

ANÁLISIS DE EXPERTOS SOBRE EL MURO FRONTERIZO Y EL SISTEMA DE BOYAS PROPUESTOS EN EL RÍO GRANDE EN LOS CONDADOS DE WEBB Y ZAPATA, TEXAS, EE. UU.

PREPARADO PARA: Centro Internacional de Estudios de Río Grande

PREPARADO POR: Mark R. Tompkins, PE, Ph.D., FlowWest

FECHA: 03/10/2026

OBJETIVO

El propósito de este memorándum técnico es proporcionar un análisis cuantitativo experto de los riesgos que supone para los condados de Webb y Zapata el plan de la Oficina de Aduanas y Protección Fronteriza de los Estados Unidos (CBP) para construir un muro fronterizo y un sistema de boyas en el río Grande y a lo largo de sus orillas.

CUALIFICACIONES DE EXPERTO

Poseo una licenciatura y una maestría en ingeniería civil y ambiental de la Universidad de Illinois, Urbana-Champaign, y un doctorado en planificación ambiental de la Universidad de California, Berkeley. Mi formación e investigación doctoral se centraron en la geomorfología fluvial, específicamente en las interacciones entre los cauces de los ríos y sus llanuras aluviales. Mi investigación académica y mi trabajo profesional aplicado se han enfocado en la gestión de ríos, específicamente en las áreas de hidrología, hidráulica, geomorfología fluvial, transporte de sedimentos, gestión de inundaciones y restauración de ecosistemas. Soy ingeniero civil profesional registrado en los estados de California y Washington. Cuento con más de veintiocho años de experiencia profesional como consultor en proyectos relacionados con ríos en todo Estados Unidos. He trabajado extensamente en evaluaciones de los impactos de estructuras en y adyacentes a ríos en todo Estados Unidos, incluyendo el Río Grande y otros grandes ríos de Texas. Recientemente completé análisis técnicos e investigaciones de campo de un muro fronterizo a lo largo del Río Grande cerca de Mission, Texas, donde observé fallas estructurales y erosión de las riberas debido a caudales relativamente bajos poco después de su construcción.

SISTEMA PROPUESTO DE MURO FRONTERIZO Y BOYAS

La CBP planea construir un sistema de barreras fronterizas y fluviales en el río Grande y sus alrededores, a lo largo de los condados de Webb y Zapata, Texas ([CBP 2025a](#)). Este sistema es de gran envergadura y alterará drásticamente las condiciones hidráulicas y geomorfológicas del río Grande. Incluye aproximadamente 108 millas de barrera fronteriza principal (muro) y aproximadamente 153 millas de sistema de barreras fluviales (boyas). El sistema se extiende además por varias millas aguas arriba y aguas abajo de los tramos que abarcan los condados de Webb y Zapata. Presumiblemente debido a la exención otorgada por el Departamento de Seguridad Nacional (DHS) para este proyecto, los documentos de diseño básicos y los análisis de apoyo que normalmente se requieren para proyectos de

corredores fluviales mucho menores que este no están disponibles públicamente. Por lo tanto, la escala exacta de la infraestructura propuesta solo puede estimarse a partir de imágenes representativas proporcionadas por la CBP. Las figuras 1 y 2 son imágenes representativas del muro propuesto, la carretera de mantenimiento, el área de patrulla, la boya y los elementos de anclaje del sistema propuesto (de [CBP 2025b](#)) que incluyen elementos (por ejemplo, vehículos, carreteras, río) que indican la escala del sistema propuesto.



FIGURA 1: IMAGEN REPRESENTATIVA QUE MUESTRA LA ESCALA DEL MURO, LA CARRETERA DE MANTENIMIENTO Y LOS COMPONENTES DEL ÁREA DE PATRULLA DEL SISTEMA PROPUESTO. FUENTE: [HTTPS://WWW.CBP.GOV/DOCUMENT/ENVIRONMENTAL-ASSESSMENTS/BORDER-BARRIER-AND-WATERBORNE-BARRIER-SYSTEM-WEBB-AND-ZAPATA](https://www.cbp.gov/document/environmental-assessments/border-barrier-and-waterborne-barrier-system-webb-and-zapata)



FIGURA 2: IMAGEN REPRESENTATIVA QUE MUESTRA LA ESCALA DE LOS COMPONENTES DE BOYA Y ANCLA DEL SISTEMA PROPUESTO.

