

Proyecto de Reconstrucción por Diseño Rompeolas Viviente Análisis de costos y beneficios



Preparado para: Oficina de Recuperación ante Tormentas del Gobernador de Nueva York

Modificación 15 al Plan de Acción

17 de enero de 2017



**Governor's Office of
Storm Recovery**

Análisis de costos y beneficios del Rompeolas Viviente

Índice

Descripción narrativa completa

I.	Resumen.....	5
II.	Introducción	10
III.	Proceso de preparación del análisis de costos y beneficios (BCA).....	11
IV.	Propuesta de financiamiento del proyecto.....	12
V.	Costo total del proyecto.....	13
VI.	Situación actual y problema a solucionar	13
VII.	Riesgos que enfrenta la comunidad del área del proyecto.....	14
VIII.	Costos y beneficios.....	15
	a. Costos del ciclo de vida.....	15
	b. Valores de resistencia.....	16
	i. Reducción de daños esperados a la propiedad	17
	ii. Reducción de costos de desplazamiento.....	25
	iii. Reducción de víctimas esperadas (mortalidad y lesiones)	27
	iv. Costos evitados por tratamientos de salud mental.....	31
	v. Costos evitados por pérdida de productividad.....	32
	vi. Costos evitados por reconstrucción por erosión de la costa y la duna	32
	vii. Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	36
	viii. Costo evitado por cortes de electricidad.....	36
	ix. Costo evitado por vehículos dañados.....	38
	c. Valor ambiental.....	39
	i. Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+).....	40
	ii. Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-).....	41
	iii. Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema (-).....	42
	d. Valor social.....	43
	i. Educación y gestión ambiental	43
	ii. Recreación	44
	iii. Cohesión de la comunidad.....	46
	iv. Desarrollo de la fuerza laboral.....	47

e.	Revitalización económica.....	47
i.	Impactos económicos	47
ii.	Impactos sobre el valor de la propiedad (apreciación del valor de mercado aparte de la resistencia).....	49
IX.	Riesgos del proyecto	51
a.	Descripción de los riesgos del proyecto	52
b.	Análisis de sensibilidad	52
X.	Evaluación de los desafíos de implementación.....	54
XI.	Conclusión	54
XII.	Referencias	57
XIII.	Apéndices	61
a.	Declaración de recursos del proyecto (valores anuales)	61
b.	Anexo A: Memorando de parámetros y supuestos técnicos: Diseño esquemático para la protección del rompeolas viviente y la costa de Tottenville: Estándares y supuestos para la exploración del proyecto y 30% de diseño, v. 4.....	69

Lista de tablas

Tabla ES1:	Proyecto Rompeolas Viviente: resumen de análisis de costos y beneficios	8
Tabla 1:	Proyecto de Rompeolas Viviente: Opinión del costo probable del escenario de diseño al 30%..	15
Tabla 2:	Tormentas e impactos del oleaje	19
Tabla 3:	Daños a las estructuras y el contenido de propiedades residenciales causados por inundaciones como porcentaje de los valores de las propiedades.....	21
Tabla 4:	Daños a las estructuras y contenido de propiedades comerciales causados por inundaciones como porcentaje de los valores de las propiedades.....	21
Tabla 5:	Daños a las estructuras y contenido de propiedades residenciales causados por el oleaje como porcentaje de los valores de las propiedades.....	21
Tabla 6:	Daños a las estructuras y contenido de propiedades comerciales causados por el oleaje como porcentaje de los valores de las propiedades.....	22
Tabla 7:	Daños mitigados a las estructuras y sus contenidos producto de inundaciones y del oleaje	25
Tabla 8:	Costos de alquiler y costos de interrupción por tipo de ocupación.....	26
Tabla 9:	Duración del desplazamiento por tipo de ocupación y profundidad de inundación.....	26
Tabla 10:	Costos de desplazamiento mitigados.....	27
Tabla 11:	Parámetros y supuestos aplicados a los estimados de mortalidad y lesiones.....	28
Tabla 12:	Datos aplicados para estimar la población en riesgo.....	28
Tabla 13:	Población proyectada para TAZ 2206	29
Tabla 14:	Datos aplicados para estimar lesiones no mortales.....	29
Tabla 15:	Escala Abreviada de Lesiones.....	30

Tabla 16: Factores de pérdida relativa por nivel de gravedad de las lesiones, (para uso con tasas de descuento del 3% o 7%)	30
Tabla 17a: Impactos económicos de la pérdida de energía eléctrica (per cápita por día)	37
Tabla 17b: Daños mitigados a los vehículos	38
Tabla 18: Resumen de servicios al ecosistema aplicados al proyecto Rompeolas Viviente/Arrecife de Ostras	39
Tabla 19: Resumen de los valores anuales de 2016 del servicio al ecosistema para el sistema de rompeolas/arrecife de ostras	40
Tabla 20: Modificadores de valor ampliado/retraso temporal del hábitat del ecosistema	41
Tabla 21: Resumen de los servicios al ecosistema aplicados al hábitat de la zona submareal desplazada: Hábitat de fondo de grano pequeño y grande de la zona submareal	42
Tabla 22: Desglose de usuarios recreativos.....	45
Tabla 23: Marinas de Staten Island.....	45
Tabla 24: Análisis de sensibilidad del análisis de costos y beneficios.....	52
Tabla 25: Valor neto actual (NPV) y relaciones costo-beneficio (BCR) a diferentes tasas de descuento...	53
Tabla 26: Proyecto Rompeolas Viviente: resumen de análisis de costos y beneficios.....	55

Lista de figuras

Figura ES1: Rompeolas Viviente: Ilustración del proyecto piloto de reconstrucción por diseño de Tottenville	6
Figura ES2: Beneficios del proyecto Rompeolas Viviente: Valores actual acumulativos (2016-2066).....	9
Figura 1: Cambio histórico a largo plazo de la costa	14
Figura 2: Edificios inundados en la futura zona V	23
Figura 3: Marco lógico para calcular los daños por cada propiedad	24
Figura 4: Dinámica ilustrativa de la costa: cambio histórico observado de la costa	33
Figura 5: Distribución de frecuencias: Proyectos de protección de la costa de Nueva York.....	34
Figura 6: Diagrama de dispersión de LF costero <i>versus</i> promedio de CY/LF por proyecto de protección de la costa	35
Figura 7: Esquema de vista subacuática del Rompeolas Viviente	43
Figura 8: Valor neto actual del proyecto de Rompeolas Viviente a diferentes tasas de descuento	53
Figura 9: Beneficios del proyecto Rompeolas Viviente: Valores actual acumulativos (2016-2066).....	56

I. Resumen

Este análisis de costos y beneficios (Benefit Cost Analysis, BCA) se preparó para el Rompeolas Viviente: El proyecto piloto de reconstrucción por diseño de Tottenville (Rompeolas Viviente o el proyecto) de Louis Berger en nombre de la Oficina de Recuperación ante Tormentas del Gobernador de Nueva York (Governor's Office of Storm Recovery, GOSR). El proyecto se ubica en las aguas de Raritan Bay (parte baja del puerto de Nueva York) a lo largo de la costa de Staten Island y se extiende desde Tottenville y Conference House Park, desde Wards Point en el suroeste hasta Butler Manor Woods en el noreste (Figura ES1).

El BCA se preparó siguiendo la Guía de Análisis de Costos y Beneficios (BCA) para Modificaciones de Planes de Acción (APA) para Proyectos de Reconstrucción por Diseño (RBD) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de EE.UU. (Housing and Urban Development, HUD) (HUD CPD-16-06). El análisis utilizó los principios económicos y financieros generalmente aceptados para el BCA como se articula en la Circular A-94 de la Oficina de Administración y Presupuesto (Office of Management and Budget, OMB).

El proyecto consta de los siguientes elementos:

- (1) Un sistema de rompeolas diseñados especialmente y mejoras físicas del hábitat en el sistema de rompeolas, incluida la restauración de moluscos (ostras) en los rompeolas junto con un área de restauración de la costa;
- (2) Cultivo de ostras y actividades para apoyar la restauración de las ostras, que incluyen: cultivo de ostras (expansión de centros de incubación, centro de fijación remota, etc.), recolección y curación de conchas e instalación de criaderos de ostras.
- (3) Un Centro Acuático comunitario, un muelle flotante estacional y una instalación para lanzamiento de botes. El Centro Acuático es una instalación pública en la costa que proporcionará un espacio físico para el acceso al frente marítimo, así como orientación, educación e información sobre la resistencia de la costa, un espacio de reunión de la comunidad y almacenamiento de equipos para el mantenimiento del Departamento de Parques y Recreación de NYC (NYCDPR). El sitio del Centro Acuático proporcionaría acceso directo al agua desde la costa a través de un muelle flotante estacional; y
- (4) Programación que incluye actividades educativas, de gestión y de desarrollo de capacidad relativas a lo mencionado previamente.

El proyecto está diseñado para: 1) Reducir el riesgo costero a través de la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa en Tottenville, Staten Island; 2) Mejorar las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros y cercanos a la costa y 3) Fomentar la gestión y el uso recreativo y educativo de la costa y cerca de la costa a través de una mayor sensibilización, acceso y participación.

El BCA indica que el proyecto generará beneficios netos sustanciales (es decir, los beneficios exceden los costos a lo largo de la vida del Proyecto) a la comunidad costera de Tottenville, Staten Island, Nueva York, así como a otros beneficiarios de la región metropolitana de Nueva York.

Figura ES1

Rompeolas Viviente: Ilustración del proyecto piloto de reconstrucción por diseño de Tottenville



A continuación, se ofrece una discusión de los resultados del BCA y los valores se presentan en la **Tabla ES1: Proyecto Rompeolas Viviente: resumen de análisis de costos y beneficios** y **Figura ES1A**.

El BCA se realizó usando una tasa de descuento del 7% y un horizonte de evaluación de planificación de 50 años. Usando estos parámetros, los costos del ciclo de vida para construir y operar el proyecto (que ascienden a \$62.4 millones al valor constante actual del dólar en 2016) generarían los siguientes beneficios:

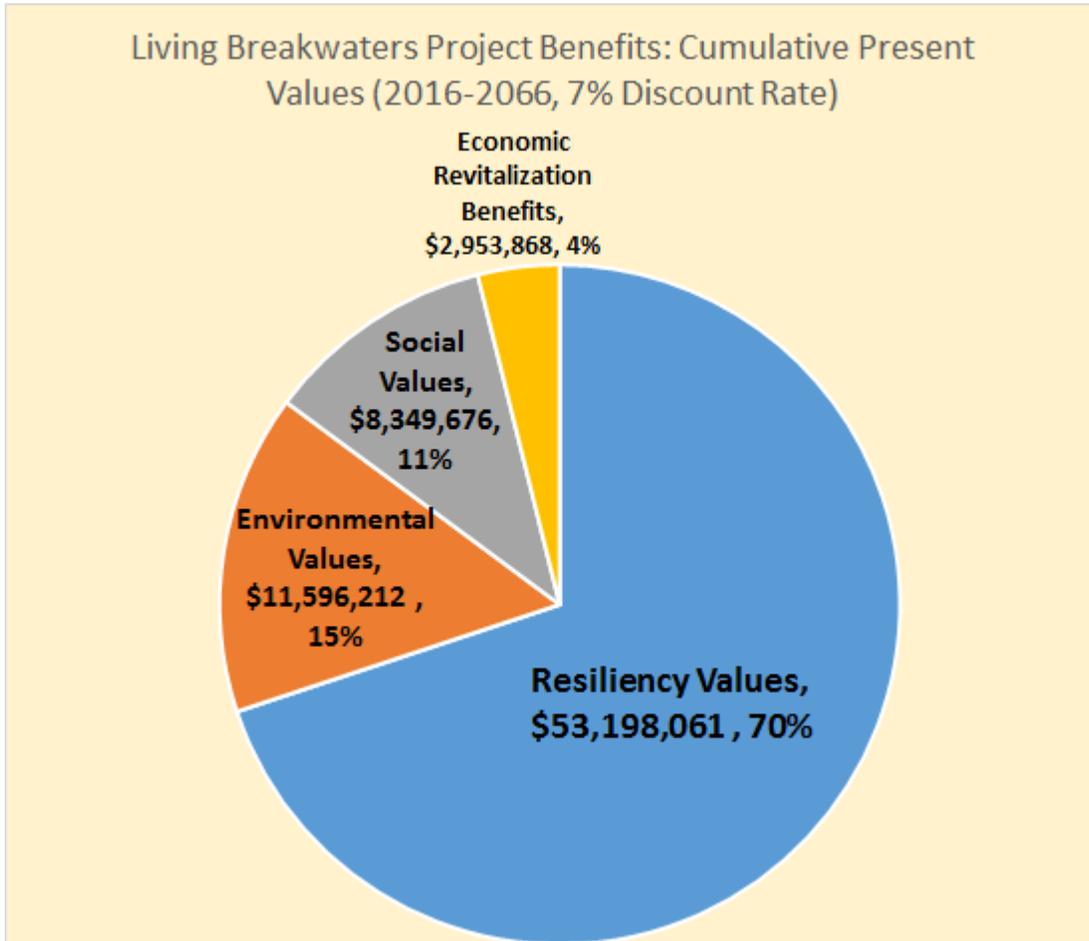
- Beneficios totales de \$76.1 millones, de los cuales:
 - Los valores totales de resistencia son de \$53.2 millones;
 - Los valores totales ambientales son de \$11.6 millones;
 - Los valores totales sociales son de \$8.3 millones; y
 - Los beneficios de revitalización económica son de \$2.95 millones

El valor actual acumulativo de beneficios netos del proyecto (los beneficios luego de restar los costos) es de \$13.7 mil millones y la relación costo-beneficio (Benefit Cost Ratio, BCR) (los beneficios divididos entre los costos) es de 1.22. Estos beneficios netos demuestran que el proyecto tiene mérito, agregaría valor a la comunidad de Tottenville, Staten Island, Nueva York y proporcionaría beneficios a otros beneficiarios de toda la región metropolitana de Nueva York.

Los flujos anuales futuros de costos y beneficios del proyecto proyectados en el horizonte de planificación de 50 años se sometieron a un análisis de sensibilidad. El análisis de sensibilidad probó cómo variables y parámetros clave, si se modificaban, alterarían la viabilidad económica del proyecto medida por la BCR y el valor neto actual. El análisis de sensibilidad examinó los posibles excesos de costos de construcción y los aumentos de operación y mantenimiento (Operations & Maintenance, O&M), así como reducciones sustanciales en las mayores categorías de beneficios. Los resultados mostraron que el valor neto actual de los beneficios del proyecto es robusto y puede soportar estos factores de estrés estándares dadas las incertidumbres que puedan surgir y seguir siendo económicamente viables durante este período.

Tabla ES1: Proyecto Rompeolas Viviente: resumen de análisis de costos y beneficios		
Dólares estadounidenses constantes en 2016		
	Valores actuales acumulativos (2016-2066)	
	A las tasas de descuento de:	
	7%	3%
COSTOS DEL CICLO DE VIDA		
Costos de inversión del proyecto \a	\$54,909,955	\$61,150,787
Operaciones y mantenimiento (O&M)		
Mantenimiento	\$7,080,207	\$14,507,755
Supervisión	\$453,411	\$829,867
O&M Total	\$7,533,618	\$15,337,622
Costos totales	\$62,443,573	\$76,488,409
BENEFICIOS		
Valores de resistencia		
Daños evitados a la propiedad	\$4,888,646	\$12,645,701
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$2,859,166	\$5,858,597
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$506,972	\$965,226
Costos evitados por pérdida de productividad	\$1,128,405	\$2,148,374
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$41,858,316	\$56,815,891
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$526,326	\$1,376,525
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$315,901	\$647,300
Costo evitado por cortes de electricidad	\$1,050,543	\$2,152,587
Daños evitados a vehículos	\$63,787	\$189,399
Valores totales de resistencia	\$53,198,061	\$82,799,601
Valores ambientales		
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$11,860,749	\$24,625,205
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$264,537	\$509,059
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$11,596,212	\$24,116,146
Valores sociales		
Gestión educativa/ambiental	\$1,253,995	\$2,569,509
Recreación	\$7,095,681	\$14,539,461
Valores sociales totales	\$8,349,676	\$17,108,970
Beneficios de revitalización económica		
Impactos sobre el valor de la propiedad ([Distancia y ancho de la playa])	\$2,953,868	\$6,052,646
Beneficios totales	\$76,097,817	\$130,077,363
Beneficios menos costos (valor neto actual)	\$13,654,244	\$53,588,954
Relación costo-beneficio (BCR)	1.22	1.70
Notas:		
Incluye el ajuste a lo largo del tiempo para un aumento del nivel del mar (Sea Level Rise, SLR) de 30 pulgadas		
\a Tenga en cuenta que, debido a que se tiene previsto que la construcción del proyecto ocurra durante 2018, 2019 y el primer trimestre de 2020, el cálculo de los costos del valor actual (a partir de 2016) parecerá ser menor que los costos nominales de inversión del proyecto mostrados en el Documento de Opinión de Costo Probable debido a la aplicación de la tasa de descuento recomendada por el HUD de 7%		

Figura ES2



II. Introducción

El análisis de costos y beneficios (BCA) del Proyecto de Reconstrucción por Diseño Rompeolas Viviente (Rompeolas Viviente o el Proyecto) se realizó mediante la aplicación de los procedimientos descritos en el documento de guía CPD-16-06 para proyectos de reconstrucción por diseño (RBD) del Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano de los Estados Unidos (HUD). El análisis también cumple con los procedimientos y principios que se encuentran en la Circular A-94 de la OMB. El análisis se basa en el marco de evaluación de proyecto “con y sin” que se usa para aislar los beneficios netos de la intervención.

Escenario futuro “Con proyecto”

En el *escenario futuro con proyecto*, se construiría el proyecto, que constaría de los siguientes elementos:

- (1) Un sistema de rompeolas diseñados especialmente y mejoras físicas del hábitat en el sistema de rompeolas, incluida la restauración de moluscos (ostras) en los rompeolas junto con un área de restauración de la costa;
- (2) Cultivo de ostras y actividades para apoyar la restauración de las ostras, que incluyen: cultivo de ostras (expansión de centros de incubación, centro de fijación remota, etc.), recolección y curación de conchas e instalación de criaderos de ostras.
- (3) Un Centro Acuático comunitario y un muelle estacional complementario. El Centro Acuático es una instalación pública en la costa que proporcionará un espacio físico para el acceso al frente marítimo, así como orientación, educación e información sobre la resistencia de la costa, un espacio de reunión de la comunidad y almacenamiento de equipos para el mantenimiento del Departamento de Parques y Recreación de NYC (NYCDPR). El sitio del Centro Acuático proporcionaría acceso directo al agua desde la costa a través de un muelle flotante estacional; y
- (4) Programación que incluye actividades educativas, de gestión y de desarrollo de capacidad relativas a lo mencionado previamente.

Los componentes del proyecto incluyen un sistema de rompeolas en alta mar diseñado para proporcionar la mayor cantidad de oportunidades de restauración ecológica y del hábitat. En este escenario, el proyecto:

- 1) Reducirá el riesgo costero mediante la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa en Tottenville, Staten Island;
- 2) Mejorará las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros y cercanos a la costa; y
- 3) Fomentará la administración y el uso recreativo y educativo de la costa y sus cercanías a través de una mayor sensibilización, acceso y participación.

Escenario futuro "Sin proyecto"

En el *escenario futuro sin proyecto*, no se construiría el proyecto. Si el proyecto no se construye, la costa de Tottenville, Staten Island continuaría estando en mayor riesgo de erosión continua y las comunidades de la costa dentro de la zona dentro de los límites de acción de oleaje moderado (Limits of the Moderate Wave Action, LiMWA) enfrentarían el riesgo de daños producto del oleaje de tormentas, como se experimentó durante la supertormenta Sandy. Sin la construcción del proyecto, la comunidad podría seguir perdiendo zonas verdes y otros espacios abiertos y recursos naturales, y los residentes seguirían enfrentando el riesgo de lesiones corporales, pérdida de vidas, pérdida de propiedades y daños a la infraestructura pública. Estos impactos acumulativos tendrían un efecto negativo sobre la salud y la productividad de los residentes y la economía.

El hábitat acuático de la bahía adyacente a Tottenville permanecería en su estado actual caracterizado por una condición de fondo de arena/grava con un hábitat estructurado limitado para apoyar la variedad de peces, crustáceos, bivalvos y otros invertebrados bénticos identificados como una prioridad en el plan de restauración integral del estuario de Hudson Raritan. El hábitat de la costa permanecería sujeto a los efectos de perturbación y erosión de la acción del oleaje de alta energía durante tormentas graves no atenuadas por el proyecto

La programación educativa en Conference House Park y la programación del proyecto Mil Millones de Ostras (Billion Oyster Project, BOP) en Staten Island permanecerían como se encuentran.

Aspectos clave del análisis

Este BCA cuantifica los beneficios de reducción de riesgo (valores de resistencia), valores ambientales, valores sociales y valores de revitalización económica que serían generados por el proyecto según las directrices del HUD. A continuación, se proporcionan detalles sobre estas categorías de beneficios. Un resumen de los supuestos y datos utilizados para el BCA se incluye en el Anexo A: Memorando Técnico de Parámetros y Supuestos.

El horizonte temporal de evaluación del proyecto es de 50 años, y el análisis aplica la tasa de descuento recomendada del 7%. Los beneficios netos también se calcularon utilizando la tasa de descuento del 3% que se aplica a menudo en estudios que valoran los beneficios ambientales y de los ecosistemas. El BCA también incluye un análisis de sensibilidad que evalúa el cambio en los beneficios netos (valor neto actual acumulativo) para varios eventos de estrés y para una gama de tasas de descuento del proyecto.

El análisis incluye valoraciones basadas en cantidades físicas de estimación puntual para hábitats proyectados que proporcionan servicios al ecosistema y valores obtenidos de literatura revisada por pares que se hayan aplicado para valorar estos recursos usando técnicas de transferencia de beneficios. Cabe señalar que la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (Federal Emergency Management Agency, FEMA) ha aplicado métodos similares para valorar los servicios al ecosistema para proyectos de infraestructura ambiental o proyectos que eliminan las obstrucciones de las cuencas y las llanuras aluviales para restaurar los servicios al ecosistema (FEMA, 2013).

III. Proceso de preparación del análisis de costos y beneficios

Este BCA fue preparado por Louis Berger U.S., Inc. (Louis Berger) utilizando los aportes de la Oficina de Recuperación ante Tormentas del Gobernador de Nueva York (GOSR) y el equipo de diseño del Rompeolas Viviente incluidos SCAPE Landscape Architecture, Ocean and Coastal Consultants COWI, WSP Parsons Brinckerhoff, la Fundación Puerto de Nueva York (NY Harbor Foundation), MFS Engineers & Surveyors, Arcadis y la consultora de la GOSR que prepara la revisión ambiental del proyecto, AKRF. Louis Berger proporcionó orientación y análisis en varias secciones del BCA, lo que incluye conocimientos en resistencia, diseño de paisaje, ingeniería ambiental y costera, ecología, análisis económico, sistemas de información geográfica, evaluación de proyectos y economía y socioeconomía de la ingeniería.

El BCA se basó en aportes, datos e información del equipo de diseño del Rompeolas Viviente, así como en información sobre el área del proyecto, información de la GOSR e información transmitida a través de los autores de la declaración de impacto ambiental (Environmental Impact Statement, EIS). Además, Louis Berger aplicó sus propios hallazgos de investigación, sus conocimientos multidisciplinarios conjuntos, su experiencia y su criterio profesional al realizar el BCA en nombre del estado de Nueva York.

IV. Propuesta de financiamiento del proyecto

Los propósitos integrados del proyecto de Rompeolas Viviente son tres:

- 1) reducir el riesgo costero a través de la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa de Tottenville, Staten Island;
- 2) mejorar las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros y cercanos a la costa; y
- 3) fomentar la administración y el uso recreativo y educativo de la costa y sus cercanías mediante una mayor sensibilización, acceso y participación.

