mapa de inundación representa el resultado compuesto de los Procedimientos de Valle Natural independientes. La Figura 8 ilustra el área de inundación aproximada para la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual, utilizando el Procedimiento de Valle Natural dentro de las áreas afectadas por diques. La Figura 9 muestra la cuadrícula de profundidad aproximada usando el Procedimiento de Valle Natural dentro de las áreas impactadas por los diques.

Cabe señalar que el desarrollo del modelo hidráulico inestable HEC-RAS 2D para evaluar los procedimientos de análisis de tramo no fue informado por el modelo aplicado para el análisis cartográfico efectivo. El Apéndice F (DVD) proporciona información adicional con respecto a la metodología utilizada en los análisis iniciales de datos.

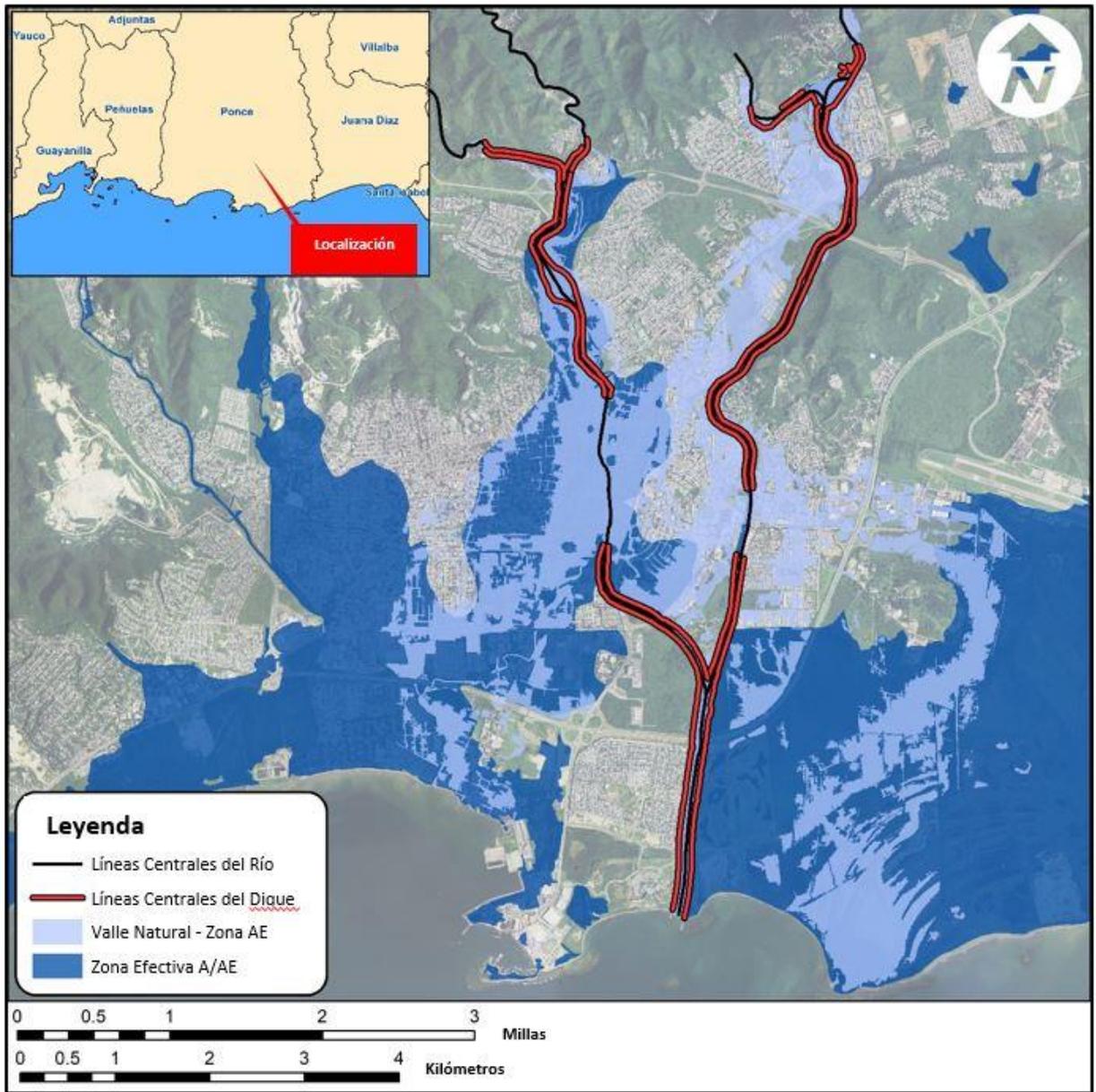


Figura 8: Procedimiento de Valle Natural

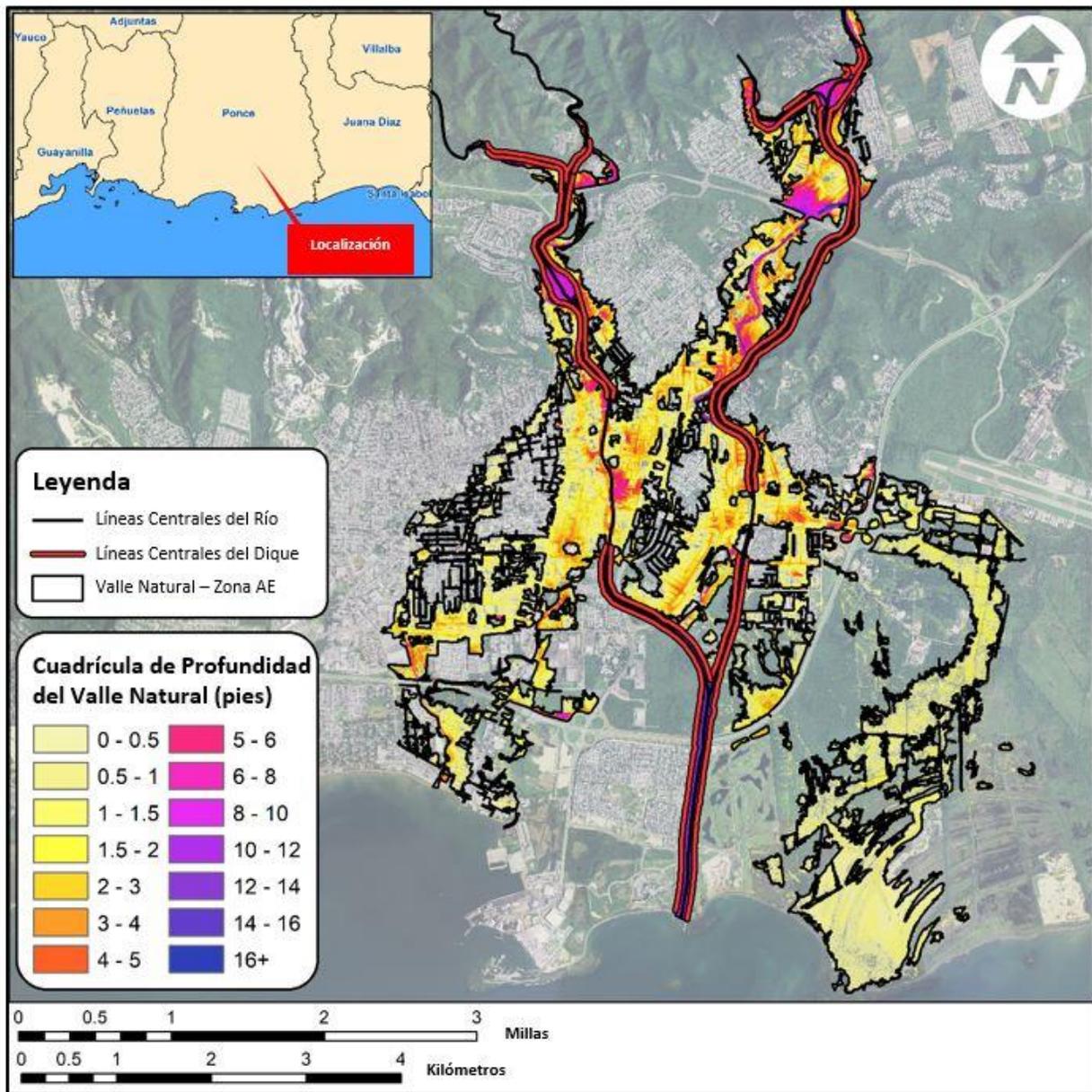


Figura 9: Cuadrícula de Profundidad del Procedimiento de Inundación de Valle Natural