FUENTE: [HTTPS://WWW.CBP.GOV/DOCUMENT/ENVIRONMENTAL-ASSESSMENTS/BORDER-BARRIER-AND-WATERBORNE-BARRIER-SYSTEM-WEBB-AND-ZAPATA](https://www.cbp.gov/document/environmental-assessments/border-barrier-and-waterborne-barrier-system-webb-and-zapata)

FACTORES DE RIESGO DEL MURO FRONTERIZO Y EL SISTEMA DE BOYAS PROPUESTOS

Cualquier infraestructura construida en o junto a un río presenta riesgos significativos. Los sistemas de infraestructura masivos, como el propuesto por CBP, contruidos en o junto a grandes ríos dinámicos como el Río Grande, presentan riesgos aún mayores. Por ello, los ingenieros profesionales con licencia que diseñan este tipo de proyectos utilizan modelos sofisticados e incorporan un análisis técnico exhaustivo antes de proponer o construir dichos sistemas. Quizás el problema más evidente de este proyecto sea la falta de información técnica disponible públicamente que delimite y mitigue el inmenso conjunto de riesgos que plantea. En el siguiente análisis de riesgos, asumo que un estándar básico de cuidado profesional de ingeniería respalda el diseño del sistema propuesto, y que el sistema tiene un riesgo residual asociado con eventos de alto caudal que superan los criterios de diseño del sistema propuesto. Por lo tanto, es solo cuestión de tiempo antes de que este riesgo se manifieste durante la vida útil del sistema propuesto. Sin embargo, dado que no existe un registro público disponible que documente el diseño del sistema propuesto, es totalmente posible que el sistema propuesto pueda causar que se manifiesten riesgos aún mayores de los que indica mi análisis. Incluso si se diseña y construye cuidadosamente, el sistema propuesto tiene las siguientes categorías de riesgo significativo.

1. Riesgo hidráulico
2. Riesgo geomorfológico
3. Carga de escombros y riesgo de falla estructural
4. Riesgos para la seguridad y la propiedad
5. Riesgo ecológico

ANÁLISIS DE RIESGOS

Mi enfoque proporciona un análisis de los posibles impactos en el rango superior del sistema de muro y boya propuesto en los condados de Webb y Zapata. Infero los riesgos utilizando información de diseño del proyecto disponible públicamente, condiciones ambientales y de infraestructura generales, y principios básicos de ingeniería y ciencia fluvial. Este es un método de análisis estándar cuando los datos y análisis de diseño no están disponibles públicamente. Recopilé y revisé información de teledetección, incluyendo fotografía aérea, registros de caudal, mapeo de inundaciones y bases de datos espaciales del Sistema de Información Geográfica (SIG) de la infraestructura del corredor fluvial. Utilizando esta información, digitalicé y medí características clave del corredor fluvial y asumí dimensiones de los componentes del sistema propuesto para calcular la escala del sistema de muro y boya propuesto en relación con el río Grande. Luego, utilicé la escala del sistema del corredor fluvial para inferir el tipo y la escala de los impactos probables del sistema de muro y boya propuesto. La Tabla 1 resume la escala de cada elemento del sistema de muro y boya propuesto, así como su impacto proporcional en el corredor del río Grande. Además, utilicé datos espaciales sobre instalaciones e infraestructuras clave en los condados de Webb y Zapata para identificar lugares donde el proyecto propuesto aumenta significativamente el riesgo para la seguridad humana y la propiedad.

TABLA 1: DIMENSIONES SUPUESTAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA PROPUESTO E IMPACTO EN EL CAUCE DEL RÍO.

Componente del sistema	Ancho/Diámetro supuesto (pies)	Superficie (acres)	Tamaño en relación con el cauce del río	Área de la sección transversal (pies cuadrados)	Obstrucción del cauce del río
Muro	5.0	73.6	1,7%	N / A	N / A
Carretera / Zona de patrulla	100.0	1472.5	33,3%	N / A	N / A
Boyas	5.0	N / A	N / A	19.6	1,7%
Boyas / Anclas	15.0	N / A	N / A	176,7	5,0%
Boyas / Anclas / Escombros	25.0	N / A	N / A	490.9	8,3%

Riesgo hidráulico

El riesgo hidráulico se relaciona con la forma en que el sistema propuesto alterará el flujo del agua a través del Río Grande. Actualmente, el Río Grande experimenta caudales extremadamente altos que causan inundaciones y daños relacionados en los condados de Webb y Zapata, incluso sin las obstrucciones que añadirá el sistema propuesto. Las figuras 3 y 4 resumen los caudales y niveles recientes del río y los impactos de las inundaciones recientes, respectivamente. Si bien el período comprendido entre 2019 y la actualidad ha experimentado caudales relativamente bajos, entre 2010 y 2018 se registraron varias inundaciones importantes. La sección del sistema correspondiente al muro creará vastas áreas nuevas (equivalentes a aproximadamente el 35% del área del río) a lo largo del mismo, que serán hidráulicamente lisas. Además, la sección del sistema correspondiente a las boyas generará una nueva y gran obstrucción al flujo (hasta aproximadamente el 8% del área de conducción del cauce del río) en el Río Grande. En conjunto, el sistema propuesto de muro y boyas provocará un aumento de la velocidad del agua a lo largo de la ribera despejada en el lado estadounidense del río, elevaciones en los niveles de inundación y efectos de remanso debido a la pérdida de área de conducción, así como la redirección del flujo y el aumento de la turbulencia debido a la peligrosa combinación de áreas de ribera despejadas adyacentes a la obstrucción continua del flujo causada por