El proyecto es un innovador proyecto de infraestructura costera ecológica que busca aumentar la resistencia física, ecológica y social. El proyecto se ubica en las aguas de Raritan Bay (parte baja del puerto de Nueva York) a lo largo de la costa de Staten Island. La costa afectada se extiende a lo largo de Tottenville y Conference House Park, desde Wards Point en el suroeste hasta Butler Manor Woods en el noreste. El área del proyecto es un estuario poco profundo que históricamente ha servido de apoyo a pesquerías comerciales y de moluscos. El proyecto consta de los siguientes elementos principales (SCAPE, FDR30 Percent, 2016):

- (1) Un sistema de rompeolas diseñados y mejoras físicas del hábitat en el sistema de rompeolas, incluida la restauración de moluscos (ostras) en los rompeolas junto con un área de restauración de la costa;

- (2) Cultivo de ostras y actividades para apoyar la restauración de las ostras, que incluyen: cultivo de ostras (expansión de centros de incubación, centro de fijación remota, etc.), recolección y curación de conchas e instalación de criaderos de ostras.
- (3) Un Centro Acuático: una instalación pública en la orilla (edificio y sitio) para albergar programas educativos, actividades de gestión comunitaria, esfuerzos de ciencia y monitoreo, programas y equipos recreativos y exposiciones relacionadas con el proyecto y sus objetivos de reducción de riesgos y resistencia, mejoramiento ecológico y desarrollo comunitario; y
- (4) Programación que incluye actividades educativas, de gestión y de desarrollo de capacidad relativas a lo mencionado previamente.

Programación del proyecto, vida útil y tasa de descuento:

Se prevé que la construcción del proyecto comience a mediados de 2018 y continúe hasta el primer trimestre de 2020. Para los propósitos de este BCA, se asume un programa de construcción de 19 meses. Este período incluye los meses de desove de peces y cangrejos que podrían impedir que ciertas actividades de construcción ocurran durante ciertas épocas del año. Este supuesto es consistente con los principios conservadores de modelado económico aplicados en el BCA. El BCA también asume un horizonte temporal de evaluación del proyecto de 50 años. Además, se aplica una tasa de descuento de 7% recomendada por el HUD y por las directrices de la OMB. El BCA también presenta, a modo de comparación, los principales resultados por elemento del BCA aplicando una tasa de descuento del 3%. La tasa de descuento del 3% se ha aplicado previamente en el análisis económico de proyectos de infraestructura ambiental (Freeman, 1999).

V. Costo total del proyecto

El costo del proyecto de base nominal sin contingencias se estima en \$66.5 millones. Aplicando una contingencia del 30% al costo base, el costo estimado sería \$79.1 millones. El valor actual acumulativo de operaciones y mantenimiento estimado más el monitoreo periódico es \$7.5 millones. Sobre una base de valor equivalente anual, usando una tasa de descuento del 7% durante un período de 50 años, estos costos acumulados de operaciones y mantenimiento y supervisión serían de aproximadamente \$550,000 por año.

VI. Situación actual y problema a solucionar

Durante las graves tormentas de 2011 y 2012 (incluida la “supertormenta Sandy” en 2012), se demostró la necesidad de mejorar la protección contra la erosión, la atenuación del oleaje y la resistencia social cuando la comunidad de Tottenville en Staten Island experimentó graves daños por el oleaje de tormenta. Además de las tormentas, la costa ha experimentado una erosión continua durante los últimos 35 años. Si bien los patrones de cambio de la costa oscilan entre la erosión y la acreción, la mayor parte de la costa en el área del proyecto ha experimentado erosión. En muchos lugares, las tasas de erosión promedian más de un pie por año y en una sección de la costa de Conference House Park la

tasa media de erosión es de 3 pies por año. Para poner estas tasas en contexto, la **Figura 1** muestra el cambio histórico de la costa en parte del área del proyecto durante los últimos 35 años.

Figura 1: Cambio histórico a largo plazo de la costa



(Fuente: SCAPE, FDR 30 Percent, 2016)

La necesidad de mejorar el hábitat dentro de la Bahía de Raritan ha sido bien documentada a través de evaluaciones e informes ecológicos que incluyen evaluaciones de hábitats del *Servicio Nacional de Pesquerías Marinas de Raritan Bay (National Marine Fisheries Service Raritan Bay)* y evaluaciones de moluscos del *Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York (New York State Department of Environmental Conservation Shellfish Assessments)* desarrolladas para la Administración de Drogas y Alimentos (Food and Drug Administration, FDA) en apoyo a su pesquería de chirla mercenaria (*Mercenaria mercenaria*) y al *Plan Integral de Restauración de Nueva York - Nueva Jersey para el Puerto de Nueva York (HRE-CRP)*.

El proyecto está adoptando un enfoque temático y espacial por capas para reducir el riesgo costero, restaurar y mejorar los hábitats importantes para los ecosistemas locales, mejorar el acceso al agua y comprometerse con los residentes a través de programas comunitarios y educativos directamente relacionados con los esfuerzos de resistencia costera y ecológica del proyecto. El proyecto es consistente con las Iniciativas de Protección Costera de la Ciudad de Nueva York y los estudios de planificación para el área de Tottenville, así como el HRE-CRP. Los esfuerzos y objetivos se guiaron por la evaluación de los hábitats en todo el puerto y sus funciones y valores utilizados en la redacción del *Plan Integral de Restauración (SCAPE, FDR30 Percent, 2016, Bain et. al., 2006)*.

VII. Riesgos que enfrenta la comunidad del área del proyecto

Sin el proyecto, la comunidad de Tottenville seguiría enfrentando riesgos asociados con la erosión continua de la costa, la vulnerabilidad a la acción incontrolada del oleaje y la energía destructiva del oleaje y la susceptibilidad continua a futuros daños y dislocaciones sociales. Estos tipos de impactos fueron experimentados y se hicieron más notables durante las graves tormentas de 2011 y 2012 (incluida la “supertormenta Sandy”) cuando la comunidad de Tottenville en Staten Island experimentó graves daños por oleaje de tormenta. Sin embargo, es evidente que sin el proyecto los cambios en curso en la costa de la comunidad afectarán la calidad de vida en el futuro. Además de las tormentas, la costa ha experimentado una erosión continua durante los últimos 35 años a tasas descritas en la **Figura 1**. Si bien los patrones de cambio de la costa oscilan entre la erosión y la acreción, la mayor parte de la costa en el área del proyecto ha experimentado erosión. Si no se abordan, estos patrones de erosión pueden alterar el carácter de la comunidad y generar continuas y costosas actividades de mantenimiento y restauración en el futuro. El estrechamiento de las playas significa una disminución de la protección contra la acción del oleaje, una mayor exposición de los elementos de la costa, como las dunas, a la erosión y la pérdida de importantes espacios públicos en la costa. De hecho, algunos segmentos de la playa de Tottenville no son accesibles en marea alta y con las actuales tasas de erosión y aumento del nivel del mar (SLR) la extensión de estas zonas solo aumentará.

VIII. Costos y beneficios

a. Costos del ciclo de vida

Los costos del ciclo de vida de la intervención durante la vida útil del proyecto son necesarios para el BCA y para determinar la viabilidad económica (es decir, si el valor actual acumulativo de los beneficios del proyecto excede el valor actual acumulado de los costos durante este período). Los costos del ciclo de vida del proyecto consisten tanto en costos de inversión del proyecto (costos iniciales de capital de construcción) como en costos anuales y recurrentes de operaciones y mantenimiento a largo plazo. Además, los costos de supervisión relacionados con la reglamentación se incluyen para los primeros cinco años de operaciones y los costos adicionales de supervisión (para la estructura de rompeolas más arrecife de ostras) se modelan para que se repitan a intervalos periódicos menos frecuentes (cada 5 años a partir de entonces) que se extienden a lo largo del horizonte temporal del proyecto de 50 años. Se incurrirá en costos periódicos de supervisión asociados con la supervisión de la integridad estructural y la evaluación de los rompeolas. Además, será necesaria la supervisión científica y el muestreo/mantenimiento de los esfuerzos de restauración ecológica. Estas actividades incurrirán en costos relacionados con la supervisión del hábitat de ostras y el crecimiento de la colonización a lo largo del tiempo para garantizar que se cumplan las metas y objetivos del proyecto.

Los costos de inversión del proyecto se obtuvieron de la Opinión de Costo Probable (OPC) para el diseño de 30% del Rompeolas Viviente (SCAPE, OCC y MFS, 2016). La **Tabla 1** muestra el desglose de los costos de inversión de capital del proyecto.

Tabla 1: Proyecto de Rompeolas Viviente: Opinión del costo probable (OPC) del escenario de diseño al 30%		
	OPC base (sin contingencias)	OPC recomendado con contingencia de 30%
Solamente rompeolas	\$56,400,000	\$67,900,000
Partidas presupuestarias adicionales	\$10,100,000	\$11,200,000
Total del proyecto del rompeolas:	\$66,500,000	\$79,100,000
Fuente: (SCAPE OCC MFS, 2016)		

Un análisis de sensibilidad proporcionado en la Sección IX.b. incluye los beneficios netos y las BCR calculados con contingencias completas y los excesos de costos de construcción simulados como parte de una prueba de estrés. Además, los archivos de trabajo del proyecto incluyen la hoja de cálculo completa de MS Excel de la Declaración de Recursos del Proyecto creada para este proyecto. El apéndice de la Declaración de Recursos del Proyecto contiene la organización por fases de los costos de capital aplicada durante los períodos de 2018 a 2020.

Los costos de operaciones y mantenimiento se estimaron sobre una base anual recurrente. Estos costos se relacionan con el funcionamiento del edificio del centro acuático y con el funcionamiento del rompeolas y las actividades de instalación del arrecife de ostras. Estos costos son para el mantenimiento anual requerido para la estructura del rompeolas y para actividades de restauración/colonización de ostras. Los costos anuales de operaciones y mantenimiento se estimaron multiplicando el 0.95% del costo de capital de la OPC base mostrado en la **Tabla 1**. Esta técnica se ha aplicado en la fase de diseño del 30% para las inversiones de capital. El uso de este factor da como resultado un costo de operaciones y mantenimiento anualmente recurrente de aproximadamente \$633,000 al año. Para este BCA, se supone que los costos de operaciones y mantenimiento comenzarán en el año 2020 (actividades posteriores a la construcción programadas para el primer trimestre). El BCA asumió que la supervisión periódica para el cumplimiento de permisos ocurriría durante los primeros cinco años, y luego se repetiría a intervalos de cinco (5) años a partir de entonces a un costo de \$150,000 por año.

Como marco de referencia para el centro acuático, Louis Berger comparó el costo anual de operación del Centro Ambiental Alley Pond (Alley Pond Environmental Center, APEC): una instalación con una estructura educativa dedicada a la naturaleza y las cuencas hidrográficas y un espacio para interpretaciones que ofrece exposiciones, acuarios y aulas, y cuenta con el apoyo de servicios públicos y personal dedicado. El APEC también opera un programa educativo y de alcance comunitario. Los costos anuales de operaciones y mantenimiento calculados para el proyecto Rompeolas Viviente estuvieron dentro de un rango razonable de los costos de sostenimiento anuales experimentados por la instalación del APEC según estados financieros recientes (APEC, 2016).

Como se mencionó anteriormente, los costos de inversión del Proyecto (construcción de capital) se obtuvieron del documento Opinión de Costo Probable para el diseño del 30% del proyecto (\$66.5

millones). Para calcular la BCR los costos de construcción organizaron en fases en un período de 19 meses que abarca los años 2018-2020 según el calendario de construcción previsto proporcionado por la GOSR.

b. Valores de resistencia

Los valores de resistencia son los beneficios que capturan la reducción del riesgo y los valores de prevención de riesgos y protección de infraestructura y propiedades ofrecidos por el proyecto. En el escenario de futuro con proyecto, estos valores se determinan a partir de los costos evitados en los que se hubiera incurrido en el escenario de futuro sin proyecto (en ausencia del Proyecto de Rompeolas Viviente). Un costo evitado en el que ya no se incurriría en la situación de un futuro con proyecto se cuenta como un beneficio anual en el análisis económico.

i. Reducción de daños esperados a la propiedad

Introducción

Los daños mitigados a las estructuras de las propiedades y los contenidos de los edificios, y los costos mitigados de interrupción y desplazamiento se cuantificaron utilizando una metodología que comparaba los daños y costos causados por varias tormentas en ambos escenarios: futuro con proyecto y futuro sin proyecto. En el escenario de futuro con proyecto se asume que se construirá el proyecto y que este tendría beneficios, y se asume que la duna existente sería de 9 pies NAVD88. En el escenario futuro sin proyecto se asume que no se construiría el proyecto, pero aún se consideraron los efectos de la duna existente. Por lo tanto, los daños y costos mitigados cuantifican los beneficios para el proyecto de Rompeolas Viviente, asumiendo que las dunas existentes están en su lugar. Los intervalos de tormentas analizados como parte del BCA incluyen eventos de tormentas de 10 años, 25 años, 50 y 100 años, sus niveles de inundación previstos y oleaje tanto para la corriente como para el aumento proyectado del nivel del mar de 30 pulgadas. Todos los supuestos se tomaron del Anexo A indicado anteriormente.

Dentro del BCA, los daños evitados de las tormentas se calculan utilizando el marco de *daños anuales esperados (Expected Annual Damages, EAD)*. El marco de EAD toma una suma promedio ponderada de varias tormentas (de magnitudes diferentes y ocurrencias de probabilidades anuales) y representa estos valores como una cifra anual de daños evitados dentro de la **Declaración de Recursos del Proyecto** aplicada para calcular la BCR (Louis Berger).

Los resultados del Informe de Diseño del 30% del proyecto se utilizaron para determinar los beneficios del proyecto con base en una reducción de la energía del oleaje.

El proyecto atenúa la energía del oleaje y reduce las alturas del oleaje entrante hasta un evento de tormenta de 100 años. La duna existente ofrece protección contra los niveles de agua asociados con tormentas frecuentes y pequeñas y un aumento del nivel del mar de menos de 9 pies. El análisis asumió que la duna no experimentaría erosión durante una tormenta. Sin embargo, los costos de mantenimiento de la duna evitados se contabilizaron en un análisis posterior. El proyecto atenúa la energía del oleaje y reduce las alturas del oleaje entrante. Mientras que la duna existente proporciona una protección de base contra inundaciones, el proyecto aumenta los beneficios existentes de las dunas al reducir las alturas del oleaje entrante permitiendo así a la duna proteger más eficazmente contra tormentas más graves y retardar o prevenir la erosión de la duna misma. Además, el proyecto mitiga los impactos de las olas en la costa, lo que reduce los costos de mantenimiento de la costa.

Métodos y datos aplicados

Se utilizó un enfoque que utiliza sistemas de información geográfica (Geographic Information Systems, GIS) para cuantificar los costos y beneficios. El enfoque utilizó capas ArcGIS y GIS para determinar las propiedades reales afectadas por tormentas. Los datos resultantes se utilizaron para cuantificar los daños y costos. El enfoque es similar al utilizado por HAZUS¹ y la metodología estandarizada de la FEMA para estimar las pérdidas potenciales. Si bien es compatible con los enfoques antes mencionados, el enfoque utilizado para este estudio proporciona una mayor especificidad en cuanto a los *tipos* de daños cuantificados, los *datos* utilizados para cuantificar los daños y las *tormentas* estudiadas. Debido a que las dos metodologías son similares, ya que ambas utilizan funciones de daño de profundidad (Depth Damage Functions, DDF), se esperan resultados similares. Los conjuntos de datos utilizados para este BCA se describen a continuación:

Datos preliminares de peligro de inundación de la FEMA

La FEMA proporciona productos de mapas que describen áreas susceptibles a inundaciones y daños por oleaje para eventos de 100 y 500 años. La FEMA proporciona versiones preliminares de estos productos de mapas que ofrecen a los usuarios una mirada temprana al riesgo proyectado de una comunidad por peligros de inundación. Debido a que este estudio evalúa los daños y costos mitigados en futuros escenarios en los que el proyecto esté construido, se utilizaron las versiones preliminares de estos productos de mapas, ya que representan mejor los escenarios futuros.

Funciones de daño de profundidad del Estudio Integral de la Costa Atlántica del Norte del USACE

El Estudio Integral de la Costa Atlántica del Norte del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (United States Army Corps of Engineers, USACE) incluyó un Apéndice al Informe Resumido de Función de Daño de Profundidad Física. Los análisis anexados fueron el resultado de un taller que desarrolló relaciones de daño de profundidad solicitando opiniones de panelistas expertos que incluyen ingenieros costeros y estructurales, tasadores, restauradores y modeladores de catástrofes de la

¹ Hazus es una metodología estandarizada aplicable a nivel nacional que calcula las pérdidas potenciales a causa de terremotos, vientos huracanados e inundaciones. La Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (Federal Emergency Management Agency, FEMA) desarrolló Hazus en virtud de un contrato con el Instituto Nacional de Ciencias de la Construcción (National Institute of Building Sciences, NIBS). (<https://www.fema.gov/hazus-mh-overview>)

industria de seguros (NACCS, 2015). En los talleres, los panelistas utilizaron su experiencia y conocimiento experto sobre recientes tormentas para medir las relaciones profundidad-daño. Las relaciones de profundidad-daño cuantificadas, denominadas funciones de daño de profundidad (DDF) se usan en estudios de implementación del USACE y ayudan a reducir la duración y los costos de los estudios. Las funciones de daño de profundidad cuantifican los daños físicos a las estructuras y contenidos de los edificios causados por diversas tormentas. Las funciones de daño de profundidad estipulan los daños como un porcentaje del valor de la propiedad, dependiendo de la profundidad de la inundación o la altura del oleaje. Las curvas estiman un valor de daño de estructura y contenido como un porcentaje del valor de mercado con base en la profundidad de la inundación o la altura del oleaje. Como se mencionó anteriormente, luego los daños se expresan como daños anuales esperados (EAD) y tienen en cuenta las diversas probabilidades anuales de tormentas de magnitudes variables y las posibilidades anuales de ocurrencia. Como supuestos simplificadores, las funciones de daño de profundidad no consideran los siguientes factores en el análisis de daños: edad de la construcción, uso del sótano, calidad de la construcción, códigos de ciudades, presencia de dunas o de malecones, diseño de vestíbulo, válvulas de retroceso y disposición de sistemas mecánicos, eléctricos y de plomería.

Listados de propiedades tasadas del Departamento de Finanzas de la Ciudad de Nueva York

Los valores de las propiedades del área de estudio se obtuvieron de los listados de propiedades tasadas proporcionados por el Departamento de Finanzas de la Ciudad de Nueva York (NYC Department of Finance). Los listados de propiedades tasadas son bases de datos oficiales actualizadas anualmente que incluyen información detallada sobre las propiedades de la ciudad de Nueva York, incluidos los valores evaluados y de mercado. Los listados de propiedades tasadas incluyen datos para todas las clases de impuestos, definidas de la siguiente manera:

- Clase fiscal 1: Propiedad residencial de hasta tres unidades y condominios de no más de tres pisos
- Clase fiscal 2: Propiedades residenciales más grandes que las definidas para la clase fiscal 1
- Clase fiscal 3: Propiedad de servicios públicos
- Clase fiscal 4: Propiedad comercial o industrial

MapPLUTO del Departamento de Planificación Urbana de la Ciudad de Nueva York

La ubicación de cada propiedad definida en los listados de propiedades tasadas se identificó usando los datos de MapPLUTO, del Departamento de Planificación Urbana de NYC (NYC Department of City Planning). Los datos de MapPLUTO son archivos en formato shapefile de ArcGIS que delimitan el contorno de cada propiedad según lo definido por el Mapa Fiscal Digital del Departamento de Finanzas de NYC. Los datos de MapPLUTO también incluyen un amplio uso de la tierra y datos geográficos para cada propiedad.

Estructura y contenido de la propiedad

Los daños a las estructuras y su contenido son un componente clave de las tormentas y los daños por el oleaje. Las estructuras y su contenido constituyen los activos financieros de los propietarios e inquilinos, y los daños a estos activos afectan negativamente el bienestar económico de las personas afectadas. Los daños pueden producirse a causa de las inundaciones que afectaron la estructura y su contenido o la acción del oleaje que causa daños estructurales. La magnitud de los daños a las estructuras y contenidos es proporcional a la profundidad de inundación de la estructura y se puede modelar como un porcentaje

del valor de la propiedad. Las funciones de daño de profundidad representan esta relación matemática entre la profundidad de la inundación y el porcentaje de daño. Las funciones de daño de profundidad del Estudio Integral de la Costa Atlántica del Norte del USACE también se pueden usar para estimar los daños producto del oleaje con base en la profundidad del oleaje en la estructura.

Metodología

Tormentas e impactos del oleaje

El BCA ha cuantificado daños a las estructuras y contenidos de las propiedades mitigadas por el proyecto. Como se indicó anteriormente, se cuantificaron los daños mitigados de los eventos de tormentas de 10, 25, 50 y 100 años y sus impactos de inundaciones y oleaje relacionados en los escenarios actuales y proyectados de aumento del nivel del mar de 30 pulgadas. Los niveles de agua y las alturas del oleaje asumidas para cada evento se muestran en la **Tabla 2** a continuación.

Período de retorno	Probabilidad anual	Período de tiempo	"Hoy"		Con aumento del nivel del mar de 30"	
			Elevación de aguas tranquilas (pies, NAVD88)	Altura significativa del oleaje (pies)	Elevación de aguas tranquilas (pies, NAVD88)	Altura significativa del oleaje (pies)
10 años	10%	Hoy	8.1	3.9	10.6	3.9
25 años	4%	Hoy	9.3	4.3	11.8	4.3
50 años	2%	Hoy	11.3	4.9	13.8	4.9
100 años	1%	Hoy	12.9	5.3	15.4	5.3

Se utilizaron las funciones de daño de profundidad especificadas en el *Estudio Integral de la Costa Atlántica del Norte (North Atlantic Coast Comprehensive Study, NACCS)* de la USACE. Se utilizaron funciones separadas de daño de profundidad para propiedades residenciales y comerciales y para daños por inundaciones y oleaje. Para las propiedades residenciales, el análisis utilizó la función de daño de profundidad para un apartamento de una sola planta sin sótano. Esta función de daño de profundidad se utilizó en el análisis porque los valores eran menores que los de una residencia de un solo piso. Por lo tanto, este supuesto proporcionaría una estimación conservadora de los beneficios. Aproximadamente el 40% de las propiedades residenciales en el área de estudio tienen más de una unidad residencial. Para las propiedades comerciales, el análisis utilizó la función de daño de profundidad para una construcción comercial de ingeniería. Se utilizaron los valores de la función de daño de profundidad para el escenario "más probable". **Las tablas 3 a 6** muestran estas funciones de daño de profundidad.

<p>Tabla 3: Propiedades residenciales: daños a la estructura y el contenido producto de las inundaciones como un porcentaje del valor de la propiedad</p>
--

Profundidad de la inundación (ft)	Daños a la estructura (%)	Daños al contenido (%)
-1	0%	0%
-0.5	0%	0.0%
0	10%	4%
0.5	16%	14%
1	25%	28%
2	35%	45%
3	43%	60%
5	60%	81%
7	68%	100%

Tabla 4: Propiedades comerciales: daños a la estructura y el contenido producto de las inundaciones como un porcentaje del valor de la propiedad

Profundidad de la inundación (ft)	Daños a la estructura (%)	Daños al contenido (%)
-1	0%	0%
-0.5	0%	0.0%
0	5%	5%
0.5	10%	18%
1	20%	35%
2	30%	39%
3	35%	43%
5	40%	47%
7	53%	70%
10	58%	75%

Tabla 5: Propiedades residenciales: daños a la estructura y el contenido producto del oleaje como un porcentaje del valor de la propiedad		
Profundidad de crestas del oleaje (ft)	Daños a la estructura (%)	Daños al contenido (%)
-1	0%	0%
0	0%	3.5%
1	25%	30%
2	38%	50%
3	90%	90%
5	100%	100%

Tabla 6: Propiedades comerciales: daños a la estructura y el contenido producto del oleaje como un porcentaje del valor de la propiedad		
Profundidad de crestas del oleaje (ft)	Daños a la estructura	Daños al contenido
-1	0%	0%
0	0%	3.0%
1	9%	18%
2	20%	30%
3	33%	41%
5	55%	75%
7	65%	95%
10	82%	95%

Los daños mitigados para el proyecto se cuantificaron como la diferencia entre los daños en los escenarios futuro sin proyecto y futuro con proyecto. Para el proyecto Rompeolas Viviente se utilizó el escenario de reducción del oleaje según el modelo del *Informe Final de Diseño del 30%*. Se suponía que las dunas existentes tenían una elevación de cresta de 9 pies NAVD88 que era la elevación promedio a lo

largo de la alineación de las dunas. Las dunas también proporcionan una reducción del oleaje ya que podemos asumir que la altura máxima de una ola se reduce al 78% de la profundidad del agua sobre cualquier característica basada en la Guía para Análisis y Elaboración de Mapas de Riesgos de Inundación de la FEMA.ⁱ

Para el escenario de futuro sin proyecto y de futuro con proyecto, existen dos posibilidades: las propiedades no se inundarían debido a la elevación de su terreno o las propiedades se inundarían y causarían daños a causa del oleaje y el anegamiento. En el escenario de futuro con proyecto, las propiedades inundadas experimentarían una profundidad de oleaje menor que en el escenario de futuro sin Proyecto debido a los efectos de reducción del oleaje del proyecto. El daño de las olas fue asumido solamente para propiedades de la Zona V Preliminar de la FEMA. Para el escenario de hoy, no se ubicaron edificios en la Zona V Preliminar de la FEMA. Para los escenarios de aumento del nivel del mar de 30" se estimó una Zona V "futura" agregando 30" a la elevación del terreno en la extensión hacia tierra de la Zona V Preliminar de la FEMA. Los edificios dentro de esta "futura" Zona V se muestran en la **Figura 2** a continuación. Se supone que la Zona V (utilizada para tormentas de 100 años) es la misma para otras tormentas. Se asume que todos los edificios además de la primera fila de edificios hacia tierra de Raritan Bay experimentan daños a causa del oleaje.

