



Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Guayaquil

Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Guayaquil

Título

Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Guayaquil

Depósito legal: DC2018001500

ISBN: 978-980-422-099-9

Editor: CAF

Dirección de Sostenibilidad, Inclusión y Cambio Climático

Ligia Castro, directora

Autor: I Care Environnement

La revisión de esta publicación fue realizada por el equipo de la Dirección de Sostenibilidad, Inclusión y Cambio Climático integrado por:

María Carolina Torres

Martha Castillo

Adriana Carolina Cortés

Mauricio Velásquez

Diseño gráfico: Estudio Bilder / Buenos Aires

Las ideas y planteamientos contenidos en la presente edición son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no comprometen la posición oficial de CAF.

La versión digital de este libro se encuentra en: scioteca.caf.com

© 2018 Corporación Andina de Fomento

Todos los derechos reservados

Índice general

Acrónimos	9
Glosario	10
1 Resumen ejecutivo	12
2 Contexto y objetivos del estudio	24
3 Alcance	30
4 Metodología para la elaboración del índice de vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil	34
La etapa de colecta de información	37
Selección de la unidad de análisis	37
Las limitaciones del estudio por parroquias	38
Desarrollo de los indicadores	41
Selección de los indicadores	42
Estandarización de los indicadores	46
5 Los indicadores utilizados para el desarrollo del índice de vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil	50
Sensibilidad	52
Factores socioeconómicos	52
Factores ambientales	68
Exposición	73
Cambio climático previsto en la ciudad de Guayaquil	74
Factores climáticos	75
Factores socioeconómicos	77
Factores ambientales	79
<i>Hot spots</i>	82
Capacidad de adaptación	94
Información, sensibilización, conocimiento	95
Actores y gobernanza	96
Planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres	98
Prioridades de inversión	100

6 Análisis de los resultados	102
Resultados del análisis de la sensibilidad de las parroquias de Guayaquil al cambio climático	104
Resultados del análisis de la exposición de las parroquias de Guayaquil al cambio climático	114
Resultados del análisis de la capacidad adaptativa de la ciudad de Guayaquil	123
Conclusiones del análisis de la vulnerabilidad de las parroquias de Guayaquil al cambio climático	126
7 Benchmark internacional de medidas adaptación al cambio climático	130
8 Las medidas de adaptación propuestas	136
Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa	139
Medidas de adaptación basadas en los ecosistemas	150
Medidas de adaptación “híbridas” o “grises”	162
9 Programa Integral para la Adaptación de la Ciudad de Guayaquil al Cambio Climático	168
10 Consideraciones generales, a modo de conclusión	172
11 Bibliografía	176
Páginas Web consultadas	181
12 Anexo 1: Benchmark internacional de medidas para la lucha contra las inundaciones	184
Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa	186
Medidas Operacionales	190
Infraestructura gris	192
Medidas de adaptación basadas en los ecosistemas – Medidas verdes	196