las enormes cadenas de boyas. Al parecer, el diseño del sistema propuesto busca aumentar la erosión de la ribera estadounidense y elevar los niveles de agua en todo el río. Durante crecidas como las experimentadas entre 2010 y 2018, el sistema propuesto provocará fallas en el ya sobrecargado sistema de control de inundaciones en los condados de Webb y Zapata.

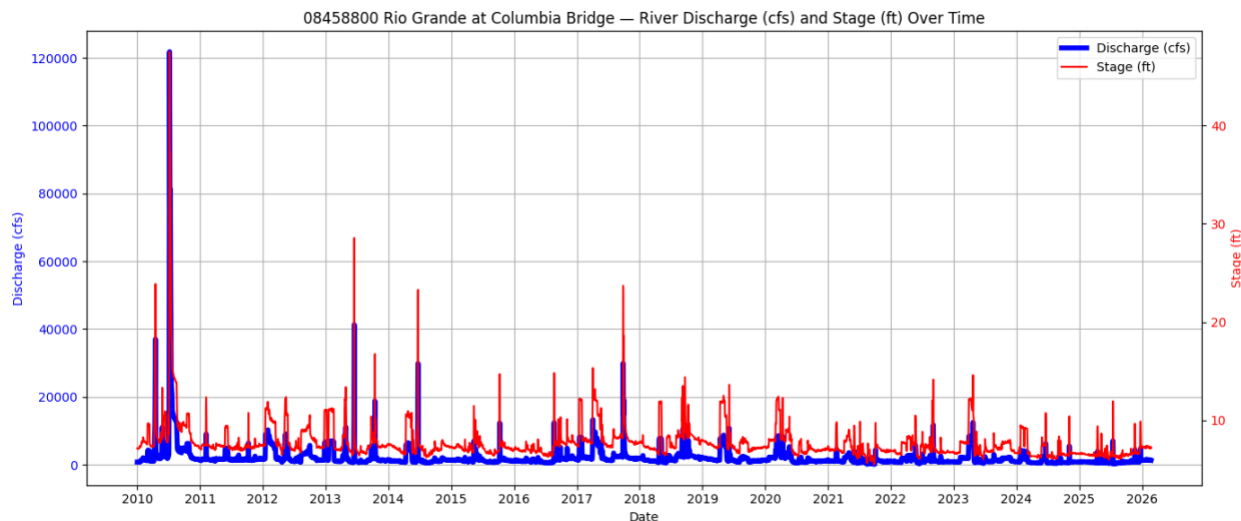


FIGURA 3 – CAUDAL Y NIVEL DEL RÍO GRANDE EN EL PUENTE COLUMBIA DESDE 2010 HASTA 2026.

