

Diagnóstico y proyección de vulnerabilidades frente a la variabilidad y cambio climático en la ciudad de Guayaquil

Producto 2: Proposición de medidas de adaptación al cambio climático para las áreas o aspectos identificados como prioritarios



ACCLIMATISE
building climate resilience



icare
& consult

environnement et stratégie

Para cualquier consulta, por favor contactar con:

Maribel Hernandez

Maribel.hernandez@adap-t.com

1 février 2017

Índice

Resumen ejecutivo	7
1. Objetivos y enfoque metodológico propuesto	10
2. Los principales resultados del análisis de vulnerabilidad.....	11
2.1 Resultados del análisis de la sensibilidad de las parroquias de Guayaquil al cambio climático .	15
2.2 Resultados del análisis de la exposición de las parroquias de Guayaquil al cambio climático ...	22
2.3 Resultados del análisis de la capacidad adaptativa de la ciudad de Guayaquil	29
2.4 Conclusiones del análisis de la vulnerabilidad de las parroquias de Guayaquil al cambio climático	32
3. Las inundaciones: El impacto del cambio climático más relevante para la ciudad de Guayaquil.....	34
4. Benchmark internacional de medidas adaptación al cambio climático.....	38
5. Las medidas de adaptación propuestas	45
5.1 Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa	46
5.1 Medidas de adaptación basadas en los ecosistemas	61
5.3 Medidas de adaptación “híbridas” o “grises”	78
6. Programa Integral para la Adaptación de la Ciudad de Guayaquil al Cambio Climático.....	84
Bibliografía.....	88
Páginas Web consultadas.....	91
Anexo 1: Benchmark internacional de medidas para la lucha contra las inundaciones	93

Lista de figuras

Figura 1 : Ejemplo de un estudio comparativo internacional sobre los planes de adaptación de municipios. Elaborado para la ADEME.....	10
Figura 2 : Ubicación de la ciudad de Guayaquil respecto al Ecuador Continental.....	11
Tabla 1 :Parroquias de Guayaquil y área de expansión urbana: población y densidad poblacional	13
Tabla 2 : Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (1).....	16
Tabla 3 : Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (2).....	18
Tabla 4 : Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (2).....	20
Tabla 5 : Índice de sensibilidad de las parroquias de Guayaquil frente al cambio climático	Error! Bookmark not defined.
Tabla 6 : Indicadores de exposición de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (1).....	25
Tabla 7 : Indicadores de exposición de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (2).....	27
Tabla 8 : Índice de exposición de las parroquias de Guayaquil frente al cambio climático	Error! Bookmark not defined.

Tabla 9 : Capacidad de adaptación de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático	Error! Bookmark not defined.
Tabla 10 : Índice de vulnerabilidad al cambio climático por zonas de la ciudad de Guayaquil.	32
Figura 3 : Mapa de deforestación en las parroquias de la Municipalidad de Guayaquil de 1990 a 2014	34
Figura 4. Riesgo de inundación de las parroquias de Guayaquil	36

Lista de Acrónimos

APG: Autoridad Portuaria de Guayaquil.

AR5: Fifth Assessment Report / Quinto informe de evaluación del IPCC.

CIIFEN: Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño.

CLIRSEN: Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos.

COOTAD : Código Orgánico de Organización Territorial.

DASE: Dirección de Acción Social y Educación del Municipio de Guayaquil.

EMAPAG : Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil.

ENOS: El Niño-Oscilación Sur.

ERFEN: Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno de El Niño.

ESPOL: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

GEI : Gases de Efecto Invernadero.

INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

INEFAN: Instituto Nacional Ecuatoriano Forestal de Áreas Naturales.

INOCAR: Instituto Oceanográfico de la Armada.

INP: Instituto Nacional de Pesca.

IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change / Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático.

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration.

RCPS: Representative Concentration Pathways.

SENPLADES: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

SGI: Sustainable Governance Indicators.

SNGR: Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.

UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change / Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

ZCIT: Zona de Convergencia Intertropical.

Glosario de términos

Adaptación: Ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o explota las oportunidades beneficiosas. Cabe distinguir varios tipos de adaptación, en particular la anticipatoria, la autónoma y la planificada. Fuente: V Informe IPCC.

Aumento de nivel del mar: Aumento del nivel medio del océano. El aumento eustático del nivel del mar es una variación del nivel del mar promediado a escala mundial, causado por un aumento de volumen de los océanos. Se habla de aumento relativo de nivel del mar para referirse a un aumento local del nivel del océano respecto de la tierra, posiblemente por efecto de la elevación de los océanos y/o del hundimiento del nivel de la tierra. En áreas que experimentan una elevación rápida del nivel de la tierra, el nivel relativo del mar puede disminuir. Fuente: V Informe IPCC.

Cambio climático: Toda variación del clima a lo largo del tiempo, por efecto de la variabilidad natural o de las actividades humanas. Este uso difiere del adoptado en la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas, donde se define 'cambio climático' como: "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables". Fuente: V Informe IPCC.

Capacidad adaptativa: Capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas. Fuente: V Informe IPCC.

Deforestación: Proceso natural o antropógeno mediante el cual se produce una conversión de una extensión boscosa en no boscosa. Fuente: V Informe IPCC.

Escenario (de cambio) climático: Representación plausible y en ocasiones simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas y de supuestos sobre el forzamiento radiativo, construido, por lo general, para su utilización explícita como fuente de información para elaborar modelos de impacto de cambio climático. Un escenario de cambio climático es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual. Fuente: V Informe IPCC.

Escenario de emisiones: Representación plausible de la evolución futura de las emisiones de sustancias que podrían ser radiactivamente activas (por ejemplo, gases de efecto invernadero, aerosoles), basada en un conjunto coherente de supuestos sobre las fuerzas que las determinan (por ejemplo, el desarrollo demográfico y socioeconómico, o la evolución tecnológica) y sobre las principales relaciones entre ellos. Fuente: V Informe IPCC.

Exposición: Tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes. Presencia de personas, medios de vida, especies o ecosistemas, funciones ambientales, servicios y

recursos, infraestructura, o activos económicos, sociales, culturales en los lugares que podrían ser afectados de manera adversa por el cambio y la variabilidad climática. Fuente: IV y V Informes IPCC.

Gestión del riesgo: El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales. Fuente: Glosario de términos de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, ISDR, 2009. Fuente: V Informe IPCC.

Hotspot: Área geográfica caracterizada por una alta vulnerabilidad y exposición al cambio climático. Fuente: V Informe IPCC.

Sensibilidad: Nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar). Fuente: V Informe IPCC.

Variabilidad climática: El concepto de variabilidad climática hace referencia a las variaciones del estado medio y a otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa). Véase también cambio climático. Fuente: V Informe IPCC.

Vulnerabilidad: Grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático, y en particular la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación. La propensión o predisposición a verse afectado de manera adversa. La vulnerabilidad abarca una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y falta de capacidad para hacer frente y adaptarse. Fuente: IV i V Informes IPCC.

Resumen ejecutivo

El análisis de la vulnerabilidad al cambio climático ha permitido identificar las inundaciones como el mayor impacto del cambio climático para Guayaquil, así como las áreas de vulnerabilidad prioritarias de la ciudad y de su área de expansión urbana.

Basado sobre el análisis detallado de la vulnerabilidad de Guayaquil frente al cambio climático y teniendo en cuenta las diferentes propuestas de acción que surgieron como resultado del *benchmark* internacional realizado, el presente documento propone una serie de medidas concretas con el fin de reducir la vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil en un contexto de cambio climático y de aprovechar las oportunidades asociadas con él. Dichas medidas son las siguientes:

- Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa:
 - a. Creación de un Observatorio Cantonal sobre Resiliencia y Cambio Climático – GUAYACLIM;
 - b. Capacitación y preparación para la gestión de riesgo y la vulnerabilidad climática. Proyecto “Guayaquil se prepara”;
 - c. Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil;
 - d. Estudio de la vulnerabilidad del puerto de Guayaquil frente al cambio climático y propuesta de medidas concretas de adaptación.
- Medidas de adaptación “verdes”, basadas en los ecosistemas:
 - a. Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil - Proyecto “Guayaquil Florido”;
 - b. Instalación de tejados y de techos verdes en la ciudad de Guayaquil – Proyecto “Guayaquil Cielo Florido”;
 - c. Protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación de Guayaquil;
 - d. Conservación, manejo y restauración natural de manglares.
- Medidas híbridas y grises:
 - a. Construcción de una estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación;
 - b. Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil.

Seguidamente, las medidas propuestas fueron estudiadas mediante un análisis multicriterio, lo que permitió la priorización de las opciones de adaptación más adecuadas al contexto y a las características propias de Guayaquil. Se han utilizado los seis (6) criterios siguientes para la priorización de las acciones de adaptación para la ciudad de Guayaquil:

- C.1. Grado de urgencia de la medida, en relación con los principales riesgos, vulnerabilidades e impactos existentes: Se evalúa, entre otros, la posibilidad de que un retraso en la implementación de la medida pueda ocasionar costos ulteriores importantes.
- C.2. Si se trata o no de una medida basada sobre las comunidades: Dicho criterio es a la vez importante “per se” pero también porque medidas basadas sobre las comunidades tienen mayor posibilidad de ser financiadas por diferentes instituciones internacionales donantes, como las que se presentan en el criterio C3.

- C.3. Probabilidad de conseguir financiamiento para la implementación de la medida en los próximos 2 a 5 años. Dicho financiamiento puede proceder de líneas presupuestarias internas al Municipio (lo que serviría de palanca para la obtención de un financiamiento adicional), líneas presupuestarias nacionales, financiamiento internacional (fondos climáticos bajo el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático tales como el Fondo de Adaptación, el Fondo Verde por el Clima, o el Fondo para el Medio Ambiente Mundial – GEF por sus siglas en inglés, fondos Multilaterales – CAF, Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, cooperación bilateral – Global Climate Change Alliance de la Unión Europea, Global Climate Change Initiative americana, Agencia Francesa para el Desarrollo, cooperación alemana – GIZ, KfW, entre otros, así como la implicación/participación del sector privado, etc.). Se tomarán en cuenta igualmente los costos de transacción, es decir la inversión (en tiempo y en dinero) necesaria para tener acceso a los distintos fondos de financiamiento.
- C.4. Probabilidad de una implementación efectiva de la medida en los próximos 2 a 5 años, en función de los recursos técnicos, humanos, de la capacidad institucional, del marco jurídico, etc. existente.
- C.5. Contribución de la medida a un "cambio transformacional", es decir que la medida tenga un impacto más allá de una inversión puntual en un proyecto o programa, y que contribuya a un cambio de paradigma para conseguir una sociedad más resiliente.
- C.6. Coherencia con los objetivos de desarrollo (nacionales y locales) y con otras estrategias y planes ya aprobados, incluida la iNDC¹.
-

La priorización de las medidas permitió la propuesta de dos tipos de programas para hacer de Guayaquil una ciudad más resiliente:

El primer programa - *Guayaquil Ciudad Resiliente*, contiene las siguientes medidas:

- Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa:
 - Capacitación y preparación para la gestión de riesgo y la vulnerabilidad climáticos. *Proyecto "Guayaquil se prepara";*
 - Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil.
- Medidas de adaptación "verdes", basadas en los ecosistemas:
 - Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil. *"Guayaquil Florido";*
 - Instalación de tejados y techos verdes en la ciudad de Guayaquil. *"Guayaquil Cielo Florido";*

El costo aproximado del programa es de 13,5 M \$.

¹ Documento disponible en línea : <http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/Ecuador/1/Ecuador%20INDC%2001-10-2015%20-%20english%20unofficial%20translation.pdf>

El segundo programa – *Adaptación basada en los Ecosistemas para la ciudad de Guayaquil*, consta de las siguientes opciones de adaptación:

- Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa:
 - *Creación de un Observatorio Cantonal sobre Resiliencia y Cambio Climático – GUAYACLIM;*
- Medidas de adaptación “verdes”, basadas en los ecosistemas:
 - Reforestación y mantenimiento de los bosques protectores de Guayaquil;
 - Conservación, manejo y restauración natural de manglares.

El costo aproximado del programa es de 7,6 M \$.

Tercer programa – *Inversión para la resiliencia en Guayaquil:*

- Construcción de una estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación. Costo estimado (proyecto piloto) : 500 000 \$;
- Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil. Costo estimado: 112,4 M \$

El costo aproximado del programa es de 113 M \$.

1. Objetivos y enfoque metodológico propuesto

La etapa precedente del estudio ha permitido la identificación de las áreas o aspectos prioritarios para la Municipalidad de Guayaquil, en función de los resultados del diagnóstico de vulnerabilidad y de las prioridades estratégicas del Municipio tal y como se recogen en su Plan de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial.

Una vez validados por la Municipalidad las áreas o aspectos prioritarios, se ha procedido a la proposición de acciones de adaptación al cambio climático y al análisis de sus principales barreras u oportunidades.

Las acciones propuestas en el presente documento son robustas (con el potencial de dar buenos resultados bajo una serie de escenarios futuros) y flexibles. Se proponen medidas o actividades que valdrían la pena considerar, aunque los cambios climáticos no se materialicen (opciones “sin pérdidas” y de “pocas pérdidas”). En general, se trata de medidas eficaces y eficientes que fomentan la resiliencia –es decir, la capacidad de respuesta y recuperación ante los eventos imprevistos o fuera de control.

Para ayudar a la identificación de las medidas de adaptación se ha realizado un *benchmark* internacional con el fin de analizar casos exitosos de otras ciudades que se enfrentan a impactos parecidos del cambio climático sobre sus territorios. Cabe destacar que nuestro equipo posee un excelente conocimiento de las diferentes medidas de adaptación posibles aplicadas con éxito en otros contextos, gracias, entre otros, a la elaboración de estudios comparativos internacionales sobre las estrategias y planes de adaptación de municipios de todo el mundo frente a los impactos del cambio climático.

Finalmente, para cada medida propuesta se realizó un análisis multicriterio, que permitió la jerarquización de las medidas y la elección de las opciones de adaptación prioritarias para la ciudad de Guayaquil. También se identificaron, mediante una cartografía de actores, aquellos que serán clave para la implementación de las mismas.



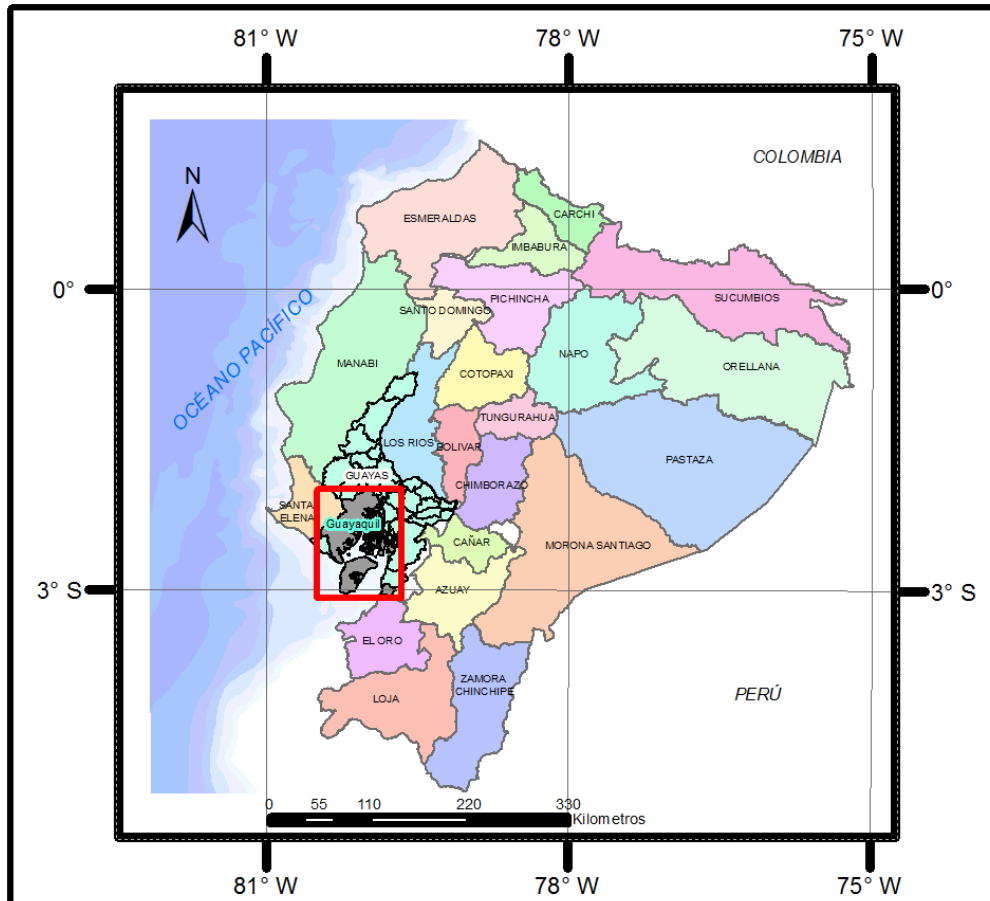
Figura 1: Ejemplo de un estudio comparativo internacional sobre los planes de adaptación de municipios. Elaborado para la ADEME

2. Los principales resultados del análisis de vulnerabilidad

La ciudad de Guayaquil se sitúa en el cantón del mismo nombre, en el límite sur de la provincia del Guayas, asentada sobre la margen oeste del río del mismo nombre, con fácil acceso al Océano Pacífico por medio de los ramales del estuario interior del Golfo de Guayaquil. El desarrollo de gran parte de la ciudad ha sido sobre planicies, llanuras de inundación y ocupando áreas de manglar y de estero salado.

La figura presenta la localización de la ciudad de Guayaquil.

Figura 2 : Ubicación de la ciudad de Guayaquil respecto al Ecuador Continental



Fuente: Sistema Nacional de Información (SIN – SENPLADES) / INEC, 2016

La población de Guayaquil, según el último censo (INEC, 2010) es de 2 350 915 habitantes, proyectándose que para el 2020 la ciudad contará con una población de 2 723 665 habitantes, lo que supone un crecimiento demográfico importante (4,6%), propiciado en gran medida por el gran dinamismo económico de la ciudad. El 96,9% de la población se asienta en el área urbana y un 3,1% en el sector rural. Las mujeres representan el 50,7% de la población total, frente a un 49,3% de la población masculina.

De acuerdo con datos del censo, el 46,7% de las actividades económicas del cantón corresponde al comercio al por mayor y menor, las industrias manufactureras representan el 26,2% y las actividades financieras y de seguros corresponden al 4,1% de las actividades económicas.

Guayaquil está y estará sometida a alteraciones asociadas a los cambios del clima y sus efectos, que constituyen, sin duda, una problemática importante para la ciudad, pudiendo convertirse en verdaderos retos y escollos que requieren superarse insoslayablemente con miras a asegurar el desarrollo económico sostenible de Guayaquil y la aplicación de conceptos como el buen vivir. Se trata de asuntos muy delicados que tienen el potencial de acentuarse en el futuro cercano y, por ende, se torna imperativo generar respuestas sostenibles, que sean además responsables, replicables y socio-ambientalmente aceptables.

En ese contexto, disponer de un diagnóstico y proyección de las vulnerabilidades que tiene la ciudad frente a la variabilidad y el cambio climático, constituye un paso clave y primario en el proceso de construcción de una ciudad resiliente, e insumo fundamental para la implantación de políticas, estrategias, planes, programas y proyectos orientados a reducir la vulnerabilidad de la ciudad frente a los avatares asociados a los cambios del clima presentes y futuros.

Así pues, se procedió a realizar un diagnóstico de la vulnerabilidad, a través de la elaboración de un índice de vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil al cambio climático, tomando como unidad de análisis las parroquias urbanas. Dicha unidad de análisis se eligió considerando que podría facilitar la recopilación de la información para generar varios indicadores prioritarios actualizados.

Las parroquias en Ecuador

La constitución vigente del Ecuador, en su artículo 248, reconoce a la **parroquia urbana** como un **elemento de la organización territorial del Estado**, mientras que el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), precisa que los cantones son conformados por parroquias rurales y la cabecera cantonal, con sus parroquias urbanas (Art. 20). Las parroquias urbanas son, según dicho Código, **unidades básicas de participación ciudadana en los gobiernos autónomos descentralizados municipales** (Art. 306).

También se incluyó el área de expansión urbana de la ciudad (de la que se extrajo para el análisis el sector denominado Monte Sinaí), sobre el que la Municipalidad no ejerce plenamente sus competencias, sino que la mayoría de su territorio se encuentra bajo tutela del gobierno central. El siguiente cuadro muestra las parroquias y sectores analizados con el número de habitantes y densidad poblacional neta de cada uno:

Tabla 1 : Parroquias de Guayaquil y área de expansión urbana: población y densidad poblacional

Parroquia	Población	Densidad poblacional neta (hab/Km ²)
9 DE OCTUBRE	5 747	9 122
AYACUCHO	10 706	13 383
BOLIVAR	6 758	17 328
CARBO	4 035	6 208
FEBRES CORDERO	344 254	24 175
GARCIA MORENO	50 028	23 487
LETAMENDI	95 943	28 302
OLMEDO	6 623	10 682
PASCUALES	427 036	4 505
ROCA	5 545	12 895
ROCAFUERTE	6 100	8 592
SUCRE	11 952	15 726
TARQUI	652 461	2 536
URDANETA	22 680	18 744
XIMENA	546 254	13 481
MONTE SINAI	74 405	3 482
RESTO EXPANSIÓN URBANA	4 457	5

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010

Dichas parroquias representan el 100% de la superficie de la ciudad de Guayaquil y de su área de expansión urbana.

El índice de vulnerabilidad ha sido construido sobre la base de la definición de vulnerabilidad frente al cambio climático según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIECC) y de sus tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Partiendo de una lista inicial de 83 indicadores, un total de 39 indicadores fue finalmente seleccionado, siguiendo los siguientes criterios:

- Existencia de información pertinente para alimentar cada indicador y posibilidad de transponerla a la unidad de análisis seleccionada, es decir, a nivel de parroquias;
- Indicadores que aportan más calidad y representan mejor cada criterio, poniéndose hincapié en la contextualización (que los indicadores sean representativos de la situación actual en la zona de estudio);
- Evitar la utilización de dos indicadores que expliquen un mismo criterio, lo que podría dificultar la interpretación de los resultados obtenidos mediante el índice de vulnerabilidad.

Los indicadores finalmente utilizados para la construcción del índice de vulnerabilidad son los siguientes:

Indicadores de sensibilidad	Indicadores de exposición	Indicadores de capacidad de adaptación
<ol style="list-style-type: none"> 1. Tasa de pobreza, 2. Dependencia de la agricultura - actividad económica sensible al clima, 3. Densidad poblacional, 4. Porcentaje de la población mayor de 65 años y menor de 5 años, 5. Tasa de analfabetismo, 6. Tasa de acceso a los servicios de salud (medido a través del número de habitantes por cada centro de salud), 7. Tasa de acceso al servicio de abastecimiento de agua, 8. Tasa de acceso al servicio de recogida y eliminación de basuras, 9. Tasa de conexión al servicio de alcantarillado 10. Presencia de sectores con hábitat precario 11. Grado de impermeabilización de suelos 12. Tasa de deforestación 13. Territorio bajo conservación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumento del nivel del mar 2. Evolución de las temperaturas en un contexto de cambio climático 3. Evolución de las precipitaciones en un contexto de cambio climático 4. Evolución en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos 5. Riesgo de inundación 6. Riesgo de deslizamiento de tierra 7. Incendios forestales 8. Previsión de pérdidas económicas asociadas con el cambio climático (inundaciones) 9. Víctimas por eventos climáticos extremos 10. Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables - Complejo Industrial / Aeropuerto 11. Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables - centros comerciales 12. Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables - complejos educativos 13. Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables – centros de salud 14. Presencia de áreas de gran densidad urbana en zonas a riesgo de inundación 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conocimiento sobre cambio climático de la población en general 2. Conocimiento sobre el cambio climático de los funcionarios municipales 3. Formaciones/capacitaciones internas sobre riesgo climático 4. Direcciones que trabajan específicamente sobre cambio climático en el Municipio de Guayaquil 5. Instituciones u organismos que trabajen sobre cambio climático en Guayaquil 6. Acciones / proyectos sobre cambio climático en la Municipalidad 7. Existencia de guías, manuales, etc., sobre cambio climático 8. Existencia de planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres 9. Ejecución del gasto público en educación 10. Ejecución del gasto público en asistencia social 11. Ejecución del gasto público en salud 12. Inversión para la creación y dotación de unidades que trabajan sobre riesgos / CC

La información obtenida a través de dichos indicadores cubre los principales aspectos requeridos para el análisis de la vulnerabilidad por parroquias de la ciudad de Guayaquil y su análisis arroja conclusiones relevantes para la identificación de medidas de adaptación al cambio climático con vistas a aumentar la resiliencia de las parroquias de Guayaquil.

2.1 Resultados del análisis de la sensibilidad de las parroquias de Guayaquil al cambio climático

Para el análisis de sensibilidad se utilizaron un total de 13 indicadores, para los que ha sido posible encontrar o adaptar la información disponible a la unidad de análisis elegida, es decir las parroquias. Los indicadores de sensibilidad analizados son los siguientes:

1. Tasa de pobreza,
2. Dependencia de la agricultura - actividad económica sensible al clima,
3. Densidad poblacional,
4. Porcentaje de la población mayor de 65 años y menor de 5 años,
5. Tasa de analfabetismo,
6. Tasa de acceso a los servicios de salud (medido a través del número de habitantes por cada centro de salud),
7. Tasa de acceso al servicio de abastecimiento de agua,
8. Tasa de acceso al servicio de recogida y eliminación de basuras,
9. Tasa de conexión al servicio de alcantarillado,
10. Presencia de sectores precarios,
11. Grado de impermeabilización de suelos,
12. Tasa de deforestación,
13. Territorio bajo conservación.

Tal y como se indicó anteriormente se analizan por separado las parroquias de la municipalidad de Guayaquil, donde el Municipio ejerce plenas competencias, y el área de expansión urbana, incluyendo el sector denominado Monte Sinaí, constituido por invasiones económicas y donde sólo una pequeña parte se encuentra bajo la competencia del Municipio de Guayaquil, estando el resto bajo competencia del gobierno central.

Además, es importante tener en cuenta el caso especial de la parroquia de Tarqui, que es la más extensa y heterogénea de las parroquias de Guayaquil. Según el artículo 4 de la Reforma de la Ley 88, la parroquia de Tarqui se ha extendido, al extenderse los límites del área urbana del Municipio de Guayaquil, e incluye hoy en día el sector de Chongón (la ordenanza que establece la separación de Chongón no fue aprobada). Por ello, aunque de manera intuitiva se proyecte para Tarqui una elevada densidad poblacional y urbana, así como una ausencia de actividad agropecuaria, al extenderse dicha parroquia y abarcar una mayor superficie, la percepción inicial no corresponde con los datos reales, finalmente obtenidos.

Se presentan, en primer lugar, los resultados para las parroquias de Guayaquil y para el área de expansión urbana de los indicadores socio-económicos de sensibilidad: Tasa de pobreza, superficie dedicada a actividades agrícolas y/ agropecuarias, porcentaje de habitantes con más de 65 años y menos de 5 años y tasa de analfabetismo.

Tabla 2 : Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (1)

	Tasa de pobreza	Superficie dedicada a actividades agropecuarias	Densidad poblacional neta	% Mayores 65 + Menores 5	Tasa de analfabetismo	Presencia de sectores precarios
	%	%	habitantes/km2	(%)	(%)	Número
Fuente	INEC, Burgos y Cando	CLIRSEN	INEC	INEC	INEC	Secretaría Técnica de Prevención de
Año	2014	2011	2010	2010	2010	2016
9 DE OCTUBRE	9,8	0,0	9 122,2	19,3	1,5	0,0
AYACUCHO	5,3	0,0	13 382,5	17,3	1,0	0,0
BOLIVAR	9,8	0,0	17 328,2	16,5	2,0	0,0
CARBO	9,8	0,0	6 207,7	18,9	1,0	0,0
FEBRES CORDERO	23,3	0,0	24 175,1	15,5	2,8	0,0
GARCIA	12,8	0,0	23 487,3	15,9	1,4	0,0
LETAMENDI	20,3	0,0	28 301,8	16,3	2,3	0,0
OLMEDO	9,8	0,0	10 682,3	16,6	1,7	0,0
PASCUALES	28,5	37,8	4 504,6	13,7	4,6	8,0
ROCA	9,8	0,0	12 895,3	17,6	1,0	0,0
ROCAFUERTE	9,8	0,0	8 591,5	17,0	1,4	0,0
SUCRE	9,8	0,0	15 726,3	16,4	2,0	0,0
TARQUI	10,5	45,7	2 536,2	14,0	2,0	3,0
URDANETA	20,3	0,0	18 743,8	15,9	1,7	0,0
XIMENA	19,5	0,0	13 481,1	14,6	3,0	2,0
MEDIA	13,9	5,6	13 944,4	16,4	2,0	0,9
MONTE SINAI	40,5	47,73	3481,75	17,82	5,41	21
EXPANSION URBANA	40,5	50,77	5,27	16,56	12,52	3

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

A la luz de los resultados obtenidos, se puede observar que las parroquias con más población sensible desde un punto de vista económico, es decir las parroquias más pobres, Pascuales (con una tasa de pobreza del 28,5%), Febres Cordero (23,25% de tasa de pobreza), Letamendi (20,25%), Urdaneta (20,52%) y Ximena (19,5%), son aquellas que también presentan los peores valores de analfabetismo dentro de la ciudad de Guayaquil. La parroquia de Pascuales tiene las más altas tasas de pobreza (28,5%) y analfabetismo (4,6%) de todas las parroquias de la ciudad.

Sin embargo, en lo que respecta a las poblaciones más sensibles por edad (mayores de 65 años y menores de 5 años), éstas se encuentran generalmente bien repartidas entre las diferentes parroquias, aunque ligeramente más presentes en parroquias del núcleo urbano como 9 de Octubre, Ayacucho, Carbo o Roca. Hay que tener en cuenta que, debido al aumento de la esperanza de vida de los habitantes del Ecuador, la proporción de personas con más de 65 años tenderá a aumentar, mientras que la tendencia a la bajada del número promedio de niños por hogar hará que descienda la población sensible de menos de 5 años. En cualquier caso, ambos sectores de la población requieren una atención especial en un contexto de cambio climático, así como la integración de las consideraciones climáticas en el conjunto de acciones y políticas que les son dedicadas.