Los resultados compuestos del Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras, que se muestran en la Figura 10 y la Figura 11, producen un área de inundación en las áreas afectadas por los diques, similar a la del Procedimiento de Valle Natural. El Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras produjo un área de inundación ligeramente menor que el Procedimiento de Valle Natural. Dado que no ha habido rupturas históricas en ninguno de los sistemas de diques estudiados en el Proyecto de los Ríos Portugués y Bucaná, el Procedimiento de Valle Natural se utilizara para ilustrar el peligro de inundación de diques si se considera que los datos están incompletos o no se proporcionan datos adicionales del sistema de diques.

Los funcionarios de la comunidad y los administradores de emergencias pueden usar los resultados del Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras para informar la planificación de acciones de emergencia y la divulgación a los residentes que viven y trabajan dentro del área afectada por los diques. El Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras es un recordatorio importante de que, si se produce una falla en un sistema de diques, las áreas a lo largo o cerca del tramo tienen un mayor riesgo de flujo de alta velocidad e inundación, lo que podría ocurrir con poca o ninguna advertencia.

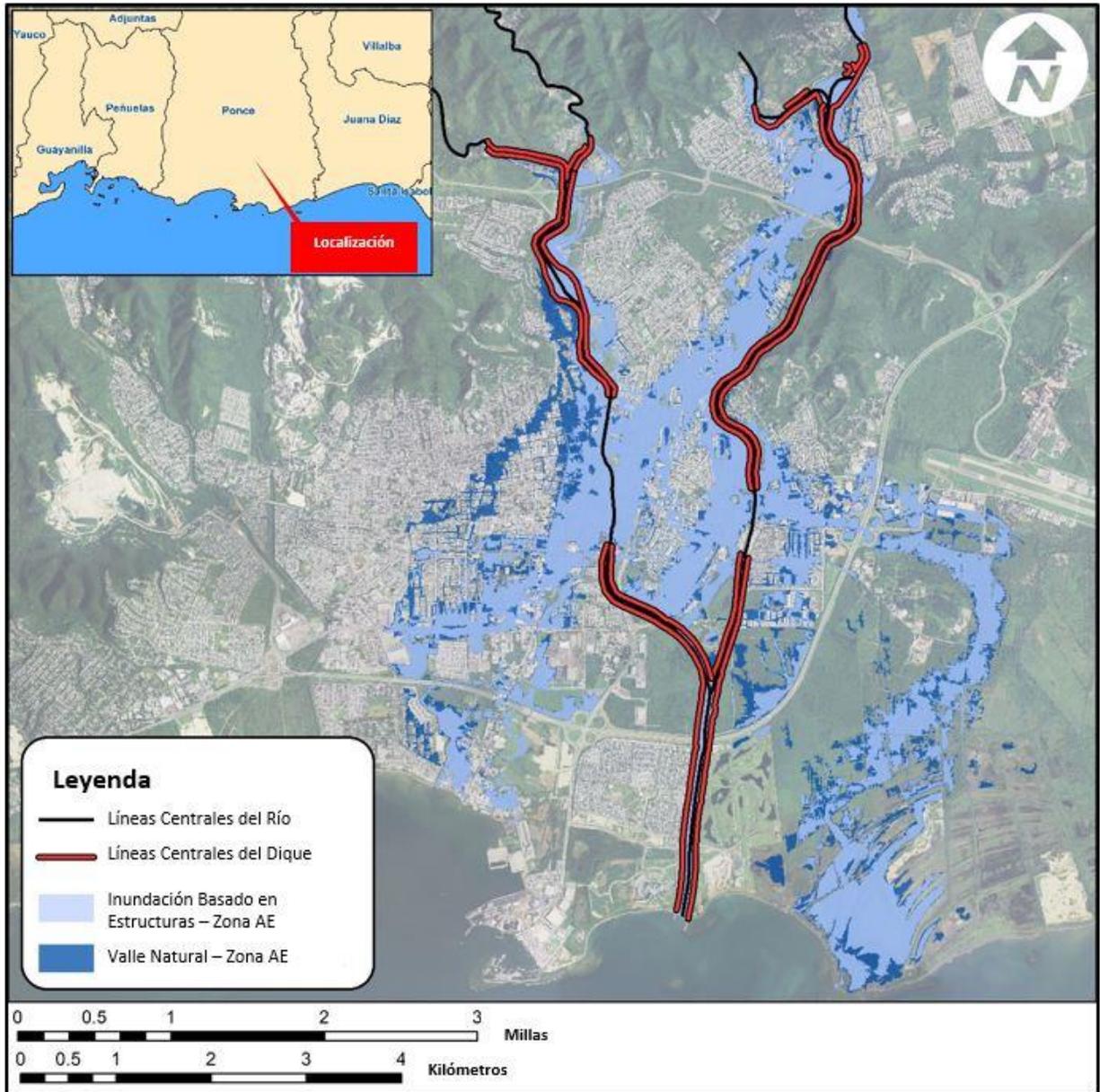


Figura 10: Procedimiento de Inundación de Estructuras

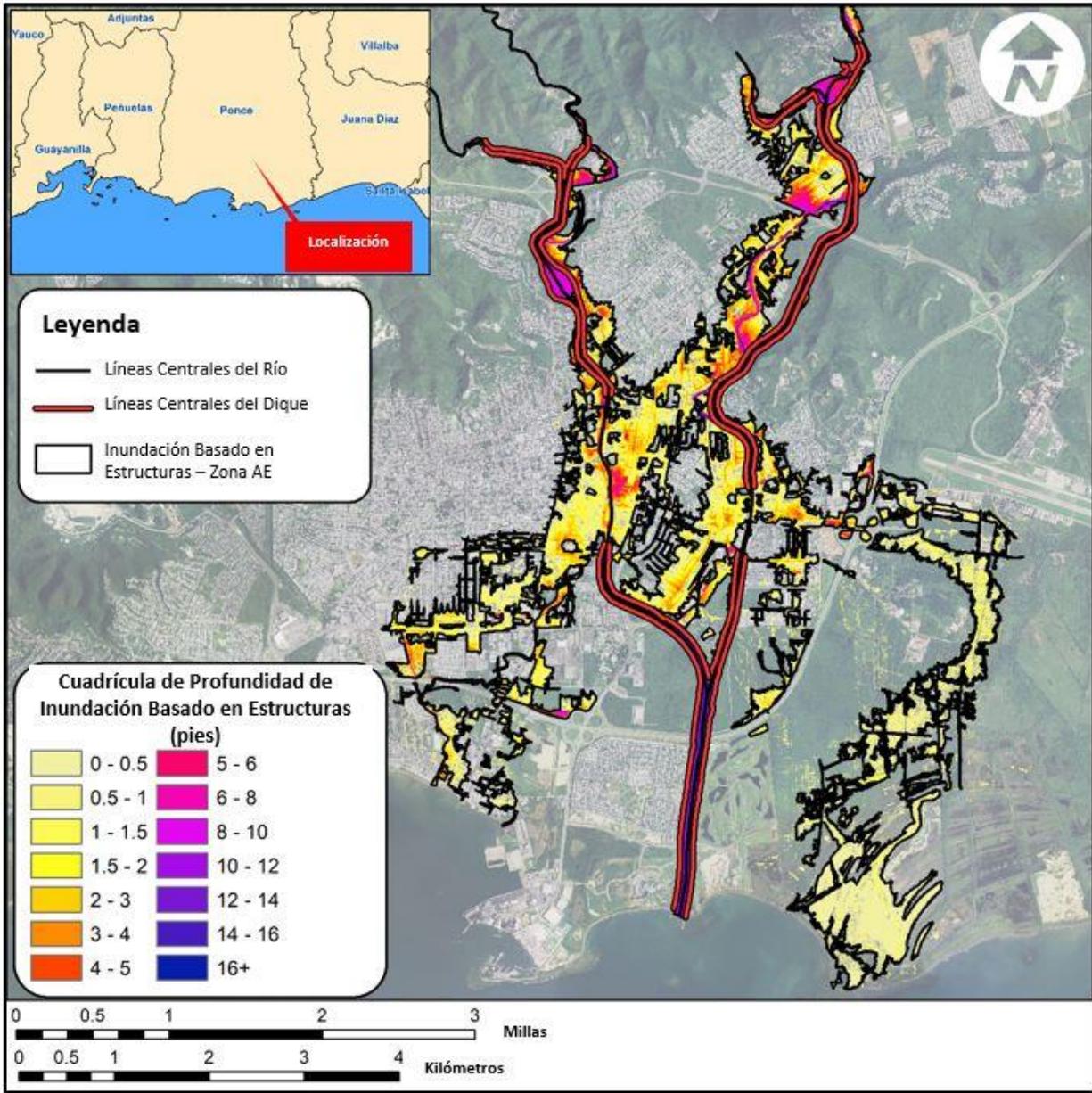