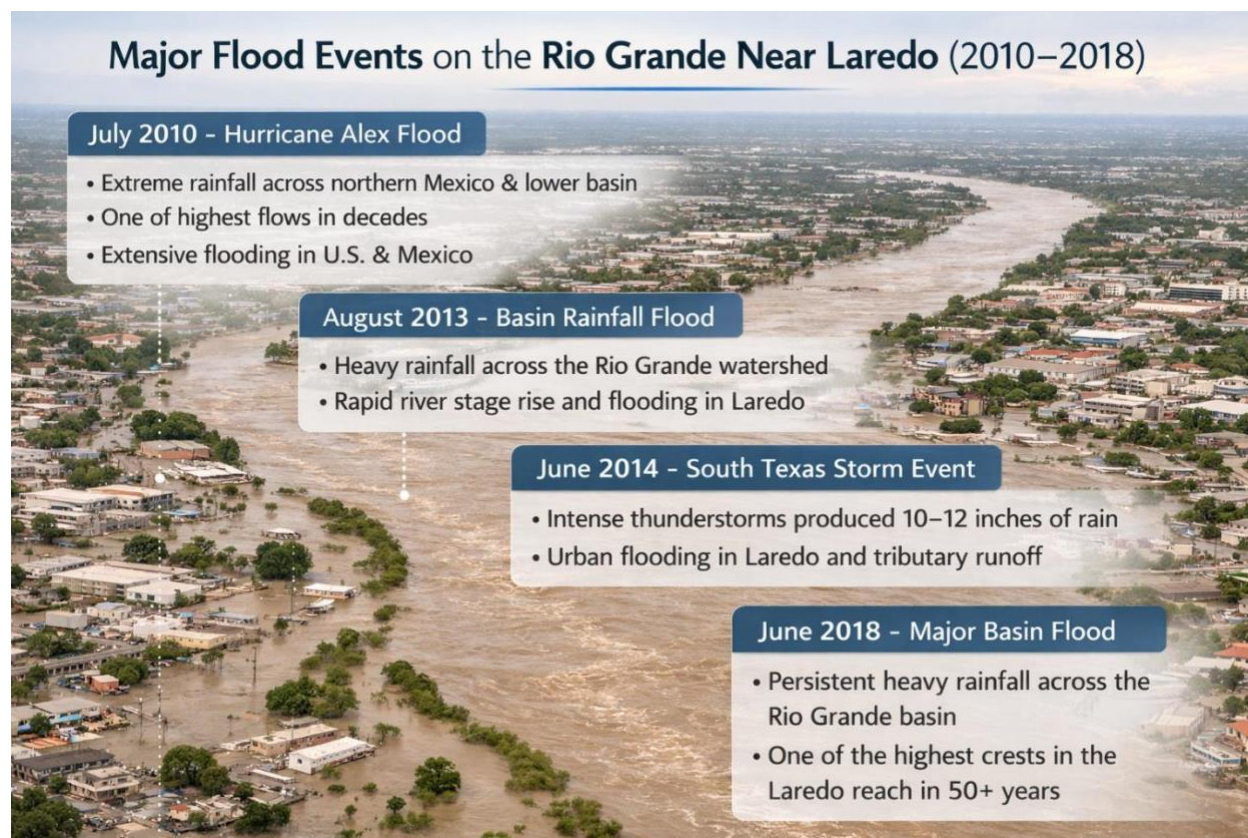


FIGURA 4 – RESUMEN DE LOS RECIENTES EPISODIOS DE CRECIDA EN EL RÍO GRANDE CERCA DE LOS CONDADOS DE WEBB Y ZAPATA.

Las figuras 5 y 6 muestran las zonas de riesgo de inundación existentes a lo largo del Río Grande en el condado de Webb. Además, estas figuras muestran la ubicación de puentes, plantas de tratamiento de agua potable y plantas de tratamiento de aguas residuales. Toda esta infraestructura crítica se encuentra dentro de la zona de riesgo de inundación existente, lo que significa que se inundará durante eventos extremos. La figura 7 muestra cómo el sistema de control de inundaciones existente ya se ve sometido a presión durante crecidas. Las crecidas más altas en la imagen de 2010 de la figura 7 inundan claramente áreas mucho más allá de la orilla del río, incluidas las áreas donde se propone construir el nuevo muro. El muro y el sistema de boyas propuestos exacerbarán considerablemente el riesgo hidráulico existente al elevar los niveles de agua y redirigir los flujos hacia el área del muro despejada, lo que resultará en una erosión más rápida y extensa del sistema de control de inundaciones existente y en desbordamientos más frecuentes del mismo. Los riesgos hidráulicos del muro y el sistema de boyas propuestos son drásticos con solo considerar la presencia del nuevo muro, el área de patrulla y las boyas. Sin embargo, la acumulación de escombros (que se analiza más adelante) agravará enormemente este riesgo y casi con toda seguridad provocará fallos devastadores en el sistema debido a las alteraciones hidráulicas del Río Grande que resultan del proyecto propuesto.