Las parroquias de Pascuales, Tarqui y Ximena, presentan además sectores precarios en sus territorios (8, 3 y 2 sectores precarios respectivamente). Cabe recordar que la precariedad del hábitat implica, entre otros aspectos, malas condiciones materiales de construcción, baja disponibilidad de servicios básicos e inseguridad de permanencia en las viviendas (viviendas que no son propiedad de sus moradores), por lo que dichos sectores son altamente sensibles a impactos previstos del cambio climático, como episodios de lluvias intensas, inundaciones y deslizamientos de tierra.

Las parroquias Tarqui y Pascuales presentan un alto grado de dependencia económica a actividades agropecuarias, muy sensibles al clima. Aunque, según la Municipalidad de Guayaquil, el porcentaje de superficie destinada a actividades agropecuarias podría haber disminuido en esas dos parroquias desde el año 2011 (año más reciente del que se tenían datos de ocupación de suelos), debido principalmente a la presión urbana, estos valores son muy elevados y requieren de una consideración especial. En particular, en una situación donde el cambio y la variabilidad climática podrían modificar las superficies aptas para ciertos cultivos como el mango, el cacao, el maíz o el arroz, predominantes en la zona de estudio, y provocar enfermedades y alteraciones del rendimiento de los cultivos que acarrearían pérdidas económicas y subida de precios de productos agrarios básicos.

Por otro lado, en lo que respecta al sector Monte Sinaí y al resto de la zona de expansión urbana, dichos sectores presentan los peores resultados para todos estos indicadores, con tasas de pobreza muy elevadas (del 40,5% en los dos sectores), una gran parte de sus territorios ocupados por actividades agropecuarias (47,7 % en Monte Sinaí y 50,7% en el resto del área de expansión urbana), un porcentaje de población sensible (mayor de 65 años y menor de 5 años) superior a la media de la ciudad de Guayaquil (17,8% en Monte Sinaí y 16,6% en el resto del área de expansión urbana), así como las más altas tasas de analfabetismo (5,4 y 12,5% respectivamente). Esto los hace altamente sensibles frente a los impactos previstos del cambio climático.

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos para los indicadores de acceso a servicios públicos de salud y saneamiento en la ciudad de Guayaquil:

Tabla 3 : Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (2)

	Tasa de acceso a servicios de salud	Tasa de abastecimiento de agua (red pública)	Tasa de acceso al servicio recogida de basuras / eliminación de basuras	Tasa de conexión al servicio de Alcantarillado
	Habitantes/Centro de salud	(%)	(%)	%
Fuente	Geo Salud	EMAPAG	Dirección de aseo	EMAPAG
Año base	2016	2016	2016	2016
9 DE OCTUBRE	5 747	100	100	100
AYACUCHO	2 676	100	100	100
BOLIVAR	6 758	100	100	100
CARBO	2 017	100	100	100
FEBRES CORDERO	20 250	100	100	90
GARCIA MORENO	16 676	100	100	100
LETAMENDI	19 188	100	100	95
OLMEDO	2 207	100	100	100
PASCUALES	20 335	100	93	40
ROCA	2 772	100	100	100
ROCAFUERTE	6 100	100	100	100
SUCRE	5 976	100	100	100
TARQUI	16 311	100	93	75
URDANETA	7 560	100	100	100
XIMENA	13 006	100	97	90
MEDIA GUAYAQUIL	9 838,6	100,0	98,9	92,7
MONTE SINAI	Sin información	16,2	50,73	8,5
RESTO EXPANSION URBANA	Sin información	0	22,98	0,03

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

El primer indicador muestra el número de pacientes potenciales de los que cada centro de salud debería hacerse cargo dentro de cada parroquia. Observamos que son una vez más las parroquias que presentan los mayores niveles de pobreza (Pascuales, Febres Cordero y Letamendi), aquellas en las que el número de pacientes por cada centro de salud es el más elevado (20 335, 20250 y 19 188, pacientes por centro de salud, respectivamente). Recordamos que el cambio climático puede tener impactos sobre la salud humana por un aumento de casos de enfermedades transmitidas por vectores, enfermedades hídricas (transmitidas por el agua), o enfermedades cardiovasculares provocadas por un aumento de la temperatura, etc., pero también lesiones, ahogamientos, etc., por causa de fenómenos climáticos extremos. En tales situaciones, los habitantes de las parroquias con menos recursos podrían verse desfavorecidos por un peor acceso al servicio de salud.

Con respecto a los servicios de saneamiento ambiental como son el acceso al agua potable, el servicio de recogida de basuras y la conexión a la red de alcantarillado, sólo éste último representaría un problema para la ciudad de Guayaquil, obteniéndose tasas de conexión al servicio de agua potable y de recogida de basuras del 100% y del 99% respectivamente según datos de EMAPAG (2016) y de la Dirección de Aseo del Municipio de Guayaquil (2016).

Ahora bien, aunque el 100% de la población de las parroquias de Guayaquil tiene acceso a agua potable mediante la conexión a la red pública, ha de tenerse en cuenta igualmente la gran presión que según

Servicios Ambientales S.A. (2016) existe actualmente sobre el recurso hídrico. Dicha presión aumentará debido al crecimiento poblacional, a la modificación de hábitos y consumo de los habitantes y al cambio climático. En el cantón de Guayaquil, el consumo de agua por habitante y por año (272 litros) está muy por encima de las recomendaciones de consumo de agua estipuladas por la Organización Mundial de la Salud (50 litros por habitante y por año) y según Servicios Ambientales S.A. (2016) *“el innecesario consumo de agua genera mayor contaminación por efluentes en el acuífero y por tanto mayor destrucción del ecosistema en cuerpos de agua dulce y en el estuario que es el final cuerpo receptor de las mismas.”*

Hoy en día, la contaminación en el estuario ya muestra alteraciones ecológicas severas que afectan a las comunidades aledañas, según Servicios Ambientales S.A. (2016) y tenderá a agravarse debido al crecimiento de la población y a situaciones de sequías que serán más frecuentes y de mayor intensidad debido al cambio climático.

Con respecto a los servicios de saneamiento, las parroquias de Pascuales y Tarqui son las que tienen los peores valores de conexión a la red de alcantarillado (40% y 75 % respectivamente). Aunque la Municipalidad de Guayaquil está trabajando para extender estos servicios al conjunto de la ciudad, esta situación se traduce en una mayor sensibilidad frente al principal impacto del cambio climático previsto para Guayaquil, es decir, las inundaciones, debido a la falta de capacidad de descarga o amortiguamiento de los sistemas de drenaje local.

En el área de expansión urbana se obtienen de nuevo los peores valores de acceso a dichos servicios: sólo el 16 % de la población del sector Monte Sinaí tiene acceso al servicio de agua potable, un 8,5% de su territorio está conectado a la red de alcantarillado y el 51% de la población tiene acceso al servicio de recogida de basuras por carro recolector. En el área de expansión urbana no hay servicio de agua potable y alcantarillado y el servicio de recogida de basuras beneficia al 23% del territorio.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos para los indicadores ambientales de sensibilidad:

Tabla 4 : Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (2)

	Grado antropización / Impermeabilización de suelos	Tasa de deforestación	Territorio bajo conservación
	(%)	(%)	(%)
Fuente	CLIRSEN	MAE	MAE
Año	2011	2014	2015
9 DE OCTUBRE	100,0	0,0	0,0
AYACUCHO	100,0	0,0	0,0
BOLIVAR	100,0	0,0	0,0
CARBO	100,0	0,0	0,0
FEBRES CORDERO	100,0	0,0	0,0
GARCIA	100,0	0,0	0,0
LETAMENDI	100,0	0,0	0,0
OLMEDO	100,0	0,0	0,0
PASCUALES	47,0	17,0	4,2
ROCA	100,0	0,0	0,0
ROCAFUERTE	100,0	0,0	0,0
SUCRE	100,0	0,0	0,0
TARQUI	22,0	16,0	16,1
URDANETA	100,0	0,0	0,0
XIMENA	74,0	4,0	14,9
MEDIA	89,5	2,5	2,3
MONTE SINAI	26	87,81	15,39
EXPANSION URBANA	1	20,96	21,86

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

El alto grado de impermeabilización de las parroquias de Guayaquil, con una media de casi el 90% de los suelos ocupados por la urbanización, es un elemento de sensibilidad clave frente a las inundaciones, que son el principal impacto del cambio climático previsto para Guayaquil. En efecto, la impermeabilización de los suelos tiene un efecto importante sobre el riesgo de inundación (CAF, 2013), al aumentar el caudal y la velocidad de escorrentía superficial, por lo que las parroquias más antropizadas serán más sensibles a inundaciones que serán más frecuentes e intensas debido al cambio climático. Todas las parroquias del núcleo urbano presentan grados de impermeabilización del 100%, según los datos del CLIRSEN (2011).

La deforestación es uno de los principales problemas ambientales ligados al crecimiento urbano de la ciudad de Guayaquil. En efecto, la expansión urbana en Guayaquil, de carácter horizontal, ha sido tradicionalmente una de las principales causas de la deforestación en la ciudad.

Los datos disponibles muestran el grado de deforestación de 1990 a 2014, por lo que no se dispone de datos de deforestación para las parroquias del núcleo urbano, altamente urbanizadas ya en esa fecha. La deforestación se da en las parroquias que han experimentado una mayor expansión urbana en los últimos años como son Pascuales, Tarqui y en menor medida Ximena, con tasas de deforestación de 17%, 16% y 4%, respectivamente. La parroquia de Tarqui es la que presenta la mayor “reserva de expansión urbana” de todas las parroquias de Guayaquil, al haberse expandido su territorio en virtud de la Ley 88 art. 4.

La constitución de territorios bajo conservación y en particular los llamados Bosques Protectores, tiene como principal objetivo la conservación y la protección de los bosques de Guayaquil frente a la deforestación. Las parroquias con territorio bajo conservación son Tarqui, Ximena y Pascuales, con porcentajes de sus territorios bajo protección del 16%, 15 % y 4%, respectivamente.

Más del 20% de Monte Sinaí y el 15% del resto área de expansión urbana son considerados territorio bajo conservación. A pesar de ello, el sector Monte Sinaí muestra altísimos porcentajes de deforestación (87,81%) debido a la tala para la instalación de asentamientos humanos.

Por otro lado, las campañas de sensibilización, reforestación y limpieza de bosques de la Dirección de Ambiente del Municipio de Guayaquil tienen como principal objetivo proteger las zonas boscosas existentes y frenar la práctica de la deforestación dentro de las parroquias de Guayaquil.

La sensibilidad al cambio climático de las parroquias de Guayaquil

Las parroquias de Guayaquil más sensibles al cambio climático, si se excluyen los sectores del área de expansión urbana, son, por orden de importancia: Pascuales, Letamendi, Febres Cordero y García Moreno.

La parroquia de Pascuales presenta la más alta tasa de pobreza de las parroquias de Guayaquil (28,5%, siendo la tasa media de pobreza de 13,9%), con más de un tercio de la población potencialmente dependiente de actividades agropecuarias – muy sensibles al clima. El grado de acceso a los servicios de salud es malo, con un centro de salud por cada 20 335 habitantes (la media para Guayaquil es de un centro de salud por cada 9 839 habitantes) y la tasa de conexión al servicio de alcantarillado (40%) es la más baja de todas las parroquias del Municipio². La deforestación en esta parroquia (17% de superficie deforestada de 1990 a 2014), es la más importante de todas a las que se les aplica dicho indicador³. Además, Pascuales es la parroquia con mayor número de sectores con vivienda precaria (8), si se excluye el sector de Monte Sinaí (21 sectores con vivienda precaria), situado en el área de expansión urbana.

² La tasa media de conexión al servicio de alcantarillado para las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil de 93%

³ En parroquias eminentemente urbanas no cabe aplicar el indicador sobre la tasa de deforestación debido a la ausencia de áreas con riesgo de deforestación.

Las parroquias de Febres Cordero y Letamendi presentan muy altas densidades de población (24 175 habitantes/km² y 28 302 habitantes/km², respectivamente) y de impermeabilización de suelos (100%), con tasas de pobreza superiores a la media (23,25% y 20,25%, respectivamente) y bajas tasas de acceso a servicios de salud (1 centro de salud para cada 20 250 habitantes en Febres Cordero y 1 centro de salud por cada 19 188 habitantes en Letamendi). García Moreno presenta condiciones similares (densidad poblacional de 23 487 habitantes/km², tasa de impermeabilización de suelos del 100% y 1 centro de salud por cada 16 676 habitantes) exceptuando las relativas a la tasa de pobreza que es en esta parroquia 50% más baja que en las dos primeras.

Cabe señalar el caso particular del área de expansión urbana y en especial Monte Sinaí, que es el sector más sensible a los impactos previstos del cambio climático, presentando los peores valores de sensibilidad, exceptuando los de densidad poblacional y densidad urbana.

Así pues, el análisis de los indicadores de sensibilidad, muestra tres tipos de áreas sensibles dentro de la zona de estudio:

- **Las parroquias del núcleo urbano** de Guayaquil (9 de Octubre, Ayacucho, Bolívar, Carbo, García Moreno, Letamendi, Olmedo, Rocafuerte, Sucre y Urdaneta) cuyo grado de **sensibilidad** reside principalmente en **su alto grado de densidad poblacional y de impermeabilización de suelos**, lo que, añadido a su alto grado de exposición a las inundaciones, las hace muy vulnerables a efectos previstos del cambio climático.
- **Las parroquias en el límite del área urbana, como Pascuales y Febres Cordero**, en las que la sensibilidad viene dada igualmente por otros elementos. Así, a condiciones de alta densidad poblacional y urbana, en el caso de Febres Cordero, se le añaden otros factores de orden social y económico tales como tasas de pobreza superiores a la media⁴, menor cobertura de servicios de salud, grados de conexión a servicios de saneamiento (alcantarillado) con posibilidades de mejora y presencia de sectores con vivienda precaria.
- El área de **expansión urbana, incluyendo el sector Monte Sinaí**, que presenta los peores valores de sensibilidad socioeconómica y ambiental, encontrándose además en un limbo administrativo y jurídico que no hace sino agravar su situación de sensibilidad frente a los impactos del cambio climático.

2.2 Resultados del análisis de la exposición de las parroquias de Guayaquil al cambio climático

En total se han analizado 14 indicadores de exposición para las parroquias de la ciudad de Guayaquil:

1. Aumento del nivel del mar
2. Evolución de las temperaturas en un contexto de cambio climático
3. Evolución de las precipitaciones en un contexto de cambio climático
4. Evolución en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos
5. Riesgo de inundación
6. Riesgo de deslizamiento de tierra
7. Incendios forestales
8. Previsión de pérdidas económicas asociadas con el cambio climático (inundaciones)
9. Víctimas por eventos climáticos extremos

⁴ La tasa media de pobreza de las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil, excluyendo la zona de expansión urbana es de 13,9%

10. Presencia de *hot spots* en zonas inundables - industrias / aeropuerto
11. Presencia de *hot spots* en zonas inundables - centros comerciales
12. Presencia de *hot spots* en zonas inundables - complejos educacionales
13. Presencia de *hot spots* en zonas inundables – centros de salud
14. Presencia de áreas de gran densidad urbana en zonas a riesgo de inundación

Los cuatro primeros indicadores informan sobre las previsiones de cambio climático y sus impactos socioeconómicos sobre la ciudad de Guayaquil. Los modelos climáticos prevén para Guayaquil un aumento de las temperaturas medias de entre 2°C a 3°C entre 2020 y 2099, un aumento de las precipitaciones durante los meses de diciembre a febrero y de marzo a mayo de entre 3% a 5%, así como un aumento en la variabilidad y la incidencia de eventos climáticos extremos tales como sequías, inundaciones y episodios de lluvias intensas. También se espera un aumento de los niveles de escorrentía que afectarían a zonas que ya presentan susceptibilidad a la inundación y a deslizamientos de tierra.

En cuanto al aumento del nivel del mar, al no existir previsiones concretas para la ciudad de Guayaquil, se tomaron en cuenta los valores siguientes:

- El aumento medio global del nivel del mar en un contexto de cambio climático sería de entre 26 cm y de 30 cm (Reguero, 2015).
- Hallegate (2013) utilizó tres escenarios para evaluar las pérdidas económicas asociadas al cambio climático en las principales ciudades costeras del mundo: aumento nulo (0 cm), aumento medio (20 cm) y aumento máximo (40 cm).
- La Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC (2 000)⁵ basa su análisis de vulnerabilidad de la zona costera del Ecuador sobre tres escenarios de aumento del nivel del mar: aumento nulo (0 cm), aumento medio (30 cm) y aumento máximo (100 cm).

Sin embargo, según Nieto et al (2002), el nivel medio del mar en la costa ecuatoriana, no responde a las estimaciones de incremento y parece presentar un comportamiento cíclico con periodos decadales.

Las inundaciones constituyen a todas luces el mayor impacto del cambio climático previsto para la ciudad de Guayaquil, con sus parroquias urbanas presentando en una gran parte, o incluso en la totalidad de su superficie, riesgos altos de inundación. Desde 2012 a 2015 se contabilizaron un total de 79 inundaciones en la ciudad de Guayaquil.

Las inundaciones en Guayaquil son generalmente ocasionadas por episodios de lluvias intensas en periodos de marea alta que son agravados por la falta de capacidad de descarga o amortiguamiento de los sistemas de drenaje local, la impermeabilización de los suelos debido a la ocupación urbana y la falta de control del efecto de remanso desde aguas abajo. El aumento del nivel del mar previsto no hará sino empeorar esta situación.

⁵ Disponible en línea en: http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?rec=j&preref=2743#beg

Según Hallegate (2013) Guayaquil es la cuarta ciudad costera del mundo que mayores pérdidas económicas tendría en un contexto de cambio climático debido a las inundaciones y evalúa dichas pérdidas a 3 mil millones de dólares americanos para 2050, si ninguna acción es tomada para evitarlo.

La Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC cita a la cuenca baja del río Guayas, donde se sitúa la ciudad de Guayaquil, como la zona del Ecuador más afectada por un aumento del nivel del mar en un contexto de cambio climático. Impactos tales como la intrusión de agua salada en los acuíferos de agua dulce (ríos Daule y Babahoyo en Guayaquil), y pérdidas en la línea de costa, engendrarían pérdidas económicas importantes y pondrían en peligro a la población que habita en la zona costera.

El desborde de los ríos por efecto de las precipitaciones podría ocasionar pérdidas de superficie apta para el cultivo del banano, el arroz y la caña de azúcar y de sus infraestructuras de apoyo. El área ocupada por el manglar podría reducirse por este mismo efecto. La industria camaronera también podría verse afectada, así como el turismo y las actividades industriales y de transporte.

Las inundaciones son igualmente los fenómenos climáticos que más víctimas mortales han acarreado. En el periodo de 2010 a 2015 fallecieron en Guayaquil y más concretamente en la parroquia de Tarqui, un total de 5 personas, víctimas de las inundaciones. Dos otras personas fallecieron durante ese mismo periodo y en esa misma parroquia como resultado de deslizamientos de tierra tras episodios de lluvias intensas y otras dos murieron a causa de incendios forestales.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los indicadores sobre riesgo de inundación y de deslizamiento de tierra, así como el número de incendios forestales contabilizados en Guayaquil en los últimos 5 años.

Tabla 5 : Indicadores de exposición de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (1)

Indicador	Riesgo de inundación	Riesgo de deslizamiento de tierra	Incendios forestales
Unidad	% superficie amenazada/ superficie total de la parroquia	% superficie amenazada/ superficie total de la parroquia	Número incendios de 2010 a 2015
Fuente	SNGR	SNGR	ECU 911
Año base	2011	2011	2015
9 DE OCTUBRE	73	-	0
AYACUCHO	73	-	0
BOLIVAR	72	-	0
CARBO	34	-	0
FEBRES CORDERO	74	35,3	0
GARCIA MORENO	71	-	0
LETAMENDI	76	-	0
OLMEDO	71	-	0
PASCUALES	55	49,46	0
ROCA	38	-	0
ROCAFUERTE	72	-	0
SUCRE	72	-	0
TARQUI	40	53,4	55
URDANETA	74	-	0
XIMENA	60	-	8
MONTE SINAI	86	100	0
RESTO EXPANSION URBANA	1	68,75	0

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

Las parroquias con el mayor porcentaje de su territorio sometido a riesgo de inundación (Letamendi, Febres Cordero, Urdaneta, 9 de Octubre y Ayacucho) están situadas en pleno corazón urbano de la ciudad de Guayaquil. Dichas parroquias, tal y como vimos en el análisis de la sensibilidad, poseen altísimas tasas de impermeabilización de suelos, lo que contribuye a aumentar el impacto de las inundaciones en estas parroquias. En efecto, el riesgo de inundación se ve afectado por efectos antropogénicos como la impermeabilización de los suelos, que provoca un aumento del caudal y de la velocidad del escurrimiento superficial. La falta de capacidad de descarga de los sistemas de drenaje local influye igualmente en el aumento del riesgo de inundación en sectores como Monte Sinaí, por ejemplo, según datos de la SNGR (2011).

Episodios de lluvias intensas provocarían deslizamientos de tierras en suelos poco estables que podrían ocasionar víctimas (dos personas fallecieron en Guayaquil debido a deslizamientos de tierra de 2010 a

2015) y daños materiales importantes, sobre todo en sectores con hábitat precario. Según los datos de SNGR (2011), el 53,4% de la superficie de la parroquia de Tarqui, el 49,4% de la parroquia de Pascuales, y un tercio de la superficie de la parroquia Febres Cordero (35,3 %) presentan riesgo de deslizamiento de tierra. Además, la totalidad del sector Monte Sinaí y más de dos tercios del resto del área de expansión urbana (68,75), presentan igualmente riesgo de deslizamiento de tierra.

Finalmente, según los modelos climáticos, se espera que las sequías sean en Guayaquil más frecuentes e intensas. Aunque no se dispone de información relativa al origen natural, accidental o provocado de los incendios forestales que han tenido lugar en Guayaquil en los últimos años, se puede afirmar a ciencia cierta que situaciones prolongadas de altas temperaturas y baja humedad en épocas de sequías contribuirán a aumentar el riesgo de incendios forestales. En la parroquia de Tarqui se contabilizaron de 2010 a 2015 (ECU 911, 2016) 55 incendios forestales, ocasionando 2 víctimas mortales. En la parroquia de Ximena fueron declarados durante el mismo periodo 8 incendios forestales. Estos episodios de elevadas temperaturas inciden en la formación de las llamadas olas de calor urbano que serán más frecuentes y de mayor intensidad debido al cambio climático.

Así mismo, existen en Guayaquil un gran número de “*hot spots*”, es decir, complejos industriales, comerciales, educacionales y de salud, localizados en zonas a riesgo de inundación, tal y como se aprecia en la siguiente tabla.

Tabla 6 : Indicadores de exposición de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático (2)

Indicador	Presencia de industrias en zonas inundables	Presencia de centros comerciales en zonas inundables	Presencia de complejos educativos en zonas inundables	Presencia de centros de salud en zonas inundables	Presencia de zonas de gran densidad urbana en zonas inundables
Unidad	Número de industrias (incl. aeropuerto / puerto)	Número de centros comerciales (Malls)	Numero de escuelas	Número de centros de salud	%
Fuente	Dirección de Ambiente y SNGR	Repertorio Páginas Amarillas	Ministerio de Educación	GEO Salud	SNGR
Año base	2016	2016	2014	2016	2011
9 DE OCTUBRE	0	Sin información	10	1	73
AYACUCHO	5	Sin información	9	3	73
BOLIVAR	1	Sin información	2	1	72
CARBO	1	Sin información	1	0	34
FEBRES CORDERO	1	Sin información	66	17	2
GARCIA MORENO	1	Sin información	12	3	71
LETAMENDI	0	Sin información	23	5	76
OLMEDO	0	Sin información	0	3	71
PASCUALES	309	0,55	80	19	25,9
ROCA	0	Sin información	0	1	38
ROCAFUERTE	1	Sin información	1	0	72
SUCRE	0	Sin información	3	2	72
TARQUI	279	5,6	139	41	8,8
URDANETA	2	Sin información	10	2	74
XIMENA	62	1,2	109	35	44,4
MONTE SINAI	1	Sin información	18	Sin información	22,4
RESTO EXPANSION URBANA	1	Sin información	1	Sin información	0

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

La industria es uno de los principales sectores económicos de la ciudad, contribuyendo en un 12,7% al PIB del Municipio, según los datos de la Cámara de Industria de Guayaquil⁶. La actividad industrial en Guayaquil está muy diversificada, aunque con una clara predominancia de la industria manufacturera. El cambio climático y especialmente las inundaciones, podrían provocar daños materiales sobre las infraestructuras industriales, así como retrasos o cortes en las cadenas de suministro. La localización de dichas industrias en zonas con riesgo de inundación podría ocasionar pérdidas importantes para la Municipalidad de Guayaquil, en un futuro en el que, según las proyecciones climáticas, los eventos climáticos al origen de las inundaciones, serán más frecuentes e intensos.

En Guayaquil, las industrias se concentran esencialmente en tres parroquias: Pascuales (309 industrias), Tarqui (280 industrias) y Ximena (62 industrias). En la parroquia de Pascuales el 100% de

⁶ Ver: Cámara de Industria de Guayaquil (2015). Indicadores económicos. Disponible en línea en: https://issuu.com/industrias/docs/estadisticas_para_empresarios_agost

las industrias (309 industrias) están situadas en zonas a riesgo de inundación, con más del 40% de las industrias situadas en zonas con riesgo alto y muy alto de inundación. En Tarqui, sólo una de las 280 industrias se encuentra en una zona sin riesgo de inundación. El 17% de las industrias se sitúan en zonas con riesgo alto o muy alto de inundación (47 industrias) y el 72,14% se localiza en zonas con riesgo medio de inundación.

En la parroquia de Ximena todas las industrias están situadas en zonas con muy alto o alto riesgo de inundación, excepto una industria, localizada en un área de bajo riesgo.

Todas las industrias situadas en las parroquias de Ayacucho, Bolívar, Febres Cordero, García Moreno, Rocafuerte y Urdaneta se sitúan en zonas con riesgo muy alto o alto de inundación. En Carbo existen dos industrias, la primera localizada en una zona sin riesgo y la segunda en un área de muy alto riesgo de inundación.

El cambio climático puede impactar igualmente al puerto de Guayaquil y a sus actividades. Recordemos que Guayaquil posee el puerto fluvial más importante del país y uno de los más importantes de la costa del Pacífico oriental. Según el GIEC (2014), el aumento del nivel del mar, episodios de lluvias intensas y tormentas más frecuentes podrían tener un impacto sobre las infraestructuras y las actividades portuarias, con sus consecuentes pérdidas económicas.

El aeropuerto internacional de Guayaquil que es, después del de Quito, el segundo con mayor movimiento anual de pasajeros del Ecuador, con más de 4 millones de pasajeros nacionales e internacionales, también podría verse impactado por tormentas pudiéndose aumentar el número de retrasos y cancelaciones. Además, el efecto de la temperatura y el aumento de intensidad de las precipitaciones pueden poner en riesgo las instalaciones aeroportuarias si los pavimentos no están adaptados a dichos impactos. El aeropuerto actual tiene una vida útil de 18 años y será trasladado en 2024 a la zona de Daular en la parroquia de Tarqui, en una zona que seguirá sometida a impactos del cambio climático tales como aumentos de temperatura y de la intensidad de las precipitaciones.

Las parroquias de Tarqui, Ximena, Pascuales y Febres Cordero concentran el mayor número de complejos educacionales en zonas a riesgo de inundación (Ministerio de Educación 2014 y SNGR, 2011). El número de complejos educacionales situados en zonas con riesgo alto o muy alto de inundación, es de 22 en la parroquia de Tarqui, 97 en Ximena, 16 en Pascuales y 64 en Febres Cordero. La inversión realizada por el Municipio entre los años 2009 y 2012, con el fin de mejorar las infraestructuras escolares ha beneficiado a 32 colegios y a más de 36 700 alumnos, haciéndoles menos sensibles a los impactos posibles del cambio climático.

Las mismas parroquias (Tarqui, Ximena, Pascuales y Febres Cordero) concentran, a su vez, según los datos de Geo Salud (2016) y SNGR (2011) el mayor número de centros de salud en zonas a riesgo de inundación. El número de centros de salud situados en zonas con riesgo alto o muy alto de inundación, es de 7 en la parroquia de Tarqui, 30 en Ximena, 11 en Pascuales y 16 en Febres Cordero. Pascuales, Tarqui y Ximena son además las parroquias con más presencia potencial de zonas comerciales en áreas con riesgo de inundación.

Los resultados muestran también, la gran problemática existente en el corazón urbano de Guayaquil en relación a la presencia de zonas de gran densidad urbana en zonas a riesgo de inundación.

En conclusión, las parroquias de Tarqui, Ximena y Pascuales, son las más expuestas a los impactos previstos del cambio climático para la ciudad de Guayaquil. Dichas parroquias presentan un alto grado de concentración de los llamados “*hot spots*”, es decir complejos industriales y de transporte, centros de salud, complejos educacionales y centros comerciales en zonas a riesgo de inundación, lo que les hace estar muy expuestas a los impactos previstos del cambio climático. También son las parroquias que presentan mayores riesgos de deslizamiento de tierra.

La parroquia de Tarqui es, además, la única en la que se han constatado víctimas por eventos climáticos (inundaciones, deslizamientos de tierra e incendios forestales).

Por otro lado, las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil, en especial Letamendi, Febres Cordero, Rocafuerte y Urdaneta, presentan altísimos valores de impermeabilización de suelos, y una gran parte de sus territorios está sometida a riesgo alto o muy alto de inundación.

Así pues, se recomienda hacer hincapié en dos tipos de parroquias en función del tipo de exposición que presentan:

- Por un lado, las parroquias que presentan una mayor concentración de “*hot spots*” en las que la protección de las infraestructuras económicas y de servicio público sería la prioridad. Destacan entre estas parroquias Tarqui, Ximena y Pascuales.
- Por otro lado, las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil, con una alta densidad de población y que presentan un alto riesgo de inundación en una parte muy importante de sus territorios, tales como Letamendi, Febres Cordero, Rocafuerte y Urdaneta.