Índice de figuras

Figura 1	Ubicación de la ciudad de Guayaquil respecto al Ecuador Continental	14
Figura 2	Actividades que generan mayor ingreso (en % del ingreso total generado) en Guayaquil, INEC (2010)	15
Figura 3	Parroquias de Guayaquil y área de expansión urbana: población y densidad poblacional	16
Figura 4	Parroquias urbanas y Expansión Urbana del cantón Guayaquil consideradas en el estudio	26
Figura 5	Área del estudio	32
Figura 6	Representación gráfica del Método Delphi	43
Figura 7	Cuadro de notas utilizada como una herramienta para la toma de decisión – Método Delphi	44
Figura 8	Proceso de colecta y tratamiento de datos	46
Figura 9	Tasa de pobreza en las parroquias de Guayaquil y en el área de expansión urbana	54
Figura 10	Evolución de la población de Guayaquil de 1950 a 2010	57
Figura 11	Densidad poblacional neta de las parroquias de Guayaquil y del área de expansión urbana	58
Figura 12	Centros de salud en las parroquias de Guayaquil	62
Figura 13	Red hidrológica del río Guayas	64
Figura 14	Tasa de conexión al servicio de alcantarillado en las parroquias de Guayaquil	66
Figura 15	Visualización grado de urbanización e impermeabilización de suelos de las parroquias de Guayaquil	69
Figura 16	Mapa de luz nocturna de las parroquias de Guayaquil (Año 2014)	70
Figura 17	Mapa de deforestación en las parroquias de la Municipalidad de Guayaquil de 1990 a 2014	72
Figura 18	Riesgo de inundación de las parroquias de Guayaquil	80
Figura 19	Riesgo de deslizamiento de tierra en las parroquias de Guayaquil	81
Figura 20	Número de industrias por parroquia en la ciudad de Guayaquil	83
Figura 21	Industrias situadas en zonas con riesgo de inundación	85
Figura 22	Complejos educacionales situados en zonas con riesgo de inundación	90
Figura 23	Centros de salud situados en zonas con riesgo de inundación	92
Figura 24	Índice de sensibilidad de las parroquias de Guayaquil frente al cambio climático	111
Figura 25	Distribución por parroquias de las industrias y centros de transporte en zonas con riesgo de inundación	119
Figura 26	Distribución por parroquias de los complejos educacionales en zonas con riesgo de inundación	120
Figura 27	Distribución por parroquias de los centros de salud en zonas con riesgo de inundación	121
Figura 28	Índice de exposición de las parroquias de Guayaquil frente al cambio climático	122
Figura 29	Índice de vulnerabilidad al cambio climático por zonas de la ciudad de Guayaquil	127

Índice de tablas

Tabla 1	Indicadores utilizados para la construcción del índice de vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad de Guayaquil	19
Tabla 2	Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático	106
Tabla 3	Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático	108
Tabla 4	Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático	109
Tabla 5	Indicadores de exposición de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático	115
Tabla 6	Indicadores de exposición de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático	118

Acrónimos

APG	Autoridad Portuaria de Guayaquil
AR5	Fifth Assessment Report / Quinto informe de evaluación del IPCC
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAF	Banco de Desarrollo de América Latina
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, Autonomía y Descentralización
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
GCF	Fondo Verde para el Clima
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

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 (2014).
Amenaza	La ocurrencia de un evento o tendencia física natural o inducida por el hombre que pueda causar la pérdida de vidas humanas, lesiones u otros impactos sobre la salud, así como daños y pérdidas en bienes, infraestructura, medios de subsistencia, provisión de servicios, ecosistemas y medio ambiente. Fuente: V Informe IPCC (2014).
Antropogénico	De origen humano o derivado de la actividad del hombre. Fuente: Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua.
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 (2014).
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 (1992), 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 (2014).
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 (2014).
Deforestación	Proceso natural o antropógeno mediante el cual se produce una conversión de una extensión boscosa en no boscosa. Fuente: V Informe IPCC (2014).
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. Fuente: V Informe IPCC (2014).

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 (2014).
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 (2007 y 2014, respectivamente).
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.
Hotspot	Área geográfica caracterizada por una alta vulnerabilidad y exposición al cambio climático. Fuente: V Informe IPCC (2014).
Resiliencia	Capacidad de los sistemas sociales, económicos y ambientales de hacer frente a un evento o tendencia peligrosa o perturbación, responder o reorganizarse de manera que mantengan su función, identidad y estructura esenciales, manteniendo al mismo tiempo la capacidad de adaptación, aprendizaje y transformación. Fuente: V Informe IPCC (2014).
Riesgo	Probabilidad de ocurrencia de eventos o tendencias adversas multiplicada por los impactos de dichos eventos o tendencias. Probabilidad de tener consecuencias adversas sobre vidas humanas, medios de subsistencia, salud, ecosistemas y especies, bienes económicos, sociales y culturales, servicios (incluidos los servicios ambientales) e infraestructuras. Fuente: V Informe IPCC (2014).
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 (2014).
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 (2014).
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. Fuente: IV Informe IPCC (2007).