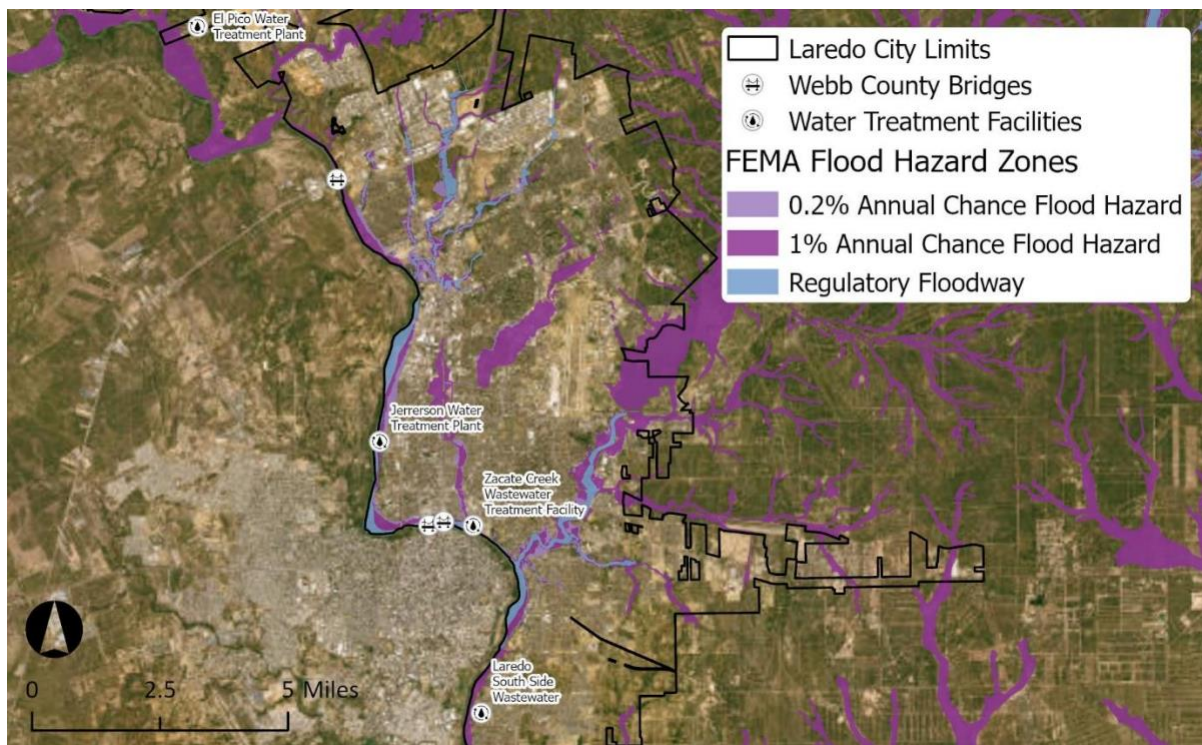


FIGURA 5: ZONAS DE INUNDACIÓN CARTOGRAFIADAS E INFRAESTRUCTURA CRÍTICA A LO LARGO DEL RÍO GRANDE EN EL CONDADO DE WEBB.

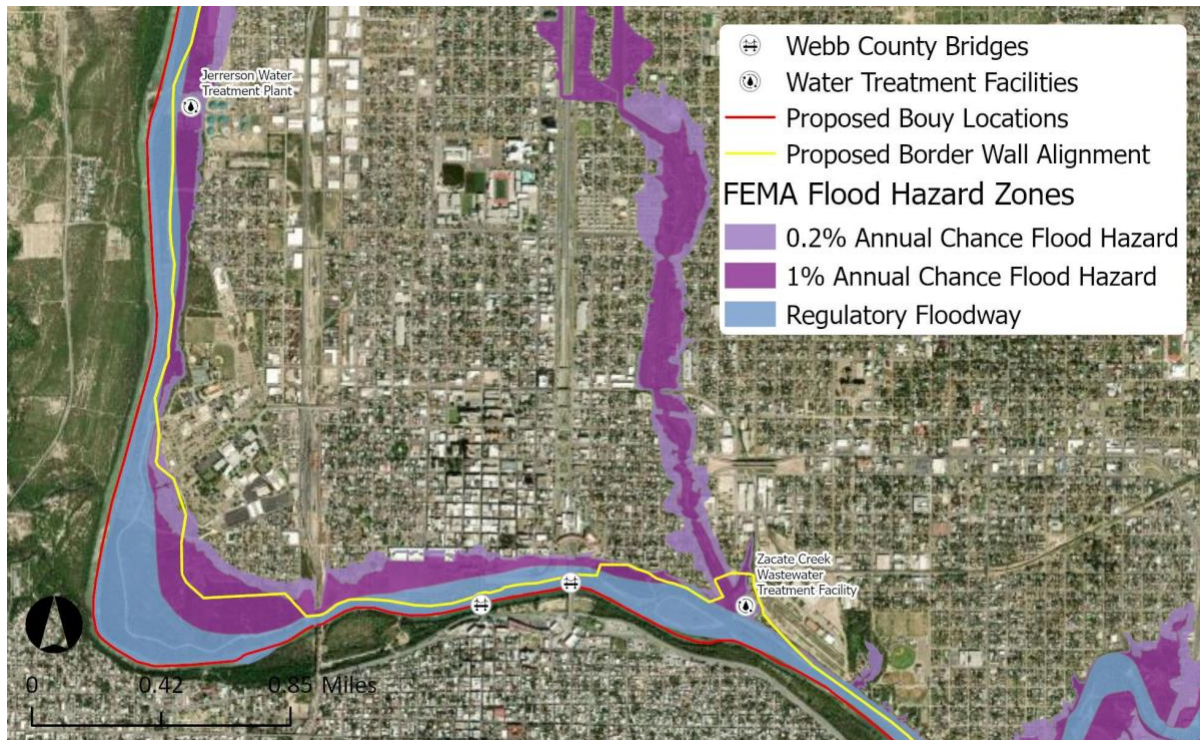


FIGURA 6: VISTA DETALLADA DE LAS ZONAS DE INUNDACIÓN CARTOGRAFIADAS Y LA INFRAESTRUCTURA CRÍTICA A LO LARGO DEL RÍO GRANDE EN EL CONDADO DE WEBB.