2.3 Resultados del análisis de la capacidad adaptativa de la ciudad de Guayaquil

La capacidad de adaptación se ha medido en función de cuatro factores:

1. Información, sensibilización y conocimiento de la población y de las instituciones públicas sobre aspectos relacionados con el cambio climático previsto y sus consecuencias sobre el territorio.
2. Actores y gobernanza: Unidades administrativas u otros organismos que trabajan sobre el CC, comités locales para el monitoreo del medioambiente y para la gestión de desastres, tejido asociativo local, etc.
3. Disponibilidad de planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres: Sistemas de alerta temprana, planes de emergencia, planes de prevención de riesgos (inundación, incendios, deslizamientos de tierra...)
4. Prioridades de inversión: Mantenimiento y protección de infraestructuras, gasto público en salud, gasto público en desarrollo económico, gasto público en asistencia social, gasto público en vivienda, gasto público en educación, gasto público en protección del medioambiente...

Un total de 12 indicadores fueron utilizados para el análisis de la capacidad de adaptación de la Municipalidad de Guayaquil frente al cambio climático:

1. Conocimiento sobre cambio climático de la población en general
2. Conocimiento sobre el cambio climático de los funcionarios municipales
3. Formaciones/capacitaciones internas sobre riesgo climático
4. Direcciones que trabajan específicamente sobre cambio climático en el Municipio de Guayaquil

5. Instituciones u organismos que trabajen sobre cambio climático en Guayaquil
6. Acciones / proyectos sobre CC en la Municipalidad
7. Existencia de guías, manuales, etc., sobre cambio climático
8. Existencia de planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres
9. Ejecución del gasto público en educación
10. Ejecución del gasto público en asistencia social
11. Ejecución del gasto público en salud
12. Inversión para la creación y dotación de unidades que trabajan sobre riesgos / CC

Cabe señalar que, al contrario de los indicadores para la exposición y la sensibilidad que son en general de naturaleza cuantitativa, los indicadores de capacidad de adaptación relativos a los tres primeros criterios mencionados anteriormente (Información y sensibilización, Actores y Gobernanza y Disponibilidad de planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres) son cualitativos y han sido obtenidos a través de la consulta de documentos existentes, entrevistas con actores clave del Municipio y la realización de un taller con las principales partes implicadas de la Municipalidad. El resultado obtenido para cada indicador fue normalizado y transformado en un índice para poder evaluar el grado de capacidad adaptativa del Municipio de Guayaquil frente al cambio climático. Para el cálculo del índice de capacidad adaptativa se tuvo en cuenta tanto la existencia de herramientas para el fortalecimiento de la capacidad adaptativa de la Municipalidad como el grado de conocimiento y utilización de tales herramientas.

La ciudad de Guayaquil, debido a su localización y a sus características biofísicas, presenta un alto grado de riesgo de desastres naturales (sismos) o climáticos tales como inundaciones o deslizamientos de tierra. La respuesta del municipio, mediante actividades de fortalecimiento de capacidades técnicas e institucionales, la creación de unidades técnicas y administrativas dedicadas a la gestión de riesgos, así como la puesta en marcha de comités comunitarios de gestión de riesgos y sus respectivas brigadas, hacen que Guayaquil presente un buen grado de preparación para afrontar situaciones de emergencia. También se han desarrollado capacitaciones para la población en general, mediante cursos virtuales a través de la televisión sobre temáticas variadas en relación con la gestión de riesgos, fomentando el conocimiento y la preparación de la población en general con respecto a dichos riesgos.

Más concretamente, el análisis realizado muestra:

- Un buen nivel de conocimiento y preparación de la población en general y de las instituciones públicas del Municipio de Guayaquil sobre la gestión de riesgos, lo que les hace estar mejor preparados frente a posibles impactos del cambio climático. Sin embargo, se recomienda el desarrollo de actividades de comunicación y de refuerzo de capacidades técnicas e institucionales en lo que respecta a la temática específica del cambio climático.
- La existencia en Guayaquil de una serie de unidades técnicas en el seno de la Municipalidad (Dirección de la Gestión de Riesgos y Cooperación y Dirección de Medio Ambiente, principalmente) que se dedican a trabajar sobre la temática de la gestión de riesgos y el cambio climático. Otros organismos tales como ONGs (Care, Plan Internacional), universidades, centros de investigación etc., también están contribuyendo a la labor de fomentar la resiliencia de la población y del territorio de Guayaquil frente a los impactos previstos del cambio climático.

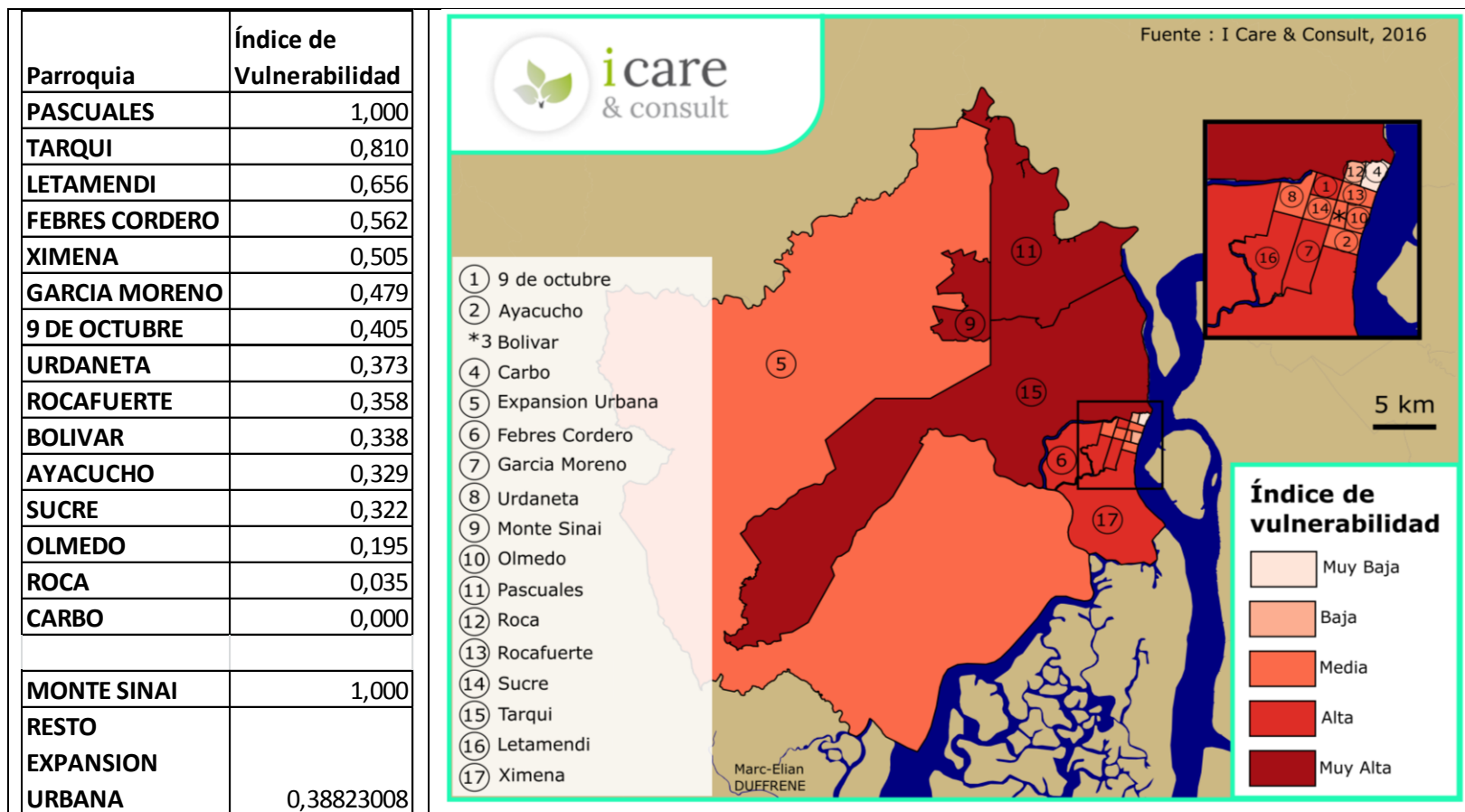
- El Municipio de Guayaquil posee una serie de herramientas (sistemas de alerta temprana, planes de gestión de riesgos, procedimientos y protocolos, manuales y guías) enfocados hacia la gestión del riesgo de desastres y muy valiosos en una situación de cambio climático, que contribuyen a una mayor capacidad adaptativa del Municipio. Sin embargo, el conocimiento por parte de los funcionarios municipales de tales herramientas, podría mejorar.
- Finalmente, en cuanto a las prioridades de inversión, cabe destacar el importante aumento del gasto público destinado a la educación y a la salud, lo que muestra el compromiso del municipio en fortalecer dichas áreas. También ha aumentado el presupuesto destinado a las unidades técnicas dedicadas dentro del Municipio a trabajar sobre cuestiones de gestión de riesgos y cambio climático. Sin embargo, el gasto público en asistencia social, que tiene como objetivo el asegurar la protección de las poblaciones más vulnerables dentro del Municipio, ha disminuido.

Con todo ello, podemos concluir que el Municipio de Guayaquil posee una buena capacidad de gestión de riesgos que le confiere un buen grado de capacidad de adaptación frente a impactos previstos del cambio climático sobre su territorio y su población.

2.4 Conclusiones del análisis de la vulnerabilidad de las parroquias de Guayaquil al cambio climático

El siguiente cuadro presenta las notas obtenidas por las diferentes parroquias en materia de vulnerabilidad frente al cambio climático, presentadas por orden decreciente de vulnerabilidad, así como la representación cartográfica de las mismas.

Tabla 7 : Índice de vulnerabilidad al cambio climático por zonas de la ciudad de Guayaquil.



Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

Las parroquias urbanas más vulnerables son Pascuales, Tarqui, Letamendi y Febres Cordero.

La parroquia de Pascuales presenta altos valores de sensibilidad debido principalmente a características socio-económicas tales como elevadas tasas de pobreza (28,5%), dependencia de actividades agropecuarias muy sensibles al clima (38% del territorio tiene vocación agraria o agropecuaria), peor acceso a los servicios de salud que el resto de las parroquias (un centro de salud por cada 20 335 habitantes), una cobertura de la red de alcantarillado del 40% y un gran número de sectores con presencia de vivienda precaria (8). La situación de dicha parroquia desde un punto de vista ambiental, con tasas de deforestación importantes - 17% de 1990 a 2014 y un bajo porcentaje de territorio bajo conservación - 4%, contribuye igualmente a aumentar su sensibilidad frente al cambio climático. Pascuales presenta, a su vez, altos niveles de exposición a inundaciones y deslizamientos de tierra y concentra en su territorio un importante número de hot-spots .

La parroquia de Tarqui presenta mejores valores de sensibilidad, pero es la parroquia más expuesta a los impactos del cambio climático como inundaciones y deslizamientos de tierra, que han acarreado un número importante de víctimas en dicha parroquia. Cabe destacar igualmente, la gran concentración de *hot-spots* en Tarqui, que es, además, la parroquia más extensa y heterogénea de la Municipalidad de Guayaquil.

Con respecto a las dos últimas (Letamendi y Febres Cordero), a una elevada sensibilidad, debida a una muy alta densidad urbana y densidad poblacional, se le añaden características socioeconómicas como mayores tasas de pobreza y un peor acceso a servicios de salud. Y todo ello en una zona con un alto grado de riesgo de inundación.

Finalmente, el análisis de vulnerabilidad señala al sector de la zona de expansión urbana Monte Sinaí como la más vulnerable del área urbana de Guayaquil. Dicho sector, en el que sólo un 10% de la superficie se encuentra bajo la competencia del Municipio, se ha ido poblando mediante invasiones económicas sucesivas y alberga a una población de pocos recursos, constituyéndose en sectores con hábitat precario y con un bajo nivel acceso a los principales servicios.

Así pues, a la luz de los resultados del análisis de la vulnerabilidad, se identifican tres zonas de vulnerabilidad principales en la Municipalidad de Guayaquil:

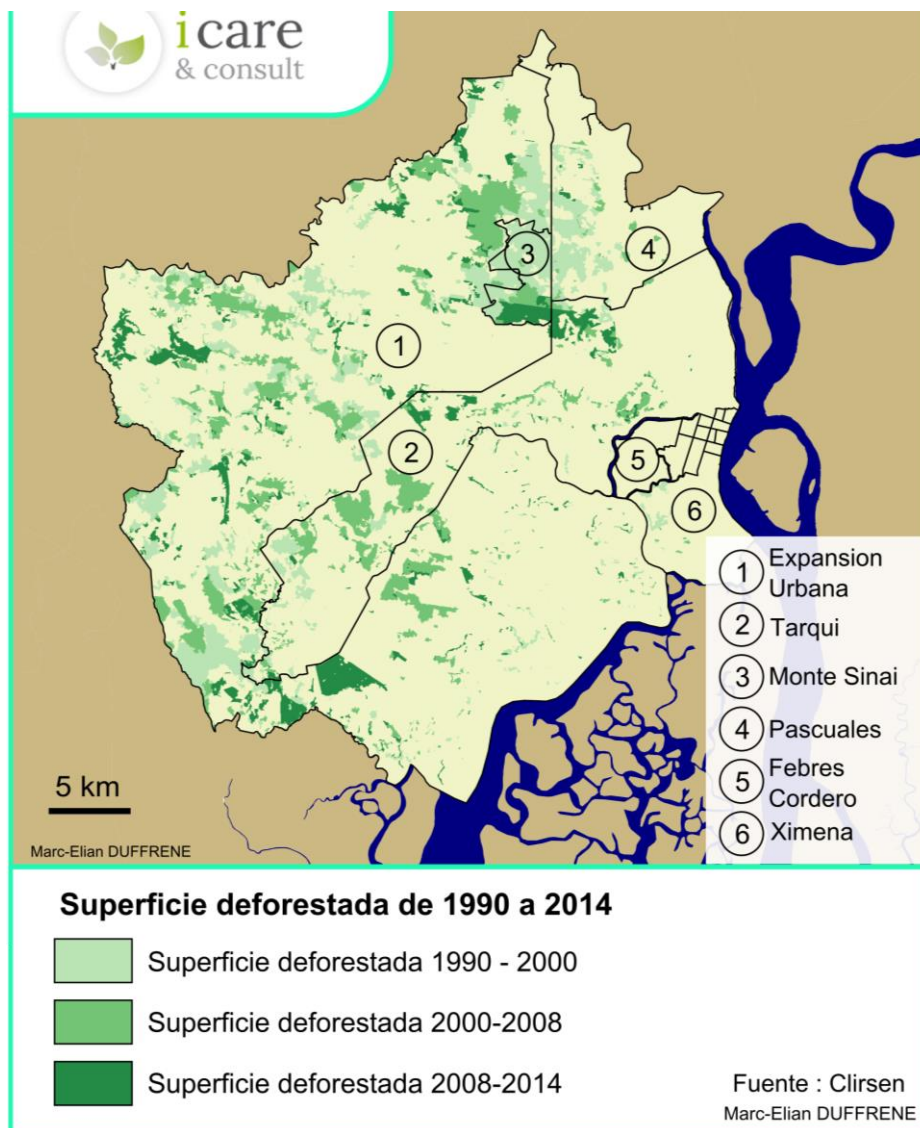
- Las **parroquias en el límite del área urbana**, en especial aquellas que presentan un alto grado de densidad urbana, condiciones económicas más desfavorables, están sometidas a riesgos altos o moderados de inundación y deslizamiento de tierra, donde se más se han materializado las pérdidas relacionados con dichos eventos y que concentran una gran cantidad de *hot-spots* en sus territorios. Estas son: **Pascuales, Tarqui y Febres Cordero**.
- Las **parroquias del núcleo urbano de Guayaquil**, con muy altas tasas de impermeabilización de suelos y de densidad poblacional, muy altos riesgos de inundación, y en particular aquellas que presentan los mayores índices de vulnerabilidad: **Letamendi, García Moreno y 9 de Octubre**.
- El **área de expansión urbana**, en especial el sector llamado **Monte Sinaí**, que tiene los peores valores de sensibilidad y con riesgo de inundación y de deslizamientos de tierra. Este sector es tanto más vulnerable cuanto la Municipalidad ejerce plenamente sus competencias únicamente en una pequeña parte de su territorio.

3. Las inundaciones: El impacto del cambio climático más relevante para la ciudad de Guayaquil

El análisis de la vulnerabilidad puesto de manifiesto el que es, a todas luces, el mayor reto al que se enfrenta la ciudad de Guayaquil en un contexto de cambio climático, esto es, las inundaciones.

La localización de la ciudad de Guayaquil en la cuenca baja del río Guayas, en la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, una zona geográfica históricamente expuesta a inundaciones, los efectos de la presión antrópica sobre los ecosistemas y en particular la deforestación (ver figura Figura 3) así como la importante densidad urbana y el alto grado de impermeabilización del suelo, hacen de Guayaquil una ciudad altamente vulnerable a las inundaciones y sus impactos, más aún en un contexto de cambio climático.

Figura 3 : Mapa de deforestación en las parroquias de la Municipalidad de Guayaquil de 1990 a 2014



Fuente: ICare & Consult, con datos de MAE, 2015

En efecto, de acuerdo con el estudio realizado por Reguero y coll. en 2015⁷, la ciudad de Guayaquil presenta todas las condiciones (localización geográfica, concentración de la población, densidad urbana y medio construido), que la hace estar altamente expuesta a las inundaciones que serán cada vez más frecuentes y más intensas en un contexto de cambio climático.

Por otro lado, las observaciones pasadas sobre eventos adversos acaecidos en la ciudad de Guayaquil muestran que las inundaciones son el fenómeno con mayor número de incidencias y el que se ha cobrado más víctimas mortales. Un total de 79 inundaciones fueron señaladas entre los años 2010 y 2015 en la ciudad de Guayaquil, de las cuáles 54 tuvieron lugar en la parroquia de Tarqui, habiendo que deplorar la pérdida de 5 vidas humanas en el periodo de 2010 a 2015, todas ellas en la parroquia de Tarqui.

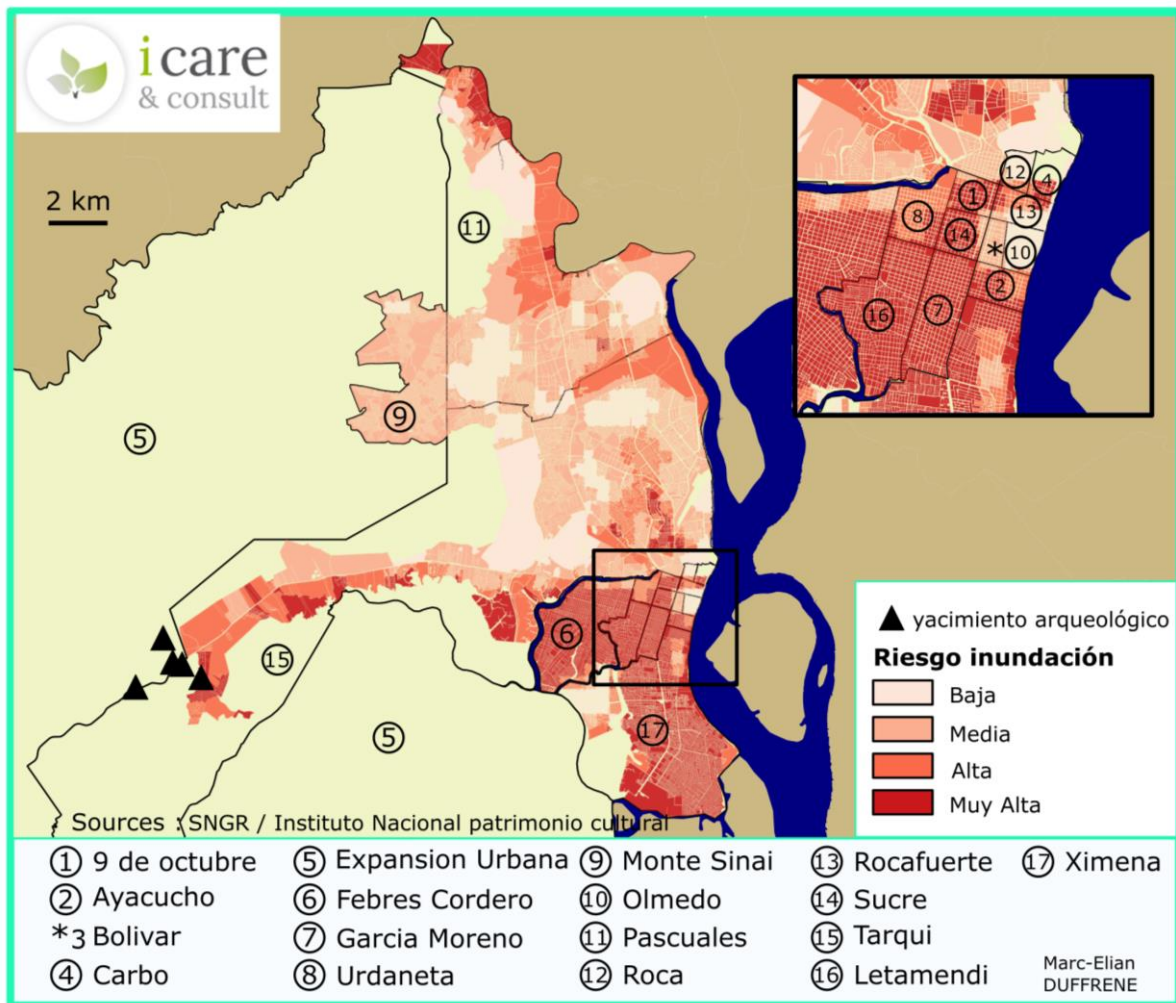
Tal y como se observa en el mapa de riesgo de inundación de las parroquias de Guayaquil, las inundaciones constituyen ya hoy en día un riesgo importante para la ciudad, cuya frecuencia e intensidad, así como sus impactos potenciales, se verán incrementados debido al cambio climático.

En él se observa cómo gran parte del tejido urbano de Guayaquil y principalmente las parroquias de del núcleo urbano, tienen altos riesgos de inundación ya sea por episodios de lluvias intensas y desbordamiento de ríos y canales, o por concentraciones de agua por escorrentías.

El siguiente mapa muestra el grado de riesgo de inundación existente en las diferentes parroquias de la ciudad.

⁷ Ver: Reguero BG, Losada IJ, Díaz-Simal P, Méndez FJ, Beck MW (2015) Effects of Climate Change on Exposure to Coastal Flooding in Latin America and the Caribbean. PLoS ONE 10(7): e0133409. doi:10.1371/journal.pone.0133409

Figura 4. Riesgo de inundación de las parroquias de Guayaquil



Fuente: ICare & Consult, 2016, con datos de SNGR, 2011 Fuente: Fabricación propia con datos de la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación del Municipio de Guayaquil

Las inundaciones en Guayaquil se dan generalmente durante períodos de lluvias intensas con marea alta. Estas situaciones son influenciadas por la falta de capacidad de descarga o amortiguamiento de los sistemas de drenaje local, la impermeabilización de los suelos debido a la ocupación urbana y la falta de control del efecto de remanso desde aguas abajo y se verán agravadas por el aumento previsto del nivel del mar y una mayor intensidad de las precipitaciones, en un contexto de cambio climático.

Según los datos de la Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC (2 000), dichas inundaciones tendrán diferentes impactos para las ciudades costeras del país, incluida Guayaquil, ya que, según dicho informe, la cuenca baja del río Guayas, donde se sitúa la ciudad, será la más afectada por dichos impactos. Se prevé una intrusión de agua salada en acuíferos de agua dulce (aguas arriba de los ríos Daule y Babahoyo en Guayaquil), posibles pérdidas en la línea de costa por inundación y una mayor intensidad de las inundaciones pluviales, lo que engendrará pérdidas económicas importantes para la ciudad.

En efecto, el estudio realizado por Hallegate y coll. en 2013 coloca a la ciudad de Guayaquil en la cuarta posición del ranking mundial de las ciudades costeras que sufrirán mayores pérdidas económicas

relacionadas con las inundaciones en un contexto de cambio climático. Dicho estudio evalúa a entono a los 3 mil millones de dólares americanos las pérdidas ocasionadas por las inundaciones sobre la ciudad de Guayaquil para 2050, si ninguna acción es tomada para evitarlo. Esto equivaldría a alrededor del 1% del PIB de la ciudad, es decir: un 1% del valor económico creado en la ciudad partiría con las aguas si nada se hace para evitarlo. Cabe destacar igualmente que, según este mismo estudio, las pérdidas, en un escenario de inacción, aumentarían de 13% de 2005 a 2050.

Además, el efecto de las precipitaciones y el desborde de los ríos podrían ocasionar pérdidas de superficie apta para el cultivo del banano, el arroz y la caña de azúcar y de sus infraestructuras de apoyo. El área ocupada por el manglar podría reducirse por este mismo efecto, perdiéndose una herramienta fundamental de resiliencia climática, debido a la gran cantidad de bienes y servicios ecosistémicos que éste procura. La industria camaronera también podría verse afectada.

La población costera del Ecuador y por ende la de Guayaquil, podría estar en peligro bajo todos los escenarios considerados y de producirse un aumento del nivel del mar de 30 cm, podría necesitarse la evacuación de 327 000 personas y estarían en peligro alrededor de 200 000 habitantes adicionales, en toda la costa del Ecuador.

La existencia en Guayaquil un gran número de “*hot spots*”, es decir, complejos industriales y de transporte, comerciales, educacionales y de salud, localizados en zonas a riesgo de inundación no hace sino agravar el problema.

Así pues, una vez identificado el mayor reto al que se enfrenta la ciudad de Guayaquil en un contexto de cambio climático, la siguiente sección presenta una serie de medidas implementadas por ciudades de todo el mundo con el fin de hacer frente a las inundaciones relacionadas con el cambio climático. Seguidamente, sobre la base de los resultados del análisis de vulnerabilidad e inspiradas en las medidas identificadas por el *benchmarking* internacional, se propondrán una serie de opciones que mejor se adapten al contexto y las características propias de la ciudad de Guayaquil. Estas medidas de adaptación serán estudiadas mediante un análisis multicriterio para seleccionar las oopciones prioritarias para la adaptación de la ciudad de Guayaquil frente a los impactos previstos del cambio climático.

4. Benchmark internacional de medidas adaptación al cambio climático

La adaptación tiene como principal objetivo gestionar el riesgo climático manteniéndolo en un nivel “aceptable” y aprovechar las oportunidades que puedan surgir en un contexto de cambio climático. Existe una amplia gama de opciones de adaptación, según los principales impactos climáticos a los que un territorio ha de enfrentarse.

En el caso de Guayaquil, como ya se mencionó, las inundaciones y sus consecuencias son sin duda el impacto del cambio climático más relevante para la ciudad. Por ello, se ha analizado una serie de opciones de adaptación que han sido desarrolladas en varias partes del mundo con el fin de hacer frente a las inundaciones, en un contexto de cambio climático. Los estudios de caso de las medidas de adaptación implementadas en regiones específicas fueron investigados de acuerdo con una serie de parámetros específicos.

En primer lugar, se buscaron medidas de adaptación de corto y mediano plazo para el refuerzo de la capacidad de adaptación, que contribuyan a una mejor comprensión y a una respuesta efectiva frente a los desafíos del cambio climático. Éstas incluyen medidas para la creación y la difusión de la información (por ejemplo, la recopilación de datos, la investigación, el monitoreo y las acciones destinadas a la sensibilización y la toma de conciencia) y medidas para fomentar cambios en los procesos y procedimientos de toma de decisión y en los mecanismos de planificación (medidas operacionales). Se trata de medidas de adaptación en general de bajo costo y se recomienda su implementación tan pronto como sea posible, ya que en muchos casos pueden favorecer la puesta en marcha efectiva de otras medidas de adaptación.

Se buscaron, además, acciones concretas sobre el terreno que contribuyen a reducir los riesgos del cambio climático o a aprovechar las oportunidades asociadas con él. Dichas acciones pueden a su vez dividirse en tres sub-categorías:

- Medidas “grises”: soluciones estructurales de ingeniería;
- Medidas “verdes”: opciones de adaptación basada en los ecosistemas;
- Medidas híbridas: combinación de medidas verdes y grises.

Todas estas opciones tienen como principal objetivo obtener beneficios en el marco de un futuro incierto sometido al cambio climático. Se trata pues de:

- Medidas “no-regret” (*medidas robustas o de resultados garantizados*): Medidas cuyos beneficios socioeconómicos y ambientales son superiores a sus costos de implementación y que vale la pena aplicar con independencia de la naturaleza del clima futuro. Son las medidas llamadas “blandas” que contribuyen a aumentar la capacidad de adaptación mediante el apoyo a una mejor comprensión y gestión de los riesgos en un contexto de incertidumbre asociado al cambio climático.
- Medidas “low-regret” (*de poco riesgo*): Los costes asociados a dichas medidas son relativamente bajos, pero los beneficios obtenidos pueden ser potencialmente importantes. Se trata, por ejemplo, de medidas operacionales que implican cambios en los procesos y procedimientos de gestión y de toma de decisión.

- Medidas de adaptación “win-win”: Acciones que tienen co-beneficios ambientales, sociales o económicos, así como de lucha contra el cambio climático (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero).
- Opciones flexibles o reversibles: Medidas que se pueden implementar de forma gradual, o con capacidad de integrar nuevos conocimientos, tecnologías, etc.

El *benchmark* internacional realizado tiene como principal objetivo obtener una primera base de conocimiento sobre las mejores prácticas de adaptación que han sido y son desarrolladas actualmente en el mundo para enfrentar impactos del cambio como las inundaciones, que son el mayor impacto en términos económicos, sociales y ambientales del cambio climático para la ciudad de Guayaquil.

Sin embargo, es importante recalcar el hecho de que la adaptación es un proceso dinámico altamente influenciado por aspectos sociales, económicos, institucionales, de gobernanza, tecnológicos, de mercado, etc. e incluso las sociedades con una alta capacidad de adaptación siguen siendo vulnerables al cambio climático, a la variabilidad climática y a los eventos climáticos extremos.

A continuación, se presenta un resumen de las medidas de adaptación identificadas a través del *benchmark* internacional. El detalle de las acciones analizadas está disponible en el Anexo 1 del presente documento.

