

ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA DE LA

ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

EN TRINIDAD Y TOBAGO



BID

Banco Interamericano
de Desarrollo

Coordinador del estudio: **Gerard Alleng**, Banco Interamericano de Desarrollo

ANÁLISIS DE LA ECONOMÍA DE LA
ADAPTACIÓN
AL CAMBIO
CLIMÁTICO
EN TRINIDAD Y TOBAGO

RESUMEN EJECUTIVO
PROYECTO BID #: TT-T1033







En cuanto a las amenazas climáticas,

el archipiélago de Trinidad y Tobago seguramente estará expuesto con mayor frecuencia a las tormentas tropicales (TT) y a los efectos que éstas causan, tales como inundaciones costeras y precipitaciones. Así mismo, es posible que el país experimente un ascenso del nivel del mar y sequías más frecuentes e intensas. En la siguiente tabla se muestra un resumen de los potenciales efectos del cambio climático en Trinidad y Tobago.

En este informe se presentan las posibles amenazas debidas al cambio climático, se calculan sus efectos económicos, se proponen acciones para mitigar las pérdidas y se analizan sus costos y beneficios económicos. Por favor tengan en cuenta que todos los valores monetarios en este informe están presentados en dólares estadounidenses actuales.

Efectos potenciales del cambio climático en Trinidad y Tobago por sector

Sector	Impactos
<p><i>Agricultura</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Un clima más cálido a causa de temperaturas más altas provocará que los suelos sean más áridos, llevará a una proliferación de plagas y enfermedades y ejercerá presión sobre los recursos hídricos ya que será necesario disponer de agua para la irrigación. • El ascenso del nivel del mar causará inundaciones y salinización de los suelos. • El impacto combinado de los anteriores resultará en cosechas agrícolas pobres y en la disminución de la producción de alimentos.
<p><i>Salud humana</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Las temperaturas más altas provocarán un aumento de las enfermedades transmitidas por vectores. • El descenso de la pluviosidad afectará a la disponibilidad de agua potable. • El ascenso del mar provocará un aumento de las enfermedades transmitidas por el agua.
<p><i>Asentamientos humanos</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • El aumento en la frecuencia y en la intensidad de las marejadas ciclónicas causará más inundaciones y afectará o destruirá asentamientos costeros. • El aumento en la frecuencia y en la intensidad de las marejadas ciclónicas y la precipitación extrema producirán daños a la infraestructura por inundación y erosión.
<p><i>Zonas costeras</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • El ascenso del nivel del mar provocará más inundaciones, más erosión, pérdida de humedales, pérdida de ecosistemas y desplazamientos de comunidades costeras. • Las altas temperaturas llevarán a la pérdida de arrecifes de coral y a una disminución de los recursos pesqueros.
<p><i>Recursos hídricos</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentará la evaporación y disminuirá el agua superficial disponible a causa de la subida de las temperaturas. • Se reducirá la cantidad de agua subterránea y la recarga de acuíferos debido a la disminución de la precipitación. • Como resultado, disminuirá la disponibilidad del recurso hídrico.
<p><i>Sector energético</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • La infraestructura energética, incluyendo las instalaciones de campo y las operaciones en alta mar está amenazada por las inundaciones provocadas por el ascenso del nivel del mar, las marejadas ciclónicas y la erosión por lluvias extremas. • La escasez de agua en el país puede afectar las necesidades de la industria en términos de generación de energía. • Daños a la infraestructura debidos a fenómenos meteorológicos extremos.

Dado que el nivel medio del mar es una variable que va cambiando lentamente, el daño asociado con el ascenso del nivel del mar está ligado al de las tormentas tropicales. De hecho, el ascenso del nivel del mar aumenta los efectos de los ciclones tropicales y de los huracanes porque amplifica las inundaciones costeras provocadas por las marejadas ciclónicas y el oleaje. En la tabla que se muestra a continuación, se indica el daño económico promedio esperado por causa de las tormentas tropicales, considerando los distintos escenarios climáticos y de vulnerabilidad posibles.

Daños anuales esperados causados por tormentas tropicales para los distintos escenarios

Escenario	Daño promedio (millones de dólares EE.UU./año)
S0	19,5953
S1	26,3465
S2	29,3377
S3	36,8614

Para entender mejor los resultados hay que tener en cuenta que los escenarios S0 y S1 son aquellos en los que el escenario actual de vulnerabilidad se mantiene, mientras que en S2 y S3 se considera el escenario de vulnerabilidad futuro. En cuanto a los datos climáticos usados para la elaboración de los escenarios, en S0 se mantiene el clima actual, mientras que para S1 y S2 se considera que se producirá un ligero cambio y en S3 un cambio importante.

En la siguiente tabla se muestra el costo total de los daños asociados a periodos de retorno o de recurrencia de 50 y de 200 años obtenido para cada escenario (probabilidad de ocurrencia 0,02 y 0,005 respectivamente). Aun cuando los cambios observados no son muy significativos para los escenarios S1 y S2 con relación a S0, el daño con baja probabilidad de ocurrencia muestra cambios más notorios, es decir, 17% de cambio en el D50 para el escenario S1 y 30,2% de cambio (casi el doble) para S2. En el caso del escenario S3, el cambio relativo en el D50 y D200 llega al 63%.

Daño asociado a los periodos de 50 y de 200 años de retorno o recurrencia para cada escenario de cambio climático y cambio relativo a partir de S0

Escenarios	D ₅₀ (millones de dólares EE.UU.)	D ₅₀ -D _{50S0} (%)	D ₂₀₀ (millones de dólares EE.UU.)	D ₂₀₀ -D _{50 -S0} (%)
S0	170.115	0	205.883	0
S1	199.012	16.986	239.864	16.505
S2	221.607	30.268	267.098	29.732
S3	278.437	63.675	335.594	63.002


Debido a la falta de datos históricos, para las sequías sólo se puede considerar un escenario futuro. En este caso, se estima que las pérdidas debidas a las sequías en Trinidad y Tobago serían de 1,815 millones de dólares trinitarios o \$T (\$US1 equivale aproximadamente a \$TT6). En términos de cambio relativo, el daño asociado a este escenario representa un incremento del 34% con relación al daño histórico causado por eventos de sequía.

El objetivo de este documento, en lo que se refiere a la identificación de acciones, es sugerir medidas que podrían reducir los efectos de los riesgos identificados para Trinidad y Tobago. Para ello se propone una amplia gama de alternativas. Por ejemplo, algunas de las acciones que se han considerado implican un desarrollo considerable de infraestructura, como por ejemplo la construcción de diques, mientras que en otros casos es necesaria una inversión financiera menor, como por ejemplo en el desarrollo del programa de concienciación social.

El proceso para la identificación de acciones se realizó en varias etapas. Como primer paso, se realizó un análisis de las acciones que se podrían desarrollar en el país. Para ello se diseñó una metodología de selección de prioridades a medida con la que se evaluaron y seleccionaron diferentes posibles acciones de adaptación para el país.

Para ello y para los distintos sectores incluidos en el ámbito del proyecto –agricultura, industria, salud humana, asentamientos humanos y recurso hídrico- se analizaron las consecuencias directas e indirectas de las amenazas que Trinidad y Tobago enfrentarán como consecuencia del cambio climático.

Después de analizar las consecuencias directas e indirectas para cada sector, se identificaron las prioridades del país en términos de adaptación. A partir de dichas consecuencias directas e indirectas, se definieron las prioridades en términos de adaptación al cambio climático para Trinidad y Tobago, como:

			
Prevenir las inundaciones en:	Prevenir la erosión en:	Reducir el daño causado por eventos extremos (tormentas, huracanes, sequías, olas de calor) en:	Garantizar la provisión de agua para:
Los asentamientos humanos La industria La agricultura	Terrenos en zonas costeras Tierras agrícolas	Los asentamientos humanos La industria La agricultura	Los asentamientos humanos La industria La agricultura

El siguiente paso en la metodología de establecimiento de prioridades fue el análisis de acciones, que se realizó teniendo en cuenta distintos enfoques. Por un lado se consideraron los resultados de las prioridades a nivel nacional, identificando las prioridades a las que cada una de las acciones respondería. Además, para cada acción, se evaluaron los parámetros específicos que seguramente podrían ser barreras para la implementación. Estos parámetros incluyen los requisitos económicos, la capacidad jurídica, la capacidad institucional, la capacidad tecnológica y la capacidad social.