Figura 2: Edificios en la futura potencial Zona V (se asume un aumento del nivel del mar de 30")



Service Layer Credits: Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AEX, Getmapping, Aerogrid, IGN, IGP, swisstopo, and the GIS User Community

Este marco lógico para estimar los daños producto de la inundación y el oleaje se representa en la **Figura 3** a continuación. El marco de este diagrama se utiliza tanto para los valores residenciales como comerciales y para los escenarios con y sin proyecto. La diferencia en los daños mitigados de cada escenario refleja el riesgo mitigado del proyecto.

Figura 3: Marco lógico para calcular los daños por cada propiedad



Resultados

Los daños mitigados para cada evento descrito anteriormente se muestran en la **Tabla 7** a continuación. Se sufrirían daños mitigados para la tormenta de 100 años de hoy y para tormentas de 50 años y 100 años con un aumento del nivel del mar de 30". Para todas las otras tormentas, la duna existente proporcionaría suficiente atenuación del oleaje para evitar daños producto del oleaje a los edificios, incluso sin el rompeolas. Sin el rompeolas, la duna podría perderse debido al daño producto del oleaje y la erosión; sin embargo, a los efectos del análisis de costo y beneficios, se asume que la duna se mantiene en buenas condiciones y los costos evitados de este mantenimiento con el proyecto se incluyen en la sección siguiente sobre la erosión evitada de la costa y la reconstrucción de dunas.

A medida que aumenta la gravedad de las tormentas, el daño mitigado aumenta debido a la extensión geográfica evitada y a la profundidad evitada de las inundaciones y del oleaje. Esto se debe a que, a medida que la extensión geográfica y la profundidad de la inundación de las propiedades aumentan con la gravedad de la profundidad de la tormenta, más propiedades se ven afectadas y cada propiedad se ve más afectada por tormentas de alta gravedad. Por lo tanto, la mitigación de las tormentas de mayor gravedad causaría la mitigación de un número mayor de propiedades y de la extensión de los daños para cada propiedad.

Tabla 7: Daños mitigados a las estructuras y sus contenidos producto de inundaciones y el oleaje

Período de retorno	Probabilidad anual	Período de tiempo	Daños mitigados para propiedades residenciales (MD)	Daños mitigados para propiedades comerciales (MD)	Daños mitigados para todas las propiedades (MD)	EAD: Daños anuales esperados
100 años	1%	Hoy	\$5,689,880		\$5,689,880	\$56,899
50 años	2%	Con aumento del nivel del mar de 30"	\$28,931,890	\$441,900	\$29,373,790	\$587,476
100 años	1%	Con aumento del nivel del mar de 30"	\$84,074,417	\$898,530	\$84,972,947	\$849,729

Los daños anuales esperados convierten el total de daños mitigados por tormenta en el equivalente de probabilidad anual. Los daños anuales se ingresaron en cada año respectivo durante el período de evaluación de 50 años. El valor de 2016 fue el año base. Para los daños esperados de probabilidad anual de los años siguientes, los años intermedios se calcularon aplicando interpolación lineal desde el año base hasta el año esperado que experimentaría las 30 pulgadas de aumento del nivel del mar. Por lo tanto, la suma total por año (t) para los daños de EAD_t sería igual a la siguiente combinación de daños ajustados por riesgo ([MD] x [1/Período de retorno]) mostrados en la **Ecuación 1**.

$$EAD_t = \sum ([MD]_{100 \text{ años}} \times 1\% + [MD]_{50 \text{ años}} \times 2\% + [MD]_{100 \text{ años}} \times 1\%) \quad (\text{Ecuación 1})$$

ii. Reducción de costos de desplazamiento

Durante las tormentas, los inquilinos tanto de las propiedades residenciales como de las comerciales se ven obligados a evacuar sus hogares y negocios. Los costos de desplazamiento consisten en los daños asociados con esta evacuación forzada. El costo de desplazamiento consiste en “un costo de interrupción único junto con un costo de alquiler mensual recurrente por la duración del desplazamiento”. (FEMA, 2011)

Metodología

El BCA cuantificó los costos de desplazamiento que serían mitigados por el proyecto. Se cuantificaron los daños mitigados por cada tormenta descrita en la sección anterior de **Estructura y contenido de la propiedad**. Para esta tarea se aplicó la metodología de BCA de la FEMA para cuantificar los costos de desplazamiento. Como se describió anteriormente, los costos de desplazamiento representan la suma de un costo de interrupción único y un costo de desplazamiento recurrente por la duración del desplazamiento. Esta relación se muestra en la **Ecuación 2** a continuación.

$$\begin{aligned}
 \text{Costo de desplazamiento} & \qquad \qquad \qquad \text{(Ecuación 2)} \\
 & = (\text{Costo de interrupción} * \text{Superficie de suelo}) \\
 & + (\text{Costo de alquiler} * \text{Superficie de suelo} \\
 & \qquad * \text{Duración del desplazamiento})
 \end{aligned}$$

Se asumió que el costo de desplazamiento era linealmente proporcional al costo de alquiler del edificio. Tanto los costos de alquiler como los de interrupción se calcularon como un valor por pie cuadrado dependiendo del tipo de ocupación: residencial unifamiliar, residencial multifamiliar o comercial. Estos valores por pie cuadrado se obtuvieron del documento de Reingeniería del Análisis de Costos y Beneficios de la FEMA, y se muestran en la **Tabla 8** a continuación (FEMA, 2011). Se asumió que la duración del desplazamiento depende tanto del tipo de ocupación como de la profundidad de la inundación, y se muestra en la **Tabla 9** a continuación.

Tipo de ocupación	Costo de alquiler (2008, \$/ft ² /mes)	Costos de interrupción (2008, \$/ft ²)	Costo de alquiler (2016, \$/ft ² /mes)	Costos de interrupción (2016, \$/ft ²)
Área unifamiliar	0.73	0.88	0.82	0.99
Área multifamiliar	0.65	0.88	0.73	0.99
Área de comercio minorista	1.25	1.16	1.40	1.30

Tipo de ocupación	Desplazamiento para 0' - 4'	Desplazamiento para 4' - 8'	Desplazamiento para más de 8' (dentro de la llanura aluvial)	Desplazamiento para más de 8' (fuera de la llanura aluvial)
Área unifamiliar	12	15	24	18
Área multifamiliar	14	15	18	24
Área de comercio minorista	14	15	18	24

La superficie de suelo en pies cuadrados de cada edificio dentro de las áreas afectadas se obtuvo de los datos de *MapPLUTO del Departamento de Planificación Urbana de la Ciudad de Nueva York*. Los datos también contenían información sobre el uso de la tierra que se utilizó para determinar el tipo de ocupación de cada edificio. La metodología descrita anteriormente en la sección **Estructura y contenido de la propiedad** se utilizó para determinar los niveles de agua en cada propiedad en cada escenario de tormenta.

Resultados

Los daños mitigados para cada tormenta se muestran a continuación en la **Tabla 10**. Tanto las dunas existentes como el proyecto de Rompeolas Viviente contribuyen a los costos mitigados debido a sus efectos de prevención de inundaciones y reducción del oleaje. Los daños anuales esperados se muestran a continuación en la **Tabla 10**. Al igual que los daños mitigados a la estructura y contenidos de la propiedad, los costos de desplazamiento mitigados se incurrieron solo para tormentas de 50 años y 100 años con un aumento del nivel del mar de 30". En estas tormentas, el proyecto proporcionó reducciones a la energía del oleaje que causaron una reducción cuantificable en el tiempo de desplazamiento y de interrupción.

Tabla 10: Costos de desplazamiento mitigados						
Período de retorno	Probabilidad anual	Período de tiempo	Daños mitigados para propiedades residenciales	Daños mitigados para propiedades comerciales	Daños mitigados para propiedades comerciales	EAD: Daños anuales esperados
50 años	2%	Con aumento del nivel del mar de 30"	\$2,161,535	\$157,250	\$2,318,785	\$46,376
100 años	1%	Con aumento del nivel del mar de 30"	\$8,076,002	\$8,764	\$8,084,766	\$80,848

iii. Reducción de víctimas esperadas (mortalidad y lesiones)

Estimaciones proyectadas de mortalidad y lesiones

Las estimaciones de mortalidad se desarrollaron asumiendo que los impactos serían comparables a los de un evento del tipo de la supertormenta Sandy y un período de retorno de tormenta de 100 años extrapolado durante el período de evaluación del proyecto de 50 años (horizonte de planificación). El expediente histórico se examinó y se reportaron dos muertes individuales para la sección de Tottenville de Staten Island (Annese, 2012). Estas muertes de Sandy se relacionaron con individuos que fueron arrastrados por la tormenta debido al daño producto del oleaje a las estructuras que ocuparon. Las muertes por ahogamiento pueden estar causadas por la alta velocidad del agua en movimiento que desestabiliza, potenciada por la acción del oleaje. Además, pueden presentarse lesiones como laceraciones mientras las víctimas de la tormenta son empujadas contra objetos punzantes por el agua

en movimiento potenciada por el oleaje. Por lo tanto, el BCA incluye probables beneficios de mortalidades evitadas y lesiones asociadas, que se atribuirían a las propiedades de atenuación del oleaje del proyecto de Rompeolas Viviente. El cálculo de los daños anuales esperados aplicado para este BCA en el horizonte de evaluación del proyecto de 50 años se basa en el evento de probabilidad anual de 1%. El cálculo del factor de ajuste adapta la estimación monetaria total del valor de vidas estadísticas (Value of Statistical Lives, VSL) para dos muertes esperadas en un factor del 1% (período de retorno recíproco: 1/100) cada año durante el período de proyección. El factor del 1% también se aplica a las lesiones estimadas proyectadas.

Parámetros y supuestos aplicados

La **Tabla 11** muestra los parámetros y supuestos clave aplicados a los estimados de mortalidad y lesiones.

Tabla 11: Parámetros y supuestos aplicados a los estimados de mortalidad y lesiones		
	Parámetros	Valor
	Tasa de descuento	0.07
\a	Muertes esperadas evitadas:	2
	Período de retorno de tormentas	100
	Tormenta anual con un 1% de probabilidad	0.01
	Tasa de mortalidad (% de la población base en riesgo)	0.274%
\b	Tasa de lesiones:	10.4%

La tasa de mortalidad mostrada en la **Ecuación 3** se calculó como el número de muertes notificadas dividido por la población estimada en riesgo mostrada a continuación en la **Tabla 12**. Esta tasa de mortalidad se aplicó a la población proyectada en riesgo durante el horizonte temporal del período de proyección.

Tasa de mortalidad = $[2 / 730] \times 100 = 0.274\%$ **(Ecuación 3)**

Población en riesgo

El análisis de la población en riesgo se basó en el registro histórico y la población base para el número de hogares ubicados dentro de la zona de riesgo de la FEMA para el área del proyecto de Tottenville, Staten Island. Se aplicó un área de amortiguación para tener en cuenta los residentes afectados por la supertormenta Sandy que también resultaron heridos por la tormenta, y que estaban ubicados en las adyacencias de las zonas designadas por la FEMA pero fuera de las zonas de riesgo de inundación (CDC, 2014). La **Tabla 12** muestra los datos que se utilizaron para estimar la población en riesgo.

Tabla 12: Datos aplicados para estimar la población en riesgo		
Datos	Valor	Fuente

Datos	Valor	Fuente
Tamaño promedio del hogar	2.99	2010 Census, Tottenville/EIS
Unidades residenciales (zona FEMA + amortiguación)	244	
Población en riesgo estimada	730	

Tasas de crecimiento de la población

Las tasas de crecimiento de la población aplicadas a la población base en riesgo en las proyecciones se obtuvieron de las proyecciones de población del Consejo Metropolitano de Transporte de Nueva York (New York Metropolitan Transportation Council, NYMTC) para la zona de análisis de tráfico (Traffic Analysis Zone, TAZ) 2206 (NYMTC, 2016). La **Tabla 13** muestra los niveles de población para esta TAZ correspondiente al área de Tottenville, Staten Island y las tasas de crecimiento anuales calculadas.

Año	Población	% de crecimiento	CAGR (intervalos de 5 años)
2010	4259		
2015	4490	5.4%	1.1%
2020	4618	2.9%	0.6%
2025	4617	0.0%	0.0%
2030	4617	0.0%	0.0%
2035	4617	0.0%	0.0%
2040	4617	0.0%	0.0%
2045	4617	0.0%	0.0%
2050	4617	0.0%	0.0%

Fuente: \c NYMTC

La tasa de lesiones se obtuvo de un informe de los *Centros de Control de Enfermedades (Centers for Disease Control, CDC)* publicado después de la supertormenta Sandy. Este estudio titulado *Lesiones no fatales una semana después del huracán Sandy: área metropolitana de la Ciudad de Nueva York (Nonfatal Injuries 1 Week after Hurricane Sandy — New York City Metropolitan Area)* de octubre de 2012 examinó las lesiones reportadas una semana después de Sandy por área (CDC, 2014). El estudio encontró que, de la población en riesgo, el 10.4% sufrió una lesión en la primera semana después de Sandy (CDC, 2014). La **Tabla 14** muestra los datos que se aplicaron para calcular el número de base anual de lesiones probables sufridas.

Parámetro	Valor	Nota
Población en riesgo estimada	730	
Tasa de lesiones:	10.4%	\a sufrió una lesión en la primera semana después de Sandy

Porcentaje con 2 o más lesiones:	70%	\a
Lesiones promedio por persona (para el 70%)	3.1	" "
Número estimado de lesiones a nivel de la población base:	75.87	Estimación de la población en riesgo
70% población con un estimado de 3.1 lesiones	53	\a
Población restante, 1 lesión asignada	22.76	
Lesiones totales estimadas	187	
Fuente: \a CDC. MMWR / October 24, 2014 / No. 42		

La tasa de lesiones se aplicó a la población proyectada en riesgo durante el período de evaluación del proyecto para calcular el número esperado de lesiones no mortales ajustado por el número de lesiones múltiples sufridas por el 70% de la población afectada en riesgo. Según la Tabla 2 del *Estudio de los CDC*, la gravedad de las lesiones reportadas fueron en su mayoría cortes en los brazos, piernas y manos, y distensiones de espalda, piernas y pies. Se hicieron referencias cruzadas de estos tipos de lesiones a la Escala Abreviada de Lesiones (Abbreviated Injury Scale, AIS) más probable sugerida para el uso por la Guía del HUD para el Análisis de Costos y Beneficios (HUD CDP 16-06). La **Tabla 15** reproduce la tabla AIS a continuación.

Tabla 15: Muestra seleccionada de lesiones por la Escala Abreviada de Lesiones (AIS)		
AIS	Gravedad de las lesiones	Lesiones seleccionadas
1	Menor	Abrasión superficial o laceración de la piel; torcedura de dedos; quemadura de primer grado; traumatismo craneal con cefalea o mareos (sin otros síntomas neurológicos).
2	Moderada	Mayor abrasión o laceración de la piel; conmoción cerebral (inconciencia por menos de 15 minutos); aplastamiento/amputación de dedos o dedos del pie; fractura pélvica cerrada con o sin luxación.
3	Seria	Laceración importante de un nervio; fractura múltiple de la costilla (pero sin tórax inestable); contusión de órganos abdominales; aplastamiento/amputación de la mano, el pie o el brazo.
4	Grave	Ruptura del bazo; aplastamiento de pierna; perforación de la pared torácica; conmoción cerebral con otros síntomas neurológicos (inconciencia por menos de 24 horas).
5	Crítica	Lesión de la médula espinal (con sección medular completa); quemaduras extensas de segundo o tercer grado; conmoción cerebral con síntomas neurológicos graves (inconciencia por más de 24 horas).
6	Imposible sobrevivir	Lesiones que, a pesar de no ser mortales dentro de los primeros 30 días después de un accidente, finalmente ocasionan la muerte.
Fuente: HUD CPD-16-06		

Por lo tanto, las lesiones estimadas se asignaron como AIS 1 Menor dado que correspondían a AIS 1.

Estimación del coste monetario evitado de la mortalidad y las lesiones

Para estimar el costo monetario evitado de muertes y lesiones proyectadas se aplicó la fuente de la Guía del HUD *Tabla 2-2: Factores de pérdida relativa por nivel de gravedad de las lesiones, (para uso con tasas de descuento del 3% o 7%)* (HUD CPD-16-06) . El número acumulado de muertes y lesiones se valoró aplicando los valores del dólar en 2016 a estas estimaciones de lesiones por año.

Tabla 16: Factores de pérdida relativa por nivel de gravedad de la lesión (para uso con tasas de descuento del 3% o 7%)				
Código AIS	Descripción de las lesiones	Fracción del VSL	Valor del dólar en 2015	Valor del dólar en 2016
AIS 1	Menor	0.003	\$28,800	\$29,287
AIS 2	Moderada	0.047	\$451,200	\$458,828
AIS 3	Seria	0.105	\$1,008,000	\$1,025,042
AIS 4	Grave	0.266	\$2,553,600	\$2,596,773
AIS 5	Crítica	0.593	\$5,692,800	\$5,789,047
AIS 6	Imposible sobrevivir/fatal	1	\$9,600,000	\$9,762,305

Fuentes:
 Ver HUD CPD-16-06, página 9. Tenga en cuenta que la tabla original encontrada en la Guía del HUD se actualizó según la tabla denominada "Factores de pérdida relativa por nivel de gravedad de lesiones, (para uso con tasas de descuento del 3% o 7%)" procedente del documento de la FAA, <<econ-value-section-2-tx-values.pdf>>
https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/benefit_cost/media/econ-value-section-2-tx-values.pdf
 U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, CPI

Se calcularon los valores anuales combinados para los costos evitados proyectados de mortalidad y el costo evitado de lesiones en el paso final del procedimiento de valoración. Luego, los valores anuales proyectados se descontaron a valores actuales aplicando la tasa de descuento del 7% de la Guía para el BCA del HUD (HUD CPD-16-06).

iv. Costos evitados por tratamientos de salud mental

Después de la supertormenta Sandy, los investigadores cuantificaron la incidencia de casos de depresión, ansiedad y Trastorno de Estrés Postraumático (Post Traumatic Stress Disorder, PTSD) en las poblaciones afectadas en la región metropolitana de Nueva York. En un estudio titulado, *El impacto del huracán Sandy en la salud mental de los residentes del área de Nueva York (The Impact of Hurricane Sandy on the Mental Health of New York Area Residents)*, Schwartz et. al. (2015) aplicaron modelos de regresión logística multivariable para examinar las relaciones entre la exposición a la supertormenta Sandy y la depresión, la ansiedad y el Trastorno de Estrés Postraumático (PTSD). Se informó de casos de depresión probable en el 33.4% de los participantes, casos de ansiedad probable en el 46% y PTSD en el 21.1%. El aumento de la exposición a la supertormenta Sandy se asoció con una mayor probabilidad de depresión incluso después de controlar factores demográficos que se sabe que aumentan la susceptibilidad a problemas de salud mental (Schwartz, et al., 2015).

Para cuantificar el costo monetario del tratamiento de salud mental evitado para la depresión y la ansiedad, este BCA aplica los resultados de la tasa de incidencia de PTSD de 21% a la estimación de la población expuesta calculada para el área de Tottenville, Staten Island para el estimado de víctimas. A partir de este subconjunto afectado por la depresión de los residentes del área, el BCA luego aplicó el costo total actualizado de tratamiento por persona para la atención de salud mental que es utilizado por la FEMA (FEMA, 2012). Luego, este valor del costo de tratamiento de salud mental se ajustó para las posibilidades anuales esperadas de las tormentas modeladas en las estimaciones de daños a la propiedad evitados.

v. Costos evitados por pérdida de productividad

El BCA aplicó la metodología establecida por la FEMA para calcular los costos de productividad perdida evitados para la cohorte que probablemente experimentaría problemas de salud mental, ansiedad y depresión calculada anteriormente. La FEMA también publicó pérdidas de productividad por trabajador por día en su guía suplementaria (FEMA, 2012). Estos valores se ajustaron a valores actuales del dólar en 2016 según la Guía de HUD. Para calcular el número de asalariados que probablemente serían improductivos debido a problemas de salud mental y ansiedad, la tasa de participación en la fuerza laboral de 62.7% se aplicó al grupo de individuos estimado a partir de la población expuesta del área de alineación del proyecto que probablemente experimentaría PTSD y ansiedad. Luego, este valor de estimación de costo evitado de productividad perdida se ajustó (anualizó) para las probabilidades anuales esperadas de tormentas modeladas en las estimaciones de daños evitados a propiedades.

vi. Costos evitados de reconstrucción por erosión de la costa o la duna

Los beneficios de la erosión de la costa se basaron en el costo de restaurar y reemplazar las yardas cúbicas de la costa que se habrían perdido anualmente durante el período de evaluación de 50 años en el escenario de futuro sin proyecto. Esta medida es una forma de estimar el valor económico de la tierra perdida que se produciría en ausencia del proyecto sin ninguna intervención que detenga la erosión. El proyecto Rompeolas Viviente evitaría estos costos de mantenimiento y restauración con el tiempo. Debido al creciente interés en los proyectos de restauración y relleno de playas en el área de Nueva York y Nueva Jersey, el equilibrio del mercado de oferta y demanda de materiales de relleno ha ocasionado precios más altos (SCAPE Apéndice D, 2016). Desde esta perspectiva, el proyecto ofrece beneficios económicos sustanciales, ya que los costos iniciales de inversión darían lugar a ahorros sustanciales de costos de mantenimiento periódico durante el período de evaluación de 50 años.

La estimación de costos evitados se basa en el volumen (yardas cúbicas) de materiales que serían reemplazados en varios intervalos a lo largo del tiempo. Bajo el escenario de futuro sin proyecto, los resultados del modelado han indicado que el cambio proyectado de la costa con la erosión ascendería a 12,940 yardas cúbicas por año durante el horizonte de planificación de 50 años. El volumen total evitado de colocación de arena del proyecto se estimó en 647,000 yardas cúbicas. El costo por yarda cúbica (\$101/yd³) se obtuvo del análisis de la opinión de costo probable y refleja las condiciones actuales del mercado local como se describió anteriormente. El equipo de diseño caracterizó este proceso con base

en las tasas históricas de erosión que se produjeron durante el período comprendido entre 1978-2012. Sin el proyecto, se espera que esta erosión ocurra en toda la costa afectada por el proyecto dentro de un rango de 5000 a 6000 pies lineales (Arcadis, 9 de diciembre de 2016).

Además, la zona del proyecto es susceptible a las condiciones costeras oceánicas de Staten Island en circunstancias de tormenta/erosión, debido al efecto regional de embudo/oleaje que la hace comparable a los ambientes oceánicos en términos de erosión inducida por tormentas. El vértice del ancón de Nueva York siempre experimenta niveles de oleaje anormalmente altos atribuibles al ángulo recto conformado por las costas de Long Island y Nueva Jersey que aumenta significativamente los niveles de oleaje de marea de tempestad dondequiera que un huracán ha llegado a tierra en el vértice del ancón de Nueva York (Coch 2015).