Título de la Medida	Objetivo de la medida	Descripción	Pertinencia para Guayaquil
Medidas de refuerzo de la capacidad adaptativa			
Adaptación al Cambio Climático en Bolivia - Gestión Integrada de la Cuenca del Río Grande, Bolivia	Fortalecer la capacidad institucional para permitir la definición de un nuevo enfoque de gestión integrada de las cuencas que favorecerá la adaptación al cambio climático y apoyar su implementación en tres subcuencas piloto de la cuenca del Río Grande: Piraí, Mizque y Rocha	Los tres componentes del proyecto son: 1. El fortalecimiento de la capacidad nacional para la adaptación al cambio climático mediante la creación del Sistema Nacional sobre el Clima y el Agua, la integración del enfoque de adaptación al cambio climático en las herramientas de planificación y de inversión seleccionadas y el apoyo a la Unidad Coordinadora del Programa Piloto de Resiliencia Climática (UCP-PPACC). 2. El fortalecimiento de la capacidad de adaptación al cambio climático en la cuenca del Río Grande a través del fortalecimiento institucional, la planificación para la gestión integrada y participativa de los recursos hídricos y la adaptación al cambio climático en las subcuencas piloto y el refuerzo de los sistemas de información sobre el agua y el clima en las subcuencas piloto. 3. El diseño e implementación de subproyectos que mejoren la resiliencia al cambio climático en la cuenca del Río Grande:	Alta en su componente de integración del cambio climático en la planificación y en los presupuestos de la ciudad, lo que es clave para hacer de Guayaquil una ciudad más resiliente.
Gestión de inundaciones urbanas – Ibadán, Nigeria	El objetivo principal del proyecto es mejorar la capacidad del Estado de Oyo para gestionar eficazmente el riesgo de inundaciones en la ciudad de Ibadán.	El proyecto consta de dos componentes principales: 1. La evaluación del riesgo de inundación que integre en componente cambio climático 2. La planificación de medidas de reducción del riesgo bajo un enfoque de "gestión preventiva del riesgo de inundación"	Alta, a través de la inclusión del componente de cambio climático en los análisis del riesgo de inundación y en la planificación preventiva de las inundaciones.

Título de la Medida	Objetivo de la medida	Descripción	Pertinencia para Guayaquil
Medidas de refuerzo de la capacidad adaptativa			
Gestión de inundaciones urbanas y de la erosión en Can Tho, Vietnam	Fortalecer la resiliencia climática de las instituciones y de las poblaciones vulnerables de las zonas suburbanas de la ciudad de Can Tho, a través del desarrollo de acciones concretas basadas en la comunidad, de lucha contra las inundaciones y contra la erosión.	El proyecto prevé las actividades siguientes: Revisar los estudios existentes y las prácticas locales para la prevención de la erosión. Establecer grupos de trabajo que contribuyan a la elaboración de un plan de ejecución y que participen a monitorear el avance de su implementación; Desarrollar procedimientos y acuerdos, junto con el gobierno local, para la gestión de dicho plan. Difundir los resultados del proyecto:	Enfoque participativo basada en una fuerte implicación de la comunidad, muy adecuada en el contexto de Guayaquil, donde ya existen experiencias similares para la gestión del riesgo.
Medidas operacionales			
Sistema de Control del Servicio Urbano (UrSMS) – Surat, India	Mejorar la gestión y la capacidad de respuesta ante impactos del cambio climático sobre la salud, el sistema de abastecimiento en agua, el sistema de alcantarillado y los servicios de recogida y tratamiento de residuos sólidos.	Diseño de una plataforma con una interfaz GMS-y una interfaz Internet para de ayudar a los ciudadanos a enfrentar situaciones de emergencia. Se capacitó a los funcionarios municipales para la utilización del sistema y se distribuyó el software entre la población. El sistema se probó durante un período de seis meses, en el que, a través del intercambio de información con los usuarios, se pudo mejorar la interfaz y la funcionalidad del mismo.	Sistema interactivo que permite tratar con mayor eficacia las necesidades de los ciudadanos para enfrentar los riesgos del cambio climático.
Sistema de Apoyo para la Toma de Decisiones en materia de inundaciones en la cuenca del río Chao Phraya, Tailandia	Crear información sobre las condiciones del río Chao Phraya, y suministrarla en tiempo real a cualquier usuario.	Modelo que permite la predicción de crecidas a corto y mediano plazo, para ayudar a las autoridades tailandesas a mejorar su gestión y su planificación ante las inundaciones, a lo largo de toda la cuenca del río Chao Phraya. A partir de la página web del DSS, los usuarios pueden acceder a: <ul style="list-style-type: none"> • la información sobre el proyecto; • los datos hidro-meteorológicos en tiempo real; • los datos de previsión; • los análisis del balance hídrico; • las herramientas de gestión de las inundaciones. 	Sistema de alerta temprana altamente eficaz del que podría inspirarse la ciudad de Guayaquil para mejorar el sistema existente en la ciudad.

Título de la Medida	Objetivo de la medida	Descripción	Pertinencia para Guayaquil
Medidas grises			
Medidas de recuperación de emergencia tras las inundaciones, Serbia	Apoyar la urgente rehabilitación de la infraestructura de protección contra las inundaciones, controlar el drenaje y fortalecer la capacidad técnica e institucional de los organismos gubernamentales para mejorar la prevención y la gestión de las inundaciones.	La rehabilitación y la reconstrucción de estructuras de protección contra las inundaciones y de infraestructuras de control de drenaje se harán a través de la provisión de bienes, de obras civiles y de servicios de consultoría en las áreas afectadas por las inundaciones.	Medidas grises de protección contra las inundaciones como ésta podrían implementarse puntualmente en Guayaquil en zonas sometidas a inundaciones recurrentes.
Sistema de Gestión de Inundaciones en Yakarta basado en infraestructura gris, Indonesia	Mejorar la puesta en marcha y el mantenimiento del sistema de gestión de las inundaciones de Yakarta.	El objetivo se logra a través de: <ul style="list-style-type: none"> • El dragado de cauces de alivio, para mejorar la capacidad de drenaje, y la construcción de depósitos de retención; • La rehabilitación y la construcción de diques de contención; • El establecimiento de un sistema de coordinación institucional entre los tres organismos responsables de la ejecución del proyecto: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung - Cisadane (BBWSSC), la Dirección General de Asentamientos Humanos (DGCK), y Provincial Public Works Office del gobierno provincial de Yakarta (DPU-DKI); • El fortalecimiento de la capacidad técnica e institucional de los organismos implicados. 	El primer componente de dicha medida podría ser pertinente para el contexto de Guayaquil y así lo han recomendado los expertos que realizaron el estudio para CAF sobre las inundaciones de Guayaquil en marzo de 2013.
Protección contra las inundaciones en el río Drina, Bosnia Herzegovina	Proporcionar una mejor protección frente a las inundaciones en las áreas del proyecto, mediante medidas de adaptación basadas en obras de ingeniería y apoyo técnico.	Se financiarán obras de ingeniería civil e inversiones conexas para la protección contra las inundaciones tales como medidas para la consolidación del lecho y de las orillas del río (revestimientos, parapetos, gaviones), construcción de estructuras de protección similares para carreteras, puentes y otras infraestructuras cercanas al río o en su zona de influencia y construcción y/o reconstrucción de diques de contención.	Medidas grises de protección contra las inundaciones como ésta podrían implementarse puntualmente en Guayaquil en zonas sometidas a inundaciones recurrentes.

Título de la Medida	Objetivo de la medida	Descripción	Pertinencia para Guayaquil
Medidas verdes			
Parque Yanweizhou en la ciudad de Jinhua, China	Los principales objetivos del proyecto son: <ul style="list-style-type: none"> • Hacer frente a las inundaciones; • Crear continuidad en el espacio urbano; • Preservar y mejorar los hábitats naturales existentes 	<p>El parque Yanweizhou, de 26 hectáreas, está concebido para resistir a las inundaciones, a la vez que se crean hábitats para la fauna local. El parque se inunda durante cortos periodos de tiempo en los que permanece cerrado al público. En la primera fase del proyecto se construyó un terraplén en las orillas del río en el que se plantó vegetación nativa. Se construyeron senderos peatonales, terrazas vegetalizadas y un lago artificial. Las inundaciones aportan limo fértil que se deposita sobre las terrazas y enriquece el suelo, creando las condiciones propicias para el crecimiento de hierbas altas y juncos, que contribuyen a filtrar el agua de escorrentía proveniente de las superficies impermeables.</p> <p>En la segunda fase se construyeron puentes peatonales que unen las diferentes partes del parque y actúan como puntos conexión para las diferentes zonas de la ciudad.</p>	Un parque de esas características contribuiría al amortiguamiento de las aguas en periodos de lluvias intensas y de desbordamiento de cauces en Guayaquil, a la vez que constituiría un área recreacional para los habitantes de la ciudad contribuyendo a aumentar su calidad de vida. También se aumentaría la biodiversidad en medio urbano con todos los bienes y servicios que ella procura.
Programa de Cubiertas Verdes en Edificios Públicos, Buenos Aires, Argentina	Impulsar la instalación de cubiertas con vegetación en edificios públicos de la ciudad para disminuir el riesgo de inundaciones y amortiguar la formación de islas de calor urbana, a la vez que se mejora la salud de los habitantes y se crean hábitats para diferentes especies nativas o migratorias, particularmente insectos y pájaros.	El programa comprende las siguientes etapas: <ul style="list-style-type: none"> • Elección del sitio y estudio de factibilidad; • ejecución de las obras necesarias para la instalación de la cubierta verde. • Campaña de comunicación para informar sobre la instalación de la cubierta verde. • Realización de monitoreos, en colaboración con una institución de investigación científica y tecnológica, para medir las mejoras en temperatura, escurrimiento y aislamiento propiciados por dichas cubiertas verdes. 	Muy adecuado para Guayaquil a la vista de los beneficios que engendra este tipo de acción.

Título de la Medida	Objetivo de la medida	Descripción	Pertinencia para Guayaquil
Medidas verdes			
12 000 Jardines de Lluvia, Seattle, Estados Unidos	Disponer de 12 000 jardines de lluvia en Seattle y en su área metropolitana en 2016, para reducir la contaminación del agua, prevenir las inundaciones, contribuir a la belleza escénica urbana y al aumento de la biodiversidad en medio urbano.	Se conceden una serie de ayudas económicas a los propietarios de viviendas para la construcción de jardines de lluvia, con donaciones de hasta 2500 \$ por proyecto, y se facilita el acceso a créditos con tipos de interés preferenciales. También se proporciona apoyo técnico y se ha creado una lista de profesionales de la construcción de jardines de lluvia, fácilmente accesible en Internet. Existen además ayudas específicas para la construcción de jardines de lluvia en las escuelas. El proyecto contiene un fuerte componente de comunicación y de sensibilización que es una de las claves de su éxito.	Adecuado únicamente en las áreas al exterior del núcleo urbano donde la expansión del hábitat es horizontal.
Calles verdes, Portland, Estados Unidos	El proyecto tiene como principales objetivos la prevención y la reducción de las inundaciones en Portland.	El proyecto Calles Verdes está diseñado para desviar las aguas pluviales hacia una serie de jardineras interconectadas realizadas a nivel de la calle mediante pequeñas aberturas en la acera. En periodos de lluvias intensas en los que el agua de escorrentía es superior a la capacidad de absorción de la jardinera, el exceso de agua fluye hacia la parte inferior y se canaliza hacia una segunda jardinera y así sucesivamente. Cada jardinera está diseñada para absorber hasta 15,24 cm de agua. Se construye con materiales porosos que permiten que el agua se infiltre en el suelo a una velocidad de hasta 10 cm por hora. Además, las jardineras se plantan con vegetales nativos y contribuyen a la filtración de los contaminantes provenientes de las áreas impermeables. En ciertos barrios residenciales se han incluido además pavimentos y asfaltos permeables en calzadas y aparcamientos. Estos materiales permiten la infiltración del agua, reduciendo la escorrentía y el riesgo de inundación. La población de Portland participa activamente en el proyecto Calles Verdes.	Medida muy pertinente y adecuada a las características de la ciudad de Guayaquil, con parroquias con muy alta densidad urbana y un sistema de dobles aceras que permiten la implantación de la medida.

5. Las medidas de adaptación propuestas

Las medidas de adaptación propuestas para la ciudad de Guayaquil y su área de expansión urbana son las siguientes:

- Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa:
 - a. Creación de un Observatorio Cantonal sobre Resiliencia y Cambio Climático – GUAYACLIM;
 - b. Capacitación y preparación para la gestión de riesgo y la vulnerabilidad climática. *Proyecto “Guayaquil se prepara”*;
 - c. Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil;
 - d. Estudio de la vulnerabilidad del puerto de Guayaquil frente al cambio climático y propuesta de medidas concretas de adaptación.
- Medidas de adaptación “verdes”, basadas en los ecosistemas:
 - a. Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil - Proyecto “Guayaquil Florido”;
 - b. Instalación de tejados y de techos verdes en la ciudad de Guayaquil – Proyecto “Guayaquil Cielo Florido”;
 - c. Protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación de Guayaquil;
 - d. Conservación, manejo y restauración natural de manglares.
- Medidas híbridas y grises:
 - a. Construcción de una estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación;
 - b. Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil.

Consideraciones generales previas

- Un **abanico de acciones y estudios se están desarrollando en este momento en Guayaquil** en relación con el desarrollo sostenible y el cambio climático.
- **Primeras recomendaciones:**
 - Elaborar una **estrategia integral** que abarque desarrollo sostenible y cambio climático (adaptación y mitigación)
 - Desarrollar la estrategia global de financiamiento más adecuada para Guayaquil y para cada programa o proyecto: priorizar los “*low hanging fruits*” y evitar duplicación de esfuerzos o esfuerzos vanos. **Una priorización de medidas a nivel de la municipalidad es necesaria.**
 - **Establecer sinergias con otros actores a nivel nacional** para facilitar el acceso a fondos nacionales e internacionales (ej. Procedimiento de No-Objeción del Fondo Verde por el Clima: la autoridad Nacional Designada debe apoyar el proyecto).
 - **¡¡Cuidado con los costos de transacción!!** (*Procesos largos y costosos para la obtención de los fondos*).

Las siguientes fichas presentan en detalle las medidas de adaptación propuestas.

5.1 Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa

Medida de Adaptación: Creación de un Observatorio Cantonal “Guayaquil Sostenible y Resiliente - GUAYACLIM”	
Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político	Público / Privado
Coordinación: Dirección de Ambiente	Público con participación del sector privado
Sector: Todos los sectores productivos	
Otros actores clave:	
<p>CAF, CEPAL, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Agencia Francesa de Desarrollo (AFD) – Financiamiento.</p> <p>Cooperación de la M.I. Municipalidad de Guayaquil – Dirección y administración</p> <p>Dirección Provincial de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial del Guayas; Direcciones de Urbanismo y Ordenamiento Territorial, Obras Públicas, Áreas Verdes, Salud e Higiene, Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales, Acción Social y Educación de la M.I. Municipalidad de Guayaquil; Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil; Empresa INTERAGUA; Corporación para la seguridad ciudadana de Guayaquil; Comité de Gestión de Riesgos; Autoridad Portuaria de Guayaquil; Consorcio Puerto Limpio; Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil; Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil; Universidad de Guayaquil; Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional; Universidad Politécnica Salesiana; Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL); Universidad Casa Grande; Fondo de agua – Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN); Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) – Posibles socios y miembros del observatorio</p>	
Contexto y justificación de la medida	
<p>El análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad de Guayaquil demostró que la ciudad posee una buena base de conocimientos técnicos y de capacidad institucional para poder hacer frente al desafío que representan el cambio y la variabilidad climáticos sobre su territorio y su población. Existen en el municipio una serie de unidades técnicas, herramientas y organismos que participan para fomentar la resiliencia de la población y del territorio de Guayaquil frente al riesgo climático y que contribuyen a una mayor capacidad adaptativa frente a los impactos del cambio climático.</p> <p>Sin embargo, tanto el conocimiento específico sobre el cambio climático y la gestión adaptativa, como el grado de sinergia y de mutualización de los recursos y esfuerzos de los diferentes actores (Municipalidad, ONGs, universidades, centros de investigación, etc.) acerca de esta temática, podrían mejorar. Además, se ha constatado una dificultad de acceso a los datos necesarios para el análisis y la planificación en un contexto de cambio climático.</p> <p>Un enfoque holístico es necesario para conseguir una adecuada adaptación de Guayaquil frente al cambio climático, basado en la cooperación multilateral y en la planificación integradora e interdisciplinaria, realizada de manera sostenible en el tiempo. En efecto, según los actores consultados, es necesario construir para Guayaquil una estrategia integrada y transversal para la</p>	

adaptación de la ciudad al cambio climático que implique al conjunto de los actores institucionales e involucre a todos los niveles pertinentes, incluido el nacional.

Alcance

Cantón de Guayaquil

Objetivos

Crear una potente red de actores y grupos de interés con capacidad para apoyar, a través de la creación y la difusión de información, la propuesta de recomendaciones y la formulación de estrategias para hacer de Guayaquil una ciudad más resiliente.

Finalidad

La ciudad de Guayaquil dispondrá de una potente red de organizaciones activas y de una base de datos importante para apoyar la toma de decisiones estratégicas en un contexto de cambio climático. La presente medida busca reforzar la capacidad adaptativa de la ciudad de Guayaquil a través de la creación de un organismo dedicado a la producción, la centralización y la difusión de conocimientos sobre vulnerabilidad y adaptación, y que sea fuente de consejo y de apoyo para la planificación y la toma de decisiones por parte de gerentes públicos y privados.

Principales actividades

El Observatorio – *GUAYACLIM*, tendrá como principales funciones:

- Crear y centralizar conocimientos sobre vulnerabilidad y resiliencia.
- Difundir la información generada sobre resiliencia y cambio climático: crear “mensajes” y difundirlos mediante canales de comunicación adaptados a los diferentes públicos objetivo (población en general, gestores y técnicos públicos, sector privado...), divulgar los resultados de los estudios, facilitar el acceso a la información, etc.
- Usar los estudios y las herramientas creadas para el apoyo a la tomada de decisiones y a la planificación: evaluar y monitorear la efectividad de las políticas y medidas aplicadas en el terreno, acompañar el desarrollo de nuevas estrategias, orientar la toma de decisiones, etc.
- Desarrollar y promover acciones de formación y de capacitación para el refuerzo de las capacidades técnicas e institucionales de los tomadores de decisiones públicos y privados.

El observatorio contará con la participación del sector público (vinculado a la ordenación del territorio, ambiente, desarrollo urbano, transporte, manejo de cuencas, meteorología, etc.), sector privado (empresas de diversos sectores que podrían verse afectadas positiva o negativamente por el cambio climático) y de la sociedad civil (universidades, grupos ecologistas, ONGs, etc.). En efecto, la creación de vínculos más sólidos y eficientes entre el Municipio y las demás partes implicadas (Universidades, ONGs, sector privado, etc.) es un objetivo fundamental de la presente medida.

Así pues, la actividad del Observatorio deberá sustentarse sobre la formación de vínculos y la creación de sinergias con otras estructuras como el Observatorio Ambiental de Guayaquil y obrará de manera integrada con otros organismos que se dedican a cuestiones relacionadas con la mitigación (reducción de emisiones de gases de efecto invernadero) y con la economía circular.

El Observatorio armará un plan estratégico que le permita garantizar la coherencia de las acciones desarrolladas e identificará un conjunto de temáticas clave para aumentar la resiliencia de Guayaquil frente al cambio climático.

En cuanto a su estructura de funcionamiento, el Observatorio se abastecerá de las mesas técnicas del Comité de gestión de Riesgos, en estrecha colaboración con la Secretaria Nacional de Riesgos. Dichas mesas se constituirán seguidamente en grupos de trabajo que desarrollarán acciones concretas sobre el terreno.

Es importante dotar al Observatorio con recursos financieros que permitan su sostenibilidad y su buen funcionamiento. Para ello el Observatorio será tratado como un “proyecto” que será ejecutado por la Dirección de Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil y se constituirá un comité de seguimiento compuesto por actores clave, que permita evaluar la buena ejecución de dicho proyecto.

Por último, cabe señalar que la legitimidad del Observatorio vendrá dada por el gobierno local, a través de una petición jurídica al Comité Cantonal de Gestión de Riesgos.

Potencial de adaptación

La medida contribuirá a crear y difundir conocimientos sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático y sobre gestión adaptativa, promoviendo la discusión continuada y la participación de los diversos sectores de la población en las decisiones en materia de cambio climático que afectan a la sociedad en su conjunto. También favorecerá la toma de conciencia sobre la necesidad de actuar de manera conjunta y transparente para una mayor resiliencia, de desarrollar y actualizar acciones para la promoción de proyectos en respuesta a los problemas relacionadas con el cambio climático en el cantón de Guayaquil y de promover la construcción y la difusión de herramientas para la gestión del riesgo climático.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto

Observatorios, o instituciones similares, ya operan en distintas partes del mundo.

Tipo y número de beneficiarios impactados:

Los habitantes del cantón de Guayaquil. Indirectamente, a través de la difusión de los conocimientos creados por el observatorio, otras ciudades de Ecuador y de América Latina.

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima

Potencial de Impacto / resultado	★ ★ ★ ★ ★
Potencial de cambio de paradigma	★ ★ ★ ★ ★
Potencial de desarrollo sostenible	★ ★ ★ ★ ★
Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento	★ ★ ★ ★ ☆

El proyecto cubre todas áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund.

Costo estimado (USD):

\$ 200 000 para el lanzamiento

\$ 115 000 USD anuales para su funcionamiento

Duración prevista (meses):

Entre 6 y 12 meses para desarrollar y consolidar el Observatorio.

Análisis de oportunidades y barreras

La creación del Observatorio, por ser una medida basada en la creación y la difusión de conocimiento, permite apoyar y orientar la toma de decisiones para el desarrollo resiliente de políticas públicas prioritarias. Esto contribuiría a disminuir o evitar posibles costes ulteriores debidos a la falta de integración del componente climático en los procesos de toma de decisión públicos y privados.

Sin embargo, reunir a las diversas instituciones en torno a un proyecto común puede enfrentarse a ciertos obstáculos tales como la disponibilidad de las diferentes partes implicadas, la armonización de las agendas, o el interés y la voluntad de cada parte a participar activamente y a contribuir al buen funcionamiento del Observatorio.

Se debe, pues, fomentar la creación de una toma de conciencia colectiva y de una sensibilización sobre la importancia de la participación continuada y constructiva, en particular en lo que se refiere a la transferencia de información y a la construcción de la base de datos sobre resiliencia climática.

Se trata de un proyecto que busca un cambio de paradigma de los sectores claves de la ciudad y que puede contribuir a través de la creación de conocimiento a los objetivos de desarrollo tanto a nivel local como a nivel nacional.

Medida de Adaptación: Capacitación y preparación de la Municipalidad de Guayaquil para la gestión del riesgo y la vulnerabilidad climática

“PROYECTO GUAYAQUIL SE PREPARA”

Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político

Público / Privado

Público

Sector:

Gestión de riesgos

Educación y sensibilización

Otros actores

GCCA +, Fondo de Adaptación, GCF – Financiamiento

Ministerio del Ambiente, a través de la Subsecretaría de Cambio Climático y Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – Dirección

Jefatura de Cambio Climático del Gobierno Provincial del Guayas; Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI); Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR); Instituto Nacional de Pesca; Comité Nacional para el Estudio Regional del Fenómeno de El Niño (ERFEN); Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN) – Apoyo a la Ejecución - actividades para la gestión del riesgo.

Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional; Universidad Politécnica Salesiana; Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL); Universidad Casa Grande; Universidad de Guayaquil; Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; Plataforma Jóvenes Climáticos – Apoyo a la ejecución de actividades de información, sensibilización y formación.

Contexto y justificación de la medida



Se han venido desarrollado en Guayaquil una serie de programas y proyectos que contribuyen a fomentar el grado de conocimiento, de sensibilización y de preparación de la población y de las instituciones públicas sobre la gestión de riesgos.

Fuente: Promoción de Inversiones y Producción de Durán

Ejemplos de acciones destinadas al refuerzo de las capacidades institucionales y técnicas

relativas a la gestión de riesgos y el cambio climático son el proyecto DIPECHO, con apoyo de la Unión Europea y cuyos principales objetivos son el fortalecimiento comunitario e institucional para afrontar situaciones de riesgo, el proyecto SIGRU - Sistema Integrado de Riesgos Urbanos en Guayaquil, el proyecto de medición de la huella de carbono y de la huella hídrica de Guayaquil o el análisis de la vulnerabilidad de la ciudad frente al cambio climático. En cuanto a las acciones de formación se podrían citar, entre otros, el Proyecto de capacitación y sensibilización en escuelas sobre gestión de riesgos, desarrollado por el Ministerio de Educación con el apoyo de la ONG Plan Internacional o el programa de televisión y cursos *Aprendamos* (más de 24.000 personas se

inscribieron a cursos destinados a obtener un mayor conocimiento práctico y teórico sobre cómo actuar frente a desastres).

Todos los proyectos mencionados anteriormente contribuyen a la gestión del riesgo, favoreciendo la toma de conciencia, y a una mejor preparación de la población y de las instituciones públicas para afrontar los riesgos a los que se enfrenta el municipio. En efecto, la práctica de la gestión de riesgos busca mejorar las capacidades organizativas, técnicas e institucionales para afrontar posibles desastres, para lo cual es necesario generar una conciencia de responsabilidad colectiva.

Sin embargo, el análisis realizado muestra la necesidad de integrar el componente cambio climático de manera explícita y completa en los mecanismos existentes hoy en día en Guayaquil para la gestión del riesgo de desastres.

Alcance

La ciudad de Guayaquil y su área de expansión urbana.

Objetivos

Integrar el componente climático de forma completa y exhaustiva en los planes y programas para la gestión del riesgo.

Finalidad

La ciudad de Guayaquil estará mejor preparada para afrontar los impactos del cambio climático presentes y futuros como las inundaciones, las olas de calor, los deslizamientos o las sequías, entre otros, a través de la integración del componente climático en los procesos de toma de decisión relativos a la gestión del riesgo. La consideración del riesgo climático permitirá formular y poner en práctica actividades y programas específicos para satisfacer las necesidades referentes a la gestión de riesgo de la ciudad de Guayaquil en un contexto de cambio climático.

Las instituciones y la población de Guayaquil estarán mejor preparadas para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático. La concienciación de la población y de las instituciones públicas permitirá la puesta en marcha de procesos de cambio transformacionales, profundos y sostenibles.

Principales actividades

Las principales actividades del proyecto son:

- **Refuerzo de la capacidad de la población para enfrentar impactos del cambio climático:** integración del componente climático en los cursos Aprendamos (por ejemplo: curso sobre construcción resiliente a inundaciones; creación de jardines de lluvia; instalación de muros o tejados verdes; etc.); intervenciones en escuelas (por ejemplo: información en las escuelas sobre cómo se debe actuar en episodios de olas de calor o de lluvias intensas). Costo: \$ 50.000.
- **Refuerzo de las capacidades institucionales y técnicas para la gestión del riesgo climático:** integración del riesgo climático y sus efectos posibles (inundación, olas de calor, sequías, deslizamientos) en el Sistema Integrado de Riesgos Urbanos en Guayaquil (SIGRU), en las actividades del Comité de Gestión de Riesgo y de las brigadas que actúan sobre el terreno; promoción de la realización de estudios técnicos y simulaciones de

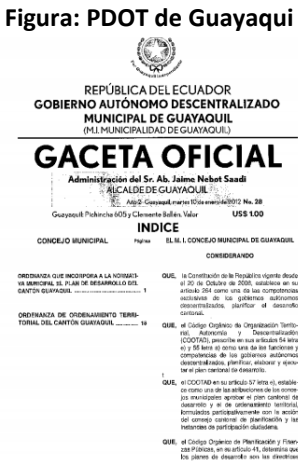
<p>situaciones de riesgo y de sus posibles efectos. Costo: 2 M \$ según las actividades desarrolladas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar y poner en marcha un sistema interactivo de vigilancia basado en servicios de telefonía móvil e Internet para mejorar la gestión y la capacidad de respuesta ante impactos del cambio climático. Costo: 2,5 M \$ • Mejorar el sistema de alerta temprana con aumento del número de estaciones y consecuente aumento de la colecta de datos en tiempo real, comunicación y difusión de mensajes de información de previsión y alerta sobre riesgos climáticos. Costo: 2 M \$ 									
<p>Potencial de adaptación</p> <p>La medida contribuye al refuerzo de la capacidad adaptativa de la población y de las instituciones públicas, favoreciendo la toma de conciencia, mejorando la preparación de la población para afrontar el riesgo climático, promoviendo el fortalecimiento de las instituciones a nivel local y aumentando su capacidad de adaptación y resiliencia a través de la incorporación del componente climático en los mecanismos existentes para la gestión del riesgo y de un mejor monitoreo mediante sistemas de alerta temprana y planes específicos para la gestión del riesgo climático.</p> <p>Para ello es clave la implicación práctica de la población en procesos participativos de gestión comunitaria del riesgo climático, lo que conlleva acciones de información, sensibilización y ejercicios prácticos (simulaciones).</p> <p>La creación de alianzas entre el Municipio e INAMHI es esencial, así como lo es el garantizar un mejor acceso a la información climática y a la infraestructura de monitoreo de EMAPAG.</p>									
<p>Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto.</p>									
<p>Tipo y número de beneficiarios impactados: Los funcionarios y técnicos de las instituciones públicas y la población de Guayaquil.</p>									
<p>Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima</p> <table> <tr> <td>Potencial de Impacto / resultado</td> <td>★★★★☆</td> </tr> <tr> <td>Potencial de cambio de paradigma</td> <td>★★★★★</td> </tr> <tr> <td>Potencial de desarrollo sostenible</td> <td>★★★★★</td> </tr> <tr> <td>Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento</td> <td>★★★★★</td> </tr> </table> <p>El proyecto corresponde a las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: b) Medios de vida de las comunidades, c) ecosistemas y servicios ecosistémicos y d) infraestructura.</p>		Potencial de Impacto / resultado	★★★★☆	Potencial de cambio de paradigma	★★★★★	Potencial de desarrollo sostenible	★★★★★	Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento	★★★★★
Potencial de Impacto / resultado	★★★★☆								
Potencial de cambio de paradigma	★★★★★								
Potencial de desarrollo sostenible	★★★★★								
Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento	★★★★★								
<p>Costo estimado (USD):</p>	<p>Duración prevista (meses): 36 meses</p>								

\$6,5 M	
---------	--

Análisis de oportunidades y barreras

Una población y unas instituciones mejor preparadas para afrontar los riesgos asociados al cambio climático dará lugar a menores pérdidas en un futuro, reduciendo su vulnerabilidad frente a los efectos adversos del cambio climático. Dicha opción es considerada como fundamental para la adaptación de Guayaquil, ya que establece las bases para la eficiente implementación de cualquier otra medida de adaptación que se desee adoptar. La vulgarización y las acciones de comunicación y de sensibilización son elementos clave para el éxito de esta medida.