Las medidas propuestas fueron clasificadas según su importancia y según el grado de conformidad de la acción con los distintos parámetros, ya que no todos ellos tienen la misma importancia en la implementación de una acción. Un valor ponderado fue asignado en base a la evaluación económica y a las diferentes capacidades.

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados. Como se puede apreciar, todas las acciones que no fueron seleccionadas tienen un valor inferior a 22, que es considerado como el umbral que garantizaría la implementación de la acción, excepto en el caso de la tecnología de desalinización. Esta medida no fue incluida ya que ya existe una planta de este tipo en Trinidad, es muy costosa y, desde el punto de vista ambiental, menos sostenible que otras alternativas.

Resumen de acciones prioritarias

Acción	Valor ponderado	Seleccionado
Código nacional de construcción	29	Si
Construcción de diques en áreas costeras	23	Si
Sistema de alerta meteorológica conectado al sistema nacional de monitoreo	30	Si
Protocolos para emergencias	29	Si
Programa de concienciación social	33	Si
Programa de capacitación institucional	33	Si
Captación de agua de lluvia	27	Si
Reforzamiento de infraestructura y edificios	22	Si
Estanques de retención	33	Si
Franjas de vegetación para filtración	32	Si
Pavimentos permeables	23	Si
Reconstitución de playas	26	Si
Restauración de manglares	30	Si
Plan de seguros paramétricos	30	Si
Unidad de investigación sobre agricultura y cambio climático	31	Si
Tejados verdes	26	Si
Herramienta de adaptación al cambio climático	26	Si
Sistemas sustentables de drenaje	29	Si
Protección y restauración de arrecifes de coral	33	Si
Reubicación de poblaciones	15	No
Elevación de infraestructura	18	No
Sistemas de bombeo	20	No
Cultivos de cobertura	21	No
Tecnología de desalinización	24	No

Se ha establecido un enfoque específico para el tipo de inversión que se requiere, con el fin de diversificar las opciones y de maximizar la aplicabilidad de las acciones. En este estudio se incluyeron medidas que estarían financiadas por instituciones, pero también algunas medidas que tendrían un plan de financiación combinado o exclusivamente del sector privado.

Es más, tal y como ya se indicó en la etapa de establecimiento de prioridades y debido a que los efectos del cambio climático, y en particular las amenazas identificadas para Trinidad y Tobago, afectan a diferentes sectores, las acciones identificadas están diseñadas para hacer frente a este factor. En la medida de lo posible, las acciones fueron diseñadas para obtener un impacto amplio.

En la siguiente tabla se incluye la lista completa de las acciones de adaptación identificadas para Trinidad y Tobago, junto con los sectores afectados y el tipo de inversión necesaria para cada acción.

Acciones de adaptación identificadas para Trinidad y Tobago

Código de la acción	Título	Tipo de medida	Tipo de inversión	Sector
TTA 1	Código nacional de construcción	Respuestas de optimización tecnológica/de procedimiento	Pública	
TTA 2	Protección costera en Trinidad	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública	
TTA 3	Sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo	Respuestas sistémicas/conductuales	Pública	
TTA 4	Protocolos para emergencias	Respuestas sistémicas/conductuales	Pública	
TTA 5	Programa de concienciación social	Respuestas sistémicas/conductuales	Pública	
TTA 6	Programa de capacitación institucional	Respuestas sistémicas/conductuales	Pública	
TTA 7	Captación de agua de lluvia	Respuestas de optimización tecnológica/de procedimiento	Privada	
TTA 8	Reforzamiento de infraestructura y edificios	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Privada	
TTA 9	Estanques de retención	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública y privada	
TTA 10	Franjas de vegetación para filtración	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública y privada	
TTA 11	Pavimentos permeables	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública	
TTA 12	Reconstitución y protección de playas en Tobago	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública	
TTA 13	Restauración de manglares en Trinidad	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública	
TTA 14	Plan de seguros paramétrico	Transferencia del riesgo vía seguros y soluciones financieras alternativas	Pública y privada	
TTA 15	Unidad de investigación sobre agricultura y cambio climático	Respuestas de optimización tecnológica/de procedimiento	Pública	
TTA 16	Tejados verdes	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública y privada	
TTA 17	Encuesta al público en general sobre el cambio climático	Respuestas sistémicas/conductuales	Pública	
TTA 18	Restauración de manglares en Tobago	Infraestructura y respuestas basadas en activos	Pública y privada	
TTA 19	Protección y restauración de los arrecifes de coral en Tobago	Respuestas sistémicas/conductuales	Pública	

Para la elaboración de este informe y para comprender la viabilidad de cada acción, se identificaron, calcularon y analizaron los costos económicos y los beneficios para cada tipo de medida.

Los costos económicos se calcularon estimando los costos de cada tipo de medida, incluyendo los costos de construcción, los costos de mano de obra, materiales y mantenimiento. Los beneficios económicos se calcularon considerando las probabilidades de los riesgos naturales y las proyecciones de un cambio climático moderado, los daños esperados como resultado de estos riesgos naturales y el impacto de mitigación de daños que estos tipos de medidas tendrían. En la mayoría de los casos, fue posible identificar y calcular varios beneficios para cada tipo de medida. Sin embargo, dada su naturaleza, no fue posible calcular los beneficios que para la sociedad tienen algunas de las categorías de medidas, debido a la falta de información ambiental y social específica para Trinidad y Tobago. En estos casos, y ya que en este análisis no fue posible estimar un valor monetario para todos los beneficios, cabría esperar que el total de los beneficios para la sociedad sea superior al calculado en este estudio.

Se usaron varias herramientas económicas y multi-criterio para analizar la viabilidad de las medidas, incluyendo el valor actual neto, el periodo de retorno financiero, el índice costo-beneficio, el análisis de “nada que lamentar” (no-regret en inglés) y el análisis multi-criterio. Las cuatro primeras herramientas entran en la categoría del análisis de costo-beneficio, donde los costos y los beneficios ambientales y sociales reciben valores monetarios para poder comprender su viabilidad y comparar entre sí cada tipo de medida. En el caso de la última herramienta considerada, el análisis multicriterio, cada bien de la sociedad es analizado independientemente y no recibe un valor monetario. Aunque es complejo y subjetivo, este tipo de análisis nos anima a analizar y comparar otras cuestiones relacionadas con los tipos de medidas.

La siguiente tabla muestra un resumen del análisis económico que se realizó para este estudio. Para cada tipo de medida se incluyen los costos y los beneficios totales, el valor actual neto de los flujos de caja del proyecto, el periodo estimado de maduración y el índice costo-beneficio.