Las estimaciones de los costos de restauración de la costa y de las intervenciones de los proyectos de relleno (que se evitarían con el proyecto Rompeolas Viviente) se apoyan en una revisión de los estudios de casos examinados con el propósito de evaluar los volúmenes históricos reales de materiales de relleno que se movilizarían (por proyecto) para la protección de la costa. Estos estudios de caso se revisaron para obtener una idea del volumen de materiales asociado con proyectos reales en la zona costera de Nueva York por pie lineal de proyecto de protección de la costa. Se dispuso de ubicaciones de playa seleccionadas para la costa de Nueva York y estas proporcionaron una indicación del volumen de materiales movilizados para estos proyectos (BND, 2016).

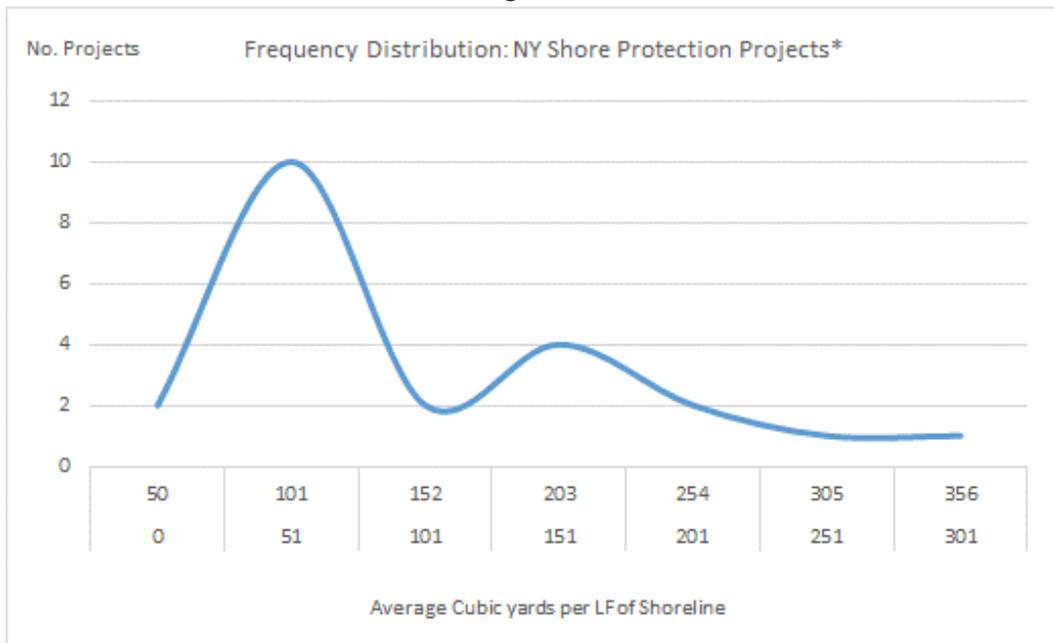
Figura 4
Dinámica ilustrativa de la costa: cambio histórico observado de la costa
Desde 1978 hasta la primavera de 2012 (antes de Sandy)



Fuente: Modeling Report. Arcadis

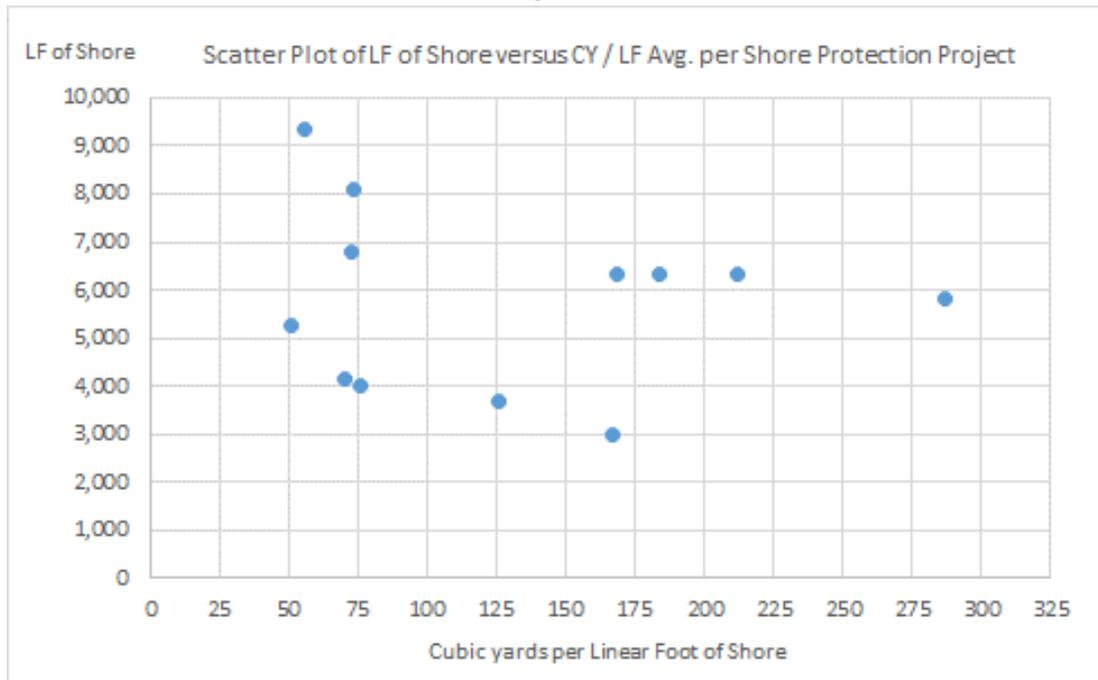


Figura 5:



La **Figura 5** muestra una distribución bimodal de proyectos y los volúmenes medios de material por pie lineal (LF) de costa. Por lo menos 10 proyectos muestran volúmenes de llenado de entre 51 y 101 yardas cúbicas por LF de costas protegidas. También se preparó un diagrama de dispersión para las costas con una longitud cercana a la longitud del área de alineación del proyecto. La **Figura 6** muestra el diagrama de dispersión de LF de los proyectos de protección de la costa en comparación con las yardas cúbicas por LF de materiales movilizados. Los proyectos con longitudes de costa de entre 4,000 y 7,000 pies lineales se caracterizaron por cantidades de yd^3/LF de entre 50 y $75 yd^3/LF$.

Figura 6



Los datos anteriores se referenciaron para sustentar y simular el tamaño probable de los eventos de relleno de la costa (proyectos), dados los volúmenes totales estimados a partir del ejercicio de modelado.

La estimación de costos evitados se basó en el reemplazo del relleno a lo largo del área de erosión de la costa a intervalos periódicos (cada cuatro años) así como en la reconstrucción periódica de la duna sobre la base de una estimación de costos de reconstrucción de dunas proporcionada por el Departamento de Parques y Recreación de NYC (NYC Department of Parks & Recreation) (NYC Parks, 12 de diciembre de 2016). Además, el BCA también simula un costo total de construcción de reemplazo de dunas que ocurriría dos veces sobre el horizonte de evaluación del proyecto de 50 años. Este último costo también se obtuvo del Departamento de Parques y Recreación de NYC y se ajustó al valor del dólar en 2016 a partir del costo original del dólar en 2013 (NYC Parks, 03 de enero de 2017).

Se asumió que sin el proyecto, la erosión sostenida continuaría, acentuada por las tormentas (y sus impactos). A los efectos del análisis de costos y beneficios, se asumió que, sin el proyecto, esto requeriría esfuerzos de reconstrucción más frecuentes cada pocos años. El BCA aborda el valor de la tierra que se perdería “si no fuera por” el proyecto Rompeolas Viviente. El costo evitado del relleno de la costa y la reconstrucción de dunas aborda este valor con el tiempo, porque está vinculado a las tasas de erosión.

Para abordar el valor de la costa erosionada los costos unitarios para el relleno de reemplazo también se obtuvieron de la opinión de costo probable del documento del Informe de Diseño del 30% del proyecto y se aplicaron en las estimaciones. Se aplicó el costo por yarda cúbica de relleno para la restauración de la costa (aprovisionamiento, transporte y carga/instalación de la arena), tal como se deriva de la opinión

de costo probable del Informe de Diseño del 30%. Estos costos unitarios se aplicaron a los volúmenes de la costa que se erosionarían con el tiempo sin el proyecto.

vii. Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes

La supertormenta Sandy causó importantes retrasos en los desplazamientos de los viajeros debido al cierre de vías, las malas condiciones de las vías y los daños ocasionados por los escombros transportados en las vías por el oleaje y los fuertes vientos (PlaNYC, 2013). Después de Sandy los viajeros que no tuvieron la opción de trabajar a distancia experimentaron mayores niveles de frustración y aumentos sustanciales en los tiempos de desplazamiento debido a la congestión del tráfico y los desvíos, con tiempos de desplazamiento que a veces abarcaban de dos a tres veces el tiempo de sus desplazamientos diarios normales antes de Sandy. Debido a que Staten Island está geográficamente separada de los principales centros de empleo de Manhattan los niveles de frustración (medidos por un índice de 10, siendo 10 los más altos) fueron relativamente altos (7 de 10). Para los residentes de Staten Island el promedio de tiempo de viaje antes de Sandy era de 84 minutos. El promedio de tiempo de viaje después de Sandy (1-2 de noviembre) fue de 240 minutos (Kaufman *et al.*, 2012).

El BCA aplica la metodología de la FEMA para valorar el costo evitado de los cierres de vías con base en el valor del tiempo. Este método reconoce que las personas que experimentan un aumento en el tiempo de viaje debido a cierres de puentes o de vías asignan un valor económico al tiempo perdido en el que han incurrido (FEMA, 2011).

Para estimar los retrasos evitados en el tiempo de viaje asociados con los cierres de vías y las interrupciones evitadas, la población en edad laboral se estimó a partir de la población de la zona de análisis de tráfico (TAZ, 2206) de la comunidad costera de Tottenville con base en la tasa de participación en la fuerza laboral. Se asumió que se produciría un retraso promedio de dos horas en un período de dos semanas para este grupo de viajeros estimados. El valor por hora aplicado (\$33.5/hora, 2016) se actualizó a partir del valor de orientación de la FEMA para 2011 con base en la aplicación del índice de precios al consumidor. El valor resultante de la interrupción del tiempo de viaje se convirtió a una cantidad de daños anuales esperados. La cantidad de daños anuales esperados se basó en el factor de probabilidad de tormenta anual de 1% para el evento de diseño de 100 años según los supuestos del proyecto indicados en el apéndice.

viii. Costo evitado por cortes de electricidad

Los cortes de energía causaron interrupciones considerables después de Sandy. Se calcula que 120,000 clientes se quedaron sin electricidad en Staten Island y reparar los daños a la red de energía eléctrica superficial tomó aproximadamente dos semanas (PlaNYC, 2013).

El BCA aplica el método de la FEMA para valorar interrupciones de energía bajo el evento de tormenta de diseño de 100 años (FEMA, 2011). La aplicación del método de la FEMA implicó estimar primero el tiempo de inactividad funcional (medido como los días de servicio perdido del sistema). Utilizando este enfoque se asumió una estimación de interrupción del servicio eléctrico de dos semanas para la comunidad de Tottenville bajo un evento de tormenta de diseño de 100 años. Esto corresponde a los impactos probables de un evento de tormenta de 100 años. La población de la zona de análisis de tráfico (TAZ 2206) aplicable al área de estudio se utilizó como un representante del número de personas atendidas por la compañía de energía eléctrica. Luego se calcularon los impactos económicos de la pérdida del servicio de energía eléctrica utilizando los impactos económicos per cápita y la población afectada. La FEMA ha desarrollado valores per cápita para calcular los impactos económicos, y estos valores se actualizaron hasta 2016. La **Tabla 17a** muestra el valor aplicado en el BCA.

Tabla 17a: Impactos económicos de la pérdida de energía eléctrica (per cápita por día)		
Categoría	Impacto económico (dólares de 2010)	Impacto económico (dólares de 2016)
Impacto en la actividad económica	\$106	\$118
Impacto en los clientes residenciales	\$25	\$27
Impacto económico total	\$131	\$145
Fuente: FEMA 2011		

El costo anual evitado resultante de la pérdida de energía se convirtió a una cantidad de daños anuales esperados basada en el factor de probabilidad de tormenta anual de 1% para el evento de diseño de 100 años.

ix. Costo evitado por vehículos dañados

La inundación dañaría los vehículos de motor, incluidos los automóviles, los camiones pequeños y los camiones de uso pesado. Los daños ocasionados a los vehículos dependen del tipo de vehículo. Los automóviles, que están más cerca del suelo que los camiones pequeños o los camiones de uso pesado, son más susceptibles a los daños causados por el agua que los vehículos más grandes.

En el área de estudio, los vehículos estacionados en las residencias están en riesgo. Sin embargo, a diferencia de otros activos, los vehículos de motor se podrían mover lejos de zonas potenciales de inundación, y evitar así posibles daños producto de inundaciones. El número de vehículos dentro del área de estudio se determinó usando el Inventario de Vehículos Diurnos de Hazus. En esta base de datos, las distribuciones de vehículos dentro de un bloque censal se calculan sobre la base del tipo de ocupación de cada bloque censal. La base de datos también incluye el valor total de los vehículos susceptibles a las inundaciones en cada bloque censal.

El daño a los vehículos se calculó como una porción del valor total de los vehículos de un bloque censal. En primer lugar, se estimó el número de vehículos afectados por inundaciones aplicando el porcentaje de edificios inundados en un bloque censal a la valoración total de vehículos en un bloque censal. Por ejemplo, si el 40% de los edificios dentro de un bloque censal fueron afectados por una inundación, se estimó que el 40% de la valoración de los vehículos en un bloque censal se ve afectado por la inundación. Luego se utilizaron las funciones de daño de profundidad de los vehículos para estimar los daños como una función de las valoraciones de los vehículos afectados. Por ejemplo, si el 10% del área de inundación tenía una profundidad de 1 pie, entonces los daños a los vehículos a esa profundidad de inundación se estimaron como el 15% de la valoración de los vehículos.

Utilizando esta metodología tanto para el escenario de futuro con proyecto como el escenario de futuro sin proyecto, se calcularon los daños mitigados a los vehículos para diversas tormentas. Los resultados se muestran en la **Tabla 17b** a continuación. Como se indicó en las secciones anteriores, se estimaron los daños mitigados para el evento de tormenta de 100 años de hoy y para los eventos de tormentas de 50 y 100 años con un aumento del nivel del mar de 30". Para todas las otras tormentas, la duna existente proporcionaría suficiente atenuación del oleaje para evitar daños producto del oleaje a los edificios, incluso sin el rompeolas.

Tabla 17b: Daños mitigados a los vehículos			
Evento de tormenta	Daños a vehículos en escenario con construcción	Daños a vehículos bajo escenario sin construcción	Diferencia (daños mitigados, por evento)
Hoy 100 años	\$ 2,309,557.68	\$ 2,309,557.68	\$0.00
Aumento de nivel del mar de 50 años	\$ 2,501,928.67	\$ 3,321,572.61	\$819,643.94
Aumento de nivel del mar de 100 años	\$ 3,473,547.91	\$ 4,441,396.94	\$967,849.03

Los daños basados en eventos mitigados se convirtieron a daños anuales esperados (EAD) en el análisis de costos y beneficios aplicando la ecuación 1 anteriormente presentada.

c. Valor ambiental

El valor ambiental del proyecto se estimó mediante la evaluación del suministro de servicios a los ecosistemas proporcionado por el proyecto y restando los efectos negativos del proyecto sobre los servicios a los ecosistemas. Los servicios a los ecosistemas para el proyecto se obtuvieron de una combinación del área estimada del hábitat (en pies cuadrados / acres) y de los valores de hábitat por acre obtenidos de fuentes bibliográficas publicadas (Grabowski *et al.*, 2012). El equipo de SCAPE proporcionó las estimaciones de los tamaños de hábitat en acres para el proyecto que se ganarían y se desplazarían. La valoración de los servicios a los ecosistemas para el BCA se limita al valor de los acres netos obtenidos por tipo de servicio ecológico.

La **Tabla 18** a continuación muestra los tipos de servicios al ecosistema valorados y los valores originales por hectárea por año. Se aplicó la Guía para BCA del HUD (HUD CPD-16-06) sobre la escalada de los valores del año anterior a dólares constantes de 2016 para actualizar las estimaciones de valor originales a valores de 2016.

No se abordaron los cambios en las áreas de hábitat intermareal y submareal relacionadas con las actividades de restauración de la costa, ya que el cambio neto en el área es insignificante, y por lo tanto un cambio en el valor del servicio al ecosistema no sería apreciable.

Tabla 18: Resumen de servicios al ecosistema aplicados al proyecto propuesto Rompeolas Viviente/Arrecife de Ostras			
Tipo de servicio	Medida	Valor promedio/hectárea/año	Fecha original de la evaluación
Sostenibilidad del hábitat/arrecife de ostras	densidad (ind./m ⁻²)	\$ 880	2011
Aumento de la producción de peces y crustáceos-			
Comercial	\$4.12 / 10 m ⁻² de área del arrecife	\$ 4,123	2011
Estabilización de la costa	10% del arrecife estabiliza la costa	\$ 8,600	2011
Calidad del agua			
Remoción de nitrógeno	246 micromoles/h ⁻¹ /m ⁻²² de arrecife por debajo del promedio de marea alta (MHW) ocupado por	\$ 4,050	2011

Tabla 18: Resumen de servicios al ecosistema aplicados al proyecto propuesto Rompeolas Viviente/Arrecife de Ostras			
Tipo de servicio	Medida	Valor promedio/hectárea/año	Fecha original de la evaluación
	alimentadores de filtro		
Mejora de vegetación subacuática (submersed aquatic vegetation, SAV)	1 ha arrecife = 0.005 ha SAV	\$ 1,292	2011

i. Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)

Se evaluaron las ganancias anuales de los servicios a los ecosistemas para el sistema propuesto de rompeolas ecológicamente mejorado y la restauración de ostras utilizando los servicios de sostenibilidad del hábitat/arrecife, peces comerciales, calidad del agua, hábitat y recreación. Los valores monetarios se derivan de Grabowski *et al.* (2012), Costanza *et al.* (2006) y Kaval y Loomis (2003). Los valores monetarios de la literatura se ajustaron a los valores de 2016 utilizando el índice de precios al consumidor (IPC) de la Oficina de Estadísticas Laborales de EE. UU. (U.S. Bureau of Labor Statistics) (**Tabla 19**). Los pies cuadrados estimados de cada tipo de hábitat se derivaron de los cálculos proporcionados por el equipo de diseño en un memorando del 13 de diciembre de 2016 titulado *Cálculo de área superficial disponible y hábitat marino generado para el rompeolas viviente (Calculation of Available Surface Area and Marine Habitat Generated for Living Breakwaters)* (SCAPE, 13 de diciembre de 2016). El equipo de diseño estimó que aproximadamente el 70% del total del área superficial accesible (Accessible Surface Area, ASA) de la estructura estaría por debajo de la elevación promedio de marea alta (MHW) y sería adecuada para la colonización y uso de organismos marinos. Dado que esta área debajo del MHW sería una zona compleja con nichos y hendiduras habitables por peces y otras especies bentónicas la superficie real del hábitat utilizable creado sería sustancialmente mayor que el área de superficie plana de las estructuras. Además, se asumió que un subconjunto de esta área de aproximadamente el 40% estaba disponible para el establecimiento de ostras durante el período de mantenimiento inicial. Estos factores se aplicaron para ajustar el área de superficie disponible de las estructuras que tienen el potencial de proporcionar servicios al ecosistema.

Tabla 19. Resumen de los valores anuales de 2016 del servicio al ecosistema para el sistema de rompeolas/arrecife de ostras				
Rompeolas / Arrecife de ostras				
Tipo de servicio	Área de superficie accesible¹ (pies cuadrados)	Área de arrecife plano (pies cuadrados)	Acres	Valor promedio de 2016 /acre /año
Sostenibilidad del	753375		17.3	\$2,336.84

hábitat/arrecife de ostras				
Peces y crustáceos				
Comercial	1884437		43.3	\$10,948.62
Calidad del agua				
Remoción de nitrógeno	1507550		34.6	\$10,754.77
Mejora de vegetación subacuática (submersed aquatic vegetation, SAV)		553212	12.7	\$14,177.33
Hábitat				
Refugios	1884437		43.3	\$435.78
Recreación (buceo)	NA	NA	12	\$9077.50
Notas: 1: el ASA es el área del arrecife por debajo de la elevación promedio de marea alta. 2: el servicio de recreación se basa en un solo sistema de arrecifes.				

Para explicar el retraso en el establecimiento del hábitat y los beneficios de los arrecifes, se aplican porcentajes (de un 100% de la prestación total anual de servicios al ecosistema) a servicios específicos durante los tres primeros años posteriores a la construcción. La **Tabla 20** indica los modificadores utilizados en este análisis. Los valores aplicados se basan en referencias que informan sobre observaciones de supervisión de arrecifes y rompeolas construidos.

Tabla 20: Modificadores de valor ampliado/retraso temporal del hábitat del ecosistema			
Rompeolas/Arrecife de ostras	Modificadores de valor ampliado / retraso temporal		
Tipo de servicio	Año 1	Año 2	Año 3
Sostenibilidad del hábitat / arrecife de ostras	0.50	0.75	1.0
Peces y crustáceos			
Comercial	0.90	1.0	1.0
Calidad del agua			
Remoción de nitrógeno	0.50	0.75	1.0
Mejora de vegetación subacuática (submersed aquatic vegetation, SAV)	0.50	0.75	1.0
Hábitat			
Refugios	0.9	1	1
Recreación (buceo)	1	1	1

ii. Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)

La construcción del rompeolas desplazaría aproximadamente 12.7 acres del hábitat de fondo de grano pequeño y grande de la zona submareal. Para el fondo submareal de arena, las áreas de servicio y los valores monetarios se obtuvieron de Costanza *et al.* (2004), e incluyen suministro de agua, control biológico, regulación de nutrientes y valores culturales y espirituales. Costanza (2004) denominó las zonas costeras submareales como “plataforma costera”, que se definió como la zona submareal debajo de la elevación de la playa.

Tabla 21: Resumen de los servicios al ecosistema aplicados al hábitat de la zona submareal desplazada: Hábitat de fondo de grano pequeño y grande de la zona submareal			
Tipo de servicio	Medida	Valor promedio /acre /año	Fecha
Suministro de agua	acre/año	\$ 521	2004
Control biológico	acre/año	\$ 20	2004
Regulación de nutrientes	acre/año	\$ 723	2004

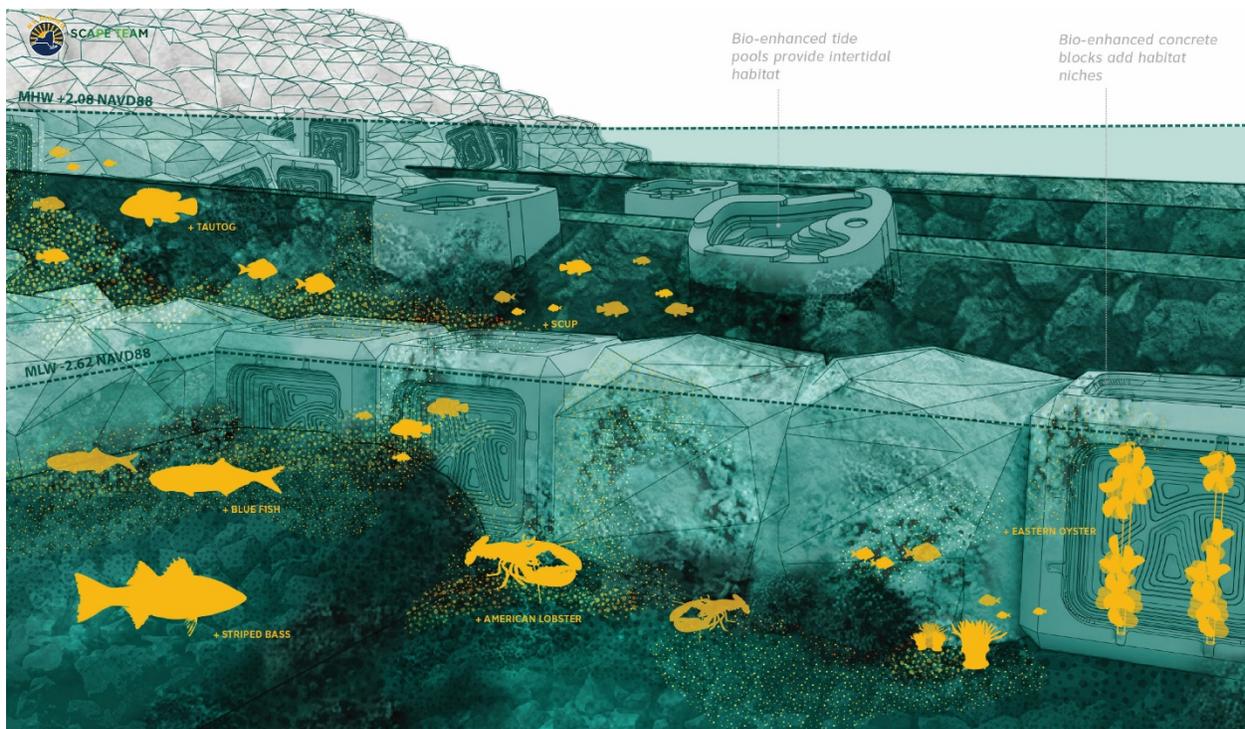
iii. Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema (-)

El valor total calculado para el hábitat submareal desplazado se restó o se obtuvo a partir de los valores totales del rompeolas/arrecife de ostras. El valor neto anual por acre de los valores combinados del servicio al ecosistema para el hábitat del rompeolas/arrecife de ostras es de \$36,123 después de tres años después de la construcción basado en un estimado de 43.3 acres de hábitat. El valor actual neto (Net Present Value, NPV) acumulativo del 2016 al 2066 es de \$11,596,212.