Dada la experiencia previa sobre gestión participativa de riesgos de desastres y las herramientas ya existentes en Guayaquil, se trata de una medida fácil de implementar y que podría integrarse en otros proyectos más amplios que serían financiados con fondos de diversas entidades locales, nacionales e internacionales. Esta medida y su objetivo de conseguir una mejor preparación de la ciudad de Guayaquil frente a los posibles riesgos del cambio climático, está plenamente alineada con los objetivos de desarrollo resiliente del Ecuador.

Medida de Adaptación: Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil	
Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político y Financiamiento	Público / Privado Público con participación del sector Privado Sector Ordenamiento del territorio.
Otros actores clave: Dirección de Urbanismo y Ordenamiento Territorial - Dirección Dirección de Ambiente; Dirección de Obras Públicas de la M.I. Municipalidad de Guayaquil; Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación – Ejecución GIZ y empresas consultoras internacionales – Acompañamiento metodológico para el diseño y la implementación	
Contexto y justificación de la medida Según los datos del INEC (2010) se espera un crecimiento demográfico importante (4,6%) en Guayaquil para 2010, lo que teniendo en cuenta el desarrollo urbano horizontal que ha venido dándose tradicionalmente en la ciudad, supondrá un desafío para el desarrollo y el ordenamiento territorial resiliente de Guayaquil. La ciudad dispone de un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) adoptado en 2012, que está siendo actualizado hoy en día. Dicho Plan presenta las principales directrices del gobierno descentralizado del Cantón de Guayaquil con respecto de las decisiones estratégicas de desarrollo del territorio. El Plan se apoya para su ejecución en herramientas tales como el Plan Regulador de Desarrollo Urbano, el Plan de Racionalización del Transporte, el Plan Director y la Normativa de Usos de Suelo, entre otros. Dentro de los lineamientos estratégicos que aborda el plan, muchos temas y áreas de acción están relacionados con la vulnerabilidad y la resiliencia climática, ya sea debido a que se trata de sectores que se verán afectados por los cambios en el clima, o porque su gestión puede influir en la reducción de los riesgos y de las vulnerabilidades asociadas con él. Dentro de los sectores estratégicos para la adaptación destacan los siguientes: agua potable y alcantarillado, regeneración urbana, salud, gestión ambiental, áreas verdes, etc.	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 60%;"> <p>Figura: PDOT de Guayaqui</p>  <p>Fuente: M.I. Municipalidad de Guayaquil</p> </div> <div style="width: 35%; font-size: small;"> <p>REPUBLICA DEL ECUADOR GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE GUAYAQUIL (M.I. MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL)</p> <p>GACETA OFICIAL Administración del Sr. Ab. Jaime Nebot Saadi MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL Abd. Guzmán Armas Torres 2012 No. 28 Guayaquil, Pichincha 605 y Clemente Ballín, Valar US\$ 100</p> <p>INDICE CONCEJO MUNICIPAL Página EL M.I. CONCEJO MUNICIPAL DE GUAYAQUIL</p> <p>CONSIDERANDO</p> <p>ORDINANZA QUE INCORPORA A LA NORMATIVA MUNICIPAL EL PLAN DE DESARROLLO DEL CANTÓN GUAYAQUIL. 1</p> <p>ORDINANZA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTÓN GUAYAQUIL. 14</p> <p>QUE, la Constitución de la República vigente desde el 20 de octubre de 2008, establece en su artículo 264 como uno de sus competencias esenciales de los gobiernos autónomos descentralizados, planificar el desarrollo territorial.</p> <p>QUE, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD), prescribe en su artículo 54 letra c) y 55 letra e) entre otras, las funciones y competencias de los gobiernos autónomos descentralizados, planificar, analizar y ejecutar el plan territorial de desarrollo.</p> <p>QUE, en concordancia con lo previsto en el artículo 27 letra c) artículo 44 como uno de los atribuciones de los concejos municipales, aprobar el plan territorial de desarrollo y el de ordenamiento territorial, promoviendo participativamente con la sociedad civil, el control de planificación y las acciones de participación ciudadana.</p> <p>QUE, el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, en su artículo 41, determina que los planes de desarrollo son las directrices principales de los gobiernos autónomos</p> </div> </div>	
Alcance Ciudad de Guayaquil y su área de expansión urbana	
Objetivos Integrar la adaptación y el riesgo climático en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y en los presupuestos municipales. Elaborar y poner en marcha procedimientos que permitan tomar en cuenta el riesgo climático en la planificación y en las intervenciones para el ordenamiento territorial de la ciudad de Guayaquil, con el fin de alcanzar un desarrollo urbano resiliente.	

Finalidad

La ciudad de Guayaquil tendrá una herramienta importante para orientar la planificación del uso del suelo y la expansión urbana, fomentándose así un desarrollo sostenible y resiliente.

La ciudad dispondrá de una planificación urbana resiliente, con la integración dentro de las directivas y reglas de ordenamiento territorial y de urbanización de criterios que permitan tener en cuenta el riesgo climático y la reducción de las vulnerabilidades asociadas con él.

Principales actividades

Esta acción tendrá como principales actividades:

- **Actualizar la cartografía de riesgos** (de inundación, de deslizamiento de tierras, de incendios, etc.) incluyendo los escenarios de cambio climático a escala cantonal para incorporar los posibles efectos del cambio climático (aumento del nivel del mar, episodios de lluvias intensas más frecuentes, aumento sostenido de las temperaturas, etc.). Costo: \$ 350 000
- **Realizar un diagnóstico del grado de integración de la adaptación y del riesgo climático en las acciones municipales para el desarrollo y el ordenamiento territorial.** Costo: \$ 20 000
- **Elaborar y difundir una guía para la integración del componente climático en la planificación urbana en la ciudad de Guayaquil.** Costo: \$ 40 000
- **Integrar de manera efectiva la adaptación en la planificación municipal.** Costo: \$ 200 000. Para ello diferentes acciones son posibles:
 - Determinar áreas restringidas o prohibidas para su ocupación por asentamientos humanos (con base a la cartografía de riesgo actualizada), así como áreas resilientes propicias para el desarrollo urbano.
 - Promover un desarrollo denso y mixto en zonas resilientes al cambio climático;
 - En las zonas con alto o muy alto riesgo, integrar limitaciones específicas para los proyectos de construcción (estudios geotécnicos, refuerzo de estructuras, control de flujo de agua) y establecer directivas para la protección de edificios existentes que alberguen servicios públicos como escuelas u hospitales.
 - Adaptar el ordenamiento de la ciudad al riesgo de las islas de calor urbano: imponer una densidad mínima de vegetación, de recubrimiento de edificios, creación de puntos de agua en relación con el mantenimiento de la biodiversidad, etc.
 - Promover la recuperación de agua de lluvia e imponer reglas de recuperación y reutilización del recurso hídrico en las nuevas zonas urbanizadas.
 - Integrar criterios de adaptación en las nuevas construcciones y en los proyectos de rehabilitación o de reforma: drenaje urbano, porcentaje de área verde en cada edificio, tejados verdes, soluciones de permeabilidad de los suelos, etc.
 - Crear rubros específicos para integrar la adaptación en los presupuestos municipales.
 - Comunicar a la población y a las instituciones sobre el nuevo PDOT resiliente de Guayaquil.

Potencial de adaptación

La medida contribuirá a aumentar la planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil, a la gestión adaptativa de las nuevas áreas de ocupación urbana, a aumentar el grado de preparación de la ciudad frente a eventos climáticos adversos, a la protección de las poblaciones más vulnerables y a la mejora de la calidad de vida urbana, asegurando el bienestar de las personas y la protección de las infraestructuras.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto

Existe una serie de “buenas prácticas” para la integración de la adaptación en la planificación y en los presupuestos municipales de los que Guayaquil podría inspirarse e inspirar a su vez a otras ciudades de Ecuador y de América Latina.

Tipo y número de beneficiarios impactados:

Los habitantes del cantón de Guayaquil.

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima



El proyecto corresponde a las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: c) ecosistemas y servicios ecosistémicos y d) infraestructura.

Costo estimado (USD):

\$ 630 000

(El costo medio de elaboración / revisión de un PDOT es de 200 000 \$ mientras que el costo de la actualización de la cartografía de riesgos para incluir el componente climático se elevaría a 350 000 \$)

Duración prevista (meses): 24 meses

Análisis de oportunidades y barreras

La medida es considerada como urgente para la adaptación de Guayaquil a los impactos del cambio climático debido al crecimiento demográfico al que se enfrenta la ciudad y a la naturaleza de su desarrollo urbanístico, principalmente horizontal. Además, para la integración de la adaptación y del riesgo climático en la planificación, encontrar los “puntos de entrada” adecuados es fundamental. Es por ello que se recomienda no dejar pasar la oportunidad y comenzar a integrar el cambio climático en estos momentos en los que se está procediendo a la actualización del PDOT de Guayaquil. La implementación de esta medida podría así realizarse en el corto plazo.

Asimismo, existen organismos internacionales como la GIZ o ICLEI que han desarrollado metodologías que permiten guiar a las ciudades en la integración del componente climático en sus políticas y planes de desarrollo y podrían ofrecer ayudas financieras para llegar a tal fin.

Sin embargo, como sucede en toda situación de cambio, ciertos actores socio-económicos pueden constituir elementos de freno para la elaboración del PDOT resiliente de Guayaquil y tener una visión reductora del nuevo plan como una fuente de papel y burocracia. Por ello, se recomiendan acciones que informen de la necesidad de integrar los riesgos del cambio climático en los planes de desarrollo para evitar posibles pérdidas en el futuro, asociadas con él.

Medida de Adaptación: Estudio de la vulnerabilidad del puerto de Guayaquil frente al cambio climático y propuesta de medidas concretas de adaptación	
Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político	Público / Privado: Entidad pública
Otros actores clave: Autoridad Portuaria de Guayaquil – Dirección y administración Consultorías especializadas – Ejecución CAF, Banco Interamericano de Desarrollo (BID): Financiamiento	Sector: (infraestructura, servicios, etc.) Infraestructuras de transporte
Contexto y justificación de la medida	
<p>El puerto de Guayaquil es uno de los más importantes de la costa del Pacífico oriental, por donde transitan mercancías provenientes de todas partes del mundo.</p> <p>El 70% de las exportaciones privadas del país, así como el 83% de las importaciones transitan por dicho puerto, lo que da una idea de la relevancia económica del puerto de Guayaquil tanto a nivel local como a nivel nacional.</p>	<p>Foto: Vista del puerto de Guayaquil.</p>  <p>Fuente: Autoridad Portuaria de Guayaquil</p>
<p>Sin embargo, las altas temperaturas, el aumento del nivel del mar, episodios de lluvias intensas y tormentas más frecuentes, podrían tener un impacto sobre las infraestructuras y las actividades portuarias, que acarrearían mermas de actividad con sus consecuentes pérdidas económicas.</p> <p>La Autoridad Portuaria de Guayaquil, organismo público encargado de la gestión del puerto y de sus actividades, está llevando a cabo una serie de medidas destinadas a reforzar la capacidad de adaptación del puerto de Guayaquil frente a posibles impactos del cambio climático, entre las que se encuentran las obras de dragado de mantenimiento del canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil, para retirar los sedimentos y evitar un calado estrecho y peligroso, con un presupuesto de 47,6 M\$.</p> <p>Sin embargo, aún no se ha llevado a cabo ningún análisis integral y profundo sobre los principales riesgos a los que se enfrenta el puerto de Guayaquil en un contexto de cambio climático y de las opciones de adaptación costo-eficientes más adecuadas.</p>	
Alcance	
Área portuaria de la ciudad de Guayaquil.	
Objetivos	
Desarrollar un análisis de la vulnerabilidad del puerto de Guayaquil y proponer medidas costo-eficientes para su adaptación a los impactos previstos del cambio climático	
Finalidad	

La ciudad de Guayaquil tendrá un mejor conocimiento de los principales riesgos y vulnerabilidades climáticas a los que se enfrentará un importantísimo pilar económico de la ciudad y del país, como es el puerto de Guayaquil. Esto servirá de base para el establecimiento de medidas costo-eficientes para aumentar la resiliencia del puerto de Guayaquil frente a los impactos previstos del cambio climático y, por extensión, de la ciudad y del país.

Principales actividades

La actividad principal del proyecto es el desarrollo de un estudio con los siguientes componentes:

- Evaluar los riesgos y oportunidades para el puerto de Guayaquil como resultado del cambio climático. Costo: 70 000 \$
- Modelar los impactos del cambio climático en el riesgo de inundación, el desagüe, la eficiencia de los equipos, los patrones de demanda de bienes que entran y salen del puerto, el desempeño social y ambiental, etc. Costo: 110 000 \$
- Basado en dicha evaluación, desarrollar un Plan de Adaptación al Cambio Climático para el puerto de Guayaquil, incluyendo acciones necesarias para reducir los riesgos de mediano y largo plazos para el complejo portuario en su totalidad. Costo: 40 000 \$
- Realizar un análisis costo-eficiencia de las medidas de adaptación propuestas. Costo: 40 000 \$
- Elaborar una hoja de ruta para la implementación de las medidas prioritarias que resulten financiera y económicamente viables, con el fin de reducir la vulnerabilidad climática y explotar oportunidades de negocio del puerto de Guayaquil. Costo: 20 000 \$
- Informar y capacitar a los operarios portuarios sobre cómo hacer frente a dichos impactos. Costo: 20 000 \$

Potencial de adaptación

El proyecto contribuye al refuerzo de la capacidad de adaptación del puerto de Guayaquil, mediante la creación de conocimiento y la selección de medidas concretas de adaptación.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto. Las lecciones aprendidas pueden transponerse a otros puertos importantes de Ecuador y de América Latina.

Beneficiarios impactados: Los funcionarios y operarios técnicos que trabajan en el puerto de Guayaquil, usuarios del puerto y habitantes de Guayaquil y del Ecuador.

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima

Potencial de Impacto / resultado	
Potencial de cambio de paradigma	
Potencial de desarrollo sostenible	
Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento	

El proyecto corresponde a las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: b) Medios de vida de las comunidades, c) ecosistemas y servicios ecosistémicos y d) infraestructura.

Costo estimado (USD): 300 000 USD

Duración prevista (meses): 9 meses

Análisis de oportunidades y barreras

La medida prevista responde a una necesidad urgente de aumentar la capacidad de adaptación del puerto de Guayaquil, que es, tal y como se mencionó anteriormente, uno de los pilares económicos de la ciudad y del Ecuador, y un retraso en la implementación de la medida podría incurrir en costos ulteriores para el puerto y para la ciudad. Es una opción de adaptación para la que se podría encontrar financiamiento en el corto plazo por parte de instituciones como la CAF o el BID, con la eventual participación de la M.I. Municipalidad de Guayaquil por medio de la Autoridad Portuaria de Guayaquil. Existen, además, una serie de empresas consultoras, incluida la nuestra, con experiencia en la elaboración de este tipo de estudios en otros puertos de América Latina, como los Muelles el Bosque en Colombia o el puerto de Manzanillo en México, por lo que existen las condiciones para que la medida pueda implementarse en el corto plazo. Es una opción de adaptación coherente con los objetivos tanto nacionales como locales de desarrollo económico sostenible y resiliente, de protección de las infraestructuras económicas frente a los impactos del cambio climático.

La medida tiene como objetivo contribuir a una gestión más resiliente del puerto de Guayaquil, pero su impacto transformacional es moderado, ya que sólo concierne un sector de actividad muy concreto para Guayaquil. Tampoco se trata de una medida basada en la comunidad, aunque su impacto sobre la comunidad será alto, al proteger infraestructuras y actividades económicas de gran importancia para la ciudad y para el país.

5.1 Medidas de adaptación basadas en los ecosistemas

<p>Medida de Adaptación: <i>Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil</i></p> <p>“GUAYAQUIL FLORIDO”</p>	
<p>Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político</p>	<p>Público / Privado</p> <p>Público-Privado</p> <p>Sector:</p> <p>Infraestructuras y Ambiente</p>
<p>Otros actores clave:</p> <p>Fondo de Adaptación, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), GCF – Financiamiento</p> <p>Dirección de Obras Públicas y Dirección de Áreas Verdes de la M.I. Municipalidad de Guayaquil – Dirección, administración y Ejecución.</p> <p>Fundación Guayaquil Siglo XXI (Fundación Municipal para la Reenergación Urbana) – Dirección, administración y Ejecución.</p>	
<p>Contexto y justificación de la medida</p> <p>Guayaquil es un territorio altamente urbanizado y esto implica que ciertos impactos del cambio climático puedan sentirse con mayor intensidad. El alto grado de impermeabilización de las parroquias de Guayaquil, con una media de casi el 90% de los suelos ocupados por la urbanización, según los datos de CLIRSEN (2011), es un elemento clave frente a las inundaciones. En efecto, el grado de impermeabilización de los suelos tiene un efecto importante sobre el riesgo de inundación al aumentar el caudal y la velocidad de la escorrentía superficial, por lo que las parroquias más antropizadas serán las más sensibles a inundaciones que serán más frecuentes e intensas en un contexto de cambio climático. Todas las parroquias del núcleo urbano presentan grados de impermeabilización del 100%, según los datos del CLIRSEN (2011).</p> <p>Existe, sin embargo, en Guayaquil un gran potencial de desarrollo de infraestructura verde como una forma de mitigar los efectos de la impermeabilización del suelo y de aumentar el área de absorción de las aguas pluviales. La instalación de infraestructura verde aumentará la capacidad adaptativa de las zonas urbanas de Guayaquil para hacer frente a fenómenos climáticos como episodios de lluvias intensas e islas de calor, a la vez que contribuirá a aumentar la biodiversidad en el medio urbano y la calidad de vida de los habitantes de Guayaquil. Además, dicha infraestructura verde protegerá el sistema de alcantarillado, disminuyendo los costos de mantenimiento y contribuirá a que funcione con mayor eficiencia, al reducir la carga que dicho sistema deba soportar.</p>	
<p style="text-align: right;">Foto: Jardines de lluvia en Portland, Oregón</p>  <p style="text-align: right;">Fuente: Ciudad de Portland, Oregón</p>	

Un jardín de lluvia está compuesto por una serie de jardineras interconectadas entre sí que ayudan a captar y a absorber las aguas pluviales reduciendo así la carga del sistema de drenaje y disminuyendo el riesgo de inundaciones durante periodos de lluvias intensas.

La configuración de las calles de las parroquias urbanas en Guayaquil, con su sistema de dobles aceras, facilita la implantación de dicha medida.

Alcance

Parroquias del centro urbano con un grado de impermeabilización de suelos del 100%, es decir: 9 de Octubre, Ayacucho, Bolívar, Carbo, Febres Cordero, García Moreno, Letamendi, Olmedo, Roca, Rocafuerte, Sucre y Urdaneta.

Se sugiere integrar esta medida como una “práctica modelo” en el nuevo proyecto urbanístico denominado “Nueva Guayaquil”⁸, que proyecta construirse el sitio del actual aeropuerto Jose Joaquín de Olmedo (sector occidental de la parroquia Tarqui), una vez que se construya el nuevo aeropuerto en el sector de Daular. Esta práctica modelo podría replicarse en otras zonas, como en el sitio denominado Monte Sinaí, en el noroeste de la ciudad, complementario al “Plan de Manejo de Aguas Lluvias en la Cuenca Noroeste de Guayaquil”.

Objetivos

Instalar 50.000 m² de jardines de lluvia en las aceras de las parroquias del área urbana en 2020.

Finalidad

La ciudad de Guayaquil dispondrá de un mecanismo basado en los ecosistemas para la gestión de las aguas pluviales que le ayudará a hacer frente a los posibles efectos adversos del cambio climático, como episodios de lluvias intensas o islas de calor urbanas. Además, los jardines de lluvia participarán a mejorar la calidad del agua, proporcionarán co-beneficios de mitigación y protegerán el sistema de alcantarillado de la ciudad de Guayaquil, reduciendo sus costos de mantenimiento.

Principales actividades

Se proponen las siguientes actividades:

- **Estudio para determinar la localización de los jardines de lluvia en las calles de Guayaquil** para una captación eficaz de la escorrentía de las áreas impermeables, manteniéndolos alejados de las fundaciones de los edificios, de la red de servicios eléctricos y de los sistemas sépticos. Costo: \$ 20.000
- **Estudio, diseño y proyección del tamaño y forma de los jardines de lluvia** de acuerdo con la configuración de las calles para evitar problemas en el tránsito peatonal y de vehículos y teniendo en cuenta el volumen de agua que se desea captar. Costo: \$ 20.000

⁸ <http://www.eluniverso.com/noticias/2016/10/09/nota/5843449/es-nuevo-concepto-ciudad-nueva-guayaquil>
<http://www.eluniverso.com/noticias/2016/09/21/nota/5813461/octubre-se-convocara-concurso-construir-nueva-guayaquil>
<http://www.elcomercio.com/actualidad/jaimenebot-construccion-nueva-guayaquil-aeropuerto.html>

- **Selección de los vegetales más adecuados y adaptados a las condiciones climáticas y al espacio disponible** en cada caso: pequeños árboles, arbustos y plantas herbáceas. Costo: \$ 10.000
- **Instalar y mantener las jardineras.** Costo: \$ 3,2 M. La medida y por consiguiente el gasto podrán ejecutarse de forma gradual.
- **Crear campañas de comunicación para la población en general y de sensibilización en las escuelas.** Se recomienda **fomentar la participación ciudadana** en tareas de mantenimiento de los jardines de lluvia. Costo: \$ 60.000

Potencial de adaptación

La medida contribuirá a:

Aumentar la permeabilidad del suelo (aumentando la infiltración y contribuyendo a la recarga local de las capas freáticas), reduciendo la escorrentía y la velocidad del agua;

Filtrar el aceite, la grasa y otros contaminantes provenientes de las calzadas, evitando que lleguen al colector de aguas pluviales y desemboquen en el río, mejorando así la calidad del agua;

Aumentar la belleza escénica y la biodiversidad de las calles del centro urbano de Guayaquil y mejorar la calidad de vida de la población;

Disminuir la carga que ha de soportar el sistema de alcantarillado, aumentando su eficacia y reduciendo los costos de mantenimiento;

Los jardines de lluvia también contribuyen a disminuir la temperatura media de la ciudad, por lo que se disminuye el riesgo de aparición de islas de calor urbano.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto

Tipo y número de beneficiarios impactados:

Los casi 600 000 habitantes de las parroquias del centro urbano de la ciudad e indirectamente los 2,35 M de habitantes de la ciudad de Guayaquil, turistas y visitantes.

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima



El proyecto corresponde a las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: c) ecosistemas y servicios ecosistémicos y d) infraestructura.

Costo estimado (USD):

Duración prevista (meses): 36 meses

<p>Instalación de los jardines de lluvia en el centro urbano: \$3,3 (la media de coste de instalación de los jardines de lluvia es de 61\$/m²⁹)</p>	
<p>Análisis de oportunidades y barreras</p> <p>Se trata de una medida flexible, pudiéndose implementar de manera gradual facilitando así su financiamiento y su ejecución.</p> <p>Es una opción con múltiples co-beneficios ambientales y sociales, pudiendo estar la comunidad implicada en su protección y mantenimiento.</p> <p>Al ser una acción que permite una mayor resiliencia frente a los impactos directos del cambio climático y basada en los servicios ambientales y sociales de los ecosistemas, que permite proteger las infraestructuras existentes (red de alcantarillado) y está completamente alineada con los objetivos de desarrollo resiliente del Ecuador.</p>	

Medida de Adaptación: Instalación de tejados, techos verdes y jardines verticales en la ciudad de Guayaquil.

“Guayaquil Cielo Florido”

Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil - Liderazgo político y financiamiento.

Público / Privado

Público

Sector: Infraestructura y transporte

Otros actores clave

Dirección de Ambiente, Dirección de Áreas Verdes, Dirección de Urbanismo y Ordenamiento Territorial – Dirección y administración

Empresas privadas de instalación de techos / tejados verdes - Ejecución

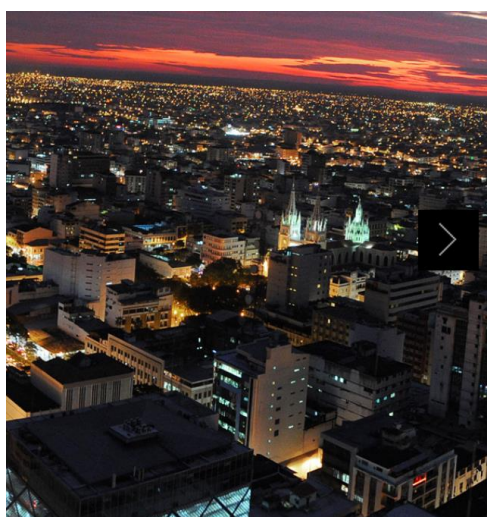
Empresas constructoras privadas – Ejecución

Contexto y justificación de la medida

La gran artificialización de los suelos en la ciudad de Guayaquil y más concretamente en las parroquias del núcleo urbano tales como 9 de Octubre, Ayacucho, Bolívar, Carbo, Febres Cordero, García Moreno, Letamendi, Olmedo, Roca, Rocafuerte, Sucre y Urdaneta, tenderá a exacerbar los impactos previstos del cambio climático sobre la ciudad.

En primer lugar, la impermeabilización de los suelos debido a la ocupación urbana tradicional provoca un impacto hidrológico importante ya que aumenta el caudal y la velocidad del escurrimiento superficial, amplificando el impacto negativo de las inundaciones, que serán más frecuentes e intensas en un contexto de cambio climático.

Foto: Vista aérea del centro urbano de Guayaquil



Fuente: M.I. Municipalidad de Guayaquil

Además, el aumento previsto de las temperaturas podría tener una incidencia sobre la formación de islas de calor en el casco urbano de Guayaquil. Las islas de calor urbano se definen generalmente como la diferencia de temperatura entre el área urbana y sus alrededores. Las causas principales de la aparición de este fenómeno son, por un lado, el cambio de uso de suelo debido al proceso de urbanización al recubrirlo con materiales impermeables como el asfalto o el cemento y, por otro lado, las emisiones térmicas de actividades antrópicas como el transporte y la industria (Oke, 2009, en Villanueva-Solís, 2013)¹⁰.

¹⁰ Ver: Oke, T. R. Boundary layer climates: Second edition. 2. New York, NY: Routledge. ISBN: 978-0-415-04319-9, (2009).

VILLANUEVA-SOLIS, Jorge; RANFLA, Arturo y QUINTANILLA-MONTOYA, Ana L. Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de Clima árido Extremo. Inf. tecnol. [online]. 2013,

La instalación de techados verdes y jardines verticales acarreará una multitud de beneficios, entre los cuales destaca la **reducción del escurrimiento del agua de lluvias**, aminorando el riesgo de inundación, ya que hasta un 80% del agua podría ser retenida por el sistema, propiciando una reducción de la carga que ha de soportar el sistema de drenaje.

Los techos verdes y jardines verticales tienen además un impacto directo sobre la mitigación de los efectos de islas de calor urbano.

Los techos verdes y jardines verticales participan a la absorción del CO₂ y contribuyen al ahorro energético de los edificios de hasta un 60% en aire acondicionado y en calefacción (co-beneficios de mitigación), mejoran la calidad del aire mediante filtración de las partículas suspendidas y el polvo y contribuyen a la construcción de una buena imagen reputacional tanto para la ciudad como para las instituciones, organismos y empresas implicadas.

Los techados verdes y jardines verticales se implantarán en nuevas construcciones o reformas de edificios públicos de manera obligatoria y en las nuevas construcciones o reformas de edificios comerciales y de habitación, de forma voluntaria.

Alcance

Parroquias urbanas de Guayaquil y principalmente aquellas situadas en el núcleo urbano: 9 de Octubre, Ayacucho, Bolívar, Carbo, Febres Cordero, García Moreno, Letamendi, Olmedo, Roca, Rocafuerte, Sucre y Urdaneta.

Se sugiere integrar esta medida como una “práctica modelo” en el nuevo proyecto urbanístico denominado “Nueva Guayaquil”¹¹, que proyecta construirse el sitio del actual aeropuerto José Joaquín de Olmedo (sector occidental de la parroquia Tarqui), una vez que se construya el nuevo aeropuerto en el sector de Daular.

Objetivos

Promover la instalación de techos, techados verdes y jardines verticales en la ciudad de Guayaquil.

Finalidad

La ciudad de Guayaquil estará mejor preparada para afrontar impactos previstos del cambio climático como lluvias intensas y aumentos de temperaturas que incidan en la formación de islas de calor urbano, a la vez que se aumenta la biodiversidad de la ciudad, mejorando la calidad de vida y la salud de sus habitantes.

vol.24, n.1 [citado 2016-09-05], pp.15-24. Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000100003&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0718-0764. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000100003>.

¹¹ <http://www.eluniverso.com/noticias/2016/10/09/nota/5843449/es-nuevo-concepto-ciudad-nueva-guayaquil>

<http://www.eluniverso.com/noticias/2016/09/21/nota/5813461/octubre-se-convocara-concurso-construir-nueva-guayaquil>

<http://www.elcomercio.com/actualidad/jaimenebot-construccion-nueva-guayaquil-aeropuerto.html>

El proyecto Huella de Carbono y Huella Hídrica, realizado por la empresa Servicios Ambientales S.A. en 2016, propuso esta misma medida y se identificó como objetivo la instalación en Guayaquil de 283 000 m² de techos y tejados verdes al año 2032, con fines de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Sin embargo, dicha medida contribuye igualmente y en gran medida a una mayor resiliencia de la ciudad de Guayaquil a través el conjunto de servicios que ella procura, incluyendo la reducción el riesgo de inundación, puesto que hasta un 80% del agua de lluvia podría ser retenida por el sistema.

El objetivo propuesto consiste en la implantación de 30 000 m² de tejados verdes para 2022.

Principales actividades

Elaboración y difusión de una guía para la instalación de tejados verdes y/o jardines verticales en la ciudad de Guayaquil. Costo estimado: 20 000 \$

Ordenanza municipal que establezca la obligatoriedad de la instalación de tejados verdes y/o jardines verticales en toda nueva construcción de edificios públicos. Publicidad de dicha ordenanza por los canales habituales de comunicación. Costo estimado: 20 000 \$

Lanzamiento de un programa para la instalación de tejados verdes y/o jardines verticales en edificios públicos existentes. Selección de los edificios, realización del estudio de factibilidad, instalación de tejados verdes y actividades de monitoreo y supervisión. Costo estimado: 2,5 M\$, para alcanzar un objetivo de 30 000 m² de techos y tejados verdes al año 2022.