Resultados del análisis de costo-beneficio de las acciones

Código de la acción	Título	Sector	Costo total	Beneficio total	Valor actual neto	Periodo de retorno financiero	Índice costo-beneficio
TTA 1	Código nacional de construcción		\$4.529.327	\$72.151.025	\$43.923.883	1,9	15,9
TTA 2	Construcción de diques en Trinidad		\$115.554.303	\$4.033.247	-\$79.223.470	61,6	0,0
TTA 3	Sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo		\$41.000	\$3.935.834	\$2.830.906	0,1	96,0
TTA 5	Programa de concienciación social		\$198.787	\$98.240	-\$83.151	∞	0,5
TTA 4	Protocolos para emergencias		\$1.659.793	\$3.545.712	\$1.344.701	0,9	2,1
TTA 6	Programa de capacitación institucional						
TTA 7	Captación de agua de lluvia		\$1.714.977	\$1.180.476	-\$500.418	24,9	0,7
TTA 8	Reforzamiento de infraestructura y edificios		\$61.820.734	\$27.911.274	-\$27.646.239	35,4	0,5
TTA 9	Estanques de retención		\$279.616	\$47.027	-\$187.075	∞	0,2
TTA 10	Franjas de vegetación para filtración		\$487.080	\$356.132	-\$121.338	24,9	0,7
TTA 11	Pavimentos permeables		\$375.536.762	\$38.897.785	-\$252.122.202	∞	0,1
TTA 12	Reconstitución de playas en Tobago		\$23.688.332	\$20.736.386	-\$5.522.748	19,4	0,9
TTA 13	Restauración de manglares en Trinidad		\$744.188	\$71.348.613	\$43.881.303	4,4	95,9
TTA 14	Plan de seguros paramétricos		\$62.850	N/A	N/A	N/A	N/A
TTA 15	Unidad de investigación sobre agricultura y cambio climático		\$4.455.439	\$986.772	-\$2.661.472	∞	0,2
TTA 16	Tejados verdes		\$1.055.220	\$1.786.554	\$276.093	9,9	1,7
TTA 17	Encuesta al público en general sobre el cambio climático		\$24.794	N/A	N/A	N/A	N/A
TTA 18	Restauración de manglares en Tobago		\$35.325	\$5.193.043	\$3.402.443	4,2	147,0
TTA 19	Protección y restauración de arrecifes de coral en Tobago		\$624.672	\$523.245	-\$89.772	∞	0,8

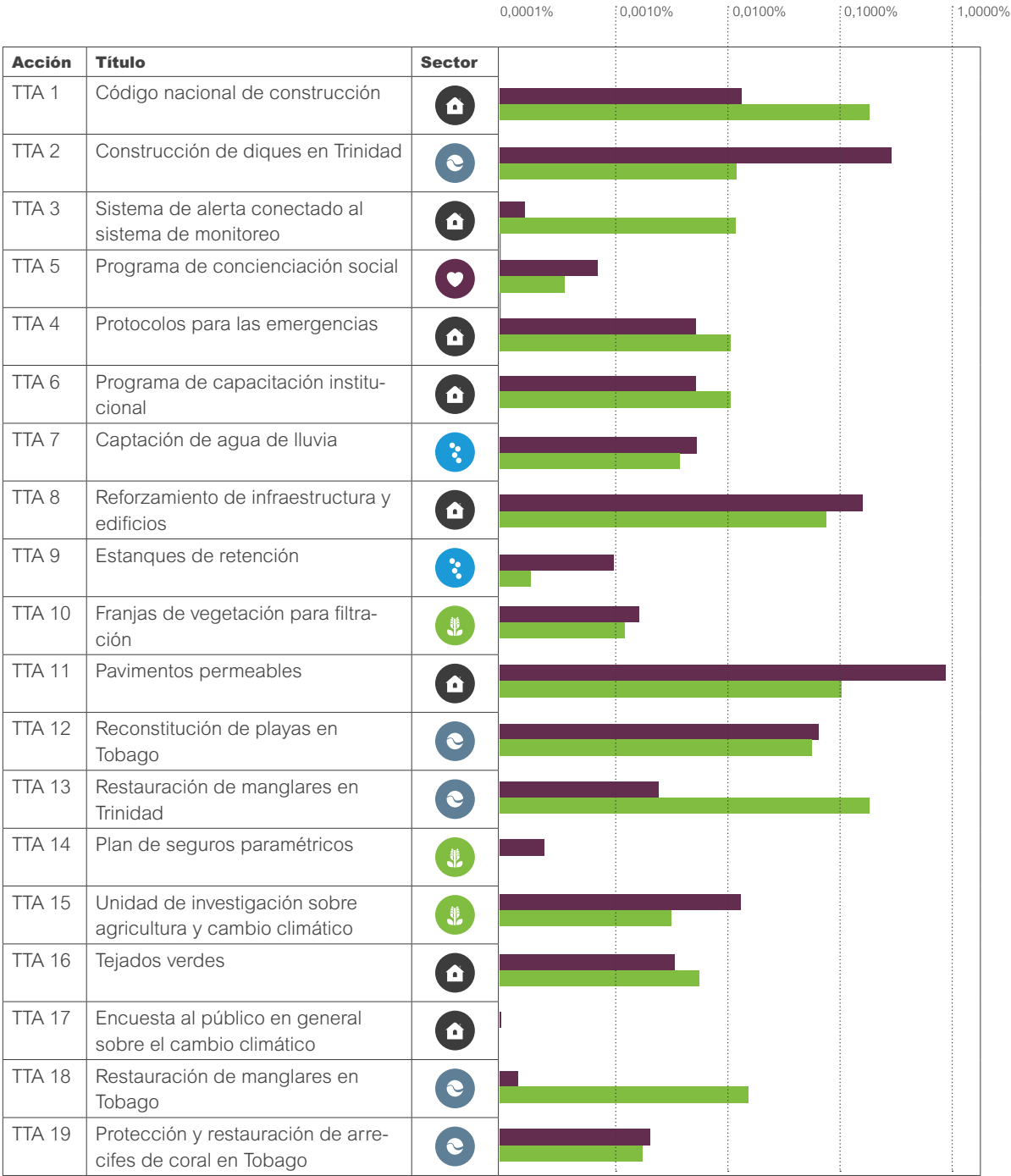


Por favor tenga en cuenta que para el TTA 4 y el TTA 6 los costos totales y los beneficios totales se calcularon juntos. Además, no hay beneficios económicos medibles para el TTA 14 ya que se considera que los programas de seguros no afectan el daño global causado por los eventos extremos. Son útiles desde el punto de vista de costo-eficiencia pero no desde el de costo-beneficio porque, aun cuando los programas de seguros no se desarrollen, los daños económicos son los mismos. La única diferencia consiste en la manera en que está cubierto el daño económico. Por lo tanto, el análisis del costo-beneficio no cambia desde la perspectiva del costo social. Sin embargo, por supuesto que hay diferencia desde el punto de vista de una compañía. El TTA 17 tampoco comporta beneficios económicos que puedan ser calculados. La encuesta proporcionará información tanto a decisores como a ejecutores de políticas, sin embargo, sin conocer sus resultados es imposible calcular su impacto en términos económicos.

La figura en la siguiente pagina muestra los costos y los beneficios totales para cada uno de los tipos de medidas calculados como porcentaje del PIB total de Trinidad y Tobago:

Totales para costos y beneficios, expresados como porcentajes del PIB

Por favor tenga en cuenta que los datos de esta tabla están presentados utilizando una escala logarítmica.







Costo total expresado como % del PIB Beneficio total como % del PIB

Con la excepción de los pavimentos permeables (TTA 11) y construcción de diques en Trinidad (TTA 2), se puede apreciar que todos estos tipos de medidas tienen un costo total (no descontado) inferior al 0,3% del PIB de Trinidad y Tobago en 2012. En cuanto al beneficio total (no descontado), la restauración de manglares en Trinidad (TTA 13) y el código nacional de la construcción (TTA 1) tienen unos beneficios de alrededor de un 0,3% del PIB. Expresados como porcentajes del PIB, el promedio del costo total es 0,137% y el promedio del beneficio total es del 0,59%.