FIGURA 7: IMÁGENES AÉREAS REPRESENTATIVAS DEL RÍO GRANDE EN LA ZONA DEL PROYECTO PROPUESTO, QUE MUESTRAN LA EXTENSIÓN DE LA INUNDACIÓN DURANTE LAS CRECIDAS DE 2010 Y LAS CRECIDAS DE 2024.

Riesgo geomorfológico

El riesgo geomorfológico se refiere a la forma en que el muro y el sistema de boyas propuestos alterarán la evolución a largo plazo del río Grande. El río Grande es un río dinámico que cambia en respuesta a los flujos, sedimentos y desechos que transporta. El área recién despejada (aproximadamente el 35% del área del cauce del río) a lo largo del muro propuesto y la obstrucción continua del cauce por las boyas propuestas (hasta el 8% del ancho del cauce) inducirán cambios importantes en los procesos físicos que dan forma al río Grande. La erosión, la socavación y la migración del cauce aumentarán. La aceleración de los procesos geomorfológicos impulsada por el proyecto propuesto no solo pone en mayor riesgo toda la infraestructura en y a lo largo del río Grande, sino que, con el tiempo, alterará la ubicación de la frontera entre Estados Unidos y México, lo que podría resultar en la pérdida de territorio estadounidense.

Un análisis de datos de suelos de la base de datos SSURGO del USDA para los condados de Webb y Zapata indica que las riberas y las llanuras aluviales donde se construiría el sistema propuesto son altamente susceptibles a la erosión y la socavación. Las áreas designadas como margen de canal, llanura aluvial, terraza baja y llanura aluvial activa comprenden el 82 % del área que probablemente se verá afectada por el sistema propuesto. Estas áreas presentan un riesgo de erosión y migración del canal que varía de moderado a alto, incluso sin los impactos del sistema propuesto.

Las alteraciones en la ubicación de la frontera debido a la erosión y la migración del cauce son más probables en las curvas del río y en las áreas aguas arriba y aguas abajo de las afluencias de los afluentes. La Figura 8 muestra las ubicaciones de cambios históricos significativos en el cauce que han ocurrido sin el proyecto propuesto. Esto incluye la migración del cauce, la erosión de las riberas y la formación de islas dentro del cauce. Es probable que el cambio del cauce se acelere en estas áreas si se construye el sistema propuesto. Las Figuras 9 y 10 muestran el crecimiento de islas importantes y la erosión de las riberas, respectivamente, que han ocurrido en Laredo. Es sumamente importante señalar que este cambio ha ocurrido en tan solo catorce años, lo que representa un incremento de tiempo extremadamente pequeño en la evolución de un río como el Río Grande. El sistema de muro y boyas propuesto aumentará considerablemente el riesgo geomorfológico a lo largo del río, con una evolución acelerada en el lado estadounidense causada por la erosión de las riberas y el muro fronterizo propuesto. Estos riesgos geomorfológicos persistirán incluso si el muro fronterizo propuesto se reemplaza por un terraplén de tierra. Al igual que ocurre con el riesgo hidráulico, los riesgos geomorfológicos se agravarán durante las crecidas, cuando la acumulación de escombros concentre la erosión y la socavación en las orillas desnudas del canal y provoque una migración rápida y extensa del cauce a lo largo de la orilla estadounidense del río.