Exoneración parcial de impuestos locales a todas las construcciones nuevas que incluyan techos verdes y/o jardines verticales. Costo estimado: 100 000 \$

Dotar de incentivos para la instalación de tejados verdes y/o jardines verticales en edificios emblemáticos existentes, tales como: Edificios del Parque Empresarial Colón, World Trade Center, Edificio Porta, Mall del Sol, Edificio las Cámaras, Hotel Sheraton, Edificio del CityGroup, Torres del Norte, Edificio Atlas, etc. Costo estimado: 100 000 \$

Opcional: Instalación de techos verdes y/o jardines verticales en las cuatro terminales de integración (Río Daule, El Guasmo, Bastión Popular y Av. 25 de Julio), y en las paradas de integración I.E.S.S., Biblioteca Municipal, Iglesia la Victoria, Plaza La Victoria y Pradera del sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (Metrovía) de Guayaquil, así como en todas las paradas de los 7 troncales existentes.

Campaña de comunicación y de sensibilización sobre los beneficios de los techos verdes y/o jardines verticales en Guayaquil. Costo estimado: 40 000\$

Programas de capacitación para la construcción de tejados verdes y/o jardines verticales. Costo estimado: 20 000\$

Potencial de adaptación

La medida contribuirá a:

Disminuir el riesgo de inundación mediante la reducción del escurrimiento superficial y la disminución de la carga del sistema de drenaje urbano de la ciudad de Guayaquil.

Contrarrestar los efectos de las islas de calor urbano.

Mejorar la salud de la población de Guayaquil, a través de la absorción por las plantas de materias en suspensión y del polvo, que son la principal causa de muchas enfermedades respiratorias.

Aumento de la biodiversidad urbana y de los bienes y servicios ambientales y sociales que ésta procura.

Proteger los edificios, aumentando su vida útil.

Co-beneficios de mitigación: Absorción del CO₂ por las plantas y ahorro energético en los edificios.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto.

Beneficiarios impactados: Los 2,35 M de habitantes de la ciudad de Guayaquil.

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima



El proyecto abarca las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: a) salud y agua, c) ecosistemas (urbanos) y servicios de los ecosistemas y d) infraestructura y entorno construido.

Costo estimado (USD): 3 M

Duración prevista (años): 5 años

Análisis de oportunidades y barreras

La instalación de tejados verdes y/o jardines verticales en Guayaquil es una medida que contribuirá a disminuir el riesgo de inundaciones en la ciudad de Guayaquil, que serán cada vez más frecuentes debido al cambio climático, por lo que la implementación de dicha medida ayudará a reducir los costos futuros para la ciudad asociados con el cambio climático. Dicha medida proporciona además una serie de co-beneficios sobre la salud y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, a la vez que contribuye a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Es una opción de adaptación flexible que permite una implementación de forma gradual, lo que facilita su financiamiento y su ejecución a mediano plazo. Además, dicha medida permite igualmente transferir los costos de su implementación a los actores del sector privado a cambio de posibles exoneraciones de impuestos locales, favoreciendo así la implicación del sector privado en la lucha contra el cambio climático.

Por otro lado, los recursos técnicos necesarios para la implementación de los tejados verdes están hoy en día disponibles en otras partes de América Latina, por lo que no existirían barreras de nivel

técnico para su transposición a Guayaquil en el corto plazo. Se trata de una opción de adaptación coherente con los objetivos tanto nacionales como locales de desarrollo económico sostenible y resiliente y su potencial de replicación es alto.

Sin embargo, no se trata de una medida de adaptación basada en la comunidad, aunque su impacto sobre la comunidad es importante, al contribuir a la mejora de la salud y de la calidad de vida de los habitantes de Guayaquil y a la creación de una buena imagen y reputación de los organismos públicos y privados implicados.

Medida de Adaptación:

Protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación de Guayaquil

Organismo clave:

Dirección de Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político – Dirección y administración

Público / Privado

Público

Sector:

Medio Ambiente

Otros actores clave

Fondo para la Conservación del Agua de Guayaquil - Gestión de fondos

Empresas consultoras y/ Organizaciones no gubernamentales (por ejemplo, The Nature Conservancy (TNC), organización con gran experiencia en iniciativas de conservación a nivel local, cantonal y nacional) – Análisis y ejecución

Fondo de Adaptación de Naciones Unidas, Fondo Verde por el Clima – Financiamiento

Ministerio del Ambiente de Ecuador (Sistema Nacional de Áreas de Conservación, Bosques y vegetación protectoras, Socio Bosque, Sitios RAMSAR), GAD Provincial del Guayas (Sistema Provincial de Áreas de Conservación / SPAC Guayas) – Coordinación interinstitucional

Contexto y justificación de la medida

El bosque seco tropical de Guayaquil tiene una superficie aproximada de 42 327 ha, lo que representa el 34 % de su superficie. Las zonas boscosas de Guayaquil han sido tradicionalmente amenazadas por las altas presiones relacionadas con las condiciones de crecimiento y desarrollo urbano de la ciudad y con su alta sensibilidad ante fenómenos naturales externos. La reducción de la superficie forestal y la sustitución de las zonas boscosas por áreas urbanas altamente impermeabilizadas modifican, además, la dinámica del ciclo del agua y alteran su composición.

Foto: Acción de sensibilización para niños en el Bosque Protector Cerro Blanco, Guayaquil.



Fuente: M.I. Municipalidad de Guayaquil

Sin embargo es uno de los ecosistemas menos representados en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), por ejemplo en el límite de las unidades de análisis del presente estudio, se encuentran tres áreas protegidas del SNAP: Área Nacional de Recreación Parque Lago, Área Nacional de Recreación Los Samanes y Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado,

conservando aproximadamente un 15,27 % de bosque seco en el caso de Parque Lago, 0,16 % en Manglares El Salado y un 36,70 % en Los Samanes.

En el caso de la instauración de bosques protectores, esta figura tiene como principal objetivo proteger las superficies forestales existentes y limitar la deforestación. Algunos ejemplos de bosque protector en Guayaquil son el Bosque Protector Cerro Blanco, que es una reserva de 6 078 hectáreas de bosque seco tropical, situado en la parroquia de Tarqui, el Bosque Protector Cerro Colorado, área protegida que abarca 325,43 has al norte de la ciudad con una vegetación de bosque seco tropical, o el Bosque Protector Papagayo de reciente creación (año 2012) en el sector de Monte Sinaí con una superficie de 3 602 ha, que tenía igualmente fines disuasivos en contra de posibles invasiones por asentamientos informales. Cabe mencionar igualmente el Bosque Protector Sendero de Palo Santo, situado entre la Ciudadela Urbanos, Urdesa Norte y Portón de Lomas, cuya área original era de 10,29 hectáreas, según determinó en 1996 el INEFAN (Instituto Nacional Ecuatoriano Forestal de Áreas Naturales), de los cuales hoy día sólo queda una superficie de 0,3 ha, ya que ha sido ocupado por asentamientos humanos.

En paralelo a la instauración de bosques protectores en Guayaquil, se han llevado a cabo acciones para su protección y mantenimiento. La Prefectura del Guayas, por ejemplo, a través de la Dirección de Ambiente del Gobierno Provincial del Guayas, realizó una campaña de reforestación con árboles nativos del bosque seco tropical sobre el Bosque Protector Sendero del Palo Santo. También se realizan acciones de limpieza de los bosques protectores propiciadas por la Dirección de Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil.

En el estudio “Análisis e identificación de áreas de conservación en el cantón Guayaquil” (Salas et al, 2016), se identificó para el caso de la parroquia Tarqui 1.208,10 hectáreas de sitios prioritarios para la conservación, en la parroquia Pascuales 762,77 hectáreas y en la zona de expansión urbana 15.939,26 hectáreas, todas estas áreas representan “vacíos de conservación”, es decir que lugares que no poseen hoy en día reconocimiento o figura de conservación alguna, aunque también podrían considerarse como zonas potenciales o reservorios de conservación para Guayaquil.

La expansión urbana de carácter horizontal y las invasiones por asentamientos humanos en el área de expansión urbana, siguen siendo hoy en día la mayor causa de deforestación en Guayaquil. La presión ejercida sobre las áreas forestales tiene un impacto directo sobre la disminución de la resiliencia, tanto de los propios ecosistemas, como de las poblaciones que dependen de ellos. Además, la deforestación contribuye a exacerbar los impactos previstos del cambio climático como las inundaciones, por ejemplo, aumentándose la escorrentía y el riesgo de erosión y de deslizamiento de tierras.

Las acciones de protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación de Guayaquil son necesarias para aumentar la resiliencia de la población ante los impactos previstos del cambio climático, a la vez que contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (co-beneficios de mitigación) y a la protección de la biodiversidad.

Alcance

Áreas de conservación de Guayaquil y de su área de expansión urbana.

Objetivos

Declarar y manejar al menos 1.500 hectáreas de áreas municipales de conservación en el área urbana y de expansión urbana de Guayaquil.

Manejar los bosques protectores urbanos, otorgados para su administración al Municipio de Guayaquil por parte del Ministerio del Ambiente.

Apoyar en la administración y manejo de áreas de conservación estatales, provinciales o privadas.

Restaurar y proteger las áreas de conservación de Guayaquil, lo que permitirá una mayor resiliencia frente a los impactos previstos del cambio climático.

El objetivo es contar en 2020, con al menos 25 000 hectáreas bajo algún régimen de conservación (SNAP, Socio Bosque, Bosques y vegetación protectores, SPAC Guayas, Sistema Municipal de Áreas de Conservación / SMAC Guayaquil, entre otros¹²), en Guayaquil.

Finalidad

Aumentar la resiliencia de la ciudad de Guayaquil, mediante acciones de protección, consolidación, mantenimiento y reforestación las áreas de conservación de la ciudad y de su área de expansión urbana.


Principales actividades

Las actividades propuestas son las siguientes:

- **Levantamiento de línea base biótica y cartografía de las áreas prioritarias para declaratoria de áreas municipales de conservación.** Costo estimado: 75 000 \$;
- **Elaboración de planes de manejo para las áreas municipales de conservación declaradas.** Costo estimado: 75 000 \$;
- **Implementación de acciones prioritarias de manejo** (control y vigilancia, uso público y turismo, investigación, desarrollo productivo, entre otras) en las áreas municipales de conservación declaradas. Costo estimado: 300 000 \$;
- **Identificación e inventario biológico y ecológico de sitios que puedan actuar como parques metropolitanos naturales y sostenibles**, u otras áreas especiales para la conservación de la biodiversidad, **análisis de su capacidad de carga y de conexión con las redes verdes urbanas** (tanto desde el punto de vista ecológico como de acceso a las mismas). Costo estimado: 20 000 \$;
- **Establecimiento de corredores ecológicos** que creen una continuidad entre las zonas verdes (bosques y manglar) ya existentes en la ciudad y los nuevos espacios naturales periurbanos. Costo estimado: 1,5 M\$
- **Realización de campañas de reforestación y de protección de zonas degradadas** para restaurar áreas de conservación en Guayaquil. Costo estimado: 1,5 M\$
- **Realización de actividades de información y de sensibilización, así como campañas de limpieza de las áreas de conservación.** Costo estimado: 100 000 \$

¹² El Código Orgánico del Ambiente, aprobado en la Asamblea Nacional del Ecuador el 20 de diciembre de 2016 y en revisión del Ejecutivo, plantea la evaluación y posible derogatoria de los bosques y vegetación protectores o su inclusión al SNAP, a la vez que reconoce el establecimiento de áreas especiales para la conservación de la biodiversidad (Áreas o sitios reconocidos por instrumentos internacionales ratificados por el Estado, zonas de amortiguamiento ambiental, corredores de conectividad; y servidumbres ecológicas)

<p>Potencial de adaptación</p> <p>La medida contribuirá a:</p> <p>Aumentar la resiliencia de la ciudad de Guayaquil y de su área de expansión urbana mediante la restauración y el mantenimiento de sus áreas de conservación, lo que tendrá un impacto directo sobre el ciclo del agua, la prevención de las inundaciones, la lucha contra la erosión y los posibles deslizamientos de tierra, la protección de la biodiversidad y la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero.</p>									
<p>Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto.</p>									
<p>Beneficiarios impactados: Los 2,35 M de habitantes de la ciudad de Guayaquil y de su área de expansión urbana.</p> <p>El proyecto abarca las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: a) Salud y agua y c) ecosistemas (urbanos) y servicios de los ecosistemas</p>									
<p>Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">Potencial de Impacto / resultado</td> <td style="text-align: center;">★ ★ ★ ★ ☆</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">Potencial de cambio de paradigma</td> <td style="text-align: center;">★ ★ ★ ★ ☆</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">Potencial de desarrollo sostenible</td> <td style="text-align: center;">★ ★ ★ ★ ★</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right; padding-right: 20px;">Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento</td> <td style="text-align: center;">★ ★ ☆ ☆ ☆</td> </tr> </table>		Potencial de Impacto / resultado	★ ★ ★ ★ ☆	Potencial de cambio de paradigma	★ ★ ★ ★ ☆	Potencial de desarrollo sostenible	★ ★ ★ ★ ★	Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento	★ ★ ☆ ☆ ☆
Potencial de Impacto / resultado	★ ★ ★ ★ ☆								
Potencial de cambio de paradigma	★ ★ ★ ★ ☆								
Potencial de desarrollo sostenible	★ ★ ★ ★ ★								
Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento	★ ★ ☆ ☆ ☆								
<p>Costo estimado (USD):</p> <p>Protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación: \$ 3,6 M</p>	<p>Duración prevista (meses):</p> <p>36 meses</p>								
<p>Análisis de oportunidades y barreras</p> <p>La protección, consolidación, mantenimiento y reforestación las áreas de conservación de Guayaquil es una medida urgente dado el alto grado de presión sobre dichos ecosistemas debido a la presión urbanística. Es una opción de adaptación flexible, con un alto grado de implicación de la comunidad y que engendrará múltiples co-beneficios, incluidos la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Su implementación puede hacerse de forma gradual. Se trata de una medida coherente y alineada con los objetivos nacionales y locales en materia de reforestación y de protección del patrimonio natural, que está incluida en el (i)NDC del Ecuador. Los recursos técnicos necesarios para la implementación de dicha medida están actualmente disponibles en la ciudad, por lo que no existen barreras de nivel técnico para su ejecución inmediata, tras el análisis de las mejores opciones para su implementación.</p>									

Medida de Adaptación:	
Conservación, manejo y restauración natural de manglares	
Organismo clave:	Público / Privado
Dirección de Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil	Público
	Sector:
	Medio Ambiente
Otros actores clave	
Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación; Dirección de Urbanismo y Ordenamiento Territorial; Dirección de Áreas Verdes	
Contexto y justificación de la medida	
<p>El ecosistema de manglar es uno de los más íntimamente ligados con la historia y el desarrollo social y cultural de la ciudad de Guayaquil. En el país, este importante recurso costero históricamente fue degradado y deforestado, principalmente por el desarrollo intensivo de la industria camaronera y por la expansión urbanística, lo cual se reflejó principalmente en los asentamientos precarios, ubicados en las parroquias Febres Cordero y Ximena.</p> <p>En los límites del área de estudio, este ecosistema se encuentra asentado principalmente en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado, que forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, y que conserva a varias especies de flora y fauna amenazadas, entre los que destacan el cocodrilo de la costa (<i>Crocodylus acutus</i>), la amazona frentirroja (<i>Amazona lilacina</i>), el rascón montes moreno (<i>Aramides wolfi</i>), entre otros. Esta área protegida forma parte del estuario interior del Golfo de Guayaquil y recibe aportes de agua de aguas marinas desde el Océano Pacífico y de agua dulce desde el río Guayas.</p>	
	
	Fuente: M.I. Municipalidad de Guayaquil
<p>La importancia de los manglares radica en su alta producción de bienes y servicios ecosistémicos. Los manglares son uno de los ecosistemas más productivos del mundo, contribuyen a conservar la biodiversidad, a la retención de sedimentos y a la fitorremediación, constituyen hábitats de excelencia para numerosas especies animales, preservan y mejoran la calidad del agua, regulan el clima local, protegen contra inundaciones y tormentas, conservan la línea de costa y son sumideros de CO₂. El manglar es además un soporte fundamental para actividades como la pesca (cangrejo rojo, concha prieta, peces, entre otros) y proporciona bienes como la madera, taninos que son utilizados para curtir pieles y otros productos naturales como la miel. Además, son lugares propicios para la recreación y el turismo sustentables y las actividades de educación e investigación. La conservación y la protección de los manglares son fundamentales para hacer de Guayaquil una ciudad sustentable y resiliente al cambio climático.</p>	

Existen una serie de iniciativas para la restauración y la protección del manglar en Guayaquil. La Municipalidad de Guayaquil, por ejemplo, a través de la creación del balneario Puerto Hondo propone un enfoque de protección del manglar mediante actividades de turismo y esparcimiento sustentables y desde el año 2002 se realizan actividades de limpieza dos veces por semana. El proyecto Costas y Bosques Sostenibles, con el apoyo de la Agencia de Cooperación para el Desarrollo de los Estados Unidos (USAid) ha contribuido a la conservación de más de 7 000 ha de hábitats críticos en la costa del Ecuador, incluyendo algunos sectores del Golfo de Guayaquil, a través de planes de monitoreo y vigilancia comunitaria, capacitaciones sobre buenas prácticas para el manejo integral de fincas agrícolas y el establecimiento de 22 vínculos comerciales para cangrejeros y agricultores. La Escuela Superior Politécnica del Litoral contribuye igualmente a la conservación de los manglares de Guayaquil mediante la creación de conocimiento y el desarrollo de actividades de reforestación.

Sin embargo, los manglares del Golfo de Guayaquil siguen estando sometidos a amenazas importantes provocadas entre otros por la construcción de piscinas camaroneras en los salitrales, la expansión de la urbanización, el elevado uso de pesticidas, la intensa explotación de mariscos y la construcción de infraestructura de puertos y vías.

Acciones de manejo y conservación, como las concesiones de manglar, y de restauración natural y comunitaria de manglares, pueden incrementar la resiliencia de las comunidades locales asentadas en el manglar y en sitios periurbanos aledaños a este ecosistema.

Alcance

Manglares del área de estudio y del estuario interior del Golfo de Guayaquil.

Objetivos

Conservar, manejar y restaurar áreas de manglar en los ramales interiores del Estero Salado y en áreas del estuario interior del Golfo de Guayaquil para aumentar la resiliencia de las comunidades locales asentadas en el manglar y en sitios periurbanos aledaños a este ecosistema.

Al menos el 15 % de la cobertura de manglar de la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado manejada bajo acuerdos de uso sustentable y custodia de manglar (concesión de manglar).

Al menos 250 hectáreas bajo procesos de regeneración natural de manglar, en áreas disponibles en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y en ramales interiores del Estero Salado.

Principales actividades

Las actividades propuestas son las siguientes:

- **Identificación de comunidades u organizaciones pesqueras artesanales**, asentadas en zonas periurbanas de las parroquias Febres Cordero y Ximena, con actividades pesqueras en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado.
- **Apoyo en la creación, manejo, control y vigilancia de áreas bajo acuerdos de uso sustentable y custodia de manglar** en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado.
- **Identificación de áreas prioritarias para la regeneración natural de manglar** en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y ramales interiores del Estero Salado.

- **Apoyo en acciones de regeneración natural de manglar con comunidades** asentadas en el manglar y en sitios periurbanos.
- **Realización de actividades de información y de sensibilización.**

Potencial de adaptación

Las medidas contribuirán a:

Aumentar la resiliencia de las comunidades asentadas en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y en áreas periurbanas aledañas a zonas de manglar, mediante la conservación, manejo y restauración natural de manglar, para asegurar el mantenimiento de bienes y servicios ecosistémicos y sus beneficios a la sociedad.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Alto

Tipo y número de beneficiarios impactados: Los 2,35 M de habitantes de la ciudad de Guayaquil y del estuario interior del Golfo de Guayaquil.

El proyecto abarca las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: a) bienestar de los pueblos y de las comunidades, b) salud y alimentación; y c) ecosistemas y servicios de los ecosistemas

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima



Costo estimado (USD): Conservación, manejo y restauración natural de manglares: \$ 3 M	Duración prevista (meses): 36 meses
--	---

Análisis de oportunidades y barreras

La conservación, manejo y restauración natural del ecosistema de manglar es una medida de adaptación con múltiples beneficios, desde el enfoque de adaptación basada en comunidades y en ecosistemas, como la reducción de riesgos basada en ecosistemas, ya que ha sido demostrada su importancia en la protección costera, regulación de procesos hidrogeomorfológicos, retención de sedimentos, mitigación de eventos de oleajes fuertes, seguridad alimentaria, entre otras. Esta medida es consecuente con el objetivo específico No. 5 de la “Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador” (Ministerio del Ambiente, 2012): “Conservar y manejar sustentablemente el patrimonio natural y sus ecosistemas terrestres y marinos para contribuir con su capacidad de respuesta frente a los impactos del cambio climático”.

Adicionalmente es ampliamente reconocida la importancia del ecosistema de manglar en la captura y almacenamiento de carbono, por lo que también son importantes los co-beneficios en materia de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Los recursos técnicos necesarios para la implementación de dicha medida están actualmente disponibles en la ciudad, por lo que no existen barreras de nivel técnico para su ejecución inmediata, tras el análisis de las mejores opciones para su implementación.

5.3 Medidas de adaptación “híbridas” o “grises”

Medida de Adaptación: Construcción de una estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación	
Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político	Público / Privado Público
Otros actores clave: Fondo de Adaptación, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), GCF – Financiamiento Municipalidad de Guayaquil: Dirección de Gestión de Riesgo, Dirección de Obras Públicas, Dirección de Terrenos, Dirección de Urbanismo y Ordenamiento Territorial EMAPAG, INTERAGUA, INOCAR, Corporación de Seguridad Ciudadana, Cámara de la Construcción de Guayaquil, Cámara de Industrias y Puerto Limpio	Sector: Obras, Medio Ambiente y Urbanismo
Contexto y justificación de la medida	
<p>En Guayaquil, las parroquias en el límite del área urbana, en especial aquellas que presentan un alto grado de densidad urbana y condiciones económicas más desfavorables, están sometidas a riesgos altos o moderados de inundación. Las medidas estructurales (infraestructuras de protección) siguen siendo elementos importantes para reducir el riesgo de inundaciones y sus consecuentes pérdidas económicas. Sin embargo, se debe ser consciente de que proyectos de “infraestructuras grises” por si solos no pueden garantizar una protección absoluta frente al riesgo de inundación.</p> <p>Guayaquil, debido a su localización y a sus características biofísicas, presenta un alto riesgo de inundaciones, que se producen generalmente durante episodios de intensas lluvias en período de marea alta, y que son exacerbados por la alta impermeabilización de los suelos y la falta de capacidad de amortiguamiento de los sistemas de drenaje local.</p>	
<p>Foto: Área de bioretención</p> 	<p>La creación de zonas de retención de agua – zonas de bioretención como la presentada en la figura - (ya sean abiertas o de conexión controlada), permitiría aumentar la captación del agua en exceso y disminuir el riesgo de inundación. Dichas zonas estarían sumergidas durante periodos de lluvias intensas, pero durante la época seca podrían convertirse en parques para uso y disfrute de la población.</p>
<p>Fuente: TYS Magazine</p>	<p>Se trata de una medida de adaptación híbrida que combina obras de ingeniería civil y medidas de adaptación basadas en</p>

los ecosistemas para regular el flujo del agua, con el fin de amortiguar los picos de escorrentía y de caudal, restaurar la capacidad de retención natural del suelo y mejorar la calidad del agua.

Un estudio realizado en 2013 sobre los riesgos de inundación de Guayaquil y sus alrededores¹³ permitió una primera identificación de las posibles áreas en las que, debido a sus características edáficas, sería posible la implantación de este tipo de sistema de bioretención. Sin embargo, sería necesario un diagnóstico más detallado utilizando herramientas SIG con el fin de seleccionar las zonas de implementación prioritarias.

Alcance

Ciudad de Guayaquil y su área de expansión urbana.

Objetivos

Construir una estructura de bioretención mediante la combinación de elementos físicos y naturales para el almacenamiento del agua con el fin de amortiguar aumentos de caudal de los ríos (o desbordes) y reducir picos de escorrentía, disminuyendo así el riesgo de inundación.

Finalidad

La ciudad de Guayaquil dispondrá de sistemas híbridos, compuestos por elementos físicos y naturales que contribuyan a la reducción de los impactos de las inundaciones en la ciudad.

Principales actividades

La medida se concibe como un **proyecto piloto** que permita identificar las zonas más adecuadas para su implementación y tendrá como principales actividades:

- **Desarrollar un análisis espacial de las zonas de amortiguamiento más adecuadas para la implantación de las estructuras de bioretención.** Se privilegiarán terrenos públicos, al límite de la zona urbana que sufren inundaciones recurrentes año tras año. Costo: \$ 50 000
- **Realizar las obras de construcción de las estructuras de retención (2)** que incluyan un sistema de alerta y amenaza (señalización) y medidas para la prevención y el control biológico de vectores y enfermedades hídricas (agua estancada). Costo: \$ 150 000
- **Crear diseño paisajístico y jardines** de dos parques recreacionales para uso y disfrute de la población. Costo: \$ 200 000
- **Monitorear y regular** (a través de una ordenanza municipal) con ayuda de instituciones científicas los resultados obtenidos a través de la medida. Costo estimado: \$ 50 000
- **Crear una campaña de comunicación y de sensibilización de la población.** Costo: \$ 50 000

Potencial de adaptación

La medida contribuirá a amortiguar los picos de flujo, reduciendo el riesgo de inundación y las pérdidas asociadas, mejorará la calidad de vida de los habitantes de la ciudad mediante la creación de áreas de recreo, aumentará la calidad del agua al filtrarse de manera natural los contaminantes

¹³ Ver: Espinosa, F. (2013) Informe sobre los riesgos de inundación de Guayaquil y sus alrededores. Disponible en línea en : <https://www.scribd.com/doc/129735469/Informe-Sobre-Los-Riesgos-de-Inundacion-Guayaquil-2013>

provenientes de las zonas impermeables y creará hábitats para diversas especies con restablecimiento del funcionamiento natural de los ecosistemas.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Medio

Tipo y número de beneficiarios impactados:

Los habitantes de la ciudad de Guayaquil.

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima



El proyecto abarca las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: a) Salud y agua y c) ecosistemas (urbanos) y servicios de los ecosistemas

Costo estimado (USD):

\$ 500.000

Duración prevista (meses): 36 meses

Análisis de oportunidades y barreras

Se trata de una medida poco flexible que requiere de una fuerte inversión en un momento determinado, al no poder ejecutarse de manera gradual. Al asociarse los servicios ecosistémicos de las áreas verdes que se implantarían, la medida tendría un impacto social y ambiental importante y podría crearse una demanda para el desarrollo de más estructuras de este tipo en la ciudad.

Su ejecución es técnicamente más compleja que medidas como techos verdes o jardines de lluvia y el financiamiento necesario para realizar estas obras de bioretención podría provenir en parte de las arcas municipales, pero también se necesitaría conseguir el apoyo de donantes externos por lo que podría retrarse su ejecución.

Se propone pues, la realización de dos áreas de bio-retención pilotos en las que se monitorearían los resultados y se estudiaría su posible transposición a otras zonas de la ciudad o de su área de expansión urbana.

Medida de Adaptación: Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil	
Organismo clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político y financiamiento	Público / Privado Público
Otros actores clave: M.I. Municipalidad de Guayaquil - Financiamiento Dirección de Obras – Dirección y administración Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG) / Interagua - Ejecución	Sector: Saneamiento
Contexto y justificación de la medida	
<p>Las inundaciones que tuvieron lugar en Guayaquil en marzo de 2013 mostraron que la capacidad de descarga del sistema de drenaje es un factor esencial que influye en las inundaciones que tienen lugar en la ciudad de manera recurrente. En efecto, según un informe realizado con el apoyo de la CAF¹⁴, la falta de capacidad de descarga o amortiguamiento de los sistemas de drenaje local y la impermeabilización de los suelos debido a la ocupación urbana tradicional son, junto con la falta de control del efecto de remanso desde aguas abajo, los principales factores que contribuyen a un mayor riesgo de inundación en Guayaquil. Así pues, toda acción que vaya en el sentido de aumentar la capacidad de descarga tendrá un efecto benéfico sobre la disminución del riesgo de inundaciones en la ciudad.</p> <p>La mayor parte de las parroquias del área urbana de Guayaquil presentan tasas de acceso al servicio alcantarillado del 100%, exceptuando las parroquias de Pascuales con una tasa de cobertura del 40%, Tarqui (75%), Febres Cordero (90%), Ximena (90%) y Letamendi (95%). Actualmente se están desarrollando obras en la parroquia de Tarqui para asegurar una cobertura total de la red de alcantarillado en dicha parroquia. En la parroquia de Pascuales, donde el servicio de alcantarillado fue instalado de manera más tardía (en 2011), también se está procediendo a expandir la red de alcantarillado. En el sector de Monte Sinaí, compuesto en su mayor parte por asentamientos informales, la tasa de acceso al servicio de alcantarillado es del 8,5%.</p> <p>Guayaquil posee un Plan Maestro de Drenaje Urbano para el manejo integral de las aguas urbanas que está siendo actualizado por EMAPAG (la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil) e Interagua (empresa concesionaria encargada de las obras y del mantenimiento), con el fin de integrar la variable climática dentro de los criterios técnicos a considerar en el diseño de una red de alcantarillado capaz de mitigar los impactos de las inundaciones en la ciudad.</p> <p>Para ello es necesario, por un lado, extender la red de alcantarillado a toda la ciudad, incluyendo el sector de Monte Sinaí y, por otro lado, rediseñar el sistema de canalizaciones incorporando la</p>	

¹⁴ Ver: Mejía, A. et col. (2013). La inundación de Guayaquil en marzo de 2013. Opinión de Expertos Internacionales. Cooperación técnica de CAF. Informe Gerencial. Disponible en línea en: https://issuu.com/marcelaguinaga/docs/la_inundacio__n_de_guayaquil_en_mar

variable “cambio climático”. Todo ello, con el fin de disponer de un sistema de alcantarillado eficaz y resiliente en un contexto de cambio climático.

Alcance

Ciudad de Guayaquil, en especial las parroquias con menor acceso al servicio de alcantarillado y donde el sistema de drenaje existente es inadecuado, si se tienen en cuenta los impactos posibles del cambio climático.

Objetivos

Implantar un sistema de drenaje resiliente y que permita hacer frente a los impactos previstos del cambio climático sobre la ciudad. Extender el sistema de alcantarillado a todas las parroquias de la ciudad.