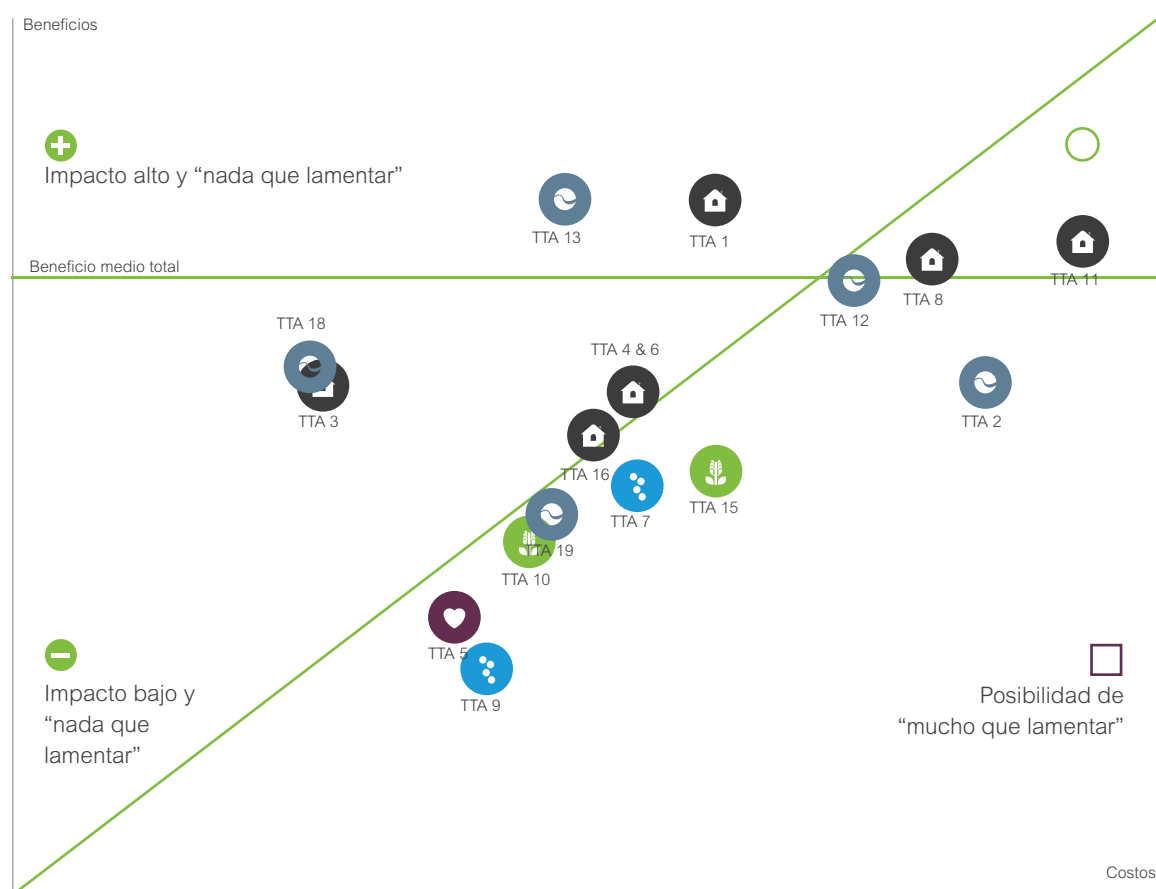
Si las medidas se organizan por sectores, las correspondientes a las zonas costeras y las correspondientes a los asentamientos humanos tienen beneficios relativamente altos. Los tipos de medidas para la zona costera tienen un beneficio promedio equivalente al 0,426% del PIB y la de asentamientos humanos el 0,618%. No obstante, estos dos grupos de tipos de medidas tienen también los costos más elevados. El costo promedio para el tipo de medidas en la zona costera es equivalente al 0,586% del PIB, mientras que para los asentamientos humanos es equivalente al 1,854%. Los grupos de tipos de medidas que siguen con los beneficios más elevados son la agricultura (con un beneficio promedio del 0,006% del PIB) y los recursos hídricos (con un beneficio total promedio del 0,005% del PIB). Sin embargo, en términos de costo, las medidas relacionadas con los recursos hídricos tienen un costo promedio equivalente al 0,008% del PIB, mientras que el costo promedio de los tipos de medidas relacionadas con la agricultura es más alto, el 0,021% del PIB. Por último, el tipo de medidas relacionadas con el sector de la salud humana tiene tanto el costo (0,001%) como el beneficio (0,004%) más bajos.

La tabla en la página siguiente muestra los resultados para cada una de las medidas en términos de “nada que lamentar” (o no-regret en inglés). Las estrategias de “nada que lamentar” son aquellas en las que, aun cuando no haya cambio climático, se pueden justificar en términos económicos. Sin embargo, sus beneficios aumentan aún más cuando se da el cambio climático. Para este análisis se han desarrollado cuatro categorías:

-  Impacto alto y “nada que lamentar” (no-regret): acciones para las que no hay nada que lamentar y que además tienen un impacto alto para reducir los daños causados por las amenazas naturales.
-  Impacto bajo y “nada que lamentar”: acciones para las que no hay nada que lamentar y que tienen un impacto menor en términos de reducción de daños.
-  “Poco que lamentar” (low-regret): acciones que no necesariamente son “nada que lamentar” (no-regret) pero que aportan beneficios significativos en el caso de una amenaza natural.
-  Posibilidad de “mucho que lamentar” (potential high-regret): acciones que no son “nada que Lamentar” pero que sin embargo aportan un nivel menor de beneficios en el caso de una amenaza natural.

Análisis de “nada que lamentar” (no-regret)

Por favor tenga en cuenta que esta figura muestra el valor actual de los beneficios totales y de los costos totales, utilizando una escala logarítmica.



Los resultados de este análisis muestran que:

- + En la categoría de impacto alto y “nada que lamentar” (no-regret) entrarían el código nacional de construcción (TTA 1) y la restauración de manglares en Trinidad (TTA 13).
- En la categoría de impacto bajo y “nada que lamentar” (no-regret) quedarían situados el sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo (TTA 3), los protocolos de emergencia (TTA 4), el programa de capacitación institucional (TTA 6), los tejados verdes (TT 16) y la restauración de manglares en Tobago (TTA 18).
- En la categoría de “poco que lamentar” (low-regret) se incluirían el reforzamiento de infraestructura y edificios (TTA 8), los pavimentos permeables (TTA 11) y la reconstitución de playas en Tobago (TTA 12).
- En la categoría de posibilidad de “mucho que lamentar” (potential high-regret) estarían incluidos la construcción de diques en Trinidad (TTA 2), el programa de concienciación social (TTA 5), la captación de agua de lluvia (TTA 7), los estanques de retención (TTA 9), las franjas de vegetación para filtración (TTA 10), la unidad de investigación sobre agricultura y cambio climático (TTA 15) y la protección y restauración de arrecifes de coral en Tobago (TTA 19).

Finalmente, para contrastar el valor de la información económica frente a otros criterios adicionales necesarios para la toma de decisiones, se realizó un análisis multi-criterio. Los criterios que se consideraron son:

★ **Importancia:** la importancia que la medida tiene en cuanto a su capacidad para disminuir los impactos del cambio climático.

△ **Urgencia:** la urgencia con la que debería implementarse una medida para obtener el máximo beneficio.

⊕ **“Nada que lamentar” (no-regret):** el nivel de “nada que lamentar” que tiene esta medida. Las estrategias de “nada que lamentar” son aquellas en las que el proyecto puede estar justificado en términos económicos aun cuando no haya cambio climático. No obstante, sus beneficios aumentan aún más en presencia de cambio climático,

⊕ **Efectos secundarios:** es el nivel en el que una medida aportaría a la sociedad efectos positivos secundarios.

CO₂ **Efectos de mitigación:** el nivel en el que además de mejorar la adaptabilidad de un país al cambio climático, la implementación de la medida en cuestión también ayudaría a mitigar el cambio climático mediante una reducción de las emisiones.