Existe cierta incertidumbre asociada con la fuente de los valores del servicio al ecosistema y su aplicación directa a las nuevas ganancias de servicio anual al ecosistema que pueden experimentar menores densidades de ostras y tasas de crecimiento de los alimentadores de filtro y la capacidad del rompeolas/arrecife de ostras para lograr la funcionalidad completa. Para dar cuenta de esta incertidumbre, un período de retraso temporal de tres años para algunos servicios se integró en la valoración anual con base en fuentes bibliográficas (La Peyre *et al.*, 2013).

Para visualizar mejor los tipos de servicios al ecosistema que serán apoyados por el proyecto en el futuro, se presenta la **Figura 7** a continuación.

Figura 7: Esquema de vista subacuática del Rompeolas Viviente



Fuente: Imágenes de la presentación de SCAPE

d. Valor social

Para estimar los valores sociales que surgirían del proyecto, se combinó el uso comparable en instalaciones similares de gestión educativa y ambiental y los patrones de visitas recreativas a los parques del área con la transferencia de beneficios. La transferencia de beneficios es el proceso de adaptación de una estimación de valor existente (como la disposición de pagar por un servicio o servicio de parques) y transferirla a una nueva aplicación que se encuentra en otra ubicación y puede ser similar, pero es diferente a la original. Hay dos tipos de transferencias de beneficios, transferencias de valor y transferencias de funciones. Una transferencia de valor toma una estimación puntual única o un promedio de estimaciones puntuales de múltiples estudios para transferirlos a una nueva aplicación de política. Una transferencia de funciones utiliza una ecuación estimada para predecir un valor adaptado para una nueva aplicación de política. Los valores sociales del proyecto se estimaron aplicando una transferencia de “valor” a los valores unitarios aplicados que representan la disposición a pagar por educación recreativa y el tipo específico de educación ambiental entre los usuarios potenciales.

i. Educación y gestión ambiental

El proyecto proporcionará oportunidades educativas a los residentes del área y usuarios recreativos mediante la aplicación de programas ambientales y de gestión, y el uso del centro acuático comunitario de la costa. Se anticipa que la mayoría de los usuarios educativos serán residentes del área inmediata y en menor medida de la región, así como de los sistemas escolares cercanos. El centro acuático en sí se

orientará en parte hacia la educación, con aulas y centros de aprendizaje que harán posible la educación ambiental todo el año. Todos los conceptos de diseño del centro acuático propuestos incorporan estos tipos de posibilidades de programas educativos. El centro acuático será particularmente relevante para la educación a finales del otoño y el invierno y a principios de la primavera, cuando las actividades al aire libre son limitadas. El aumento de la playa y las áreas abiertas circundantes por el proyecto Rompeolas Viviente también proporcionará mejores oportunidades de educación al aire libre. El proyecto ofrece una oportunidad única para la educación basada en el mar en un entorno urbano.

El centro acuático comunitario tiene la ventaja de no competir con otros tipos de instalaciones que ofrecen servicios similares, ya que ofrece a los residentes locales y regionales (agrupados alrededor de Raritan Bay) una oportunidad única. Desde esta perspectiva, es posible el potencial para capturar tipos específicos de visitantes y el potencial de crecimiento sostenido con el tiempo, si no interfiere con las actividades de los residentes permanentes y los propietarios de viviendas del área del proyecto.

La educación en un entorno recreativo y al aire libre típicamente está orientada hacia actividades extracurriculares específicas del medio ambiente y se considera un aspecto mensurable de la recreación. Se determinó que los beneficios educativos asociados con el proyecto representaban un valor cuantificable. Para determinar el valor educativo general, se aplicó un valor de utilidad por visita. Este valor de utilidad para visitantes se basó en los resultados de un valor por visitante obtenido de un estudio realizado por la Universidad de Texas A&M (Harnik y Crompton, 2014). Esta cifra se aplicó a una estimación del total de personas por año que estarían aprovechando oportunidades educativas del proyecto, incluido el centro acuático y la programación asociada que se derivó de las cifras del Departamento de Parques y Recreación de NYC proporcionadas por la GOSR para llegar a un beneficio anual estimado para el proyecto.

Con base en esta metodología, el valor actual acumulado de estos beneficios se estimó en \$1,253,995.

ii. Recreación

La finalización del proyecto mejorará las oportunidades de recreación a lo largo de la costa, así como en alta mar. La adición del centro acuático comunitario permitirá el acceso al frente marítimo y un lugar donde los kayaks se puedan lanzar y almacenar. El área adicional de playa (ancho de la playa) y las aguas más tranquilas que permitirá el rompeolas ofrecerán oportunidades a la comunidad para pescar, ver el frente marítimo, navegar en barco y realizar otras actividades acuáticas y de playa. Estas oportunidades recreativas representan un beneficio tangible de uso directo que el proyecto proporcionaría. Se prevé que la mayoría de los usuarios recreativos serán residentes del área local y algunos residentes de la región más amplia.

Se consideraron varios enfoques para obtener un valor de beneficio recreativo estimado, incluida la aplicación de un valor por acre, así como una cifra de utilidad por visita. Se utilizó un enfoque que usa una cifra de valor por utilidad de visita, ya que los datos obtenibles respaldaban mejor este enfoque. Para obtener un valor estimado se aplicaron tres valores de utilidad por visita distintos: uno para caminatas, escaladas, ciclismo y pesca (todas estas actividades tenían la misma utilidad dentro del

estudio primario utilizado). Al kayak se le asignó el valor de navegación. Estas estimaciones de valor se obtuvieron de un estudio realizado por la Universidad de Texas A&M (Harnik y Crompton, 2014). Además, una estimación de las visitas anuales totales se obtuvo utilizando las cifras de visitantes de un parque estatal cercano, el Parque de la Reserva Estatal de Clay Pit Ponds, en Staten Island (CPPSP, 2016).²

El porcentaje de visitantes anuales que participarían en cada actividad se estimó en la **Tabla 22** a continuación.

Tabla 22: Desglose de usuarios recreativos	
Tipo de recreación	Porcentaje de visitantes anuales
Caminata, escalada, bicicleta y pesca	70%
Kayak	20%
Navegación recreativa	10%

La cifra de utilidades por visita se aplicó a cada número estimado de usuarios recreativos para llegar a un beneficio anual estimado para cada tipo de recreación. Estos se agregaron entonces para llegar a una cifra total anual para todos los tipos de recreación. Otros tipos de recreación pueden darse en el sitio del proyecto, como la recolección de conchas marinas o la observación de aves. Como las cifras de utilidad para tales actividades serían bastante difíciles de encontrar, y considerando que este tipo de actividades podrían agruparse como caminatas o escaladas, se asume que tales actividades caen en las categorías de caminata y escalada.

Teniendo en cuenta la novedosa característica que el Rompeolas Viviente representará para los entusiastas de la navegación local, se realizó una investigación adicional sobre el número de gradas para embarcaciones pequeñas en las marinas de Staten Island que podrían acceder al proyecto. Del número total de gradas, se completó una estimación de las visitas potenciales asociadas con estas embarcaciones pequeñas. Se valoró el número de visitantes potenciales que probablemente visitarían el área del proyecto en botes pequeños aplicando la cifra de utilidad por visita anterior. La **Tabla 23** muestra la estimación de la capacidad de las gradas de la marina.

Tabla 23: Marinas de Staten Island	
Nombre	Capacidad de la grada

² El Parque de la Reserva Estatal Clay Pit Ponds es una reserva natural de 265 acres cerca de la costa suroeste de Staten Island. Contiene una variedad de hábitats únicos, tales como humedales, estanques, barrenas de arena, arroyos alimentados por manantiales y bosques. La reserva se administra para lograr mantener su ecología única y proporcionar oportunidades educativas y recreativas para personas de todas las edades. Se ofrecen programas educativos como paseos por la naturaleza, ecología de estanques, observación de aves e identificación de árboles y flores, al igual que muchas actividades dirigidas a niños en edad escolar. La reserva también cuenta con un Centro de Interpretación que es un edificio totalmente accesible con exposiciones interpretativas sobre la historia del parque y de sus elementos naturales. Los programas educativos y comunitarios del parque se ofrecen en el centro de interpretación.

Tabla 23: Marinas de Staten Island	
Nombre	Capacidad de la grada
Atlantis Marina	170
Captains Marine Mercury	160
Great Kills Yacht club	250
Mansion Marina	217
Marina Café	270
Nichols Great Kills Marine	350
Port Atlantic Marina	240
Richmond County Yacht Club	40
Staten Island Yacht Sales	50
Tottenville Marina	240
Marina sin nombre	166
Total estimado:	2153
Nota: Las capacidades de marinas selectas se estimaron a partir de fotografías aéreas. Fuente: http://marinas.com/search/?search=1&category=marina&country=US&region=NY&city=Staten+Island	

La estimación de los visitantes totales en embarcaciones pequeñas se basó en el supuesto de un tamaño de barco de tres personas. Se asumió que dos tercios de las embarcaciones adecuados para la capacidad de las gradas visitarían la zona del proyecto tres veces durante el transcurso de un año. Sobre la base de estos supuestos, aproximadamente 13,000 viajes anuales en embarcaciones se podrían generar a partir de las capacidades disponibles de gradas marinas estimadas.

El valor actual acumulado de los beneficios de recreación se estimó en \$7,095,681 durante el período de cincuenta años.

iii. Cohesión de la comunidad

Los parques y las playas ofrecen una oportunidad para que los miembros de la comunidad se reúnan, interactúen, fortalezcan la comunidad y construyan capital social. Varios estudios sobre el valor de los parques y espacios abiertos incluyen la cohesión de la comunidad como uno de los beneficios de los parques (NPRA, 2010, y Harnik, 2014). En los parques de vecindarios, los residentes de todas las edades tienen la oportunidad de interactuar, lo que mejora la calidad de vida en el vecindario. Además, el capital social que se crea a través de los parques (en especial cuando los vecinos trabajan juntos para crear, salvar o renovar un parque o un espacio abierto) no solo beneficia la calidad de vida de los residentes, sino que evita los problemas de delincuencia, lo que reduce la necesidad de vigilancia policial, prisiones y centros de rehabilitación (Harnik, 2014).

No se cuantificó el beneficio de cohesión de la comunidad. La magnitud del beneficio se verá afectada por el nivel de participación de la comunidad durante la planificación y el desarrollo del proyecto, así como por el uso del área y las instalaciones del proyecto por parte de los residentes cuando este culmine.

iv. Desarrollo de la fuerza laboral

El proyecto incluye un programa de desarrollo de la fuerza laboral para el cual aún se deben desarrollar los detalles. Se espera que el programa capacite a los participantes antes del período de construcción (por ejemplo, habilidades tales como soldadura), durante la construcción y durante las operaciones (por ejemplo, habilidades de educación marina). Se espera que los hijos de los participantes en el programa de desarrollo de la fuerza laboral se beneficien del empleo de sus padres más allá del valor del aumento de los salarios y beneficios (Ridley 2011). Los ejemplos incluyen mejoras académicas, mejoras en la salud y mejoras en las perspectivas de la fuerza laboral (Magnuson 2007). Los estudios muestran que cuando las madres con bajos niveles educativos completan educación adicional, sus hijos parecen mejorar el lenguaje y las habilidades de lectura (Magnuson 2009).

El impacto del valor social de los programas de desarrollo de la fuerza laboral en las familias que se beneficiarían del proyecto no se cuantificó. La magnitud del beneficio dependerá del número de participantes con familias, la educación previa y los niveles de ingresos de los participantes; sin embargo, hay un beneficio para la comunidad en la realización de este servicio.

Los objetivos del programa permitirán a los estudiantes de comunidades desfavorecidas, minoritarias y de bajos ingresos asistir a eventos educativos y disfrutar de viajes al centro acuático y al área del proyecto. Los objetivos del programa son proporcionar estos servicios educativos y de gestión ambiental a las escuelas públicas que podrían organizar viajes al área del proyecto. Por lo tanto, el centro acuático y las actividades de programación asociadas proporcionan un escape para estos estudiantes de todas las clases sociales que asisten a escuelas dentro del área metropolitana de Nueva York. Esta proximidad dará lugar a un mayor acceso y exposición al activo ambiental y comunitario resistente.

e. Revitalización económica

Los beneficios de la revitalización económica surgirán de los impactos de la fase de construcción a corto plazo del proyecto en los empleos, los ingresos y la producción regional y se acumularán para los propietarios locales adyacentes debido a los impactos positivos anticipados sobre el valor de la propiedad más allá de los proporcionados por la función de reducción del riesgo costero del proyecto.

i. Impactos económicos

Creación de empleo

Durante la fase de construcción, el proyecto apoyará empleos en la construcción y en las industrias relacionadas. Una vez finalizado, el proyecto apoyará trabajos relacionados con las operaciones y mantenimiento del centro acuático comunitario y actividades de programación, rompeolas, esfuerzos de restauración de ostras y playa. Aunque típicamente no es un beneficio neto para la sociedad, la

creación de empleo constituye una contribución positiva a las economías de la Ciudad de Nueva York y del Estado de Nueva York. Debido al carácter único del proyecto, este puede atraer a visitantes locales y fuera del estado cuyo gasto aumentaría aún más la contribución económica del proyecto a la Ciudad de Nueva York y la economía del Estado, respectivamente.

Fase de construcción

Un análisis realizado por AKRF como parte del Anteproyecto de Declaración de Impacto Ambiental (Draft Environmental Impact Statement, DEIS) para el proyecto determinó que la construcción del proyecto (Alternativa 3 en el DEIS) apoyaría un total de empleos directos, equivalente a 282 años-persona³ de empleo en la construcción y las industrias relacionadas. Teniendo en cuenta los empleos indirectos e inducidos que se generarían a través del efecto multiplicador, el proyecto apoyaría 129 años por persona adicionales de empleo en la Ciudad de Nueva York y otros 8 años por persona de empleo en el resto del Estado de Nueva York.

La estimación se basa en un costo de aproximadamente \$66.5 millones en dólares de 2016 que incluye todos los costos directos para el proyecto de Rompeolas Viviente, pero excluye los costos de contingencia.

Gastos de operación y mantenimiento

Los gastos de operaciones y mantenimiento del centro acuático comunitario incluirían servicios públicos (energía, agua y desechos sólidos), gastos de programación que incluyen personal de programación y gastos de mantenimiento de edificios que también incluirían personal. Además, los gastos de operaciones y mantenimiento se producirían a partir del mantenimiento anual del rompeolas y el arrecife de ostras. Además, las actividades de monitoreo también generarían impactos anuales en el gasto para la región. El BCA hizo referencia al centro Alley Pond Environmental Center Inc. (APEC), ubicado en Queens, como ejemplo de una organización con una misión similar relacionada con la educación y la gestión ambiental, como marco de referencia para una parte de las operaciones y mantenimiento del proyecto. APEC es una organización sin fines de lucro dedicada a educar a niños y adultos del área metropolitana de Nueva York, a proteger y preservar el Parque Alley Pond, los espacios abiertos y los cuerpos de agua y abogar por políticas y prácticas ambientales sostenibles.⁴ Con base en el Informe Anual APEC 2014-15, un total de 45,239 niños y 17,570 adultos fueron atendidos por los programas educativos del APEC. Los gastos operativos del APEC en el año fiscal 2014-2015 fueron de \$910,000, de los cuales \$550,000 se utilizaron para la compensación a empleados y el mantenimiento y servicios de las edificaciones.⁵ Aunque no son totalmente comparables, estos valores proporcionan una indicación del tipo de impacto de gasto anual en términos de la magnitud relativa en dólares por año que indicaría un rango similar para el proyecto. Estos gastos anuales recurrentes también generarían impactos económicos directos, indirectos e inducidos en la comunidad y la región.

³ Un año por persona de empleo equivale a una persona que trabaja a jornada completa por un año.

⁴ Informe anual del 2014 al 2015 del Alley Pond Environmental Center

⁵ Estados financieros del 2014 al 2015 del Alley Pond Environmental Center

Visitantes (no cuantificados)

Si el proyecto de Rompeolas Viviente atrae a visitantes fuera de la Ciudad de Nueva York o fuera del Estado de Nueva York, el gasto de estos visitantes (por ejemplo, comida, venta al por menor, transporte y otras actividades recreativas) generaría un impacto positivo en las economías de la ciudad de Nueva York y del Estado de Nueva York. Por ejemplo, se puede esperar que una parte de los visitantes que asisten a los programas de educación familiar y de adultos y/o personas que viajan a la zona con fines recreativos (por ejemplo, para practicar kayak) puede residir fuera de la Ciudad de Nueva York, especialmente en zonas circundantes como Nueva Jersey. El impacto potencial del gasto de los visitantes no se cuantificó debido a la dificultad de anticipar el número de visitantes regionales, pero se espera que agregue algo de valor en el futuro.

Aumento de los ingresos y beneficios

El proyecto incluye un programa de desarrollo de la fuerza laboral para el cual aún se tienen que desarrollar los detalles. Se espera que el programa capacite a los participantes antes del período de construcción (por ejemplo, habilidades como soldadura), durante la construcción y durante las operaciones (por ejemplo, habilidades/operaciones de educación marina). Después de completar la capacitación, los participantes en este programa pueden beneficiarse de un aumento de por vida en los ingresos, lo que representaría un beneficio a largo plazo del proyecto.

ii. Impactos sobre el valor de la propiedad

Los economistas han aplicado métodos estadísticos basados en los precios hedónicos de las propiedades (basados en regresión) para aislar los efectos de varios atributos o servicios que pueden influir en los valores de las propiedades. Los métodos hedónicos analizan cómo las diferentes características de un bien comercializado, incluida la calidad ambiental, pueden afectar el precio que las personas pagan por el bien o factor. Este tipo de análisis proporciona estimaciones de los precios implícitos pagados por cada característica, como el número de habitaciones y la calidad del entorno de acogida adyacente. Una función de precios hedónicos para las ventas de propiedades residenciales podría descomponer los precios de venta en precios implícitos para las características del terreno (por ejemplo, superficie), características de la casa (por ejemplo, atributos estructurales como la superficie cuadrada del área habitable) y características de la calidad del vecindario y del medio ambiente. En términos de ecosistemas acuáticos, las propiedades con mayor proximidad a estos sistemas pueden venderse por un monto mayor que las propiedades similares que no tienen esta cercanía o proximidad (NRC, 2005).

El método de análisis hedónico es un procedimiento estadístico para contabilizar y esclarecer las estimaciones de la prima de precio de mercado que los residentes pagan por estar frente al mar o tener acceso a servicios de recreación y servicios ecológicos de mayor calidad. El BCA aplicó un estudio de mercado hedónico que cuantificó el valor de mercado de la prima del valor de la propiedad asociado con el ancho de la propia playa. Este estudio fue particularmente relevante para los objetivos del proyecto de detener la erosión de las playas y proporcionar un frente de playa contiguo y una mayor utilidad y acceso a lo largo de la alineación del proyecto.

El BCA aplicó un estudio particular que examinó el aumento en los valores de las propiedades residenciales asociado con un aumento de un pie en el ancho de la playa (Gopalakrishnam *et al.*, 2010). El estudio incluyó una determinación funcional o elasticidad (distancia x anchura de la playa) con respecto a los precios de la vivienda. Según el estudio, un aumento de un pie en el ancho de la playa se asoció con un aumento del 0.5% en los precios de la vivienda para los hogares ubicados a 32.8 pies de los límites de acción de oleaje moderado (LiMWA). Para aplicar los resultados de este estudio a través de técnicas de transferencia de beneficios, el BCA utilizó GIS para aislar aquellos hogares dentro del área del proyecto que estaban a 10 metros (32.8 pies) de los límites de acción de oleaje moderado (LiMWA).

Para las parcelas ubicadas a 32.8 pies de los límites LiMWA, el valor actual acumulado de la porción de prima de ancho de playa del aumento del valor de la propiedad ascendió a \$2,953,868 durante el período comprendido entre 2016 y 2066 (un período de 50 años). Esta prima de mercado se basó en el mantenimiento del valor de mercado actual de estas propiedades constante en dólares de 2016 según la Guía para BCA del HUD (HUD CPD-16-06).

IX. Riesgos del proyecto

a. Descripción de los riesgos del proyecto

Los riesgos del proyecto generalmente se relacionan con asuntos que podrían influir tanto en el costo como en los plazos de la construcción (SCAPE Apéndice D, 2016), como sigue:

- **Limitaciones ecológicas en los períodos de construcción:** la temporada de desove de la platija de invierno normalmente se extiende de enero a mayo, mientras que la temporada de desove del cangrejo de herradura puede afectar el proyecto desde mediados de abril hasta mediados de agosto. Las temporadas de apareamiento de la platija y el cangrejo de herradura pueden alargar la fase de construcción del proyecto, ya que las actividades de construcción podrían suspenderse durante las estaciones de desove, con lo que se ampliaría el plazo necesario para la construcción. El BCA incorpora estas restricciones a la línea de tiempo de construcción. Para el BCA, se aplicó un calendario de construcción de 19 meses en lugar de un calendario de construcción de 14 a 15 meses.
- **Disponibilidad de materiales de construcción:** otros factores relacionados con el abastecimiento y disponibilidad de materias primas utilizadas en la construcción. Este riesgo se relaciona con la contratación con los proveedores de piedras de menor costo en cantidades suficientes, con los tamaños y calidades apropiados de rocas y con las texturas de superficie necesarias para apoyar y cultivar hábitats. Además, existe cierto riesgo relacionado con la obtención de cantidades de arena que cumplen con los criterios de calidad e idoneidad para la restauración de la costa. Dada la alta demanda de relleno para arreglos de playa en la región de Nueva York/Nueva Jersey, los precios unitarios pueden ser más altos para estos materiales, lo que podría influir en los costos de construcción del proyecto.
- **Condiciones de construcción desfavorables localizadas:** además, algunos aspectos del proyecto podrían influir en los costos de construcción estimados, tales como suelos/sedimentos blandos imprevistos que pueden encontrarse en ciertos lugares. Estos suelos podrían conducir a procedimientos correctivos que podrían aumentar los costos.
- **Condiciones meteorológicas extremas:** la temporada de tormentas/huracanes en Nueva York tiene el potencial de influir en el calendario de construcción.
- **Preocupaciones de las partes interesadas:** otros riesgos se relacionan con la posibilidad de que ciertas partes interesadas tengan preocupaciones sobre el proyecto que puedan afectar su cronograma de construcción y costo. Cabe señalar que el equipo de diseño ha realizado actividades informativas de divulgación y continuará realizando estas actividades para informar a las partes interesadas sobre las metas, objetivos y beneficios del proyecto Rompeolas Viviente y obtener opiniones regulares de las partes interesadas a lo largo del proceso de diseño.

b. Análisis de sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad que evaluó los impactos en el valor actual acumulativo de los beneficios netos del proyecto y las BCR de aumentos potenciales en los costos del proyecto y reducciones en los beneficios previstos del proyecto para las categorías que proporcionan el mayor valor (y que por lo tanto, es más probable que afecten la BCR y el NPV). La **Tabla 24** muestra los resultados del análisis de sensibilidad.