Finalidad

Todas las parroquias de Guayaquil dispondrán de un sistema de alcantarillado eficiente y resiliente, reduciéndose el riesgo de inundación y evitándose pérdidas humanas y materiales. Además, la medida contribuirá a reducir las enfermedades hídricas y a una mejor calidad de vida de la población.

Principales actividades

Se proponen las siguientes actividades:

- **Estudio inicial de sostenibilidad del proyecto.** Costo: \$ 50.000
- **Crear estándares para construcción de infraestructuras de saneamiento y drenaje resilientes.** Costo: \$ 50 000
- **Elaborar un diagnóstico completo sobre el sistema actual de alcantarillado sanitario y pluvial de la ciudad e identificar posibles mejoras en áreas ya cubiertas, que tengan en cuenta la variabilidad y el cambio climático.** Costo: \$ 60 000
- **Realizar diseño e implementar la nueva red de alcantarillado resiliente en las zonas en las que aún no disfrutaban plenamente de dicho servicio.** Costo: \$ 55 M
- **Realizar las obras y mejoras necesarias para adaptar el sistema existente a las nuevas condiciones climáticas previstas.** Costo: \$ 57 M
- **Inspeccionar y mantener de forma periódica y con mejoras constantes** en los sistemas existentes con definición de las competencias de los drenajes naturales de agua lluvia de Guayaquil. Costo: \$ 200.000
- **Revisar periódicamente (cada cinco años) el Plan Maestro de Drenaje Urbano de Guayaquil** con criterios de resiliencia. Costo: \$ 20 000

Potencial de adaptación

La medida contribuirá al aumento de la capacidad de descarga o amortiguamiento y, en consecuencia, a la reducción del impacto de las inundaciones, a la disminución de enfermedades hídricas y de la contaminación del agua.

Potencial de replicabilidad (alto, medio, bajo): Medio

Tipo y número de beneficiarios impactados:

Los habitantes del cantón de Guayaquil.

Alineamiento con las prioridades de financiación del Fondo Verde del Clima

Potencial de Impacto / resultado	★★★★☆
Potencial de cambio de paradigma	★☆☆☆☆
Potencial de desarrollo sostenible	★★★★★
Necesidades del beneficiario/Fuentes alternativas de financiamiento	★★☆☆☆

El proyecto abarca las siguientes áreas estratégicas de financiamiento del Green Climate Fund: a) Salud y agua y c) ecosistemas (urbanos) y servicios de los ecosistemas.

Costo estimado (USD): \$ 112,4 Millones	Duración prevista (meses): 5 años
---	--

Análisis de oportunidades y barreras

El importante volumen de financiamiento necesario, así como las dificultades técnicas que presenta dicha medida podrían retrasar su ejecución. Sin embargo, a pesar de no ser una medida basada en la comunidad aportará numerosos beneficios a la población y está completamente alineada con los objetivos de desarrollo resiliente del Ecuador.

6. Programa Integral para la Adaptación de la Ciudad de Guayaquil al Cambio Climático

Las opciones de adaptación identificadas han sido analizadas con el fin de seleccionar las medidas de adaptación más relevantes para la ciudad de Guayaquil. Para ello, se ha realizado un análisis multicriterio, que permite la contextualización sobre las mejores prácticas, las posibles barreras existentes, etc., que toma en cuenta la posibilidad de implementar y de encontrar financiamiento para cada medida a corto o mediano plazo y que garantiza la coherencia de las opciones de adaptación propuestas con los objetivos nacionales y locales de desarrollo. Se trata de un método de evaluación numérico, con la posibilidad de ponderar ciertos criterios, si así se desea.

Se han utilizado los seis (6) criterios siguientes para la priorización de las acciones de adaptación para la ciudad de Guayaquil:

C.1. Grado de urgencia de la medida, en relación con los principales riesgos, vulnerabilidades e impactos existentes: Se evalúa, entre otros, la posibilidad de que un retraso en la implementación de la medida pueda ocasionar costos ulteriores importantes.

C.2. Si se trata o no de una medida basada en las comunidades: Dicho criterio es a la vez importante “per se” pero también porque medidas basadas en las comunidades tienen mayor posibilidad de ser financiadas.

C.3. Probabilidad de conseguir financiamiento para la implementación de la medida en los próximos 2 - 5 años. Dicho financiamiento puede proceder de líneas presupuestarias internas al Municipio (lo que podría servir de palanca para la obtención de un financiamiento adicional), líneas presupuestarias nacionales, financiamiento internacional (fondos climáticos bajo el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático tales como el Fondo de Adaptación, el Fondo Verde por el Clima, o el Fondo para el Medio Ambiente Mundial – GEF por sus siglas en inglés, fondos Multilaterales – CAF, Banco Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo, cooperación bilateral – Global Climate Change Alliance de la Unión Europea, Global Climate Change Initiative americana, Agencia Francesa para el Desarrollo, cooperación alemana – GIZ, KfW, entre otros, así como la implicación/participación del sector privado, etc.). Se tomarán en cuenta igualmente los costos de transacción, es decir la inversión (en tiempo y en dinero) necesaria para tener acceso a las distintas fuentes de financiamiento.

C.4. Probabilidad de una implementación efectiva de la medida en los próximos 2 - 5 años, en función de los recursos técnicos, humanos, de la capacidad institucional, del marco jurídico, etc., existente.

C.5. Contribución de la medida a un "cambio transformacional", es decir que la medida tenga un impacto más allá de una inversión puntual en un proyecto o programa, sino que contribuya a un cambio de paradigma para conseguir una sociedad más resiliente.

C.6. Coherencia con los objetivos de desarrollo (nacionales y locales) y con otras estrategias y planes ya aprobados, incluida la (i)NDC.

Para cada medida se atribuyen valores de 0 a 3 a cada criterio, en función de la capacidad de la medida de responder a dicho criterio. Se suman las puntuaciones obtenidas para cada criterio, haciéndose la misma operación para cada una de las medidas propuestas. Después, se comparan los valores totales

obtenidos para cada medida y se procede a establecer un ranking de las medidas para la adaptación de Guayaquil al cambio climático.

Además, se considera que las acciones llamadas blandas, que contribuyen al refuerzo de la capacidad de adaptación, que son acciones “*no-regret*”, deben ser implementadas lo antes posible, ya que dichas acciones facilitan generalmente la implementación de acciones de adaptación concretas sobre el terreno (medidas “verdes”, “grises” o híbridas), así como los procesos de planificación, de gestión y de toma de decisiones.

Tal y como recomiendan las buenas prácticas para la adaptación, la propuesta se enfoca en la puesta en marcha de medidas llamadas “*low hanging fruits*” es decir, aquellas acciones “al alcance de la mano” y que permitan obtener beneficios concretos en el corto o mediano plazos.

Las medidas de adaptación propuestas como prioritarias para la ciudad de Guayaquil se presentan bajo la forma de un Programa Integral para la Adaptación de la Ciudad de Guayaquil al Cambio Climático, que contiene tanto medidas de refuerzo de la capacidad de adaptación, como medidas concretas de adaptación sobre el terreno.

Las medidas de adaptación concretas fueron analizadas a través de los criterios de selección propuestos, obteniéndose la siguiente clasificación de las mismas:

Medida	Grado de urgencia	Basada en la comunidad	Posibilidad de financiamiento a corto medio plazo	Probabilidad de implementación efectiva en el corto / medio plazo	Contribución a un cambio transformacional	Coherencia con los objetivos de desarrollo	TOTAL
<i>Guayaquil se prepara -</i> Capacitación y preparación de la municipalidad para la gestión de riesgo y la vulnerabilidad climática	3	3	3	3	3	3	18
GUAYACLIM - Observatorio Cantonal sobre Resiliencia y Cambio Climático	2	3	3	3	3	3	17
Guayaquil Florido – Jardines de lluvia / calles verdes	2	3	3	2	3	3	16
Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil	3	2	2	2	3	3	15
Restauración natural de manglares	2	3	3	2	2	3	15
Reforestación y mantenimiento de los bosques protectores de Guayaquil	2	3	3	2	2	3	15
Guayaquil Cielo Florido – tejados verdes	2	2	3	2	3	3	15
Estudio de la vulnerabilidad del puerto de Guayaquil frente al cambio climático y propuesta de medidas concretas de adaptación	3	0	3	3	1	3	13
Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil	3	1	3	3	1	2	13
Estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación	2	1	1	1	1	2	8

A la luz de los resultados del análisis de las medidas de adaptación propuestas, se proponen tres tipos de programas. Un programa basado en el desarrollo urbano resiliente de la ciudad de Guayaquil, el segundo, en el que se utilizan los servicios ecosistémicos producidos por el bosque seco y los manglares, para hacer de Guayaquil una ciudad más resiliente y el tercero basado en las medidas grises o híbridas.

El primer programa - *Guayaquil Ciudad Resiliente*, contiene las siguientes medidas:

- Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa:
 - Capacitación y preparación para la gestión de riesgo y la vulnerabilidad climáticos. *Proyecto “Guayaquil se prepara”;*
 - Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil.
- Medidas de adaptación “verdes”, basadas en los ecosistemas:
 - Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil. *“Guayaquil Florido”;*
 - Instalación de tejados y techos verdes en la ciudad de Guayaquil. *“Guayaquil Cielo Florido”;*

El costo aproximado del programa es de 13,5 M \$.

El segundo programa – *Adaptación basada en los Ecosistemas para la ciudad de Guayaquil*, consta de las siguientes opciones de adaptación:

- Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa:
 - *Creación de un Observatorio Cantonal sobre Resiliencia y Cambio Climático – GUAYACLIM;*
- Medidas de adaptación “verdes”, basadas en los ecosistemas:
 - Protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación de Guayaquil;
 - Conservación, manejo y restauración natural de manglares.

El costo aproximado del programa es de 7,6 M \$.

Tercer programa – *Inversión para la resiliencia en Guayaquil*:

- Construcción de una estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación. Costo estimado (proyecto piloto) : 500 000 \$;
- Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil. Costo estimado: 112,4 M \$

El costo aproximado del programa es de 113 M \$.

Bibliografía

Acebo, K. (2016). Ordenamiento Territorial Ecuador, Guayas, Guayaquil. Disponible en línea en : <http://www.slideshare.net/KarliiPopBermeo/ordenamiento-territorial-en-guayaquil-2016>

Adger, W.N., Agrawala, S., Mirza, M.M.Q., Conde, C., O'Brien, K., Pulhin, J., Pulwarty, R., Smit, B. & Takahashi, K. 2007. Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden & C.E. Hanson, eds. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 717–743. Cambridge, UK, Cambridge University Press.

Adger, W.N., Brooks, N., Bentham, G., Agnew, M. & Eriksen, S. 2004. New indicators of vulnerability and adaptive capacity. Tyndall Centre Technical Report, No.7. Norwich, UK, Tyndall Centre for Climate Change Research, University of East Anglia.

Albán M., S Suárez y J. Camacho (2010). Planificación Estratégica del Sistema de Áreas de Conservación del Gobierno Provincial del Guayas 2011- 2015. Informe de Consultoría presentado al GPG. 283pp

Autoridad Portuaria de Guayaquil. (2016). Informe narrativo de rendición de cuentas de la Autoridad Portuaria de Guayaquil – APG. Disponible en línea en <http://www.apg.gob.ec/files/FASE%201%20Y%20FASE%20%20RENDICION%20DE%20CUENTAS%202015.pdf>

Beccari B. A Comparative Analysis of Disaster Risk, Vulnerability and Resilience Composite Indicators. *PLOS Currents Disasters*. 2016 Mar 14. Edition 1. DOI: 10.1371/currents.dis.453df025e34b682e9737f95070f9b970.

Burgos, S., F. Cando, 2015. Pobreza multidimensional en Ecuador: aplicación del índice de pobreza multidimensional de Alkire y Foster para Ecuador.

Cañadas, L. 1983. El Mapa Bioclimático del Ecuador – PRONAREG. Quito, EC.

CAF (2013). La inundación en Guayaquil en marzo de 2013. Opinión de expertos internacionales. Cooperación Técnica de CAF. Informe Gerencial. 40 p.

Cámara de Industria de Guayaquil (2015). Indicadores económicos. Disponible en línea en: https://issuu.com/industrias/docs/estadisticas_para_empresarios_agost

Carter, T.R. and Mäkinen, K. 2011. Approaches to climate change impact, adaptation and vulnerability assessment: towards a classification framework to serve decision-making. *MEDIATION Technical Report No. 2.1*, Finnish Environment Institute (SYKE), Helsinki, Finland, 70 pp.

Chen, C.; Noble, I.; Hellmann, J.; Coffee, J.; Murillo, M.; Chawla, N., 2015. Notre Dame Global Adaptation Index. Country Index Technical Report.

CIIFEN, 2009. Elaboración de mapas de riesgo climáticos aplicados a los sectores: agrícola, salud, educación, infraestructura, asentamientos humanos y biodiversidad, para el litoral ecuatoriano.

Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC (978 0521 88010-7 Hardback; 978 0521 70597-4 Paperback)

Climate Change 2007 – The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. (ISBN 978 0521 88009-1 Hardback; 978 0521 70596-7 Paperback)

CLIRSEN, SINAGRO, 2011. Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000. Componente 2: “Geopedología y amenazas geológicas”

CLIRSEN, SINAGRO, 2011. Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000. Evaluación de tierras por su capacidad de uso. Cantón Guayaquil.

CLIRSEN, SINAGRO, 2011. Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000. Conflictos de uso de la tierra. Cantón Guayaquil.

Convenio SARE-CAM. CIIFEN / INAMHI / INOCAR, 2007. Información climática de amenazas hidrometeorológicas en las provincias costeras del Ecuador.

DED, SENAGUA, 2009. Problemática y conflictos sobre los recursos hídricos por efectos del cambio climático. Estudio exploratorio.

Efficacitas, 2007. Plan de gestión de la calidad del aire en la ciudad de Guayaquil. Volumen II. Plan para el quinquenio 2007-2012.

Hallegate and coll., 2013. Future Flood Losses in Major Coastal Cities. Publicado en Nature Climate Change. 18 de agosto de 2013. DOI:10.1038/NCLIMATE1979

Hinkel, J., 2011: "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": Towards a clarification of the science-policy interface. Global Environmental Change, 21, pp. 198-208

INEC, 2008. Medidas de pobreza y extrema pobreza por ingresos. Resumen ejecutivo. Disponible en línea: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/Metodologia+de+pobreza+por+ingresos.pdf>

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI, Unidad responsable proceso desconcentrado cuenca del río Guayas, Guayaquil, 2015. Desarrollo de Índices Oceánico - Atmosféricos para reducir la incertidumbre en las proyecciones de las condiciones oceanográficas entre las Islas Galápagos y la Costa.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ministerio del Ambiente. INAMHI - MAE, 2010. Escenarios del cambio climático con las salidas del modelo TL-959. Ecuador.

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Ministerio del Ambiente. INAMHI - MAE, 2010. Análisis estadístico con FCLIMDEX para Ecuador. Informe final.

IPCC, 2012: Glossary of terms. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 555-564.

M.I. Municipal de Guayaquil, 2010. Ordenanza que incorpora a la normativa municipal los protocolos del sistema de comando de incidentes y las normas de sectorización.

M.I. Municipal de Guayaquil, Dirección de Riesgos y Cooperación, 2014. Guía de organización multinivel para la reducción de riesgos de desastres en contextos urbanos, con enfoque basado en derechos.

M.I. Municipal de Guayaquil, Dirección de Riesgos y Cooperación, 2015. Plan de Acción por época lluviosa 2015-2016.

Ministerio de Salud Pública, 2016. Coordinación Zonal de Salud 8. Dirección de Planificación. Gestión Interna de Estadística y Análisis de la Información de Salud. Morbilidad de las enfermedades de notificación por el subsistema SIVE Alerta. Confirmados. Cantón Guayaquil año 2015.

Ministerio de Salud Pública, 2016. Coordinación Zonal de Salud 8. Dirección de Planificación. Gestión Interna de Estadística y Análisis de la Información de Salud. Memorando Nro. MSP-CZ8S-GIPISEC-2016-0041-M.

Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Ministerio del Ambiente. (2012). Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025.

Ministerio del Ambiente, 2000. Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC. Problemática y Conflictos sobre los Recursos Hídricos por Efectos del Cambio Climático. Disponible en línea en: <http://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc1s.pdf>

Ministerio del Ambiente, 2010. Proyecto GEF/PNUD/MAE. Segunda Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC. Problemática y Conflictos sobre los Recursos Hídricos por Efectos del Cambio Climático.

Muñoz, Á.G., 2010. Proyecto INAMHI – MAE – SCN – PRAA – PACC. Validación y Análisis de Consenso de Modelos de Escenarios de Cambio Climático para Ecuador.

Muñoz, Á.G., C. Recalde, 2010. Proyecto INAMHI – MAE – SCN – PRAA – PACC. Reporte Metodológico sobre el Experimento de Predicibilidad de Malaria en el Litoral Ecuatoriano.

Muñoz, Á.G., S. Macías, García, M.B., 2010. Proyecto INAMHI – MAE – SCN – PRAA – PACC. Informe final de caracterización hidrológica.

Nieto, J. J., Martínez, R., Regalado, J., & Hernández, F. (2002). Análisis de tendencia de series de tiempo oceanográficas y meteorológicas para determinar evidencias de cambio climático en la costa del Ecuador.

Recalde, C., Barston A.G., Muñoz Á.G., 2014. Predictability of December–April Rainfall in Coastal and Andean Ecuador. In American Meteorological Society. DOI: 10.1175/JAMC-D-13-0133.1.

Reguero BG, Losada IJ, Díaz-Simal P, Méndez FJ, Beck MW (2015) Effects of Climate Change on Exposure to Coastal Flooding in Latin America and the Caribbean. PLoS ONE 10(7): e0133409. doi:10.1371/journal.pone.0133409.

República del Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil, 2013. Gaceta Oficial, N. 51.

República del Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil, 2013. Gaceta Oficial, N. 20.

República del Ecuador. Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil, 2012. Gaceta Oficial, N. 28.

Schraad-Tischler, D., L Seelkopf, 2015. Concept and Methodology – Sustainable Governance Indicators 2015. Disponible en línea en: http://www.sgi-network.org/docs/2015/basics/SGI2015_Concept_and_Methodology.pdf

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – SNGR, 2012. Manual del Comité de Gestión de Riesgos. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – SNGR, 2014. Agenda de reducción de riesgos. Provincia del Guayas.

SENPLADES (2015). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Disponible en línea en: <http://zzz.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/doznloqds/2015/10/Agenda-zona-8.pdf>

Servicios Ambientales S.A. (2016). Evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica, Cantón de Guayaquil, Ecuador. Proyecto Huella de Ciudades.

Terence, J., R. Alves, 2000. Delphi – Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. Caderno de pesquisas em Administracao, Sao Paulo, v.01, n 12. 2 trim./2000.

VILLANUEVA-SOLIS, Jorge; RANFLA, Arturo y QUINTANILLA-MONTOYA, Ana L. Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de Clima árido Extremo. Inf. tecnol. [online]. 2013, vol.24, n.1 [citado 2016-09-05], pp.15-24. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000100003&lng=es&nrm=iso. ISSN 0718-0764. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000100003>.

Wright, L. & Hook, W. (Eds) (2010) Guía de planificación de sistemas BRT. Autobuses de transito rápido, (3ª. Edición), New York, NY, EUA: ITDP.

Yohe, G. & Tol, R.S.J. 2002. Indicators for social and economic coping capacity: moving toward a working definition of adaptive capacity. Global Environmental Change, 12: 25–40.

Páginas Web consultadas

Adaptación al Cambio Climático en Bolivia - Gestión Integrada de la Cuenca del Río Grande, Bolivia - <http://www.worldbank.org/projects/P129640/bolivia-climate-resilience-integrated-basin-management?lang=en&tab=overview>

Gestión de inundaciones urbanas – Ibadán, Nigeria - <http://www.worldbank.org/projects/P130840/?lang=en&tab=overview>

Gestión de inundaciones urbanas y de la erosión en Can Tho, Vietnam - <http://i-s-e-t.org/projects/can-tho-erosion.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=TFja1zcAfkU>

Sistema de Control del Servicio Urbano (UrSMS) – Surat, India -

http://www.100resilientcities.org/cities/entry/surats-resilience-challenge#/-_/

<http://surat.ursms.net/cms/home.aspx>

Sistema de Apoyo para la Toma de Decisiones en materia de inundaciones en la cuenca del río Chao Phraya, Tailandia -

<https://www.mikepoweredbydhi.com/global/references/apac/overview/protecting-thailand-from-floods>

Medidas de recuperación de emergencia tras las inundaciones, Serbia -

<http://www.worldbank.org/projects/P152018/?lang=en&tab=overview>

Sistema de Gestión de Inundaciones en Yakarta basado en infraestructura gris, Indonesia -

<http://www.worldbank.org/projects/P111034/Yakarta-urgent-flood-mitigation-project?lang=en>

Protección contra las inundaciones en el río Drina, Bosnia Herzegovina -

<http://www.worldbank.org/projects/P143844?lang=en>

Parque Yanweizhou en la ciudad de Jinhua, China - <http://www.landezine.com/index.php/2015/03/a-resilient-landscape-yanweizhou-park-in-jinhua-city-by-turenscape/>

Programa de Cubiertas Verdes en Edificios Públicos, Buenos Aires, Argentina -

http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/cubiertas/inf_tecnico_cubierta_verde.pdf

http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/cubiertas/res_b175.pdf


12 000 Jardines de Lluvia, Seattle, Estados Unidos -

<http://www.stewardshippartners.org/programs/rain-gardens/>

Calles verdes, Portland, Estados Unidos - <http://www.portlandoregon.gov/bes/52501>

Anexo 1: Benchmark internacional de medidas para la lucha contra las inundaciones

Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa

<p>Proyecto: Adaptación al Cambio Climático en Bolivia - Gestión Integrada de la Cuenca del Río Grande, Bolivia Tipo de medida: Refuerzo de la capacidad adaptativa</p>	
<p>Localización e información general</p>	
<p>País: Bolivia Población: 10,6 millones (Index Mundi, 2014) Densidad: 8,9 hab/km² IDH: 0,662 (Human Development Report 2015, 2014) PIB: US\$ 59,1 mil millones (Index Mundi, 2013)</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.worldbank.org/projects/P129640/bolivia-climate-resilience-integrated-basin-management?lang=en&tab=overview</p>	
<p>Contexto</p> <p>La ubicación geográfica de Bolivia, combinada con su alto nivel de pobreza, hace que sea un país especialmente vulnerable al cambio climático. El aumento gradual de la temperatura media está ocasionando cambios perjudiciales sobre el ciclo hidrológico y el aumento de la variabilidad, de la frecuencia y de la intensidad de las inundaciones y de las sequías. Precipitaciones más frecuentes e intensas en las partes altas de las cuencas generan problemas importantes de inundaciones en las tierras bajas, como en el río Piraí, en Santa Cruz, donde existe un problema recurrente de inundaciones de las tierras de la llanura amazónica. En muchas regiones, dichas inundaciones son y serán más frecuentes y con mayor intensidad debido al cambio climático.</p> <p>Bolivia fue seleccionada por el Programa Piloto de Resiliencia Climática (PPCR, por sus siglas en inglés), financiado por el Fondo de Inversión Climática (CIF). El PPCR tiene como principal objetivo apoyar la integración de los riesgos climáticos en las políticas de desarrollo y en la planificación de Bolivia de manera transversal, multisectorial e integrada, en base a los lineamientos del Mecanismo Nacional de Adaptación al Cambio Climático MNACC y de la Conferencia Mundial de los Pueblos sobre Cambio Climático y Derechos de la Madre Tierra.</p> <p>El Estado Plurinacional de Bolivia ha identificado la cuenca del Río Grande, y en particular las subcuencas Piraí, Mizque y Rocha, ubicadas en los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, como áreas particularmente vulnerables al cambio climático y que beneficiarán del apoyo del PPCR.</p> <p>El PPCR define el programa de inversión subyacente otorgado por el CIF y por el Programa Piloto para la Adaptación al Cambio Climático (PPACC) de Bolivia. Este proyecto constituye la primera fase del PPACC (PPACC-fase 1), con un costo de US \$ 1,5 millones.</p>	
<p>Objetivos del proyecto</p>	
<p>Los objetivos del proyecto incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apoyar la ejecución del Programa Piloto para la Resiliencia Climática (PPCR): 	

- Fortalecer la capacidad institucional para permitir la definición de un nuevo enfoque de gestión integrada de las cuencas que favorecerá la adaptación al cambio climático;
- Apoyar su implementación en tres subcuencas piloto de la cuenca del Río Grande: Piraí, Mizque y Rocha;
- Generar experiencias concretas de planificación, diseño e implementación de inversiones resilientes a los impactos del cambio climático, cuyos resultados serán la base para establecer o ajustar estándares para la planificación pública y las inversiones que podrían ser aplicadas en otras regiones.

Descripción del proyecto

El Proyecto incluye actividades de alcance nacional y actividades que se implementarán en las subcuencas de los ríos Rocha, Mizque y Piraí.

Los tres componentes del proyecto son:

- El fortalecimiento de la capacidad nacional para la adaptación al cambio climático:
 - La creación del Sistema Nacional sobre el Clima y el Agua;
 - La integración del enfoque de adaptación al cambio climático en las herramientas de planificación y de inversión seleccionadas;
 - El apoyo a la Unidad Coordinadora del Programa Piloto de Resiliencia Climática (UCP-PPACC).
- El fortalecimiento de la capacidad de adaptación al cambio climático en la cuenca del Río Grande:
 - Fortalecimiento institucional, planificación para la gestión integrada y participativa de los recursos hídricos y la adaptación al cambio climático en las subcuencas piloto;
 - Refuerzo de los sistemas de información sobre el agua y el clima en las subcuencas piloto.
- El diseño e implementación de subproyectos que mejoren la resiliencia al cambio climático en la cuenca del Río Grande:
 - Subproyectos de infraestructura y de manejo de cuencas;
 - Financiamiento de:
 - Estudios de pre-inversión relacionados con dichos sub-productos;
 - Obras, bienes y servicios necesarios para su implementación;
 - Asistencia técnica requerida para una implementación y un mantenimiento adecuados.

Proyecto: Gestión de inundaciones urbanas – Ibadán, Nigeria

Tipo de medida: Refuerzo de la capacidad adaptativa

Localización e información general

País: Nigeria

Ciudad: Ibadán

Población: 3,5 millones (Federal Republic of Nigeria Official Gazette, 2014)

Densidad: 805 hab/km²

Área: 3 850 km²



Más información sobre el proyecto:

<http://www.worldbank.org/projects/P130840/?lang=en&tab=overview>

Contexto

Ibadán es la tercera área metropolitana más grande de Nigeria después de Lagos y Kano y está muy expuesta a inundaciones recurrentes. Las inundaciones más recientes causaron víctimas humanas y pérdidas económicas importantes para la ciudad, principalmente en los sectores de la vivienda, la educación, la agricultura y el transporte.

Consciente de la necesidad de una solución integrada y a largo plazo en Ibadán, el Gobierno del Estado de Oyo solicitó el apoyo del Banco Mundial para financiar un proyecto para la gestión de las inundaciones. Hasta ahora, las respuestas a los últimos eventos de inundación se enfocaron en las necesidades inmediatas y de corto plazo, como la reconstrucción de los activos destruidos. Sin embargo, tanto el gobierno federal como los gobiernos estatales demostraron un fuerte compromiso hacia una gestión más preventiva del riesgo de inundación. Así, el Gobierno Federal de Nigeria lanzó el Proyecto de Ordenación Urbana de Lucha Contra las Inundaciones en Ibadán (IUFMP, por sus siglas en inglés), cuyos costos ascienden a \$ 200 millones y que está siendo financiado con el apoyo del Banco Mundial.

Objetivos del proyecto

El objetivo principal del proyecto es mejorar la capacidad del Estado de Oyo para gestionar eficazmente el riesgo de inundaciones en la ciudad de Ibadán.

Los objetivos específicos del proyecto son los siguientes:

- Un cambio claro de política de "respuesta dinámica a los desastres" hacia una "gestión preventiva del riesgo de inundación".
- Una participación activa en el programa de intercambio sobre la gestión del riesgo de inundación Sur-Sur patrocinado por el Gobierno de Corea del Sur y propiciado por el Banco Mundial.


El proyecto cuenta con el respaldo del Fondo Mundial para la Reducción y la Recuperación de los Desastres (GFDRR) para el fortalecimiento de capacidades sobre gestión del riesgo de desastres.

Descripción del proyecto

El proyecto consta de tres componentes principales:

- La evaluación del riesgo de inundación:
 - Análisis del riesgo de inundación en la ciudad de Ibadán en un contexto de cambio climático;
 - Planificación de medidas de reducción del riesgo;


- Implementación de medidas estructurales y no estructurales de prevención, y financiamiento de mejoras para la mitigación de los impactos de las inundaciones:
 - Diseño del Programa de Riesgo de Inundación y de Gestión de Inversiones;
 - Desarrollo de la estrategia a largo plazo del Estado de Oyo para la resiliencia a las inundaciones;
 - Establecimiento de un Sistema de Alerta Temprana Integrado y de un Sistema de Respuesta para la ciudad de Ibadán;
 - Desarrollo de un Plan de Contingencia basado en la comunidad y organización de talleres de capacitación en las comunidades seleccionadas.
- La reducción del riesgo de inundaciones a través del financiamiento de infraestructuras públicas: Mejora de las infraestructuras de alcantarillado en 14 áreas prioritarias previamente identificadas;
- Apoyo a la administración y a la gestión del proyecto: Financiamiento de los costos operacionales adicionales relacionados con la implementación del proyecto.