A estos resultados se les aplicó seguidamente un valor ponderado, en el que se dio mayor peso a la importancia (5), seguido de urgencia (4), “nada que lamentar” (3), efectos secundarios (2) y efectos de mitigación (1). Por lo tanto, en las figuras que se muestran a continuación las medidas con las barras más largas no necesariamente son la de mayor prioridad. Por ejemplo, la restauración de manglares en Trinidad obtiene valores muy altos en todos los aspectos pero, sin embargo, no tiene una prioridad alta ya que su valor ponderado no es el más alto.

En la tabla y en la figura siguientes se encuentran ordenados los distintos tipos de medidas según la puntuación ponderada obtenida para importancia, seguido de urgencia, “nada que lamentar” (no-regret), efectos secundarios y, en último lugar, efectos de mitigación.



Análisis multi-criterio de las acciones

Prioridad	Nº	Tipo de medida	★	△	+	+	CO2	Ponderado
1	TTA 1	Código nacional de construcción	5	5	5	3	3	69
2	TTA 6	Programa de capacitación institucional	5	5	5	3	2	68
3	TTA 8	Reforzamiento de infraestructura y edificios	5	5	4	4	3	68
4	TTA 4	Protocolos para emergencias	5	4	3	2	1	55
5	TTA 3	Sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo	5	4	3	1	1	53
6	TTA 17	Encuesta al público en general sobre el cambio climático	5	4	2	2	1	52
7	TTA 13	Restauración de manglares en Trinidad	4	5	5	5	4	69
8	TTA 18	Restauración de manglares en Tobago	4	5	5	5	4	69
9	TTA 19	Protección y restauración de arrecifes de coral en Tobago	4	5	5	5	2	67
10	TTA 5	Programa de concienciación social	4	5	5	3	2	63
11	TTA 12	Reconstitución de playas en Tobago	4	4	5	4	1	60
12	TTA 14	Plan de seguros paramétricos	4	4	5	1	1	54
13	TTA 7	Captación de agua de lluvia	4	3	5	3	2	55
14	TTA 2	Construcción de diques en Trinidad	4	3	3	4	1	50
15	TTA 15	Unidad de investigación sobre agricultura y cambio climático	4	3	1	3	2	43
16	TTA 9	Estanques de retención	3	4	5	4	2	56
17	TTA 10	Franjas de vegetación para filtración	2	4	5	4	1	50
18	TTA 11	Pavimentos permeables	2	3	4	3	2	42
19	TTA 16	Tejados verdes	2	2	4	4	3	41

Basándonos en el análisis multi-criterio, las cinco medidas principales, en términos de prioridad para su implementación, resultaron ser el código nacional de construcción (TTA 1), el programa de capacitación institucional (TTA 6), el reforzamiento de infraestructura y edificios (TTA 8), los protocolos para emergencias (TTA 4) y el sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo (TTA 3).

Para concluir, las medidas más favorables y factibles para Trinidad y Tobago son la implementación de un código nacional de construcción (TTA 1), un sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo (TTA 3), los protocolos para emergencias (TTA 4) y un programa de capacitación institucional (TTA 6) ya que resultan ser las de prioridad más alta y son consideradas como medidas de “nada que lamentar (no-regret)” después de haber tenido en cuenta todas las facetas de cada uno de los tipos de medidas y de analizar los resultados en cuanto a costo-beneficio mencionados en este estudio. Así mismo, se recomienda el reforzamiento de infraestructura y edificios (TTA 8) debido al alto valor obtenido en el análisis multi-criterio y a que está considerado como de impacto bajo y “nada que lamentar” (no-regret). También es muy recomendable la implementación de la restauración de manglares en Trinidad (TTA 13) y Tobago (TTA 18) dado que hay numerosos beneficios asociados a los manglares. Aunque no es considerada una medida de “nada que lamentar” (no-regret) es así mismo muy recomendable el plan de seguros paramétricos (TTA 14) ya que podrá ayudar a reducir los riesgos financieros que el gobierno, las empresas privadas y los individuos experimentarán en situaciones de amenazas naturales.

Análisis multicriterio de las acciones

Nº	Tipo de medida	
TTA 1	Código nacional de construcción	
TTA 6	Programa de capacitación institucional	
TTA 8	Reforzamiento de infraestructura y edificios	
TTA 4	Protocolos para emergencias	
TTA 3	Sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo	
TTA 17	Encuesta al público en general sobre el cambio climático	
TTA 13	Restauración de manglares en Trinidad	
TTA 18	Restauración de manglares en Tobago	
TTA 19	Protección y restauración de arrecifes de coral en Tobago	
TTA 5	Programa de concienciación social	
TTA 12	Reconstitución de playas en Tobago	
TTA 14	Plan de seguros paramétricos	
TTA 7	Captación de agua de lluvia	
TTA 2	Construcción de diques en Trinidad	
TTA 15	Unidad de investigación sobre agricultura y cambio climático	
TTA 9	Estanques de retención	
TTA 10	Franjas de vegetación para filtración	
TTA 11	Pavimentos permeables	
TTA 16	Tejados verdes	

Además, sería interesante considerar la reconstitución de playas en Tobago (TTA 12) y la protección y restauración de arrecifes de coral en Tobago (TTA 19) como alternativas para asegurar el crecimiento del turismo a largo plazo, vista la importancia de esta industria en la isla.

Es importante señalar que si bien todas estas medidas fueron analizadas de forma individual, muchas de ellas tendrían un impacto mayor si se implementaran con otras simultáneamente. Por ejemplo, se obtendrían mejores resultados si muchas de las medidas que tienen que ver con el manejo de las zonas costeras se implementaran conjuntamente, incluyendo la construcción de diques (TTA 2), la restauración de manglares (TTA 13 y TTA 18) y la protección de los arrecifes de coral (TTA 19). Lo mismo podría decirse en el caso de la campaña de concienciación social (TTA 5), los protocolos para emergencias (TTA 4), el programa de capacitación institucional (TTA 6) y el sistema de alerta conectado al sistema nacional de monitoreo (TTA 3). Por lo tanto, con el fin de asegurarnos de que obtendremos esos beneficios mutuos y amplificados, todas las medidas que se detallan en este informe deberían ser consideradas de forma holística y estratégica a la hora de decidir cuáles de ellas implementar.

Además, hay que indicar que estas recomendaciones están basadas en la información disponible actualmente. Debido a la falta de información primaria, en muchos casos se han usado fuentes secundarias para determinar los costos y beneficios de estas medidas. Se recomienda que antes de implementar cualquiera de las medidas se realice un estudio detallado de su viabilidad y de sus impactos con el fin de poder decidir si seguir adelante o no.