Tabla 24: Análisis de sensibilidad del BCA				
Prueba	Valor neto actual de referencia del proyecto / BCR	Valor neto actual del proyecto con cambio	BCR con cambio	Valor de conmutación \a
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]
Aumento de los costos de capital (30%)	\$13,654,244 / 1.22	-\$2,818,743	0.96	24.867%
Aumento de O&M anual (50%)	\$13,654,244 / 1.22	\$10,114,140	1.15	192.9%
Disminución de los beneficios de resistencia (porcentaje de estimaciones de referencia):				74.33%
90% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$8,334,438	1.13	
80% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$3,014,632	1.05	
70% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	-\$2,305,174	0.96	
Disminución de los valores ambientales (porcentaje de estimaciones de la base de referencia)::				
90% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$12,491,148	1.20	
80% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$11,328,053	1.18	
70% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$10,164,958	1.16	
60% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$9,001,862	1.14	
50% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$7,838,767	1.13	
0% de la base de referencia	\$13,654,244 / 1.22	\$2,023,290	1.03	
Notas:				
\a El valor de conmutación es el valor que hace que el valor neto actual acumulativo del proyecto sea igual a cero, (B=C, BCR = 1.0), manteniendo constantes todas las otras variables.				

La columna [1] muestra el tipo de prueba de estrés a la que se sometieron la BCR y el valor actual de beneficios netos (NPV). Un aumento de 30% en los costos de capital disminuiría el BCR de 1.22 a 0.96 y borraría el valor neto actual acumulativo positivo del proyecto. El valor de conmutación muestra el incremento en los costos de capital que harían que el valor neto actual del proyecto fuese igual a cero. Un aumento del 50% en las operaciones y el mantenimiento anuales reduciría el BCR de la base de referencia de 1.22 a 1.15, manteniendo todas las otras variables constantes.

La resistencia y los valores ambientales proporcionan la mayoría de los beneficios del proyecto. El análisis de sensibilidad comienza reduciendo el valor combinado de los beneficios de resistencia a un porcentaje de los valores totales de la base de referencia. El valor neto actual total del proyecto seguirá siendo positivo incluso si los beneficios de resistencia cayeran al 80% de su nivel actual estimado. El valor de conmutación para los beneficios combinados de resistencia es 74.3% de la base de referencia.

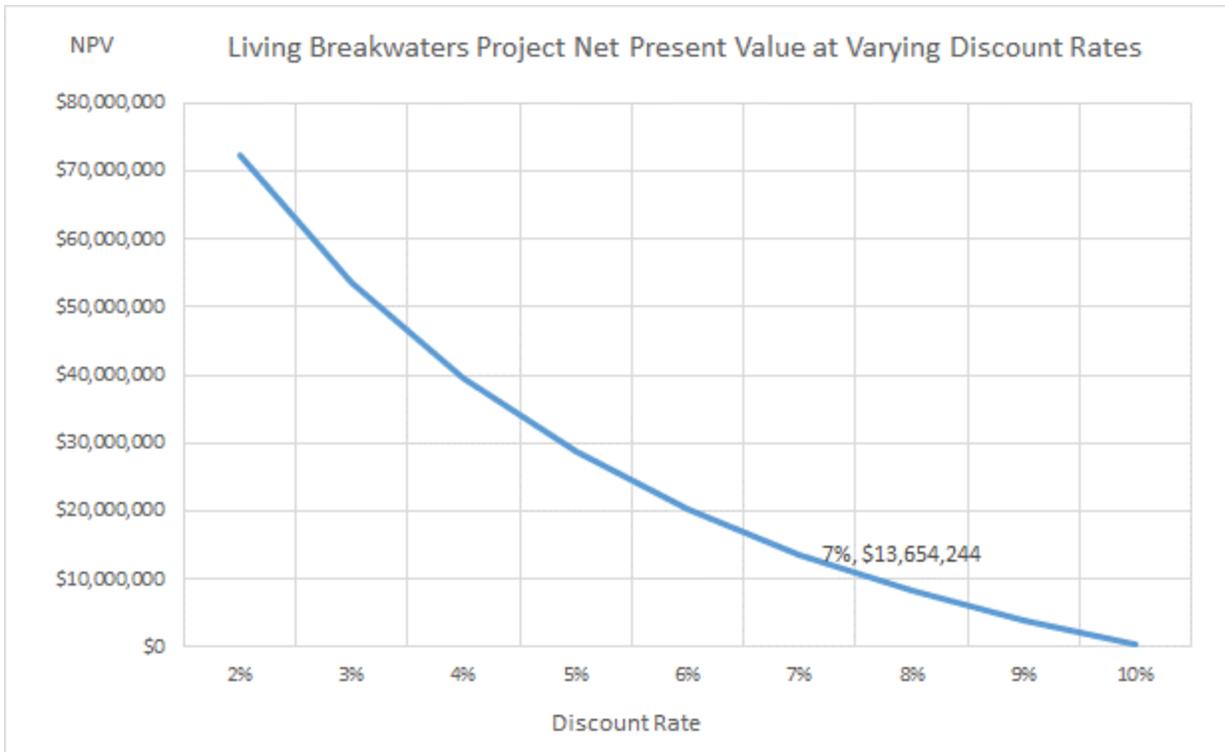
Tasa de descuento

También se evaluó la sensibilidad del NPV y la BCR del proyecto para los cambios en la tasa de descuento. La **Tabla 25** muestra el valor actual acumulativo de beneficios netos y BCR del proyecto a distintas tasas de descuento. El NPV y la BCR del proyecto siguen siendo favorables a tasas de descuento de hasta un 9%. Esto significa que si asignáramos mayores riesgos (elementos de estrés) a los beneficios netos que se están logrando durante el período de 50 años, el proyecto seguiría agregando valor a la comunidad.

Tabla 25: Valor neto actual (NPV) y relaciones coste-beneficio (BCR) a diferentes tasas de descuento		
Tasa de descuento	NPV	BCR
2%	\$72,215,629	1.88
3%	\$53,588,954	1.70
4%	\$39,534,477	1.55
5%	\$28,743,575	1.42
6%	\$20,323,018	1.31
7%	\$13,654,244	1.22
8%	\$8,302,480	1.14
9%	\$3,957,455	1.07
10%	\$394,305	1.01

En la **Figura 8** se representan los resultados del análisis de sensibilidad del valor neto actual del proyecto a varias tasas de descuento.

Figura 8: Valor neto actual del proyecto Rompeolas Viviente a diferentes tasas de descuento



X. Evaluación de los desafíos de implementación

Como se indica en la descripción de los riesgos del proyecto antes mencionados, el proyecto enfrenta algunos desafíos de implementación. Estos desafíos se relacionan con hacer frente a factores imprevistos que pueden afectar los costos de construcción, retrasos imprevistos en el cronograma de construcción y otras incertidumbres asociadas con los permisos y la construcción costera en altamar. Además, algunos desafíos se relacionan con la explicación efectiva de los beneficios del proyecto a circunscripciones específicas y a la comunidad en general.

Sin embargo, el patrocinador y el equipo de diseño están abordando efectivamente estos desafíos de maneras proactivas y comprometidas que están reduciendo el riesgo que puede afectar a una implementación exitosa del proyecto. Se han programado distintas reuniones de divulgación e información pública, incluida la creación de un Comité Asesor de Ciudadanos para permitir que las partes interesadas puedan asesorar a la GOSR sobre los problemas de diseño y en última instancia sobre los impactos de la construcción. Estas actividades se seguirán organizando y promoviendo en el futuro.

XI. Conclusión

Este BCA para el proyecto Rompeolas Viviente fue preparado siguiendo la Guía de BCA del HUD para APA de proyectos RBD (HUD CPD-16-06). El análisis se realizó usando principios económicos y financieros generalmente aceptados para el BCA, como se expresa en la Circular A-94 de la OMB.

El proyecto está diseñado para: 1) Reducir el riesgo costero a través de la disminución de la exposición a la acción del oleaje y la erosión asociada a lo largo de la costa de Tottenville, Staten Island; 2) Mejorar

las funciones del hábitat y los valores que apoyan los ecosistemas locales mediante la creación y mejora de hábitats costeros cercanos a la costa; y 3) Fomentar la gestión y el uso recreativo y educativo de la costa y zonas aledañas a la costa a través de una mayor sensibilización, acceso y participación.

Con una tasa de descuento de 7% y un horizonte de evaluación de planificación de 50 años, el proyecto generará beneficios netos considerables a la comunidad costera de Tottenville, Staten Island y Nueva York, así como a otros beneficiarios de la región metropolitana de Nueva York y los visitantes regionales que usan este bien comunitario. La **Tabla 26** y la **Figura 9** del proyecto Rompeolas Viviente, Resumen del análisis de costos y beneficios, proporciona más detalles sobre las categorías de costos y beneficios que se estimaron.

En resumen, los costos del ciclo de vida para construir y operar el proyecto Rompeolas Viviente (que ascienden a \$62.4 millones en dólares constantes al valor actual en 2016) generarían los siguientes beneficios cuantificados (sin incluir los beneficios analizados anteriormente que no se pueden cuantificar por diversas razones):

- Beneficios totales de \$76.1 millones, de los cuales:
 - Los valores de resistencia totales son de \$53.2 millones
 - Los valores ambientales totales son de \$11.6 millones
 - Los valores sociales totales son de \$8.3 millones, y
 - Los beneficios de revitalización económica son de \$2.95 millones

El valor actual acumulado de beneficios netos del proyecto es de **\$13.7 millones** y la **relación costo-beneficio es de 1.22**. Estas medidas del mérito del proyecto demuestran que este es viable y que agregaría valor a la comunidad, al ambiente y a la economía.

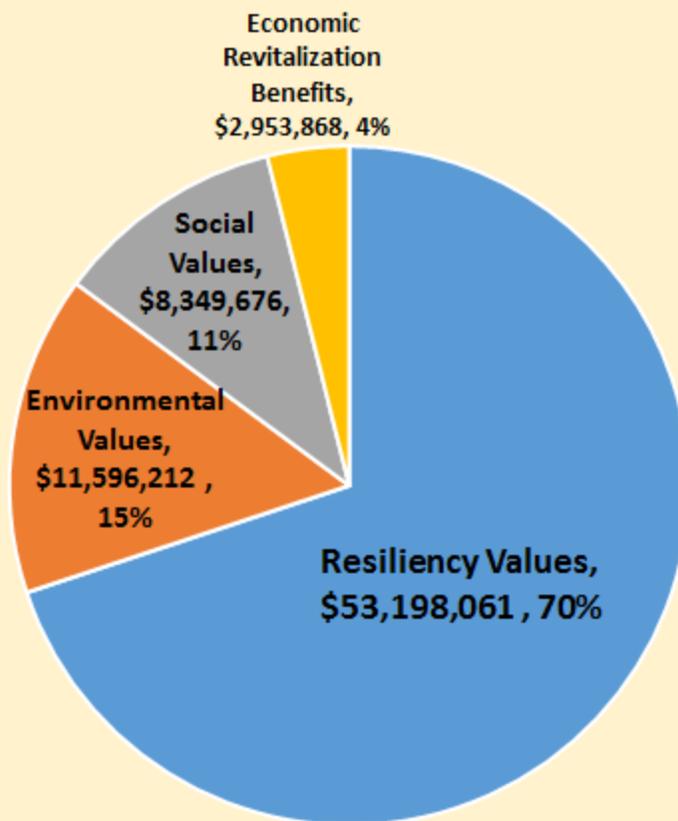
El beneficio anual futuro del proyecto y los flujos de costos, proyectados en el horizonte de 50 años también se sometieron a un análisis de sensibilidad que examinó los impactos de la fase de implementación y los riesgos operativos identificados. El análisis de sensibilidad examinó los aumentos y excesos potenciales de costos, así como las reducciones considerables en las mayores categorías de beneficios. Los resultados mostraron que el valor neto actual de los beneficios del proyecto es robusto y puede soportar estos eventos de estrés dadas las incertidumbres que puedan surgir, y seguir siendo económicamente viable durante este período.

Tabla 26: Proyecto Rompeolas Viviente: resumen de análisis de costos y beneficios		
Dólares estadounidenses constantes en 2016		
	Valores actuales acumulativos (2016-2066)	
	A las tasas de descuento de:	
	7%	3%
COSTOS DEL CICLO DE VIDA		
Costos de inversión del proyecto \a	\$54,909,955	\$61,150,787
Operaciones y mantenimiento (O&M)		
Mantenimiento	\$7,080,207	\$14,507,755
Supervisión	\$453,411	\$829,867
O&M Total	\$7,533,618	\$15,337,622
Costos totales	\$62,443,573	\$76,488,409

BENEFICIOS		
Valores de resistencia		
Daños evitados a la propiedad	\$4,888,646	\$12,645,701
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$2,859,166	\$5,858,597
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$506,972	\$965,226
Costos evitados por pérdida de productividad	\$1,128,405	\$2,148,374
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$41,858,316	\$56,815,891
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$526,326	\$1,376,525
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$315,901	\$647,300
Costo evitado por cortes de electricidad	\$1,050,543	\$2,152,587
Daños evitados a vehículos	\$63,787	\$189,399
Valores totales de resistencia	\$53,198,061	\$82,799,601
Valores ambientales		
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$11,860,749	\$24,625,205
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$264,537	\$509,059
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$11,596,212	\$24,116,146
Valores sociales		
Gestión educativa/ambiental	\$1,253,995	\$2,569,509
Recreación	\$7,095,681	\$14,539,461
Valores sociales totales	\$8,349,676	\$17,108,970
Beneficios de revitalización económica		
Impactos sobre el valor de la propiedad ([Distancia y ancho de la playa])	\$2,953,868	\$6,052,646
Beneficios totales	\$76,097,817	\$130,077,363
Beneficios menos costos (valor neto actual)	\$13,654,244	\$53,588,954
Relación costo-beneficio (BCR)	1.22	1.70
Notas: Incluye el ajuste a lo largo del tiempo para un aumento del nivel del mar (Sea Level Rise, SLR) de 30 pulgadas \a Tenga en cuenta que, debido a que se tiene previsto que la construcción del proyecto ocurra durante 2018, 2019 y el primer trimestre de 2020, el cálculo de los costos del valor actual (a partir de 2016) parecerá ser menor que los costos nominales de inversión del proyecto mostrados en el Documento de Opinión de Costo Probable debido a la aplicación de la tasa de descuento recomendada por el HUD de 7%		

Figura 9

Living Breakwaters Project Benefits: Cumulative Present Values (2016-2066, 7% Discount Rate)



XII. Referencias

Annese, 2012, © 2016

SILive.com. http://www.silive.com/southshore/index.ssf/2012/11/staten_island_mom_who_lost_hus.html

APEC, 2016. Alley Pond Environmental Center.

<http://www.alleypond.com/>

Alley Pond Environmental Center, Inc., July 2014- June 2015, Annual Report and Financial Statements for the Years Ended June 30, 2014-2015.

Arcadis, 12/12/16. Email from Vince DeCapio (Arcadis) to Ian Miller (Louis Berger) and Alex Zablocki (GOSR).

Bain et. al. 2006. Bain M., D. Suszkowski, J. Lodge, and L. Xu. 2006. Setting Targets for Restoration of the Hudson-Raritan Estuary: Report of an Interdisciplinary Workshop. Hudson River Foundation, New York, New York

BND 2016, Beach Nourishment Viewer, Program for the Study of Developed Shorelines @ Western Carolina University, <http://beachnourishment.wcu.edu/>

CDC, 2014. Centers for Disease Control and Prevention, MMWR, Morbidity and Mortality Weekly Mortality Report, October 24, 2014, "Weekly / Vol. 63 / No. 42. See Brackbill et. al., Nonfatal Injuries 1 Week After Hurricane Sandy — New York City Metropolitan Area, October 2012"

Coch 2015. Coch, Nikolas K., Unique Vulnerability of the New York–New Jersey Metropolitan Area to Hurricane Destruction, Journal of Coastal Research, Vol. 31, No. 1, 2015.

Costanza 2006. Costanza, Robert, Matthew Wilson, Austin Troy, Alexey Voinov, Shuang Liu, John D’Agostino. 2006. The Value of New Jersey’s Ecosystem Services and Natural Capital. Prep. By: Gund Institute for Ecological Economics, Univ. Vermont. Prep. For: New Jersey Department of Environmental Protection, Division of Science, Research, and Technology, Trenton, NJ.

CPPSP, 2016, Clay Pit Ponds State Park Preserve, <http://nysparks.com/parks/166/details.aspx>

FAA, 2016. https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/benefit_cost/media/econ-value-section-2-tx-values.pdf, Table 2-2: Relative Disutility Factors by Injury Severity Level, (for Use with 3% or 7% Discount Rates) *

FEMA, 2011. FEMA Benefit---Cost Analysis Re-engineering (BCAR) Development of Standard Economic Values, Version 6.0 December 2011

https://www.fema.gov/media-library-data/1436988186869-3f81a0a72df11e00b8c088e8d3bd635a/TAW_Slope_Hmo_Guidance_May_2015.pdf

FEMA (2012), Final Sustainability Benefits Methodology Report, Contract #: HSFEHQ-10-D-0806; Task Order # HSFEHQ-11-J-1408.

FEMA 2013, FEMA MITIGATION POLICY-FP-108-024-01, Consideration of Environmental Benefits in the Evaluation of Acquisition Projects under the Hazard Mitigation Assistance (HMA) Programs, June 18, 2013.

FEMA 2015. Guidance for Flood Risk Analysis and Mapping, Calculation of Incident Wave Height and Slope for use with TAW Wave Runup Method, Guidance Document 33, May 2015.

Freeman, A. Myrick, III, *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*, Resources for the Future, Washington D.C., 1999.

Gopalakrishnan, 2010. Sathya Gopalakrishnan, Martin D. Smith, Jordan M. Slott, and A. Brad Murray, *The Value of Disappearing Beaches: A Hedonic Pricing Model with Endogenous Beach Width*, Working Paper EE 10-04, September 2010, Duke Environmental Economics Working Paper Series, organized by the Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University,

Grabowski et. al., 2012. Jonathan H. Grabowski, Robert D. Brumbaugh, Robert F. Conrad, Andrew G. Keeler, James J. Opaluch, Charles H. Peterson, Michael F. Piehler, Sean P. Powers, and Ashley R. Smyth, *Economic Valuation of Ecosystem Services Provided by Oyster Reefs*, *BioScience* • October 2012 / Vol. 62 No. 10, 900-909.

Harnik, 2014. Harnik, Peter, and John L. Compton (2014), *Measuring the total economic value of a park system to a community*, *Managing Leisure*, 2014, <http://dx.doi.org/10.1080/13606719.2014.885713>, Taylor & Francis

HUD CPD-16-06, U.S. Department of Housing and Urban Development, Notice CPD-16-06, Issued April 20, 2016, Community Development Block Grant Disaster Recovery (CDBG-DR) Rebuild by Design: Guidance regarding content and format of materials for approval of CDBG-DR Action Plan Amendments releasing funds for construction of Rebuild by Design (RBD) projects, including guidance for Benefit-Cost Analysis.

Kaval, P. and J. B. Loomis. 2003. Updated outdoor recreation use values with emphasis on National Park recreation. Fort Collins, National Park Service.

Kaufman et. al., 2012. *Transportation During and After Hurricane Sandy*, Sarah Kaufman, Carson Qing, Nolan Levenson and Melinda Hanson, Rudin Center for Transportation, NYU Wagner Graduate School of Public Service, November 2012

La Peyre, Megan K., Austin T. Humphries, Sandra M. Casas, Jerome F. La Peyre. 2013. Temporal variation in development of ecosystem services from oyster reef restoration. *Ecological Engineering* 63 (2014) 34–44.

Magnuson, 2009. K. Magnuson, H. Sexton, P. Davis-Kean, and A. Huston, "Increases in Maternal Education and Young Children's Language Skills," Merrill-Palmer Quarterly, Vol. 55, No. 3, July 2009, http://muse.jhu.edu/login?uri=/journals/merrill-palmer_quarterly/v055/55.3.magnuson.pdf

Magnuson 2007. Katherine Magnuson, Investing in the Adult Workforce: An Opportunity to Improve Children's Life Chances, prepared for the Annie E. Casey Foundation Initiative on Investing in Workforce Development, March 2007, <http://www.aecf.org/news/fes/dec2008/pdf/Magnuson.pdf>

Mortality history for Tottenville was provided by GOSR and was also referenced in the following article: http://www.nytimes.com/interactive/2012/11/17/nyregion/hurricane-sandy-map.html?_r=0

NACCS, 2015. North Atlantic Coast Comprehensive Study: Resilient Adaptation to Increasing Risk MAIN REPORT Final Report January 2015, US Army Corps of Engineers.

NACCS, 2015. North Atlantic Coast Comprehensive Study (NACCS), United States Army Corps of Engineers ® Physical Depth-Damage Function Summary Report North Atlantic Coast Comprehensive Study: Resilient Adaptation to Increasing Risk, January 2015.

NPRA, 2010. National Parks and Recreation Association, Why Parks and Recreation are essential services, 2010, Accessed from <https://www.nrpa.org/uploadedFiles/nrpa.org/Advocacy/Resources/Parks-Recreation-Essential-Public-Services-January-2010.pdf>

NRC, 2005. Valuing Ecosystem Services: Toward Better Environmental Decision-Making, Committee on Assessing and Valuing the Services of Aquatic and Related Terrestrial Ecosystems, National Research Council, National Academies Press, ISBN 978-0-309-09318-7, <http://nap.edu/11139>.

NYC Department of Parks and Recreation, 12/12/16. Email from Grace Parks (NYC Parks) to Ian Miller (Louis Berger).

NYC Parks, 01/03/17. Email from "Jordan, Elizabeth (Parks)" Elizabeth.Jordan@parks.nyc.gov To: "Zablocki, Alex (STORMRECOVERY)" Alex.Zablocki@stormrecovery.ny.gov, Subject: RE: 2013 Tottenville Dune construction cost.

NYMTC, 2016, received email permission from Larisa Morozovskaya, Larisa (DOT) Larisa.Morozovskaya@dot.ny.gov on 11/16/2016. Data provided by Josh Wagner of Louis Berger from GIS file extract for TAZ.

Parsons Brinckerhoff excel file called, <<Copy of RBD_BCA_tottenville_140411B_updated.xlsx>>

PlaNYC, 2013. A Stronger More Resilient New York, the City of New York, Mayor Michael H. Bloomberg

Ridley 2011. Ridley, N. and Kenefick, E., Research shows effectiveness of workforce programs. <http://www.clasp.org/resources-and-publications/files/workforce-effectiveness.pdf>

RM Schwartz et al. (2015), The Impact of Hurricane Sandy on the Mental Health of New York Area Residents, Am J Disaster Med 10 (4), 339-346.

2015, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/labs/articles/27149315/>

SCAPE Appendix D, 2016. <<D_30%-Feasibility-and-Constructability-Report_161007.pdf>>, Feasibility and Constructability Report, 10/7/2016, Prepared by: MFS Consulting Engineers and Surveyor, DPC

SCAPE, December, 2016. Calculation of Available Surface Area and Marine Habitat Generated for Living Breakwaters, December 13, 2016. Version: 2, revised from initial memo submitted November 28, 2016, From SCAPE, OCC, SEARC, To: AKRF, GOSR.

SCAPE email 12/9/16. Email from Pippa Brashear (SCAPE) to Ian Miller (Louis Berger) with attached file called, << 161208-LB-Habitat_Quantification_calcs.xlsx>>.