Resumen ejecutivo

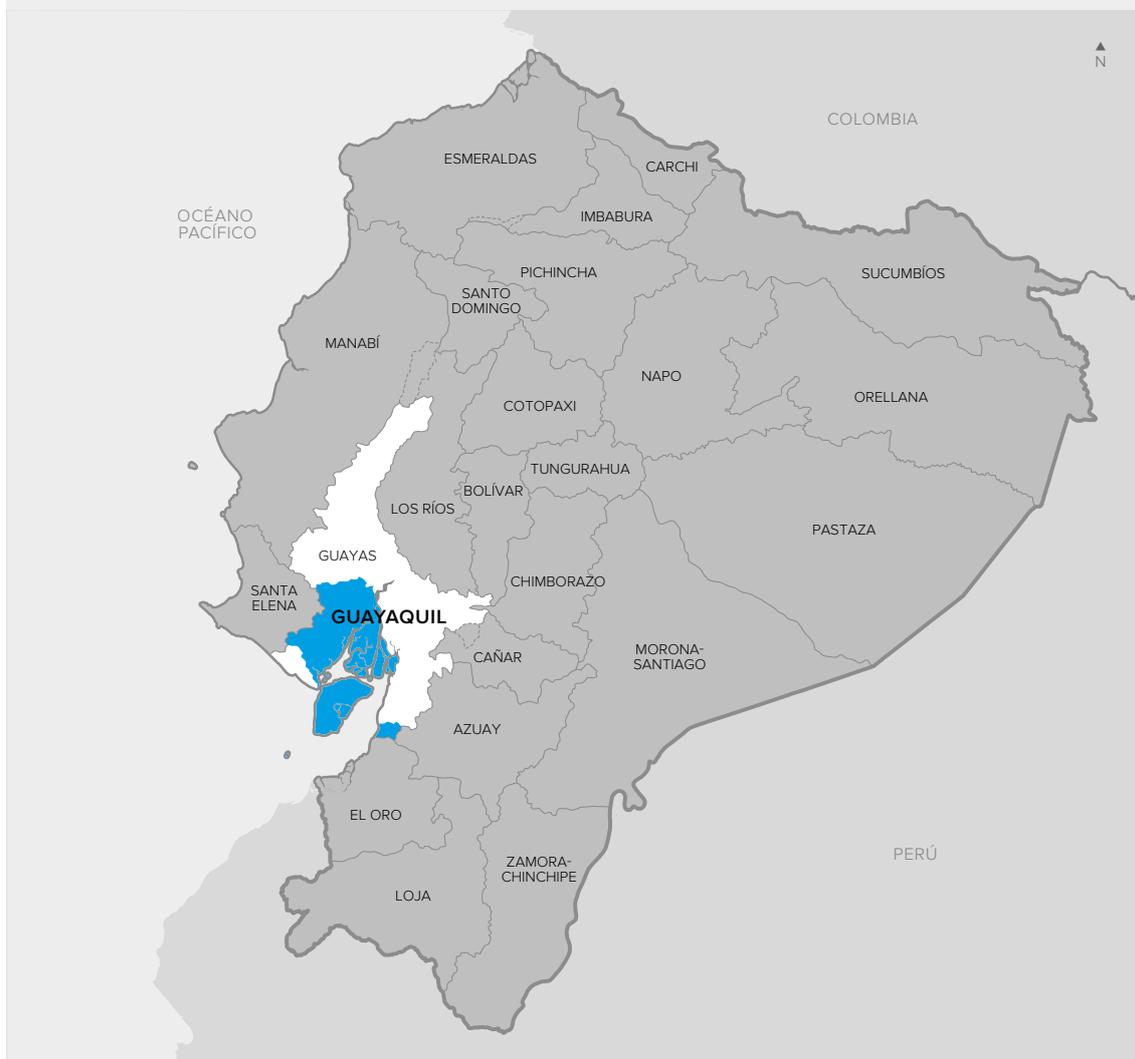
La ciudad de Guayaquil se sitúa en el cantón del mismo nombre, en el límite sur de la provincia del Guayas, asentada sobre la margen oeste del río del mismo nombre, con fácil acceso al océano Pacífico por medio de los ramales del estuario interior del Golfo de Guayaquil. El desarrollo de gran parte de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

La siguiente figura presenta la localización de la ciudad de Guayaquil.