EL PROYECTO PILOTO

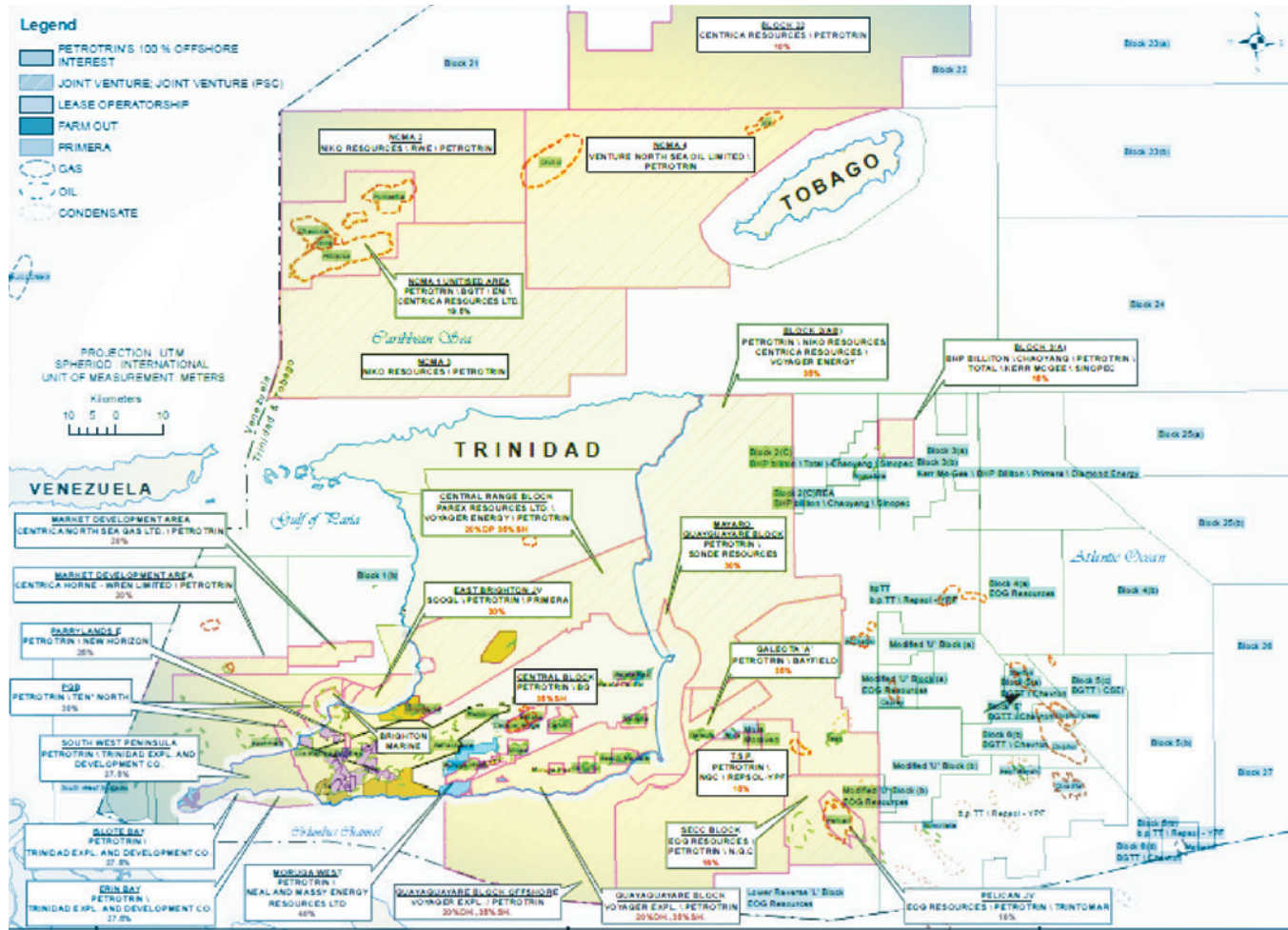


Para realizar este análisis usamos la Petroleum Corporation of Trinidad and Tobago (Petrotrin) como proyecto piloto. Este caso fue elegido debido a la importancia que el sector petrolero tiene para la economía del país y debido a la importancia de Petrotrin dentro de dicho sector. El sector de la industria petrolera representa más del 43% del PIB de Trinidad y Tobago para 2012, según las estadísticas facilitadas por la Oficina Central de Estadística (CSO por sus siglas en inglés) de Trinidad y Tobago. Aunque sus orígenes se remontan a los primeros años del siglo XX, Petrotrin se constituyó en 1993 con el objetivo de consolidar los intereses de Trinidad and Tobago Oil Company (Trintoc) y de Trinidad and Tobago Petroleum Company (Trintopec). Por ser el productor de petróleo crudo más grande del país, juega un papel líder en el desarrollo del sector energético en Trinidad y Tobago.

En términos de producción, esto se expresa como la capacidad máxima de la refinería con 168.000 barriles por día y un promedio de 127.650 barriles por día. En el mapa que se muestra a continuación se indica la extensión de las operaciones de Petrotrin en el país.

Mapa mostrando las áreas donde opera Petrotrin

Fuente: Petrotrin, Energy Map Feb 2013



En la siguiente tabla se especifica cada una de las medidas dentro de estas categorías.

Acciones propuestas para el proyecto piloto

Código de la acción	Título	Tipo de medida/respuesta	Tipo de inversión	Sector
PT 1	Herramienta de adaptación al cambio climático	Optimización tecnológica/de procedimiento	Privado	
PF 1	Protección de la zona costera y río Guaracara	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PF 2	Estanques de retención en Point Fortin	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PF 3	Construcción de zanjas y archenes en Point Fortin	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PF 4	Protección de manglares en Point Fortin	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PF 5	Reubicación de infraestructura en Point Fortin	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PF 6	Elevación de infraestructura en Point Fortin	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PAP 1	Construcción de diques en Pointe-à-Pierre	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PAP 2	Construcción de estanques de retención en Pointe-à-Pierre	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PAP 3	Sistemas de drenaje sustentables en Pointe-à-Pierre	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PAP 4	Restauración de manglares en Pointe-à-Pierre	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PAP 5	Reubicación de infraestructura en Pointe-à-Pierre	Infraestructura y basada en activos	Privado	
PAP 6	Elevación de infraestructura en Pointe-à-Pierre	Infraestructura y basada en activos	Privado	

Para conocer la viabilidad económica de cada una de las medidas diseñada para Petrotrin se identificaron, calcularon y analizaron los costos y los beneficios económicos de cada de ellas de la misma manera que lo hicimos a nivel del país. En la tabla que sigue se muestra un resumen del análisis económico que se realizó para este estudio. Incluye los totales de los costos y de los beneficios calculados para cada tipo de medida, el valor actual neto de los flujos de caja del proyecto, el periodo de madurez de cada medida y su índice costo-beneficio.

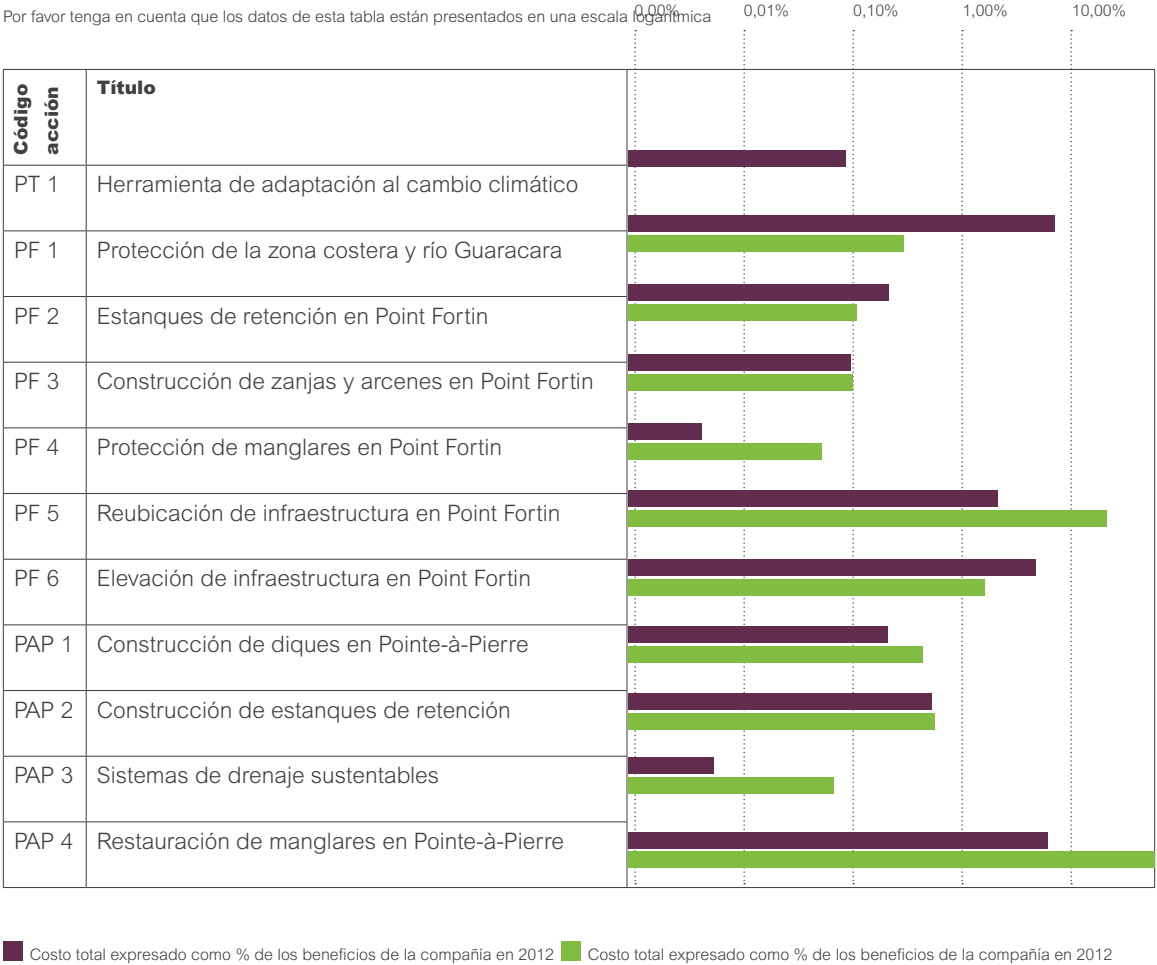
Es importante destacar que debido a la falta de información sobre la infraestructura específica en estas áreas no se calcularon ni los costos ni los beneficios de PF 6 y PAP 6.