SCAPE, FDR 30%, 2016. LIVING BREAKWATERS FINAL 30% DESIGN REPORT, Prepared for: NY Governor's Office of Storm Recovery (GOSR) Date: 10/07/2016, Prepared by: Scape Landscape Architecture PLLC With Ocean And Coastal Consultants Engineering, P.C. | Arcadis Of New York, Inc. | Parsons Brinckerhoff, Inc. | Searc Ecological Consulting, Ltd. | New York Harbor Foundation New York Harbor School | LOT-EK, Corp. | MFS Consulting Engineers And Surveyor, DPC | Prudent Engineering LLP

U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics, Consumer Price Index, <http://data.bls.gov/pdq/SurveyOutputServlet>

2010 Census, average HH size Tottenville, see also, <http://www.city-data.com/neighborhood/Tottenville-Staten-Island-NY.ht>

Proyecto Rompeolas Viviente: Declaración de Recursos del Proyecto del BCA (2016-2024)

dólares estadounidenses constantes en 2016

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	Año		Construcción		Construcción (2.º trimestre: 2020): Operaciones (2.º trimestre de 2020)..... ==>				
Categorías de la Guía del HUD	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
COSTOS DEL CICLO DE VIDA			Fase de CAPEX						
Porcentaje instalado, %			26%	63%	11%				
Costos de inversión del proyecto	\$0.00	\$0.00	\$17,500,000	\$42,000,000	\$7,000,000	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Operaciones y mantenimiento									
Mantenimiento	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Supervisión	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$75,000	\$75,000	\$75,000	\$75,000	\$75,000
O&M Total	\$0.00	\$0	\$0	\$0	\$708,495	\$708,495	\$708,495	\$708,495	\$708,495
Costos totales	\$0.00	\$0	\$17,500,000	\$42,000,000	\$7,708,495	\$708,495	\$708,495	\$708,495	\$708,495
BENEFICIOS									
Valores de resistencia	\$0	\$0	\$0	\$0	\$22,660,245	\$931,222	\$800,477	\$818,763	\$22,880,477
Daños evitados a la propiedad	\$0	\$0	\$0	\$0	\$181,012	\$201,948	\$222,885	\$243,821	\$264,758
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$0	\$0	\$0	\$0	\$57,734	\$55,733	\$53,946	\$52,341	\$50,891
Costos evitados por pérdida de productividad	\$0	\$0	\$0	\$0	\$128,502	\$124,049	\$120,072	\$116,499	\$113,272
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$0	\$0	\$0	\$0	\$21,894,480	\$148,446	\$0	\$0	\$22,042,926
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$0	\$0	\$0	\$0	\$18,020	\$20,394	\$22,768	\$25,142	\$27,516
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$0	\$0	\$0	\$0	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265
Costo evitado por cortes de electricidad	\$0	\$0	\$0	\$0	\$94,013	\$94,009	\$94,005	\$94,001	\$93,997
Daños evitados a vehículos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$2,398	\$2,557	\$2,715	\$2,873	\$3,032
Valores ambientales									
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$748,673	\$946,097	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$0	\$0	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$0	\$0	-\$20,561	-\$20,561	\$728,113	\$925,537	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711
Valores sociales									
Gestión educativa/ambiental	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200
Recreación	\$0	\$0	\$0	\$0	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879

Beneficios de revitalización económica									
Impactos sobre el valor de la propiedad ([Distancia y ancho de la playa])	\$0	\$0	\$0	\$0	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294
Beneficios totales	\$0	\$0	-\$20,561	-\$20,561	\$24,399,731	\$2,868,132	\$2,885,561	\$2,903,848	\$24,965,561
Beneficios menos costos	\$0.00	\$0	-\$17,520,561	-\$42,020,561	\$16,691,237	\$2,159,637	\$2,177,066	\$2,195,353	\$24,257,066

Proyecto Rompeolas Viviente: Declaración de Recursos del Proyecto del BCA (2025-2033)									
dólares estadounidenses constantes en 2016									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Categorías de la Guía del HUD	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
COSTOS DEL CICLO DE VIDA									
Porcentaje instalado, %									
Costos de inversión del proyecto	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Operaciones y mantenimiento									
Mantenimiento	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Supervisión	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$150,000	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
O&M Total	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Costos totales	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
BENEFICIOS									
Valores de resistencia	\$856,769	\$3,599,366	\$1,044,736	\$22,810,98 1	\$936,966	\$1,106,10 2	\$978,546	\$999,616	\$1,169,29 4
Daños evitados a la propiedad	\$285,694	\$306,631	\$327,568	\$348,504	\$369,441	\$390,377	\$411,314	\$432,250	\$453,187
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$49,575	\$48,374	\$47,275	\$46,266	\$45,334	\$44,473	\$43,673	\$42,930	\$42,236
Costos evitados por pérdida de productividad	\$110,342	\$107,670	\$105,224	\$102,977	\$100,904	\$98,986	\$97,207	\$95,552	\$94,009
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$0	\$2,723,000	\$148,446	\$21,894,48 0	\$0	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$29,890	\$32,264	\$34,638	\$37,012	\$39,386	\$41,760	\$44,134	\$46,508	\$48,882
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265
Costo evitado por cortes de electricidad	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992
Daños evitados a vehículos	\$3,190	\$3,348	\$3,506	\$3,665	\$3,823	\$3,981	\$4,139	\$4,298	\$4,456
Valores ambientales									
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,27 2	\$1,094,27 2	\$1,094,27 2	\$1,094,272	\$1,094,27 2
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,71 1	\$1,073,71 1	\$1,073,71 1	\$1,073,711	\$1,073,71 1
Valores sociales									
Gestión educativa/ambiental	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200
Recreación	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879
Beneficios de revitalización económica									

Impactos sobre el valor de la propiedad ([[Distancia y ancho de la playa]])	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294
Beneficios totales	\$2,941,853	\$5,684,450	\$3,129,820	\$24,896,065	\$3,022,050	\$3,191,186	\$3,063,630	\$3,084,701	\$3,254,379
Beneficios menos costos	\$2,308,359	\$5,050,955	\$2,496,326	\$24,262,571	\$2,238,555	\$2,557,691	\$2,430,136	\$2,451,206	\$2,620,884

Proyecto Rompeolas Viviente: Declaración de Recursos del Proyecto del BCA (2034-2042)									
dólares estadounidenses constantes en 2016									
	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Categorías de la Guía del HUD	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
COSTOS DEL CICLO DE VIDA									
Porcentaje instalado, %									
Costos de inversión del proyecto	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Operaciones y mantenimiento									
Mantenimiento	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Supervisión	\$150,000	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$150,000	\$0.00	\$0.00	\$0.00
O&M Total	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Costos totales	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
BENEFICIOS									
Valores de resistencia	\$1,042,226	\$3,786,735	\$1,233,811	\$1,107,104	\$1,128,942	\$1,299,318	\$1,172,886	\$1,194,977	\$1,365,585
Daños evitados a la propiedad	\$474,123	\$495,060	\$515,997	\$536,933	\$557,870	\$578,806	\$599,743	\$620,679	\$641,616
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$41,588	\$40,981	\$40,411	\$39,874	\$39,369	\$38,892	\$38,441	\$38,014	\$37,608
Costos evitados por pérdida de productividad	\$92,566	\$91,214	\$89,945	\$88,751	\$87,626	\$86,564	\$85,560	\$84,610	\$83,708
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$0	\$2,723,000	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$51,256	\$53,630	\$56,004	\$58,378	\$60,752	\$63,126	\$65,500	\$67,874	\$70,248
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265
Costo evitado por cortes de electricidad	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992

Daños evitados a vehículos	\$4,614	\$4,772	\$4,931	\$5,089	\$5,247	\$5,405	\$5,564	\$5,722	\$5,880
Valores ambientales									
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711
Valores sociales									
Gestión educativa/ambiental	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200
Recreación	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879
Beneficios de revitalización económica									
Impactos sobre el valor de la propiedad ([[Distancia y ancho de la playa]])	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294
Beneficios totales	\$3,127,310	\$5,871,819	\$3,318,895	\$3,192,188	\$3,214,026	\$3,384,402	\$3,257,970	\$3,280,061	\$3,450,669
Beneficios menos costos	\$2,343,816	\$5,238,325	\$2,685,401	\$2,558,693	\$2,580,532	\$2,600,908	\$2,624,475	\$2,646,566	\$2,817,175

Proyecto Rompeolas Viviente: Declaración de Recursos del Proyecto del BCA (2043-2051)									
dólares estadounidenses constantes en 2016									
	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Categorías de la Guía del HUD	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051
COSTOS DEL CICLO DE VIDA									
Porcentaje instalado, %									
Costos de inversión del proyecto	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Operaciones y mantenimiento									
Mantenimiento	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Supervisión	\$0.00	\$150,000	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$150,000	\$0.00	\$0.00
O&M Total	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495
Costos totales	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495
BENEFICIOS									
Valores de resistencia	\$1,239,367	\$1,261,656	\$1,432,447	\$1,312,575	\$1,335,53	\$1,506,98	\$1,381,58	\$1,404,670	\$1,576,24

					4	3	4		0
Daños evitados a la propiedad	\$662,552	\$683,489	\$704,426	\$725,362	\$746,299	\$767,235	\$788,172	\$809,108	\$830,045
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$37,224	\$36,858	\$36,510	\$36,178	\$35,861	\$35,559	\$35,270	\$34,993	\$34,727
Costos evitados por pérdida de productividad	\$82,852	\$82,038	\$81,263	\$80,524	\$79,819	\$79,146	\$78,502	\$77,886	\$77,295
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$0	\$0	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$72,622	\$74,996	\$77,370	\$79,744	\$82,118	\$84,492	\$86,866	\$89,240	\$91,614
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265
Costo evitado por cortes de electricidad	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992
Daños evitados a vehículos	\$6,038	\$6,197	\$6,355	\$12,689	\$13,358	\$14,027	\$14,697	\$15,366	\$16,035
Valores ambientales									
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711
Valores sociales									
Gestión educativa/ambiental	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200
Recreación	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879
Beneficios de revitalización económica									
Impactos sobre el valor de la propiedad ([[Distancia y ancho de la playa]])	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294
Beneficios totales	\$3,324,451	\$3,346,740	\$3,517,532	\$3,397,660	\$3,420,618	\$3,592,068	\$3,466,668	\$3,489,755	\$3,661,325
Beneficios menos costos	\$2,690,957	\$2,563,246	\$2,884,037	\$2,764,165	\$2,787,123	\$2,958,573	\$2,683,174	\$2,856,260	\$3,027,830

Proyecto Rompeolas Viviente: Declaración de Recursos del Proyecto del BCA (2052-2060)

dólares estadounidenses constantes en 2016

	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Categorías de la Guía del HUD	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060
COSTOS DEL CICLO DE VIDA									
Porcentaje instalado, %									
Costos de inversión del proyecto	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0

Operaciones y mantenimiento									
Mantenimiento	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Supervisión	\$0.00	\$0.00	\$150,000	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$150,000	\$0.00
O&M Total	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495
Costos totales	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495
BENEFICIOS									
Valores de resistencia	\$1,450,953	\$1,474,146	\$1,645,815	\$1,520,621	\$1,543,901	\$1,715,654	\$1,590,538	\$1,613,892	\$1,785,714
Daños evitados a la propiedad	\$850,982	\$871,918	\$892,855	\$913,791	\$934,728	\$955,664	\$976,601	\$997,537	\$1,018,474
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$34,473	\$34,229	\$33,994	\$33,769	\$33,552	\$33,343	\$33,142	\$32,948	\$32,761
Costos evitados por pérdida de productividad	\$76,729	\$76,186	\$75,664	\$75,162	\$74,679	\$74,215	\$73,767	\$73,335	\$72,919
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$0	\$0	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$93,988	\$96,362	\$98,736	\$101,109	\$103,483	\$105,857	\$108,231	\$110,605	\$112,979
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265
Costo evitado por cortes de electricidad	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992
Daños evitados a vehículos	\$16,704	\$17,373	\$18,042	\$18,711	\$19,380	\$20,049	\$20,719	\$21,388	\$22,057
Valores ambientales									
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711
Valores sociales									
Gestión educativa/ambiental	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200
Recreación	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879
Beneficios de revitalización económica									
Impactos sobre el valor de la propiedad ([[Distancia y ancho de la playa]])	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294
Beneficios totales	\$3,536,038	\$3,559,230	\$3,730,899	\$3,605,706	\$3,628,986	\$3,800,738	\$3,675,623	\$3,698,977	\$3,870,799
Beneficios menos costos	\$2,902,543	\$2,925,735	\$2,947,405	\$2,972,211	\$2,995,491	\$3,167,243	\$3,042,128	\$2,915,482	\$3,237,304

Proyecto Rompeolas Viviente: Declaración de Recursos del Proyecto del BCA (2061-2066)

dólares estadounidenses constantes en 2016

	45	46	47	48	49	50
Categorías de la Guía del HUD	2061	2062	2063	2064	2065	2066
COSTOS DEL CICLO DE VIDA						
Porcentaje instalado, %						
Costos de inversión del proyecto	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0	\$0.0
Operaciones y mantenimiento						
Mantenimiento	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$633,495
Supervisión	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$150,000	\$0.00	\$0.00
O&M Total	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495
Costos totales	\$633,495	\$633,495	\$633,495	\$783,495	\$633,495	\$633,495
BENEFICIOS						
Valores de resistencia	\$1,660,665	\$1,684,082	\$1,855,964	\$1,730,972	\$1,754,443	\$1,926,376
Daños evitados a la propiedad	\$1,039,411	\$1,060,347	\$1,081,284	\$1,102,220	\$1,123,157	\$1,144,093
Víctimas evitadas (mortalidad y lesiones)	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821	\$255,821
Costos evitados por tratamientos de salud mental	\$32,580	\$32,406	\$32,237	\$32,074	\$31,917	\$31,764
Costos evitados por pérdida de productividad	\$72,517	\$72,128	\$71,753	\$71,390	\$71,039	\$70,699
Costos evitados por erosión de la costa/reconstrucción de dunas	\$0	\$0	\$148,446	\$0	\$0	\$148,446
Costos evitados por desplazamiento/interrupción	\$115,353	\$117,727	\$120,101	\$122,475	\$124,849	\$127,223
Costos evitados por cierre de vías/interrupciones de viajes	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265	\$28,265
Costo evitado por cortes de electricidad	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992	\$93,992
Daños evitados a vehículos	\$22,726	\$23,395	\$24,064	\$24,733	\$25,402	\$26,071
Valores ambientales						
Ganancias totales brutas por el servicio anual al ecosistema (+)	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272	\$1,094,272
Total de servicios anuales al ecosistema desplazados (-)	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561	\$20,561
Ganancias netas anuales por el servicio al ecosistema	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711	\$1,073,711
Valores sociales						
Gestión educativa/ambiental	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200	\$112,200
Recreación	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879	\$634,879
Beneficios de revitalización económica						
Impactos sobre el valor de la propiedad ([[Distancia y ancho de la playa]])	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294	\$264,294
Beneficios totales	\$3,745,750	\$3,769,167	\$3,941,049	\$3,816,056	\$3,839,527	\$4,011,460
Beneficios menos costos	\$3,112,255	\$3,135,672	\$3,307,554	\$3,032,562	\$3,206,032	\$3,377,966

SCAPE / LANDSCAPE ARCHITECTURE PLLC

277 BROADWAY SUITE 1606 NEW YORK NY 10007

T 212 462 2628 F 212 462 4164

SCAPESTUDIO.COM

Anexo A: Parámetros y supuestos:

**Diseño esquemático para la protección del rompeolas viviente y la costa de
Tottenville: Estándares y supuestos para la exploración del proyecto y 30% de
diseño, v. 4**

MEMORÁNDUM

Fecha: 29 de septiembre de 2016

De: Pippa Brashear / SCAPE

Para: Equipos de diseño y EIS para la protección del rompeolas viviente y de la costa de Tottenville / GOSR, AKRF, EQUIPO STANTEC:

Cc: SCAPE, OCC/COWI, ARCADIS, PB, MFS, SEARC, NYHF, Prudent (equipo SCAPE)

Re: **Diseño esquemático para la protección del rompeolas viviente y la costa de Tottenville: Estándares y supuestos para la exploración del proyecto y 30% de diseño, v. 4**

Versiones anteriores

Versión	fecha	notas
1	29/sep/2015	con base en la reunión del equipo el viernes 5 de junio de 2015, la conversación entre SCAPE y el equipo de AKRF sobre los supuestos relativos al cambio climático del 10 de julio, la revisión interna del SCAPE y los equipos del diseño de Stantec y una conversación final entre la GOSR, ARKF y los equipos de diseño de SCAPE y Stantec el 21 de agosto de 2015
2	9/nov/2015	Actualizado para incluir la definición de la costa y los supuestos existentes sobre la topografía. Cambios revisados y aprobados por el equipo del proyecto.
3	10/jun/2016	Actualizado para incluir detalles sobre la selección de escenarios de tormentas y parámetros refinados para los supuestos de modelado hidrodinámico. La definición de costa también se actualizó basándose en el trabajo en equipo de LB y TSP hasta la fecha.
4	8/sep/2016	Actualizado para incluir la tabla del nivel de oleaje y agua y la tabla de tamaño de grano del sedimento; también se actualizó para incluir los datos usados para la exploración para el proyecto de protección de la costa.

Este documento contiene un resumen de los supuestos y parámetros más recientes del proyecto que se utilizarán para el análisis inicial y la exploración de alternativas y para el diseño del 30%, tanto para el Proyecto Rompeolas Viviente (Living Breakwaters, LBW) como para el Proyecto de Protección de la Costa de Tottenville (Tottenville Shoreline Protection Projects, TSPP). Este es un documento vivo para ayudar en la coordinación entre los equipos de diseño del Rompeolas Viviente y de Protección de la Costa de Tottenville, así como el equipo EIS del proyecto conjunto.

Contenido

Survey & Mapping Standards	74
Elevation Data.....	74
Sediment Characterization.....	75
Shoreline Location	78
Tidal Elevations.....	79
Storm Return Periods	80
Long Term Shoreline Change.....	83
Sea Level Rise.....	83
Project Design life	84

Figuras

Figure 1. Source for 2014 USGS CGM LiDAR data	74
Figure 2. Fall 2015 and Spring 2016 Sediment Sampling Results	76
Figure 3. Map of NOAA data collection locations	79
Figure 4. FEMA FIS Transect Locations	81

Tablas

Table 1. Summary Of Average Grain Sizes By Transect	77
Table 2. Tidal elevations @ Sandy Hook (8531680)	79
Table 3. Water levels and wave heights for target storm events	80
Table 4. FEMA FIS Transect Data.....	81
Table 5. New York City Sea Level Rise Projections	84

Estudios y estándares de elaboración de mapas

Sistema de referencia vertical: Sistema de Referencia Vertical Norteamericano de 1988 (North American Vertical Datum of 1988, NAVD88), Geoid 2012A (*esto es consistente con el estudio batimétrico inicial realizado por Hill/ASI*). Todas las elevaciones y datos del estudio se deben proporcionar en relación con este sistema de referencia.

Sistema de referencia de control horizontal: Sistema de Referencia Norteamericano de 1983 (North American Datum of 1983, NAD 83)

Sistema de coordenadas / Proyección para mapas impresos: Plano estatal de Nueva York, Long Island FIPS 3104 (estudio estadounidense en pies)

Despliegue del proyecto: Se deben desplegar las ubicaciones y alineaciones de estaciones para los proyectos combinados de Rompeolas Viviente y de Protección de la Costa. Estas se deben decidir. Los equipos de levantamiento topográfico deben incluir la monumentación en su trabajo (a decidir / confirmado por la GOSR).

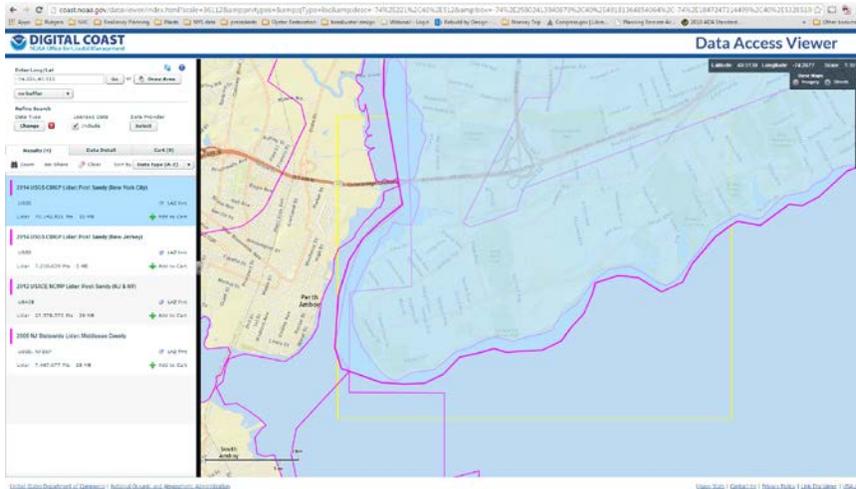
Requisitos de metadatos: Todos los datos y los resultados del estudio de campo deben ir acompañados de metadatos completos; los estándares de metadatos serán desarrollados y acordados por el equipo.

Datos de elevación

Dentro de la zona del proyecto se utilizan las siguientes fuentes para la información batimétrica y topográfica:

- **Batimetría:** [Estudio batimétrico de junio de 2015 realizado por Hill/ASI](#).
- **Topografía:** Estudios topográficos y de límites del lado de tierra de otoño de 2015 realizados por Naik para el equipo de Stantec (solo para el área de protección de la costa de Tottenville).
- **Transectos de perfil de playa**
 - [Estudios de transectos de perfil de playa de noviembre de 2015](#) realizados por MFS Engineers y Prudent Engineering
 - Estudios de transectos de perfil de playa de mayo 2016 realizados por MFS Engineers and Prudent Engineering.
- Para las ubicaciones fuera del área del estudio de protección de la costa de Tottenville, la información topográfica del lado de tierra se basará en el inventario CGM LiDAR del Servicio Geológico de los Estados Unidos (United States Geological Survey, USGS) de 2014: Después de Sandy para la Ciudad de Nueva York, disponible para su descarga en el sitio [Visualizador digital de la costa de la NOAA](#) (captura de pantalla a continuación). Los metadatos para esta información topográfica están disponible [aquí](#).

Figura 1. Fuente de los datos del inventario CGM LiDAR del USGS de 2014



Caracterización de sedimentos

Dentro del área del proyecto se utilizan las siguientes fuentes para la información sobre los sedimentos:

- Las muestras de toma de sedimentos y el análisis fueron realizadas en 28 ubicaciones dentro del agua en toda el área del proyecto por Hill/ASI en junio de 2015.
- Recolección de sedimentos a lo largo de los transectos de estudios de playas en 72 ubicaciones por parte de MFS en diciembre de 2015
- Las perforaciones geotécnicas en la región potencial de construcción del rompeolas se tomaron en 20 lugares a profundidades de 52-105 pies en noviembre de 2015
- Prudent recolectó muestras de sedimentos en 39 ubicaciones en el agua y MFS recolectó muestra en 78 ubicaciones de playa a lo largo de los 23 transectos del estudio en abril/mayo de 2016

[Los resultados de la muestra de sedimento](#) anteriores se pueden descargar desde el sitio sharepoint del proyecto.

Los datos de sedimentos se resumen en las siguientes imágenes y en la siguiente tabla. Los tamaños promedio de los granos son los proporcionados para todo el conjunto de datos a lo largo de cada transecto de estudio y también con los tamaños de grano más gruesos observados en el promedio de marea baja (Mean Low Water, MLW) eliminados.