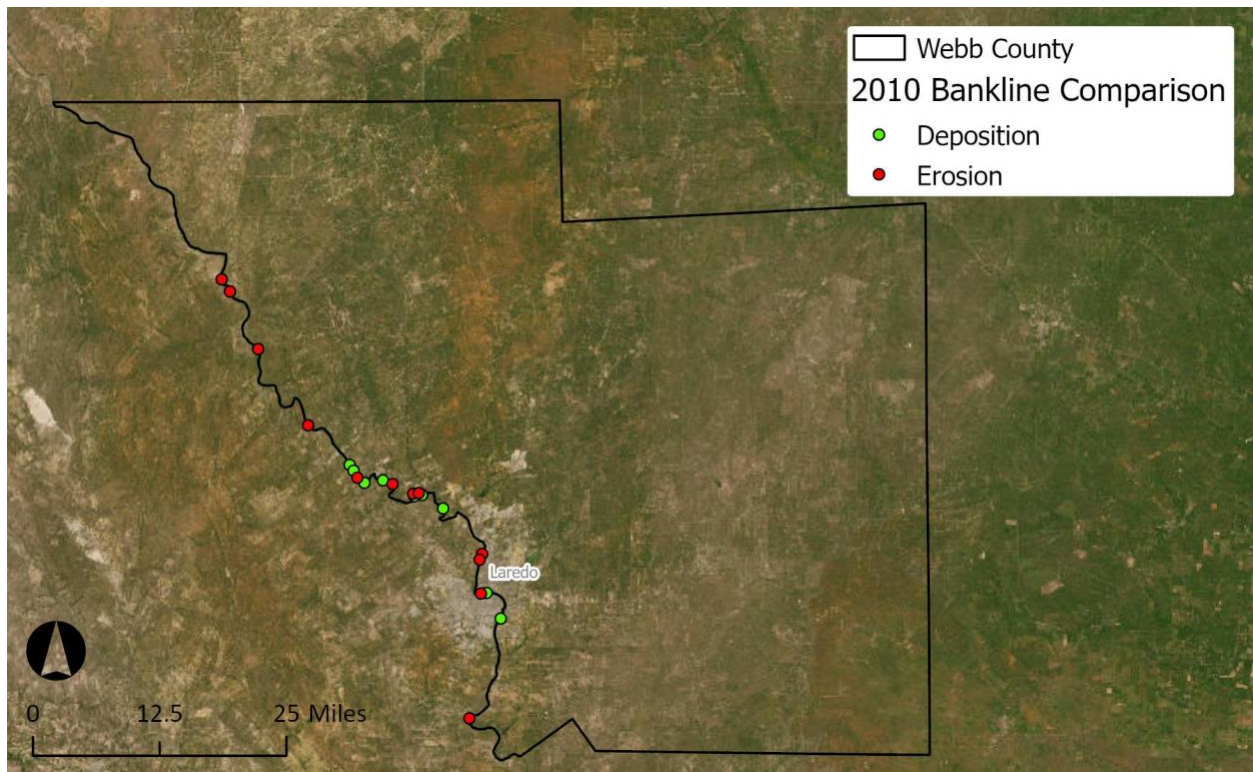


FIGURA 8: UBICACIONES HISTÓRICAS DE CAMBIOS SIGNIFICATIVOS EN EL CAUCE DEL RÍO GRANDE A LO LARGO DEL CONDADO DE WEBB.



FIGURA 9: EVOLUCIÓN DEL CAUCE DEL RÍO GRANDE CERCA DE LAREDO, TEXAS.



FIGURA 10: EVOLUCIÓN DEL CAUCE DEL RÍO GRANDE CERCA DE LAREDO, TEXAS.

Carga de escombros y riesgo de falla estructural

La acumulación de escombros y el riesgo de falla estructural se relacionan con la propensión de las estructuras ubicadas en los ríos y a lo largo de ellos a acumular escombros durante las crecidas, lo que incrementa las fuerzas hidráulicas que actúan sobre dichas estructuras y áreas adyacentes de manera impredecible y dañina. Será imposible monitorear y gestionar la acumulación de escombros que se produce a lo largo de más de 160 kilómetros de muro y boyas durante las condiciones extremadamente peligrosas del río que acompañan a las crecidas. El Río Grande drena áreas extensas y diversas que van desde zonas densamente vegetadas hasta áreas densamente urbanizadas. Durante las crecidas, es probable que el Río Grande transporte miles de árboles, así como miles de metros cúbicos de basura y escombros que pueden formar balsas interconectadas. No habrá forma de evitar que estos escombros se acumulen a lo largo del muro propuesto y en partes de las cadenas de boyas. Al combinarse con el cambio geomorfológico inducido por el sistema propuesto, es inevitable que partes del sistema de boyas se desprendan y partes del muro fallen.

La Figura 11 es una imagen ilustrativa que muestra cómo la acumulación de escombros, junto con la erosión del canal, podría desplazar secciones de la cadena de boyas propuesta y transportarlas hacia las orillas del canal, ya despejadas y propensas a la erosión, a lo largo del muro propuesto. Tal falla aceleraría la migración del canal hacia el muro y podría provocar el colapso de partes del mismo. Observé una erosión similar a lo largo de un nuevo muro fronterizo cerca de Mission, Texas, tras caudales relativamente bajos, y preveo una erosión y migración del canal mucho más dañinas cuando caudales extremadamente altos interactúen con el enorme sistema de muro y boyas propuesto.