Resultados del análisis costo-beneficio de las acciones del proyecto piloto

Código acción	Título	Costo total	Beneficio total	Valor actual neto	Periodo de maduración (años)	Índice costo-beneficio
PT 1	Herramienta de adaptación al cambio climático	\$117.500	N/A	N/A	N/A	N/A
PF 1	Protección de la zona costera y río Guaracara	\$7.267.721	\$370.635	-\$3.927.621	∞	0,1
PF 2	Estanques de retención en Point Fortin	\$269.900	\$145.574	-\$173.446	24	0,5
PF 3	Construcción de zanjas y bermas en Point Fortin	\$126.194	\$134.871	-\$52.703	15,4	1,1
PF 4	Protección de manglares en Point Fortin	\$6.750	\$72.391	\$26.285	7,8	10,7
PF 5	Reubicación de infraestructura en Point Fortin	\$2.317.739	\$20.375.901	\$9.987.274	0	8,8
PF 6	Elevación de infraestructura en Point Fortin	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
PAP 1	Construcción de diques en Pointe-à-Pierre	\$4.961.914	\$1.869.243	-\$2.011.884	27,8	0,38
PAP 2	Construcción de piletas de retención en Pointe-à-Pierre	\$269.900	\$537.769	\$37.866	9,3	2,0
PAP 3	Sistemas de drenaje sustentables en Pointe-à-Pierre	\$644.715	\$669.062	-\$223.766	15,6	1,04
PAP 4	Restauración de manglares en Pointe-à-Pierre	\$8.708	\$93.384	\$33.907	7,8	10,7
PAP 5	Reubicación de infraestructura en Pointe-à-Pierre	\$6.260.578	\$52.076.889	\$24.548.353	0	8,3
PAP 6	Elevación de infraestructura en Pointe-à-Pierre	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Tanto la reubicación de la infraestructura de Point Fortin como la de Pointe-à-Pierre muestran resultados positivos altamente significativos en cuanto a su Valor Actual Neto, ya que la infraestructura existente proporcionará beneficios a la compañía durante toda su vida útil y elimina los riesgos de inundaciones. Para las acciones de restauración de manglares, tanto en Point Fortin (PF 4) como en Pointe-à-Pierre (PAP 4,) los costos de la acción son mucho menores que los beneficios potenciales. Las acciones relacionadas con la mejora del drenaje tanto en Point Fortin (PF 2 y PF 3) como en Pointe-à-Pierre (PAP 2 y PAP 3) tienen periodos de retorno de la inversión de menos de tres años, lo que las convierte en medidas interesantes a tener en cuenta por reducir el riesgo de inundaciones en ambos lugares. Finalmente, la medida relacionada con la construcción de diques en Point Fortin (PF 1) implica un costo muy alto cuando se compara con sus beneficios. Esto es debido, en parte, a que no pudimos incluir en el estudio los beneficios resultantes del uso del puerto por Petrotrin y de sus estaciones terminales por carecer de información específica. Se debe mencionar que Point Fortin es considerada una estación terminal importante para la compañía y que por lo tanto, si los hubiéramos podido incluir, los resultados de este tipo de medida habrían mejorado.

Totales para costos y beneficios de cada tipo de medida, expresados como % del beneficio neto

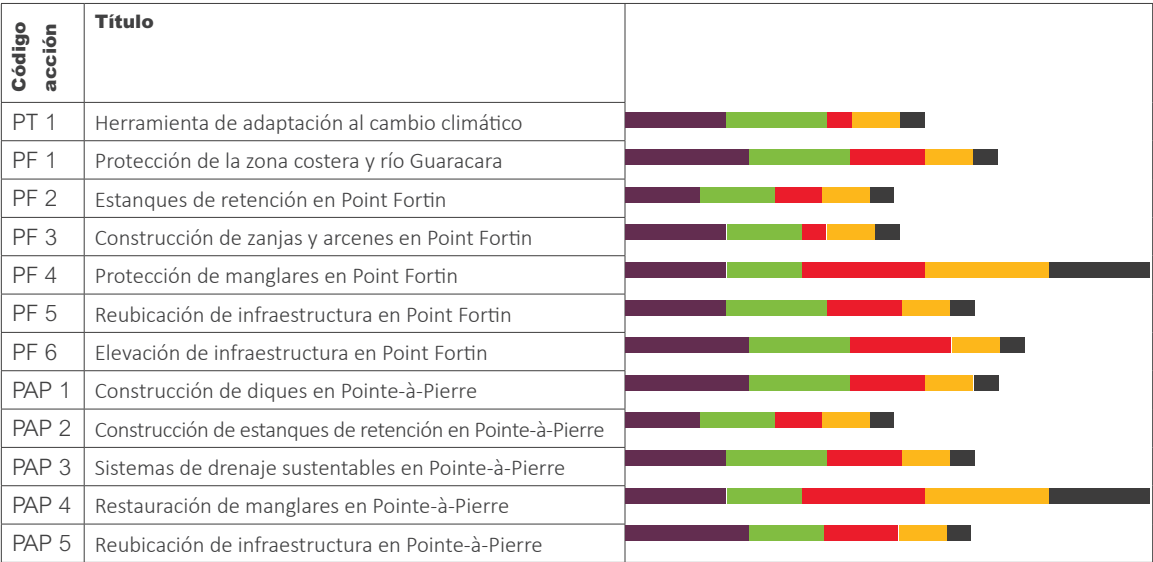


La figura muestra los costos totales y los beneficios totales de las medidas, expresados como porcentajes del beneficio neto de la compañía en 2012. Los dos tipos de medidas relacionadas con la reubicación de la infraestructura en Point Fortin (PF 5) y en Pointe-à-Pierre (PAP 5) entran en la categoría de impacto alto y “nada que lamentar” (no-regret). Como se mencionó anteriormente, esto es debido a que la infraestructura existente dará beneficios a la compañía durante toda su vida útil y evitará los riesgos de inundación. Las medidas que consideren la restauración de manglares en Point Fortin (PF 4) y en Pointe-à-Pierre (PAP 4) son consideradas de impacto bajo y “nada que lamentar” (no-regret) debido a que tienen un índice de costo-beneficio alto. Los estanques de retención en Pointe-à-Pierre se encuentran entre el potencial de “mucho que lamentar” (potential high-regret) e impacto bajo y “nada que lamentar”, ya que sus costos y beneficios son similares. Para terminar, el resto de las medidas entrarían en la categoría de potencialmente “mucho que lamentar” (potential high-regret). Los tipos de medidas en Pointe-à-Pierre arrojan resultados un poco mejores que los de Point Fortin. Esto se debe, en parte, a que en el análisis se pudo estimar e incluir un mayor número de beneficios relacionados con el valor productivo de Pointe-à-Pierre. Sin embargo, este resultado también tiene sentido porque la única refinería del país se encuentra en Pointe-à-Pierre y tiene una importancia estratégica relativamente más alta para Petrotrin.