Figura 11: Cuadrícula de Profundidad del Procedimiento de Inundación de Estructura

La Tabla 5 incluye un resumen de los resultados obtenidos del Análisis Inicial de Datos

Tabla 5. Resultados del Análisis Inicial de Datos

Tramo	Longitud Aproximada del Segmento del Dique	Comentarios: Procedimiento de Valle Natural ² (Figura 3)	Comentarios: Procedimiento de Inundación Basado en Estructuras ³ (Figura 5)
		<i># Aproximado de Estructuras⁶ Impactadas por la Zona AE: Sobre 10,000</i>	<i># Aproximado de Estructuras Impactadas por la Zona AE: Sobre 10,000</i>
Bucaná Este	9.5 km (5.9 mi)	Resultados del modelo hidráulico actualizado (2D). Estima la posible inundación/área afectada por el dique si no se identifica como estructura de reducción de riesgo de inundación.	El alcance de la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual es ligeramente más pequeña que en el Procedimiento de Valle Natural. Puede ser utilizado para planificación de emergencia.
Portugués Oeste	8.1 km (5.0 mi)	Resultados del modelo hidráulico actualizado (2D). Estima la posible inundación/área afectada por el dique si no se identifica como estructura de reducción de riesgo de inundación.	El alcance de inundación con 1 por ciento de probabilidad anual es ligeramente más pequeña que en el Procedimiento de Valle Natural. Puede ser utilizado para planificación de emergencia.
Portugués y Bucaná	12.4 km (7.7 mi)	Resultados del modelo hidráulico actualizado (2D). Estima la posible inundación/área afectada por el dique si no se identifica como estructura de reducción de riesgo de inundación.	El alcance de la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual es ligeramente más pequeña que en el Procedimiento de Valle Natural. Puede ser utilizado para planificación de emergencia.
Sistema de Amarre Portugués Norte	1,300 m (4,400 ft)	Resultados del modelo hidráulico actualizado (2D). Estima la posible inundación/área afectada por el dique si no se identifica como estructura de reducción de riesgo de inundación.	El alcance de la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual es similar al Procedimiento de Valle Natural. Puede ser utilizado para planificación de emergencia.
Bayagán Norte	270 m (900 ft)	Resultados del modelo hidráulico actualizado (2D). Estima la posible inundación/área afectada por el dique si no se identifica como estructura de reducción de riesgo de inundación.	El alcance de la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual es similar al Procedimiento de Valle Natural. Puede ser utilizado para planificación de emergencia.
Cuenca Alta de Escombros del Bucaná	500 m (1,600 ft)	Resultados del modelo hidráulico actualizado (2D). Estima la posible inundación/área afectada por el dique si no se identifica como estructura de reducción de riesgo de inundación.	El alcance de la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual es similar al Procedimiento de Valle Natural. Puede ser utilizado para planificación de emergencia.

² Representa el tramo del dique como que no reduce el riesgo de inundación. No se requieren datos adicionales para respaldar estudios futuros.