<p>Proyecto: Gestión de inundaciones urbanas y de la erosión en Can Tho, Vietnam Tipo de medida: Refuerzo de la capacidad adaptativa</p>	
<p>Localización e información general</p>	
<p>País: Vietnam Ciudad: Can Tho Población: 1,2 millón (Statistical Handbook of Vietnam, 2014) Densidad: 880 hab/km² Área: 1 408,9 km² PIB: US\$ 3,6 mil millones (Statistical Handbook of Vietnam, 2014)</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://i-s-e-t.org/projects/can-tho-erosion.html</p>	
<p>Contexto</p> <p>El proceso de urbanización en Can Tho afectó negativamente a los ríos y canales de drenaje de la ciudad. Como resultado se ha producido un aumento de la erosión de las orillas del río y un mayor número de episodios de inundaciones por marea. También se ha constatado la ineficiencia del sistema de drenaje durante episodios de lluvias intensas (tormentas) y se prevé que los problemas actuales del sistema de drenaje se intensifiquen en el futuro como consecuencia del cambio climático.</p> <p>El objetivo general de este proyecto es fortalecer la resiliencia climática de las instituciones y de las poblaciones vulnerables de las zonas suburbanas de la ciudad de Can Tho, a través del desarrollo de acciones concretas basadas en la comunidad, de lucha contra las inundaciones y contra la erosión.</p>	
<p>Objetivos del proyecto</p> <p>Los objetivos del proyecto incluyen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un mejor drenaje durante la temporada de inundaciones y mareas altas; • Una menor acumulación de contaminantes y de residuos en las zonas suburbanas; • La protección de las zonas de ribera mediante la implantación de vegetación y la creación de espacios verdes abiertos al público; • Un menor riesgo de propagación de enfermedades hídricas durante la temporada de lluvias. 	
<p>Descripción del proyecto</p> <p>El proyecto prevé las actividades siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisar los estudios existentes y las prácticas locales para la prevención de la erosión: <ul style="list-style-type: none"> ○ Estudiar las condiciones específicas de las orillas del río en Cai Tho; ○ Analizar la experiencia local de uso de técnicas biológicas para el control de la erosión. • Organizar a la población, planificar y supervisar: <ul style="list-style-type: none"> ○ Establecer grupos de trabajo que contribuyan a la elaboración de un plan de ejecución y que participen a monitorear el avance de su implementación; ○ Desarrollar procedimientos y acuerdos, junto con el gobierno local, para la gestión de dicho plan. • Difundir localmente los resultados del proyecto: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sensibilizar al gobierno local y a la población sobre la gestión de las inundaciones; 	

- Poner a disposición de la población y del gobierno local resúmenes de proyectos e informaciones diversas, realizar talleres y visitas in situ.
- Difundir los resultados del proyecto al nivel nacional:
 - Elaborar y vulgarizar informes, resúmenes y estudios de caso en vietnamita y en inglés.
 - Proporcionar notas informativas a los funcionarios del gobierno vietnamita, así como a los medios de comunicación nacionales.

Un video del proyecto de la ciudad puede verse en el siguiente enlace:
<https://www.youtube.com/watch?v=TFja1zcAfkU>

Medidas Operacionales

<p>Proyecto: Sistema de Control del Servicio Urbano (UrSMS) – Surat, India Tipo de medida: Opciones Operacionales</p>	
<p>Localización e información general</p>	
<p>País: India Ciudad: Surat Población: 4,5 millones (District Census Handbook – Surat, 2011) Densidad: 13 782 hab/km² (District Census Handbook - Surat, 2011) Area: 326 515 km² PIB: US\$ 40 mil millones (2011) Más información sobre el proyecto: http://www.100resilientcities.org/cities/entry/surats-resilience-challenge#/-/</p>	
<p>Contexto</p> <p>Surat es una de las ciudades con mayor crecimiento poblacional de la India, siendo el aumento de la población en la década 1991-2001 de un 60%. Este crecimiento de la población ha provocado un aumento de la demanda en infraestructuras y de servicios urbanos eficientes.</p> <p>De acuerdo con el World Bank Sustainable Development Network, Surat es, además, una de las ciudades más afectadas por el cambio climático en el mundo. En los últimos 100 años, Surat ha sufrido 23 inundaciones, incluyendo una inundación devastadora en el año 2013.</p>	
<p>Objetivos del proyecto</p> <p>El proyecto Sistema de Control del Servicio Urbano (UrSMS – disponible en línea en http://surat.ursms.net/cms/home.aspx) es un proyecto piloto que se desarrolló en el marco de la Red de Ciudades Resilientes al Cambio Climático de Asia (ACCCRN) para mejorar la gestión y la capacidad de respuesta ante impactos del cambio climático sobre la salud, el sistema de abastecimiento en agua, el sistema de alcantarillado y los servicios de recogida y tratamiento de residuos sólidos.</p> <p>El objetivo del proyecto es introducir un sistema de vigilancia basado en servicios de telefonía móvil e Internet, con los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reducir el papeleo y aumentar la eficiencia de los servicios; • Aumentar la capacidad de supervisión y de gestión de los servicios en periodos de emergencia por inundación; • Proporcionar mejores servicios públicos a la población en un contexto de cambio climático; • Aumentar la resiliencia frente a los riesgos actuales y futuros. 	
<p>Descripción del proyecto</p> <p>Teniendo en cuenta los desafíos de planificación urbana existentes en Surat, en especial en lo que se refiere a la gestión del riesgo de inundación, el proyecto piloto del Sistema de Control del Servicio Urbano (UrSMS) se diseñó como una plataforma capaz de ayudar a los ciudadanos a enfrentar situaciones de emergencia. El sistema tiene dos principales interfaces:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La interfaz móvil para enviar y recibir información a través de SMSs; 	

- La interfaz Internet para la visualización de información en forma de mapas e informes.

Se capacitó a los funcionarios municipales para la utilización del sistema y se distribuyó el software entre la población. El sistema se probó durante un período de seis meses, en el que, a través del intercambio de información con los usuarios, se pudo mejorar la interfaz y la funcionalidad del mismo.

El proyecto ha sido elegido ganador del concurso Desafío Climático (en la categoría "*Projects to Watch*") organizado por la ONU.

Proyecto: Sistema de Apoyo para la Toma de Decisiones en materia de inundaciones en la cuenca del río Chao Phraya, Tailandia.

Tipo de medida: Opciones Operacionales

Localización e información general

País: Tailandia

Localidad: Río Chao Phraya

Población: 8,3 millones (Bangkok, 2010)

Densidad: 5 300 hab/km² (Bangkok, 2010)

PIB: US\$ 98,34 mil millones (Bangkok, 2010)



Más información sobre el proyecto:

<https://www.mikepoweredbydhi.com/global/references/apac/overview/protecting-thailand-from-floods>

Contexto

En 2011, las fuertes lluvias durante la estación del monzón causaron graves inundaciones que devastaron Tailandia. Las inundaciones por el desborde del río Chao Phraya afectaron a gran parte de la capital tailandesa, así como a la mayor parte de su zona industrial. Se registraron más de 800 víctimas mortales y las pérdidas económicas para el país fueron evaluadas a 45 mil millones de dólares. Este episodio fue considerado como una de las peores inundaciones que ha sufrido el país en las últimas décadas.

Con el fin de luchar contra las devastadoras inundaciones que sufre el país, el Instituto de Informática Hidrológico Agronómico de Tailandia (HAI, por sus siglas en inglés) lanzó un proyecto para establecer un Sistema de Apoyo para la Toma de Decisiones (Decision Support System - DSS) para una gestión operativa del recurso hídrico.

Objetivos del proyecto

El objetivo del proyecto es crear información sobre las condiciones del río Chao Phraya, y suministrarla en tiempo real a cualquier usuario. El DSS utiliza un sistema capaz de proporcionar información relativa a las inundaciones con siete días de antelación, lo que permite anticipar los posibles desastres a corto y mediano plazo. La información rápida, precisa y fiable proporcionada por el DSS permitirá a Tailandia:

- Emitir alertas tempranas en zonas propensas a inundaciones;
- Establecer planes de emergencia;
- Llevar a cabo estrategias para contener las inundaciones mediante el uso de embalses y cuencas de retención;
- Mitigar los impactos de las inundaciones sobre la población y las infraestructuras.

Descripción del proyecto


El modelo de predicción de crecidas cubre toda la cuenca del río Chao Phraya, incluyendo la ciudad de Bangkok. El DSS está alimentado por múltiples bases de datos tales como bases de datos GIS, de usos del agua, datos de precipitaciones en tiempo real, de caudal, de nivel del agua, de capacidad de almacenamiento, etc. El DSS proporciona, con siete días de antelación, los niveles proyectados en 28 ubicaciones. Esto permite la predicción de crecidas a corto y mediano plazo, para ayudar a las autoridades tailandesas a mejorar su gestión y su planificación ante las inundaciones, a lo largo de toda la cuenca del río Chao Phraya.

A partir de la página web del DSS, los usuarios pueden acceder a:

- la información sobre el proyecto;

- los datos hidro-meteorológicos en tiempo real;
- los datos de previsión;
- los análisis del balance hídrico;
- las herramientas de gestión de las inundaciones.

Los primeros resultados del proyecto mostraron un rendimiento satisfactorio del DSS.

<p>Proyecto: Medidas de recuperación de emergencia tras las inundaciones, Serbia Tipo : Medidas “grises”</p>	
<p>Localización e información general</p>	
<p>País: Serbia Población: 7,1 millones (Official population projection for Serbia, 2016) Densidad: 92,8 hab/km² IDH: 0,771 (Human Development Report, 2015) PIB: US\$100 180 mil millones (Report for Selected Countries and Subjects, 2016) Más información sobre el proyecto: http://www.worldbank.org/projects/P152018/?lang=en&tab=overview</p>	
<p>Contexto</p> <p>La economía de Serbia sigue siendo débil y vulnerable a choques tanto internos como externos. La recesión económica ha tenido graves consecuencias sobre el empleo y la pobreza en el país. En el tercer trimestre de 2014, el desempleo fue superior al 20%, siendo el desempleo entre los jóvenes de casi el 50%, uno de los más altos de Europa.</p> <p>Las devastadoras inundaciones de mayo de 2014, causaron 51 muertes e importantes pérdidas económicas, impactando de manera particular a las poblaciones más pobres. Aproximadamente 51 800 personas perdieron temporalmente su trabajo debido a la interrupción de las actividades productivas. Asimismo, se estima que 125 000 personas cayeron por debajo del umbral de la pobreza, lo que provocó un aumento del 7% del nivel de pobreza del país.</p> <p>El sector energético y el sector agrario fueron los más afectados por las inundaciones. Las infraestructuras de protección contra las inundaciones sufrieron daños significativos, dejando al país aun más vulnerable frente a inundaciones futuras.</p> <p>El 18 de julio de 2014, el Gobierno de Serbia aprobó la Ley de Reconstrucción Tras las Inundaciones. Esta ley permitirá la rehabilitación y el establecimiento de una organización global para definir los programas de asistencia y de recuperación, en conformidad con las prioridades de cada sector.</p>	
<p>Objetivos del proyecto</p> <p>El objetivo general es apoyar la urgente rehabilitación de la infraestructura de protección contra las inundaciones, controlar el drenaje y fortalecer la capacidad técnica e institucional de los organismos gubernamentales para mejorar la prevención y la gestión de las inundaciones.</p> <p>Los objetivos específicos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ayudar a restaurar la capacidad del sistema energético nacional para satisfacer la demanda interna; • Proteger los medios de subsistencia de los agricultores de las zonas afectadas por las inundaciones; • Proteger personas y bienes frente a posibles inundaciones; • Mejorar la capacidad de Serbia para responder eficazmente a los desastres. 	

Descripción del proyecto

La rehabilitación y la reconstrucción de estructuras de protección contra las inundaciones y de infraestructuras de control de drenaje se harán a través de la provisión de bienes, de obras civiles y de servicios de consultoría en las áreas afectadas por las inundaciones.

Se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Apoyo a la gestión del proyecto;
- Fortalecimiento de la capacidad técnica e institucional para mejorar la capacidad de prevención y de gestión de las inundaciones;
- Desarrollo de estudios técnicos para identificar las obras prioritarias de infraestructura de protección contra las inundaciones;
- Realización de las obras necesarias.

Proyecto: Sistema de Gestión de Inundaciones en Yakarta basado en infraestructura gris, Indonesia
Tipo : Medidas “grises”

Localización e información general

País: Indonesia
Ciudad: Yakarta
Población: 9,6 millones (Census, 2010)
Densidad: 1 800 hab/km² (Census, 2010)
IDH: 0,783



Más información sobre el proyecto:
<http://www.worldbank.org/projects/P111034/Yakarta-urgent-flood-mitigation-project?lang=en>

Contexto

Yakarta es el centro urbano por excelencia de Indonesia. Es su principal centro comercial y contribuye con alrededor del 25% al PIB no petrolero del país. La expansión urbana ha contribuido igualmente a hacer de la región de Yakarta una de las áreas metropolitanas más grandes del mundo. El Distrito Capital de Yakarta (DKI) cubre un área de aproximadamente 650 km², con una población de 9,6 millones de habitantes. La población de la Gran Yakarta (que abarca unos 7 300 km²) se situaba en unos 23,7 millones de habitantes en el año 2005. Las tasas de crecimiento de la población están muy por encima de la media nacional y se estima que para el año 2020 la Gran Yakarta contará con una población de 35 millones de personas.

Debido al rápido crecimiento urbanístico y al desarrollo inadecuado de los servicios públicos, la ciudad se enfrenta a una serie de problemas graves tales como inundaciones recurrentes y que han provocado cuantiosos daños. Cualquier esfuerzo de Indonesia para mitigar los impactos de las inundaciones sobre su población necesita enfocarse en Yakarta, que es, como se mencionó anteriormente, la principal área urbana del país.

Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es mejorar la puesta en marcha y el mantenimiento del sistema de gestión de las inundaciones de Yakarta.

El objetivo se logra a través de:

- El dragado de cauces de alivio, para mejorar la capacidad de drenaje, y la construcción de depósitos de retención;
- La rehabilitación y la construcción de diques de contención;
- El establecimiento de un sistema de coordinación institucional entre los tres organismos responsables de la ejecución del proyecto: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung - Cisadane (BBWSCC), la Dirección General de Asentamientos Humanos (DGCK), y Provincial Public Works Office del gobierno provincial de Yakarta (DPU-DKI);
- El fortalecimiento de la capacidad técnica e instituciobal de los organismos implicados.

Descripción del proyecto

El principio básico de la gestión de las inundaciones en Yakarta es la desviación de caudales desde las zonas río arriba hacia el este y el oeste de la ciudad mediante el uso de dos canales principales que desembocan en la Bahía de Yakarta. Dentro de la ciudad, el sistema de

drenaje consta de un gran número de canales. El sistema de drenaje se divide en varios subsistemas, separados por compuertas. En las zonas bajas existen sistemas de protección que utilizan depósitos de retención en el punto más bajo y regulan los niveles de agua mediante bombeo.

Sin embargo, en la actualidad el sistema de gestión de las inundaciones previsto inicialmente permanece incompleto y no funciona como un sistema completamente integrado. Por una parte, Banjir, el canal de inundación al Este de la ciudad se terminó recientemente, pero aún no está en funcionamiento. Por otra parte, los canales que atraviesan la ciudad de Este a Oeste todavía no están conectados al sistema de desvío integrado. El sistema sigue estando en mal estado, existen graves deficiencias de ejecución y de mantenimiento y la gestión local del drenaje es inadecuada.

Además, se utilizan generalmente fondos privados para intervenir localmente, lo que hace que los impactos de las inundaciones sean más importantes sobre las poblaciones con menos recursos.

Proyecto: Protección contra las inundaciones en el río Drina, Bosnia Herzegovina
Tipo : Medidas “grises”

Localización e información general

País: Bosnia Herzegovina
Localidad: Río Drina (Bijeljina y Goražde)
Población: Bijeljina: 114 663; Goražde: 88 438 (Census, 2013)
Densidad: Bijeljina: 156,3 hab/km²; Goražde: 355,5 hab/km² (Census, 2013)
Valor: US\$ 28 millones



Más información sobre el proyecto:
<http://www.worldbank.org/projects/P143844?lang=en>

Contexto

El río Drina tiene 346 kilómetros de longitud y es el mayor afluente del río Sava, que es a su vez el mayor afluente del Danubio. El río y su cuenca son de vital importancia para sus tres países ribereños: Bosnia Herzegovina (BiH), Montenegro y Serbia. Ocho embalses de centrales hidroeléctricas regulan los caudales naturales extremos.

Las regiones de Bijeljina y de Gorazde son particularmente vulnerables a las inundaciones, por tres razones principalmente: En primer lugar, la zona de Bijeljina no cuenta con ninguna protección contra las inundaciones ya que no se construyeron diques en la margen izquierda del río Drina (en Bosnia Herzegovina), mientras que los diques de la margen derecha (en Serbia) si se erigieron. Además, algunos sectores de la zona de Gorazde están sufriendo una severa erosión del lecho del río y de sus orillas debido a la construcción incompleta de muros de contención. Un tercer factor importante que aumenta el riesgo de inundación es que las estructuras de protección existentes no son adecuadas o perderán pronto su funcionalidad debido a la falta de mantenimiento durante las dos últimas décadas como consecuencia del conflicto armado que ha tenido lugar en la región.

Los daños causados por las inundaciones recurrentes son costosos y afectan gravemente a la economía local, por lo que la inversión en medidas de protección se ha convertido en una prioridad para la región.

Objetivos del proyecto

El objetivo del proyecto es proporcionar una mejor protección frente a las inundaciones en las áreas del proyecto, mediante medidas de adaptación basadas en obras de ingeniería y apoyo técnico.

Los beneficiarios del proyecto son las poblaciones localizadas a orillas del río Drina en BiH, especialmente las ciudades de Bijeljina y Gorazde. Los agricultores que tienen sus tierras a proximidad del río beneficiarán de diques nuevos o reconstruidos, y también se evitarán inundaciones de las infraestructuras de transporte regionales (carreteras y puentes) y de los pueblos situados en las llanuras de inundación.

Descripción del proyecto

El proyecto tiene dos componentes:

- La protección contra inundaciones y el apoyo técnico en la zona de Bijeljina


Se financiarán obras de ingeniería civil e inversiones conexas para la protección contra las inundaciones en la zona de Bijeljina y en las llanuras de inundación en la confluencia con el

río Sava y se proporcionará apoyo técnico y administrativo a *Aguas RS* de Bijeljina, organismo encargado de la gestión del proyecto. Se efectuarán las siguientes actividades:

- Compras de equipos y adquisición de tierras;
- Apoyo a la gestión del proyecto y a la preparación de documentos de licitación; fortalecimiento institucional a través de actividades de formación del personal;
- Construcción y/o re-construcción de diques.
- La protección contra inundaciones y el apoyo técnico en la zona de Gorazde:

Se financiarán obras de ingeniería civil e inversiones conexas para la protección contra las inundaciones en cuatro zonas del Cantón Podrinje Bosnia (cerca de Gorade) y se proporcionará apoyo técnico y administrativo a la Agencia de Cuenca del río Sava en Sarajevo, que es la encargada de la gestión del proyecto. Se realizarán las actividades siguientes:

- Compras de equipos y adquisición de tierras;
- Apoyo a la gestión del proyecto y a la preparación de documentos de licitación; fortalecimiento institucional;
- Medidas para la consolidación del lecho y de las orillas del río (revestimientos, parapetos, gaviones);
- Construcción de estructuras de protección similares para carreteras, puentes y otras infraestructuras cercanas al río o en su zona de influencia;
- Construcción y/o re-construcción de diques de contención.

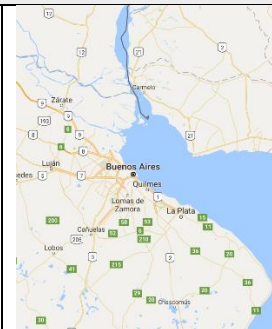
<p>Proyecto: Parque Yanweizhou en la ciudad de Jinhua, China Tipo: Medidas verdes</p>	
<p>Localización e información general</p>	
<p>País: China Ciudad: Jinhua Población: 5 361 572 (2010) Area: 1 077 245 km² Densidad: 530 hab/km² PIB: US\$ 7,9 mil millones (2012) <u>Más información sobre el proyecto:</u> http://www.landezine.com/index.php/2015/03/a-resilient-landscape-yanweizhou-park-in-jinhua-city-by-turenscape/</p>	
<p>Contexto</p> <p>El humedal de Yanweizhou está situado dentro del área urbana de Jinhua, una ciudad china localizada en la confluencia de los ríos Wuyi y Yiwu que convergen para formar el río Jinhua. La presión urbanística está provocando la destrucción de los humedales existentes.</p> <p>Antes de la implementación del presente proyecto, los tres ríos (Wuyi, Yiwu y Jinhua), que miden más de 100 metros de ancho cada uno, separaban barrios densamente poblados de la ciudad. Como resultado de esta fragmentación, las instalaciones culturales y los espacios verdes adyacentes a la zona del actual parque Yanweizhou estaban infrautilizados.</p> <p>Además, debido a su clima monzónico, Jinhua sufre inundaciones anualmente. Durante mucho tiempo, la estrategia para el control de las inundaciones fue construir muros de contención de hormigón cada vez más robustos y más altos. Sin embargo, dichos muros, contruidos en las orillas de los ríos y de las llanuras aluviales, segmentaban el espacio urbano y exacerbaban la fuerza destructiva de las aguas.</p> <p>La creación del parque Yanweizhou es una solución ecológica y replicable para la gestión de las inundaciones a gran escala.</p>	
<p>Objetivos del proyecto</p> <p>Los principales objetivos del proyecto son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hacer frente a las inundaciones; • Crear continuidad en el espacio urbano; • Preservar y mejorar los hábitats naturales existentes. 	
<p>Descripción del proyecto</p> <p>El parque Yanweizhou, de 26 hectáreas, está concebido para resistir a las inundaciones, a la vez que se crean hábitats para la fauna local. El parque se inunda durante cortos periodos de tiempo en los que permanece cerrado al público. En la primera fase del proyecto se construyó un terraplén en las orillas del río en el que se plantó vegetación nativa. Se construyeron senderos peatonales, terrazas vegetalizadas y un lago artificial. Las inundaciones aportan limo fértil que se deposita sobre las terrazas y enriquece el suelo, creando las condiciones propicias para el crecimiento de hierbas altas y juncos, que contribuyen a filtrar el agua de escorrentía proveniente de las superficies impermeables.</p>	

En la segunda fase se construyeron puentes peatonales que unen las diferentes partes del parque y actúan como puntos conexión para las diferentes zonas de la ciudad.

Proyecto: Programa de Cubiertas Verdes en Edificios Públicos, Buenos Aires, Argentina
Tipo: Medidas verdes

Localización e información general

País: Argentina
Ciudad: Buenos Aires
Población: 3 millones de habitantes (2015)
Area: 2 952 km²
Densidad: 530 hab/km²
PIB: US\$ 348,4 millares (2012)



Más información sobre el proyecto:

http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/cubiertas/inf_tecnico_cubierta_verde.pdf

Contexto

La ciudad de Buenos Aires y su área urbana están sometidas a impactos del cambio climático tales como inundaciones e islas de calor urbano, que se acentúan debido al alto grado de densidad urbana.

Ante esta situación, el Gobierno Centralizado de Buenos Aires ha puesto en marcha un programa para fomentar la instalación de cubiertas verdes en los edificios públicos de la ciudad. Dicha medida tiene múltiples beneficios, entre los que destacan la captación de agua de lluvia y la disminución de la escorrentía superficial, reduciéndose el riesgo de inundación, la reducción de emisión de gases de efecto invernadero, la filtración de partículas finas y otros contaminantes atmosféricos, el aumento de la biodiversidad en medio urbano y la bajada de la temperatura media de la ciudad, amortiguándose la formación de islas de calor urbanas.

Objetivos del proyecto

El principal objetivo de este programa es impulsar la instalación de cubiertas con vegetación en edificios públicos de la ciudad para disminuir el riesgo de inundaciones y amortiguar la formación de islas de calor urbana, a la vez que se mejora la salud de los habitantes y se crean hábitats para diferentes especies nativas o migratorias, particularmente insectos y pájaros.

Descripción del proyecto

El Programa Cubiertas Verdes en Edificios Públicos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires fue lanzado en el año 2010, con el fin de impulsar la instalación de tejados vegetales en la ciudad que contribuyeran a hacer de Buenos Aires una ciudad más resiliente y sustentable. El programa se estableció mediante Resolución N° 175/GCABA/APRA/10, disponible en línea en http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/cubiertas/res_b175.pdf. El programa comprende las siguientes etapas:

- Elección del sitio y estudio de factibilidad: La Agencia de Protección Ambiental selecciona los edificios públicos del Gobierno Centralizado de Buenos Aires en los cuales podrían instalarse cubiertas verdes y se procede a la realización de un estudio de factibilidad;
- Una vez realizado el estudio de factibilidad se realizan las obras necesarias para la instalación de la cubierta verde.
- Campaña de comunicación para informar sobre la instalación de la cubierta verde.

- Realización de monitoreos, en colaboración con una institución de investigación científica y tecnológica, para medir las mejoras en temperatura, escurrimiento y aislamiento propiciadas por dichas cubiertas verdes.

Proyecto: 12 000 Jardines de Lluvia, Seattle, Estados Unidos

Tipo: Medidas basadas en los ecosistemas

Localización e información general

País: Estados Unidos de América

Ciudad: Seattle

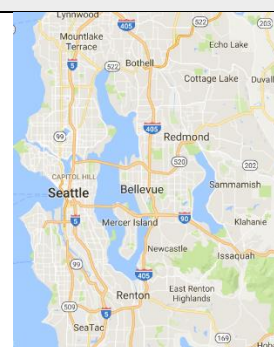
Población: 3,7 millones de habitantes (US Decennial Census 2014)

Area: 15 265 km²

Densidad: 210 hab/km²

Información sobre el proyecto:

<http://www.stewardshippartners.org/programs/rain-gardens/>



Contexto

La incorporación de jardines de lluvia contribuye de forma importante a la reducción de la escorrentía y a la protección de la calidad del agua. Se trata de depresiones poco profundas que absorben y filtran las aguas pluviales provenientes de áreas impermeables.

Los jardines de lluvia son una de las herramientas más costo-eficientes y versátiles de un nuevo enfoque para gestionar las aguas pluviales en el marco de las prácticas de “Desarrollo de Bajo Impacto / *Low Impact Development*”.

La iniciativa que se describe en la presente ficha se desarrolla en el área metropolitana de Seattle, en el Estado de Washington (Estados Unidos), pero otros proyectos similares de instalación de jardines de lluvia están siendo estudiados por ciudades de todo el mundo con alto riesgo de inundación.

Los principales beneficios obtenidos a través los jardines de lluvia son los siguientes:

- Reducción de la contaminación del agua;
- Prevención de las inundaciones;
- Belleza escénica urbana;
- Aumento de la biodiversidad en medio urbano.

Objetivos del proyecto

Disponer de 12 000 jardines de lluvia en Seattle y en su área metropolitana en 2016

Descripción del proyecto

La Universidad del Estado de Washington en Estados Unidos, en colaboración con la ONG Stewardship Partners, lanzó en 2011 la campaña “12 000 Rain Gardens” (12 000 jardines de lluvia), destinados a aumentar la biodiversidad en medio urbano residencial, mejorar la calidad del agua y disminuir el riesgo de inundación.

Para ello se conceden una serie de ayudas económicas a los propietarios de viviendas para la construcción de jardines de lluvia, con donaciones de hasta 2500 \$ por proyecto, y se facilita el acceso a créditos con tipos de interés preferenciales. También se proporciona apoyo técnico y se ha creado una lista de profesionales de la construcción de jardines de lluvia, fácilmente accesible en

Internet.

Existen además ayudas específicas para la construcción de jardines de lluvia en las escuelas.

El proyecto contiene un fuerte componente de comunicación y de sensibilización que es una de las claves de su éxito.

Proyecto: Calles verdes, Portland, Estados Unidos

Tipo: Medidas verdes

Localización e información general

País: Estados Unidos

Ciudad: Portland

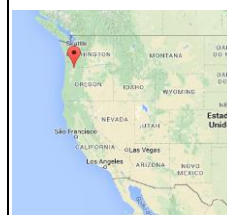
Población: 609 000 (2013)

Area: 376 km²

Densidad: 1 689 hab/km²

Información sobre el proyecto:

<http://www.portlandoregon.gov/bes/52501>



Contexto

En un entorno natural, el suelo y las plantas absorben el agua de lluvia. Pero cuando las calles, edificios y estacionamientos cubren el suelo, la lluvia no puede infiltrarse aumentándose la escorrentía y transportando el agua sedimentos y contaminantes.

La ciudad de Portland ha optado por implantar un sistema de calles verdes como un modo de gestionar las aguas pluviales y de proteger la calidad del agua.

Más de un tercio del total de las tuberías del sistema de alcantarillado de Portland tienen más de 80 años de antigüedad. La infraestructura verde protege el sistema de alcantarillado y contribuye a que funcione con mayor eficacia, al disminuir la carga que dicho sistema tiene que soportar.

Además, el sistema de calles verdes aumenta la biodiversidad en medio urbano y la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, a la vez que se incrementa el valor de las propiedades situadas en dichas calles y se ahorra en costes de mantenimiento del sistema de alcantarillado.

Objetivos del proyecto

El proyecto tiene como principales objetivos la prevención y la reducción de las inundaciones a la vez que se obtienen los siguientes co-beneficios.

- Proteger y mejorar la eficacia la red de alcantarillado de la ciudad y reducir los costos de mantenimiento;
- Prevenir los derrames de aguas negras en el río Willamette;
- Aumentar los espacios verdes urbanos, mejorar la calidad del aire, favorecer la recarga de las capas subterráneas y reducir la temperatura media de la ciudad.

Descripción del proyecto

El proyecto Calles Verdes está diseñado para desviar las aguas pluviales hacia una serie de jardineras interconectadas realizadas a nivel de la calle mediante pequeñas aberturas en la acera. En periodos de lluvias intensas en los que el agua de escorrentía es superior a la capacidad de absorción de la jardinera, el exceso de agua fluye hacia la parte inferior y se canaliza hacia una segunda jardinera y así sucesivamente.

Cada jardinera está diseñada para absorber hasta 15,24 cm de agua. Se construye con materiales porosos que permiten que el agua se infiltre en el suelo a una velocidad de hasta 10 cm por hora. Además, las jardineras se plantan con vegetales nativos y contribuyen a la filtración de los contaminantes provenientes de las áreas impermeables.

En ciertos barrios residenciales se han incluido además pavimentos y asfaltos permeables en calzadas y aparcamientos. Estos materiales permiten la infiltración del agua, reduciendo la escorrentía y el riesgo de inundación.

La población de Portland participa activamente en el proyecto Calles Verdes. Los Servicios Medioambientales de la ciudad crearon el programa *Green Street Steward*, a través del cual los ciudadanos pueden recoger la basura, retirar hojas y escombros, y encargarse desherbar y de regar las jardineras. Cualquier persona puede participar en el programa tras una pequeña formación de 2 días.

Diseñado por los Departamentos de Transporte y de Agua de Portland y por la Oficina de Servicios Ambientales, el Programa Calles Verdes ha reducido la escorrentía superficial en las calles de Portland en un 85%.