FIGURA 11: IMAGEN ILUSTRATIVA QUE MUESTRA EL COMPORTAMIENTO POTENCIAL DE UNA BOYA EN CONDICIONES DE ALTO CAUDAL EN EL RÍO GRANDE.

Riesgos para la seguridad y la propiedad

El riesgo para la seguridad y la propiedad se relaciona con la mayor exposición del público a condiciones peligrosas y el aumento de los daños a la propiedad causados por el sistema de muro y boyas propuesto. Los ríos grandes, como el Río Grande, siempre representan riesgos significativos para la seguridad y la propiedad, especialmente durante y después de crecidas extremas e inundaciones. Por lo tanto, los riesgos hidráulicos, geomorfológicos, de escombros y de fallas estructurales descritos anteriormente resultarán en un lugar más peligroso para las personas y la propiedad a lo largo del Río Grande en los condados de Webb y Zapata. Es inevitable que algunos de los anclajes de boyas propuestos (para los cuales no hay detalles de diseño disponibles públicamente) fallen a medida que el lecho del Río Grande sea erosionado por las fuerzas concentradas durante las crecidas. Las figuras 12 y 13 muestran dos de los riesgos más probables que plantea el proyecto propuesto para la seguridad y la propiedad: inundaciones y estabilidad del puente. Secciones de las cadenas de boyas propuestas se desprenderán al cargarse con escombros y al ser sometidas a la presión de las crecidas, y luego migrarán a lugares donde obstruirán y desviarán el flujo de la inundación. Es casi seguro que estas secciones fallidas quedarán atrapadas a lo largo de las orillas del río adyacentes a los vecindarios y alrededor de los pilares del puente. Esto concentrará la inmensa energía del Río Grande y provocará una erosión y socavación extensas que la infraestructura construida antes del sistema propuesto no habrá sido diseñada para resistir, poniendo en peligro a las personas y las propiedades.



FIGURA 12: IMAGEN ILUSTRATIVA QUE MUESTRA POSIBLES INUNDACIONES EXACERBADAS POR FALLAS EN EL SISTEMA DE BOYAS BAJO CONDICIONES DE ALTO CAUDAL EN UN VECINDARIO CERCA DE LAREDO, TEXAS.



FIGURA 13: IMAGEN ILUSTRATIVA QUE MUESTRA EL COMPORTAMIENTO POTENCIAL DE LAS BOYAS EN LOS PUENTES DE LAREDO EN CONDICIONES DE ALTO CAUDAL.

Riesgo ecológico

El riesgo ecológico se relaciona con los cambios negativos en el ecosistema del corredor fluvial del Río Grande que provocará el sistema de muro y boyas propuesto. El tramo del Río Grande cerca de los condados de Webb y Zapata es un corredor de gran riqueza ecológica en la transición entre el matorral espinoso tamaulipeco, el desierto de Chihuahua y la llanura costera del Golfo. El corredor fluvial proporciona hábitat crítico y corredores migratorios para poblaciones de peces, aves y otros animales silvestres de gran valor. Los cambios físicos que implican la deforestación de un área equivalente a aproximadamente el 35% del cauce del río para la construcción del muro y la zona de patrullaje propuestos, así como el anclaje de largas cadenas de bolas de plástico flotantes que cubren hasta el 8% del ancho del cauce, destruirán directamente el hábitat. La evolución acelerada del corredor fluvial, impulsada por el sistema de muro y boyas propuesto, destruirá continuamente más hábitat a medida que las condiciones requeridas por las especies que utilizan el corredor sean reemplazadas por cambios más rápidos y extensos en el cauce. Además, la nueva infraestructura y las reparaciones de la infraestructura existente necesarias para mitigar el daño causado por el sistema de muro y boyas propuesto eliminarán y degradarán continuamente más hábitat.

RESUMEN

El muro fronterizo y el sistema de boyas propuestos por la CBP son de gran envergadura. Modificarán drásticamente el corredor fluvial. El cambio se producirá de inmediato, a medida que se construya el

proyecto, y de forma continua, ya que este provocará la evolución del río en respuesta a más de 160 kilómetros de riberas despejadas y obstrucciones en el cauce que retienen escombros. El caudal, la erosión y la socavación del río se agravarán y se desviarán hacia la orilla estadounidense del Río Grande de maneras impredecibles, dañinas y potencialmente catastróficas. Partes del muro y el sistema de boyas propuestos fallarán durante crecidas extremas. Estas fallas causarán inundaciones catastróficas, daños y destrucción de propiedades, y riesgos para la salud y la seguridad de las personas cercanas al corredor fluvial. Construir el sistema propuesto sin documentar públicamente su diseño e incorporar las medidas adecuadas de mitigación de riesgos viola el estándar profesional básico de diligencia que debe cumplirse para proyectos con riesgos tan elevados.