Figura 2. Resultados de muestreo de sedimentos de otoño de 2015 y primavera de 2016

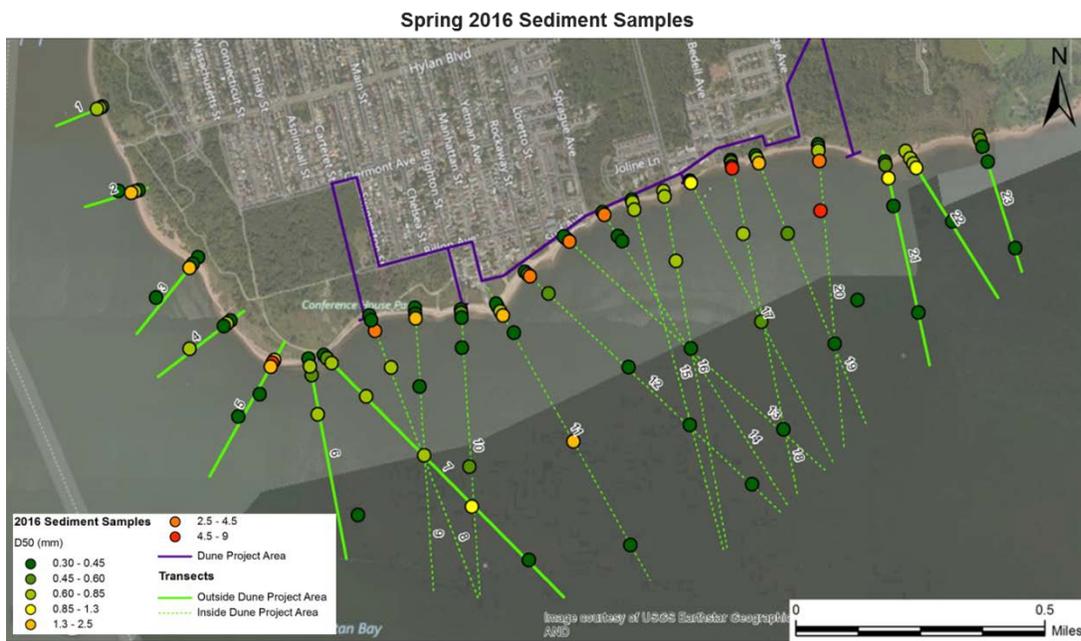
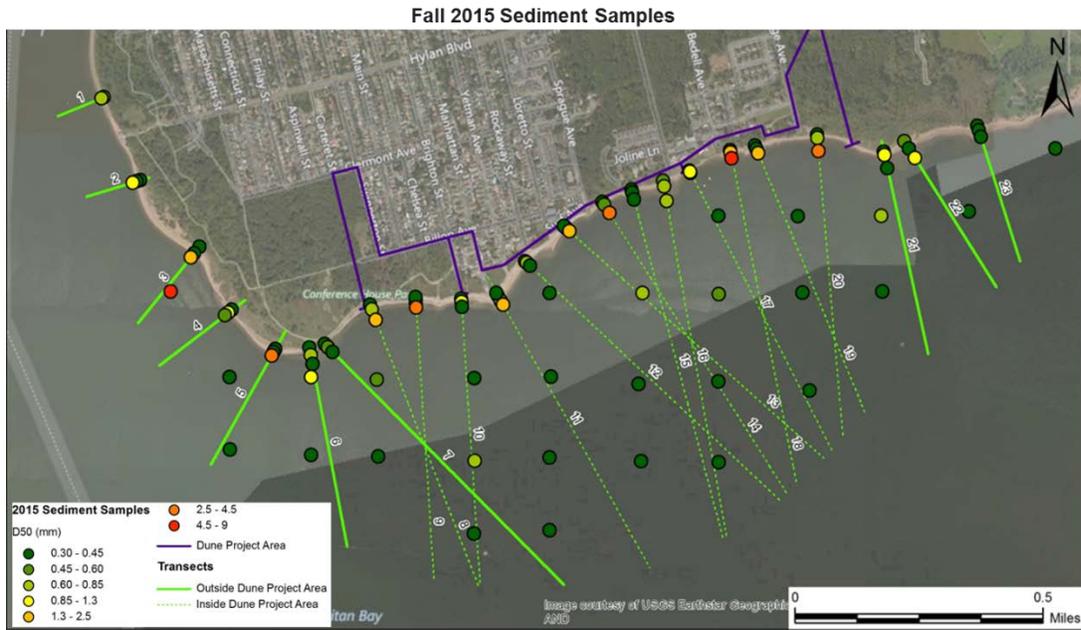


Tabla 1. Resumen de los tamaños promedio de grano por transecto

Transecto	Promedio D50 de muestras (mm)			Promedio D50 excluida la ubicación de las muestras MLW (mm)		
	Otoño 2015	Primavera 2016	Promedio	Otoño 2015	Primavera 2016	Promedio
1	0.64	0.68	0.66	0.64	0.66	0.65
2	0.66	0.67	0.67	0.34	0.38	0.36
3	1.93	0.60	1.27	1.91	0.30	1.11
4	0.62	0.54	0.58	0.66	0.57	0.62
5	1.00	2.04	1.52	0.25	1.98	1.11
6	0.54	0.52	0.53	0.58	0.52	0.55
7	0.44	0.59	0.51	0.45	0.58	0.51
8	0.84	1.02	0.93	0.42	0.49	0.46
9	1.18	0.53	0.85	0.40	0.33	0.36
10	0.46	0.38	0.42	0.54	0.42	0.48
11	0.62	0.88	0.75	0.40	0.65	0.53
12	0.31	0.91	0.61	0.37	0.41	0.39
13	0.65	0.79	0.72	0.42	0.34	0.38
14	1.10	3.21	2.16	0.48	1.15	0.81
15	0.40	0.63	0.52	0.41	0.56	0.48
16	0.53	0.65	0.59	0.45	0.65	0.55
17	2.18	1.02	1.60	0.47	0.98	0.72
18	3.67	1.30	2.48	1.26	0.56	0.91
19	0.82	0.70	0.76	0.40	0.51	0.45
20	1.88	2.03	1.95	0.57	1.91	1.24
21	0.68	0.50	0.59	0.77	0.37	0.57
22	0.52	0.71	0.61	0.36	0.61	0.49
23	0.30	0.41	0.35	0.30	0.42	0.36
Promedio	0.95	0.93	0.94	0.56	0.67	0.61

Ubicación de la costa

La “costa” generalmente se mostrará como la línea MHW actual en los mapas.

Para este proyecto, a menos que se indique algo distinto, se define que el promedio de marea alta (Mean High Water, MHW) como MHW en la estación de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) de Sandy Hook, NJ (8531680) para la época actual w (2.08 NAVD88). La línea actual del MHW se define como la intersección de esta elevación con la batimetría terrestre tal como la examinó el equipo de Stantec en el otoño de 2015 o, fuera de esa área el, inventario CGM LiDAR del USGS de 2014: Después de Sandy para la Ciudad de Nueva York

Las costas históricas se definieron por la marca de marea alta más reciente según lo delineado a partir de ortoimágenes históricas. Esto se cuantificó mediante la extracción de la marea alta medida en Sandy Hook para la fecha de cada ortoimagen. El promedio de todas las ortoimágenes analizadas fue de 2.04 NAVD88, muy cercano a la referencia de MHW publicada de 2.08 NAVD88.

A veces, con fines de elaboración de mapas, la costa de la FEMA, tal como se define en los mapas de calificación de seguros contra inundaciones (Flood Insurance Rate Maps, FIRM) preliminares de la FEMA de 2013 se puede mostrar como una referencia general.

Elevaciones mareales

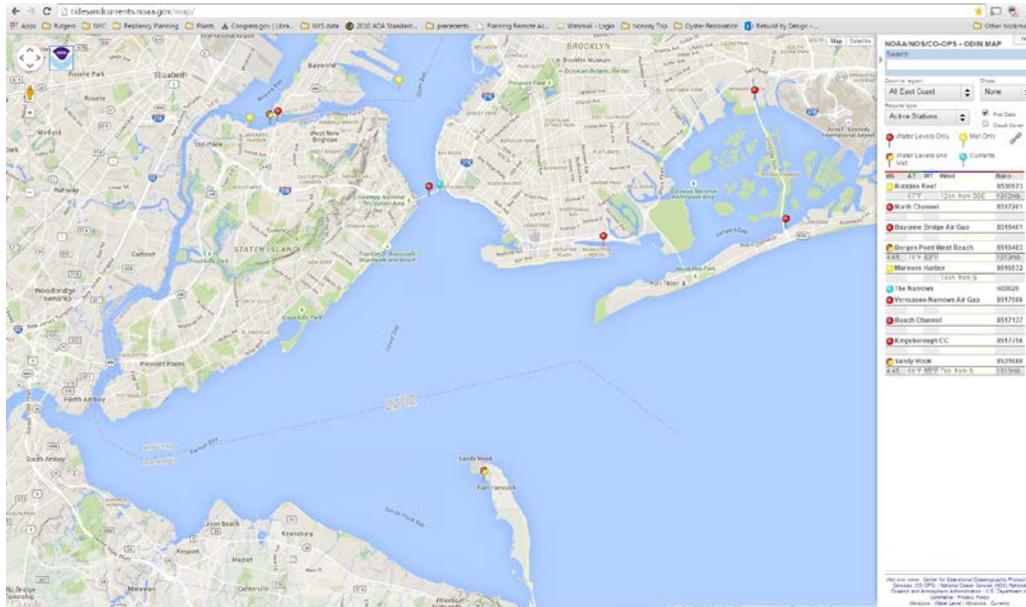
Para los propósitos de la exploración de conceptos y el diseño esquemático, se asumirá que las mareas son las registradas en la estación de Sandy Hook, NJ de la NOAA (8531680), época 1983-2001.

Tabla 2. Elevaciones mareales en Sandy Hook (8531680)

	Datos de referencia de la estación	NAVD88
Sandy Hook (8531680)		
Datos de referencia de la estación	0	-5.33
NAVD88	5.33	0
HAT	9.11	3.78
Promedio alto de marea alta (MHHW)	7.74	2.41
Promedio de marea alta (MHW)	7.41	2.08
Nivel promedio del mar (MSL)	5.09	-0.24
Promedio de marea baja (MLW)	2.71	-2.62
Promedio bajo de marea baja (MLLW)	2.51	-2.82
LAT	1.14	-4.19

Los datos de referencia adicionales y los datos completos de la estación están disponibles en línea (<http://tidesandcurrents.noaa.gov/datums.html?id=8531680>). Los datos sobre mareas y el mapa actual de la NOAA en línea (<http://tidesandcurrents.noaa.gov/map/>) indican que la estación Sandy Hook es la ubicación de estación más cercana con niveles de marea y datos meteorológicos.

Figura 3. Mapa de los sitios de recolección de datos de la NOAA



Períodos de retorno de tormentas

Para el propósito de 30% de diseño, se considerarán / estudiarán los siguientes períodos de retorno de tormentas:

- 10 años
- 25 años
- 50 años
- 100 años
- Huracán Sandy

Las series temporales de tormentas de niveles de agua y oleaje para eventos de 10, 25, 50 y 100 años se extraerán de la marea de tempestad y el modelado de oleaje (ADCIRC/SWAN) usados por la FEMA para desarrollar el PFIRM de 2013 y los mapas efectivos en 2015. La información sobre el huracán Sandy se tomará de los modelos disponibles de ADCIRC. Los detalles de la selección del conjunto de tormentas se proporcionarán en el Informe de Modelado del 30% de Diseño del Rompeolas Viviente.

Se utilizarán los mismos períodos de retorno para el análisis de desempeño de los proyectos de Rompeolas Viviente y de Protección de la Costa. Los períodos de retorno alternativos se pueden analizar si se acuerdan los equipos de diseño de los proyectos de Rompeolas Viviente y de Protección de la Costa.

La fuente y la información de referencia para las tormentas o la serie de tormentas consideradas han sido descritas, documentadas y acordadas por los equipos de diseño de los proyectos de Rompeolas Viviente y de Protección de la Costa en coordinación y consulta entre sí. Las condiciones de tormenta acordadas en las cercanías del proyecto se proporcionan en la siguiente tabla.

Tabla 3. Niveles de agua y alturas del oleaje para los eventos de tormenta objetivo

Período de retorno	% probabilidad anual	“Hoy”		Con aumento del nivel del mar de 30”	
		elevación de aguas tranquilas NAVD88 (pies)	altura significativa del oleaje pies	elevación de aguas tranquilas NAVD88 (pies)	altura significativa del oleaje pies
10 AÑOS	10%	8.1	3.9	10.6	3.9
25 AÑOS	4%	9.3	4.3	11.8	4.3
50 AÑOS	2%	11.3	4.9	13.8	4.9
100 AÑOS	1%	12.9	5.3	15.4	5.3
SANDY	n/a	12.9	6.3	15.4	6.3
Promedio de marea alta (MHW)	n/a	2.1	3.0	4.6	3.0

Al principio, para el desarrollo inicial de conceptos y la exploración, las elevaciones del oleaje de aguas tranquilas asumidas para cada período de retorno de tormentas se basaron en las elevaciones de aguas tranquilas identificadas en el Estudio de Tasas de Seguros contra Inundaciones de la FEMA del 2013 para la Ciudad de Nueva York (FIS # 360497V000B, versión 1.0.0.0).

Los transectos del FIS de la FEMA asociados con el sitio del proyecto incluyen R-35, R-36, R-37, R-38 y R-39, y se indican a continuación.

Figura 4. Ubicaciones de transectos del FIS de la FEMA

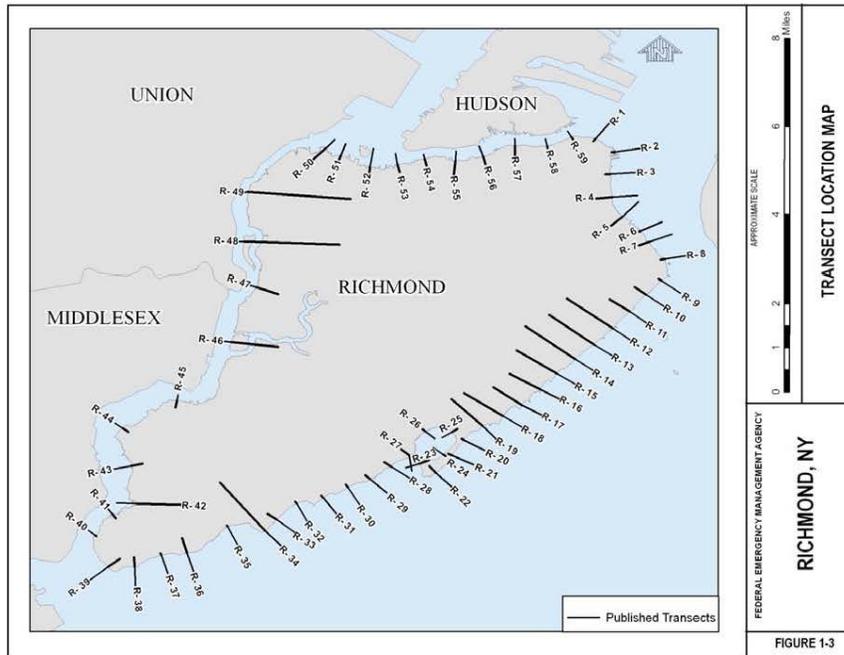


Figure 1-3: Richmond County published and mapping transect map

Tabla 4. Datos de transectos del FIS de la FEMA

Flood Source	Transect	Starting Wave Conditions for the 1% Annual Chance			Starting Stillwater Elevations ¹ (ft NAVD88) Range of Stillwater Elevations ² (ft NAVD88)				
		Coordinates	Significant Wave Height (ft)	Peak Wave Period (sec)	10% Annual Chance	2% Annual Chance	1% Annual Chance	0.2% Annual Chance	
Raritan Bay	R-28	N 40.532775	6.36	6.83	7.6	0 - 0	10.7	12.1	15.7
		W 74.150388							
Raritan Bay	R-29	N 40.528419	6.37	6.15	7.7	10.8	12.3	15.8	
		W 74.157873							
Raritan Bay	R-30	N 40.525471	7.30	6.44	7.8	10.9	12.3	15.8	
		W 74.195748							
Raritan Bay	R-31	N 40.521914	7.42	6.08	7.8	10.9	12.4	15.9	
		W 74.174300							
Raritan Bay	R-32	N 40.519829	7.53	6.08	7.8	11	12.4	16	
		W 74.183611							
Raritan Bay	R-33	N 40.514262	7.53	5.93	7.7 - 7.8	11	12.3 - 12.4	16 - 16.6	
		W 74.190726							
Raritan Bay	R-34	N 40.510220	6.10	4.72	7.9	11	12.4	16	
		W 74.194789							
Raritan Bay	R-35	N 40.511679	4.87	4.43	7.9	11.1	12.5	16.1	
		W 74.208054							
Raritan Bay	R-36	N 40.502497	6.65	5.49	8	11.2	12.5 - 12.7	16.1 - 16.3	
		W 74.222395							
Raritan Bay	R-37	N 40.501746	6.17	5.27	8.1	11.3	12.8	16.3	
		W 74.231526							
Raritan Bay	R-38	N 40.497805	6.05	5.46	8.1	11.3	12.8	16.4	
		W 74.240883							
Raritan Bay	R-39	N 40.497433	4.71	4.75	8.2	11.4	12.9	16.4	
		W 74.250294							
Arthur Kill	R-40	N 40.508668	1.47	2.17	8.2	11.4	12.8	16.2	
		W 74.254714							
Arthur Kill	R-41	N 40.516106	3.15	3.67	8.2	11.3	12.7	16.1	
		W 74.248753							

¹Stillwater elevations include the contribution from wave setup.

²For transects with a constant stillwater elevation, only one number is provided to represent both the starting value and the range.

Fuente: 2013 FEMA Flood Insurance Rate Study for New York City (FIS # 360497V000B, version 1.0.0.0)

Análisis de la respuesta del sistema de rompeolas viviente contra oleaje de tormenta

El equipo del Rompeolas Viviente utilizará los niveles de agua, las alturas del oleaje y los hidrogramas de tormenta asociados con estas tormentas para sustentar el modelado de refracción y difracción del oleaje del sistema de rompeolas durante tormentas, así como la transmisión anticipada de olas para los

sistemas de rompeolas. Esta información también se usará para sustentar el modelado de erosión basado en eventos usando SBEACH o CSHORE para lugares fuera del área del proyecto TSPP (dentro del área del proyecto TSPP, el análisis será realizado por el equipo TSPP). El modelado de erosión basado en eventos del equipo del Rompeolas Viviente se calibrará utilizando datos LiDAR previos y posteriores a Sandy.

Análisis de la respuesta del sistema del TSPP contra oleaje de tormentas

Las características de la protección de la costa se analizarán para determinar el aumento del oleaje, el desbordamiento y la socavación/erosión localizados para eventos de tormentas de 10, 25, 50 y 100 años. Las elevaciones de agua y las series de tiempo de oleaje para este análisis serán las mismas que se usaron para el diseño del proyecto LBW. La evaluación inicial se basará en la condición del caso sin LBW. La piedra y los componentes estructurales serán dimensionados para la estabilidad bajo el evento de 100 años, sin embargo, la cubierta de arena y los componentes superficiales pueden experimentar erosión. Dado que la elevación de la cresta ya se ha determinado sobre la base de las características topográficas existentes, se calculará el período de retorno aplicable para el cual las características de protección de la costa influyen en el aumento y el desbordamiento.

El revestimiento y el núcleo de piedra de las elevaciones de la base se basarán en estimaciones del potencial de socavación bajo la guía del Manual de Ingeniería Costera (Coastal Engineering Manual, CEM) del USACE. También se utilizará SBEACH para comparar el potencial de erosión. El análisis de SBEACH se basará en el análisis del tamaño de grano y en la serie d de tiempos de oleaje indicada en otras secciones del presente documento. Otros parámetros de SBEACH para un diseño del 30% seguirán el Informe principal de anteproyecto del USACE sobre Gestión del riesgo de tormentas costeras en la Costa Sur de Staten Island, Nueva York, de Fort Wadsworth a Oakwood Beach (South Shore of Staten Island, New York, Coastal Storm Risk Management, Fort Wadsworth to Oakwood Beach, Draft Main Report) de junio de 2015.

Antes del análisis del TSPP

La alternativa de protección de la costa se evaluó previamente durante la exploración de las opciones de diseño para las condiciones ambientales del intervalo de recurrencia de los eventos de 1, 10, 25, 50 y 100 años, es decir, vientos, elevación de la superficie del agua y oleaje, a ser usadas para la comparación con la duna de rendimiento reforzada con núcleo de piedra (denominada aquí como duna híbrida) y de una alternativa de dique. La siguiente tabla muestra la altura máxima del oleaje significativo, el período pico del oleaje, el nivel de agua y las velocidades del viento asociados con la exploración inicial de cada uno de estos eventos de tormentas:

Tabla 5. Resumen del uso de la información sobre tormentas para la exploración inicial del TSPP (reemplazada por la información de la tabla 3 para el 30% de diseño)

Retorno	Diseño (FEMA)	Nivel de agua del diseño	ACES Calculado		Viento
	Nivel de agua (ft NAVD 88)	Nivel de agua + SLR de 30" (ft NAVD 88)	Altura del oleaje (pies)	Período de olas (segundos)	Velocidad (mph)
100	12.8	15.3	8.4	5.31	96

50	11.3	13.8	7.66	5.1	90
25	9.9	12.4	6.92	4.87	85
10	8.1	10.6	6.02	4.58	76
1	3.4	5.9	3.9	3.79	55

Esta revisión preliminar incluyó la evaluación de dunas híbridas y una opción de dique. Sobre la base de esta evaluación, la alternativa de dique no se siguió para un diseño posterior. Después de esta evaluación inicial, la elevación de la duna híbrida se estableció sobre la base de las limitaciones del sitio y se revisó la extensión lineal de la duna con núcleo de piedra. Junto a la duna de núcleo de piedra, áreas de eco-revestimiento, terraplén de tierra y vía elevada (en conjunto, características de protección de la costa) se incorporaron a lo largo de tramos de la costa.

Cambio de la costa a largo plazo

El cambio histórico de la costa se analizó utilizando imágenes aéreas obtenidas del Departamento de Conservación Ambiental (Department of Environmental Conservation, DEC) del Estado de Nueva York y del Departamento de Tecnología de la Información y Telecomunicaciones (Department of Information Technology and Telecommunications, DOITT) de la Ciudad de Nueva York.

El cambio proyectado a largo plazo de la costa se está analizando utilizando el modelo de cambio de la costa de GENESIS.

Los supuestos climáticos del oleaje para este modelado se basan en los datos disponibles del análisis retrospectivo del oleaje de altamar del USACE y en datos de oleaje medidos. Los datos por hora de las olas fueron transformados por el equipo del proyecto Rompeolas Viviente desde altamar al sitio del proyecto usando el modelo numérico SWAN para el período de tiempo disponible de 1982 a 2012. Una descripción de la metodología utilizada en el Rompeolas Viviente se proporcionará en el Informe de Modelado del 30% de Diseño del Rompeolas Viviente.

Aumento del nivel del mar

A fines de la exploración y análisis iniciales y el 30% de diseño se hará un solo supuesto de aumento del nivel del mar. Una vez que se llegue a un diseño de rompeolas preferido o a un número limitado de escenarios de diseño, se puede estudiar el rendimiento bajo escenarios adicionales de aumento del nivel del mar.

El siguiente supuesto para el aumento del nivel del mar se hará con el propósito de desarrollar, analizar y explorar los escenarios de diseño para el 30% de diseño (tanto para el proyecto de Rompeolas Viviente como para el de Protección de la Costa): **30 pulgadas**.

Esto es consistente con una proyección de aumento del nivel del mar de alcance medio para la década del 2080 según el Panel de Nueva York sobre el Cambio Climático (New York City Panel on Climate Change, NPCC). Se seleccionó la proyección de la década del 2080 porque es la ventana de proyección más cercana al año objetivo de finalización del proyecto (2020) más la vida de diseño asumida (50 años), 2070. Este aumento del nivel del mar también es consistente con la estimación del percentil 90 del NPCC para 2050, lo que garantiza que se tome en cuenta la estimación de aumento del nivel del mar alto para

la primera mitad de la vida del diseño. (Para referencia, vea las proyecciones de aumento del nivel del mar del NPCC a continuación)

Tabla 6. Proyecciones sobre el aumento del nivel del mar en la Ciudad de Nueva York

Baseline (2000–2004) 0 in	Low estimate (10th percentile)	Middle range (25th to 75th percentile)	High estimate (90th percentile)
2020s	2 in	4–8 in	10 in
2050s	8 in	11–21 in	30 in
2080s	13 in	18–39 in	58 in
2100	15 in	22–50 in	75 in

NOTE: Projections are based on a six-component approach that incorporates both local and global factors. The model-based components are from 24 global climate models and two representative concentration pathways. Projections are relative to the 2000–2004 base period.

Fuente: Ann. N.Y. Acad. Sci. ISSN 0077-8923; “New York City Panel on Climate Change 2015 Report, Chapter 2: Sea Level Rise and Coastal Storms” by Radley Horton, Christopher Little, Vivien Gornitz, Daniel Bader, and Michael Oppenheimer. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/nyas.12593/epdf>

Vida de diseño del proyecto

Rompeolas Viviente

A fines de desarrollar y explorar los conceptos de diseño iniciales del Rompeolas Viviente, el objetivo de vida útil de diseño será de 50 años. Esto no significa que se asume que el Rompeolas Viviente fallará o dejará de funcionar después de 50 años, sino simplemente que este es el período sobre el cual esperamos mantener el rendimiento deseado. Después de 50 años se asume que el Rompeolas Viviente se podría actualizar o adaptar para mantener el rendimiento durante un período más largo. Este supuesto se hace a fines del análisis inicial y la exploración; al desarrollar los escenarios preferidos, se pueden explorar y analizar las diferentes vidas de diseño funcional y estructural del proyecto.

Proyecto de Protección de la Costa de Tottenville

El núcleo de roca de la estructura de protección de la costa se considerará para una vida de diseño de 50 años. Para la alternativa de protección de la costa se debe tener en cuenta que el relleno periódico de la playa y la protección de la costa pueden ser necesarios dentro de la vida del proyecto. Dichos requisitos de relleno se evaluarán como parte de este esfuerzo y se deberán considerar como costos operacionales y de mantenimiento asociados con esta alternativa.