Se realizó un análisis multi-criterio para el proyecto piloto de forma similar al que se realizó a nivel nacional. Los resultados de este ejercicio de análisis multi-criterio se muestran en la figura siguiente.

Multi-criteria analysis of the pilot project actions

The scores in each bar in order from left to right: Importance, Urgency, No-Regret, Secondary Effects, and Mitigation



Como se muestra en la figura, la elevación del puerto en Point Fortin está calificada como la más alta si se considera el valor ponderado. Esto es debido a que el puerto y las estaciones terminales son estratégicas para Petrotrin. Todas las acciones dirigidas al reforzamiento de las zonas costeras, tanto en Point Fortin como en Pointe-à-Pierre, también obtienen un puntaje alto en el análisis multicriterio. Así mismo, la reubicación de infraestructura y la mejora de los sistemas de drenaje tienen gran valor y urgencia para Petrotrin por la importancia que tiene la infraestructura en Pointe-à-Pierre. Debido principalmente a que se trata de una medida urgente, la herramienta para acciones de adaptación al cambio climático recibe mejores resultados cuando se compara con la restauración de manglares.

Cuando las acciones se clasifican según tipos, tanto en Point Fortin como en Pointe-à-Pierre, obtienen puntuaciones relativamente iguales, siendo las del primero algo más urgentes. Esto se debe a que se estima que Point Fortin se inundará antes de 2031, mientras que Pointe-à-Pierre no se inundará hasta 2051, aunque en este caso una mayor cantidad de infraestructura será afectada.

Como conclusión, si se analizan conjuntamente los resultados de las distintas estimaciones, se observa que por diferentes razones todas las acciones propuestas podrían ser útiles e interesantes desde una perspectiva de la adaptación al cambio climático. Los resultados del análisis multi-criterio relacionado con la importancia y la urgencia son inferiores para la restauración de manglares tanto en Point Fortin (PF 4) como en Pointe-à-Pierre (PAP 4), sin embargo muestran un buen índice de costo-beneficio y ofrecen numerosos efectos secundarios positivos. Así mismo, la herramienta de adaptación al cambio climático por sí misma no ofrece ningún beneficio económico, pero sería muy útil para la compañía llegar a tener una visión completa de su situación actual y futura en lo que se refiere a la adaptación al cambio climático. Es más, incluiría toda la información que la compañía ya haya acumulado sobre la adaptación al cambio climático y facilitaría el desarrollo de evaluaciones complejas sobre adaptación para los distintos lugares donde la compañía opera, teniendo en cuenta la vulnerabilidad de dichos lugares, así como otros factores relevantes. De esta forma, los procesos de toma de decisiones se verían facilitados al incluir el cambio climático como factor en las evaluaciones que la compañía realice.

Por último, es importante para Petrotrin considerar de forma holística el resto de las medidas y decidir acto seguido cuál es la mejor estrategia para la compañía, tanto para Point Fortin como para Pointe-à-Pierre. Tal y como se aprecia en las proyecciones calculadas para los dos lugares por Singh y El Fouladi (2006 para Pointe-à-Pierre y 2007 para el área de Point Fortin), ambas localidades están amenazadas por las inundaciones y por la erosión del suelo a causa del ascenso del nivel del mar y las marejadas ciclónicas futuras. Además, las dos áreas son de valor estratégico para la empresa, con las instalaciones de Point Fortin ofreciendo los mejores servicios a través de terminales ubicadas estratégicamente y con la única refinería de petróleo del país ubicada en Pointe-à-Pierre (Petrotrin, 2013). Por lo tanto será necesario realizar inversiones en las dos zonas para adaptarlas a los riesgos del cambio climático y asegurar su uso productivo en el futuro. Petrotrin deberá considerar estratégicamente las opciones y decidir qué es lo mejor para la empresa. A modo de ejemplo, la compañía puede decidir mejorar en el corto plazo el sistema de drenaje en las dos localidades (PF 2 y 3, PAP 2 y 3) mientras busca las inversiones financieras necesarias para llevar a cabo proyectos más grandes como pueden ser la elevación del puerto y de la infraestructura en Point Fortin (PF 6) y la construcción de diques en Pointe-à-Pierre (PAP 1).

Es importante mencionar que, si bien todas estas medidas fueron analizadas de forma individual, muchas de ellas tendrían un impacto mayor si se implementaran simultáneamente con otras medidas. Por ejemplo, todas las medidas, a excepción de reubicación y elevación de infraestructura, están diseñadas para ayudar a reducir el riesgo por inundación y marejadas ciclónicas y podrían por lo tanto contribuir a mejorar la protección de la zona industrial si se implementan de forma conjunta. A la hora de decidir qué medidas son las que se van a implementar, todas las que se detallan en este informe deberían ser consideradas de forma holística y estratégica con el fin de asegurarnos que se puedan obtener posibles beneficios mutuos y amplificadas.

Así mismo, estas recomendaciones están basadas en la información disponible actualmente. Debido a la falta de información primaria, en muchos casos se usaron fuentes secundarias con el fin de determinar los costos y los beneficios de las distintas medidas. Es recomendable que antes de llevar a cabo cualquiera de estas medidas se realice un análisis detallado de su viabilidad y de sus impactos para poder decidir si se implementan o no. Además, se recomienda que Petrotrin complete un análisis multi-criterio similar al que se realizó en este estudio con el fin de incluir en los resultados sus conocimientos y experiencia en lo que respecta a la práctica empresarial.





¿Quiere saber MÁS?

Por favor visite:

www.iadb.org/cambioclimatico

blogs.iadb.org/cambioclimatico

Para obtener el informe completo contacte bidcambioclima@iadb.org

Catalogación en publicación
Banco Interamericano de Desarrollo
Biblioteca Felipe Herrera

Inter-American Development Bank,

Análisis de la economía de la adaptación al cambio climático en Trinidad y Tobago / Inter-American Development Bank,

p. cm.

1. Climatic changes—Economic aspects—Trinidad and Tobago. 2. Climate change mitigation—Trinidad and Tobago. 3. Climatic changes—Adaptation—Trinidad and Tobago. I. Inter-American Development Bank. Climate Change and Sustainability Division. II. Title.

IDB-BR-135

Palabras llave: Cambio Climático, Conocimiento y aprendizaje, Adaptación, Mitigación, Trinidad y Tobago, Manglares

Códigos de clasificación JEL: Q2 , Q54, O13

El BID quisiera agradecer a Factor CO2, a IH Cantabria, a la University of the West Indies por su colaboración, y reconocer la participación de:



Factor CO2

Kepa Solaun
Mark Kowal
Zaloe Ares
David Martín
Amy Blyth



IH Cantabria

Iñigo Losada
Raul Medina
Cristina Izaguirre
Javier Diez
Omar Castellanos
Fernando Mendez
Pedro Díaz



University of the West Indies

John Agard
Abdullahi Abdulkadri

Coordinador del estudio: Gerard Alleng, Banco Interamericano de Desarrollo

Para más información por favor contacte con: Gerard Alleng | gerarda@iadb.org Sara Valero | sarav@iadb.org



Copyright ©2015 Banco Interamericano de Desarrollo, Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID,

No se permiten obras derivadas, Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL), El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional,

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia,

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa,

A menos que se indique de manera diferente, las figuras y las tablas: preparadas por los autores.

Edición de la versión en español: Agustín Cáceres | Diseño: Cecilia Reifschneider