³ Análisis hipotético. No se requieren datos adicionales para respaldar estudios futuros.

⁴ Se cumplen todos los requisitos mínimos del 44 CFR 65.10. Datos certificados que cumplen con 44 CFR 65.10 necesarios para respaldar estudios futuros.

6 Pasos Siguietes

6.1 Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos

Actualmente, se muestra que la Cuenca Alta de Escombros del Bucaná y los sistemas de diques del Bayagán Norte reducen el riesgo de la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual. Los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, y el Sistema de Amarre Portugués Norte no muestran reducción en el riesgo por la inundación con 1 por ciento de probabilidad anual. Como FEMA no ha recibido datos que respalden los requisitos del 44 CFR 65.10 para ninguno de los sistemas de dique en este proyecto, todos los sistemas de dique se considerarían no acreditados en un futuro esfuerzo cartográfico.

FEMA involucró a representantes de Puerto Rico durante todo el proceso de Análisis de Diques y Procedimientos Cartográficos para diques no acreditados para ayudar a identificar posibles opciones para evaluar el riesgo de inundación de las áreas afectadas por los diques. La comunidad está considerando continuar los procesos de certificación y acreditación, para que FIRMs futuros sean trazados con un riesgo reducido de inundación debido a los sistemas de dique.

Si la comunidad puede proporcionar datos que cumplan con el 44 CFR 65.10 para los sistemas de diques Bucaná Este, Portugués y Bucaná, Portugués Oeste, Cuenca Alta de Escombros del Bucaná, Bayagán Norte y el Sistema de Amarre Portugués Norte, el riesgo de inundación de las áreas afectadas podría mostrarse como Zona X sombreada, con áreas de drenaje interior como Área Especial de Riesgo de Inundación (SFHA, por sus siglas en inglés). Si se pueden proporcionar datos conformes con el 44 CFR 65.10 para un tramo de dique hidráulicamente independiente, el riesgo de inundación del área detrás del dique se puede mostrar como un agregado de la Zona AE y la Zona X sombreada, y áreas de drenaje interior mostradas como SFHA. Si la comunidad no proporciona datos que cumplan con el 44 CFR 65.10, los FIRM vigentes con fecha 18 de noviembre de 2009, podrían revisarse para mostrar el riesgo de inundación actualizado utilizando el Procedimiento de Valle Natural, una vez que la Oficina Regional de FEMA incorpore actualizaciones en futuros estudios cartográficos.

FEMA prevé actualizar los mapas de riesgo de inundación en el futuro e informaría a la comunidad antes de iniciar cualquier proyecto de actualización. Datos del dique podrían incorporarse en el mapa final del condado si cumplen con el 44 CFR 65.10 y se proporcionan antes de la Carta de Determinación Final. Sin embargo, los datos que respaldan el 44 CFR 65.10 pueden enviarse a través del proceso de Revisión de Carta de Mapa (LOMR, por sus siglas en inglés) para actualizar el FIRM en cualquier momento. FEMA recomienda que la comunidad coordine con la Región II de FEMA antes de someter, para mantener a la Región informada del estado del dique. Como referencia, el Apéndice D incluye la Lista de Verificación de Acreditación de Diques de FEMA.

7 Referencias

FEMA, Flood Insurance Study, Commonwealth of Puerto Rico and Municipalities, November 2009.

FEMA: Guidance for Flood Risk Analysis and Mapping, Levees, February 2019

FEMA: Non-Accredited Levee Analysis and Mapping Guidance, September 2013

USACE, National Levee Database (<https://levees.sec.usace.army.mil/#/>), 2019.

Apéndice A
Participación de las Partes Interesadas: Información de la Reunión LLPT 1

Apéndice B
Participación de las Partes Interesadas: Información de la Reunión LLPT 2

Apéndice C

Comparación de Perfil de Francobordo

Apéndice D
Lista de Verificación de Acreditación de Dique

Apéndice E

Informacion Recopilada

(Apéndice completo proporcionado en DVD)

Apéndice F

Análisis Inicial de Datos

(Apéndice completo proporcionado en DVD)