FIGURA 1

Ubicación de la ciudad de Guayaquil respecto al Ecuador Continental

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



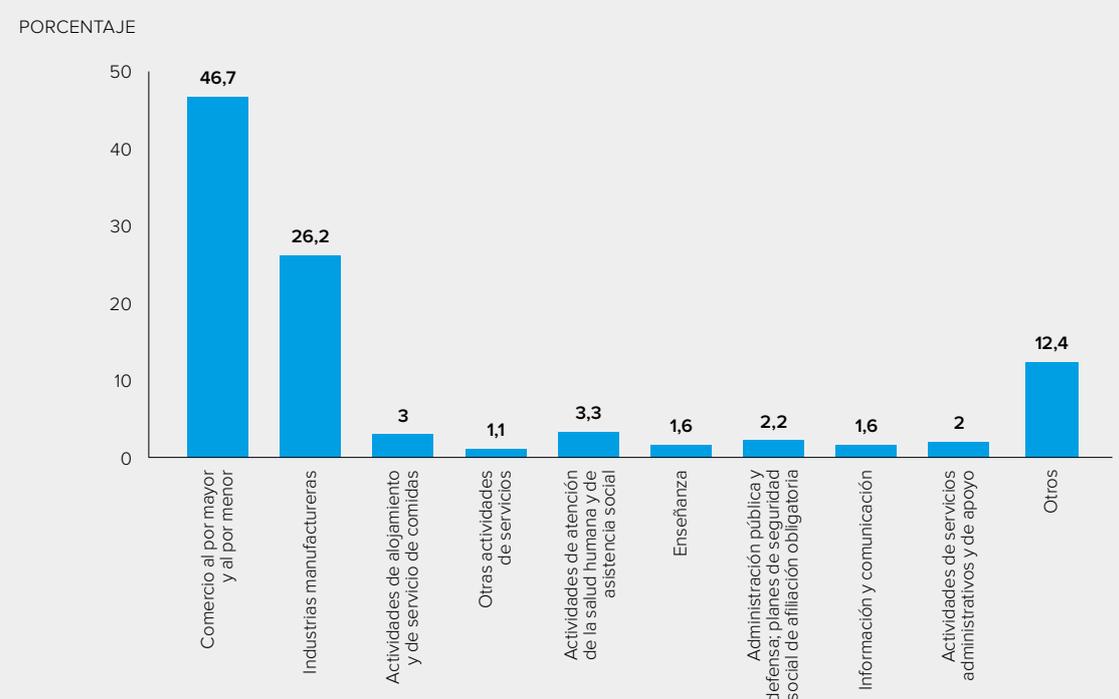
La población de Guayaquil, según el último censo (INEC, 2010) es de 2.350.915 habitantes, proyectando el INEC que para el 2020 la ciudad contará con una población de 2.723.665 habitantes, lo que supone un crecimiento demográfico importante (15,8 %), propiciado en gran medida por el gran dinamismo económico 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 (INEC, 2010) Guayaquil tiene 87.206 establecimientos económicos (lo que representa el 17,4 % del total nacional), que generan USD 35.507 millones de ingresos por ventas (21,5 % del país) y emplean a 441.976 personas (21,5 % del total para Ecuador). Las principales actividades económicas que generan mayor ingreso son, según los datos de INEC (2010)¹, el comercio al por mayor y al por menor, que representa en el 46,7 % del ingreso total generado, y las industrias manufactureras (26,2 % del ingreso total). La figura siguiente presenta las principales actividades que generan mayor ingreso en Guayaquil según los datos del INEC (2010):

FIGURA 2

Actividades que generan mayor ingreso (en % del ingreso total generado) en Guayaquil, INEC (2010)

Fuente: Elaboración propia con datos de INEC, 2010



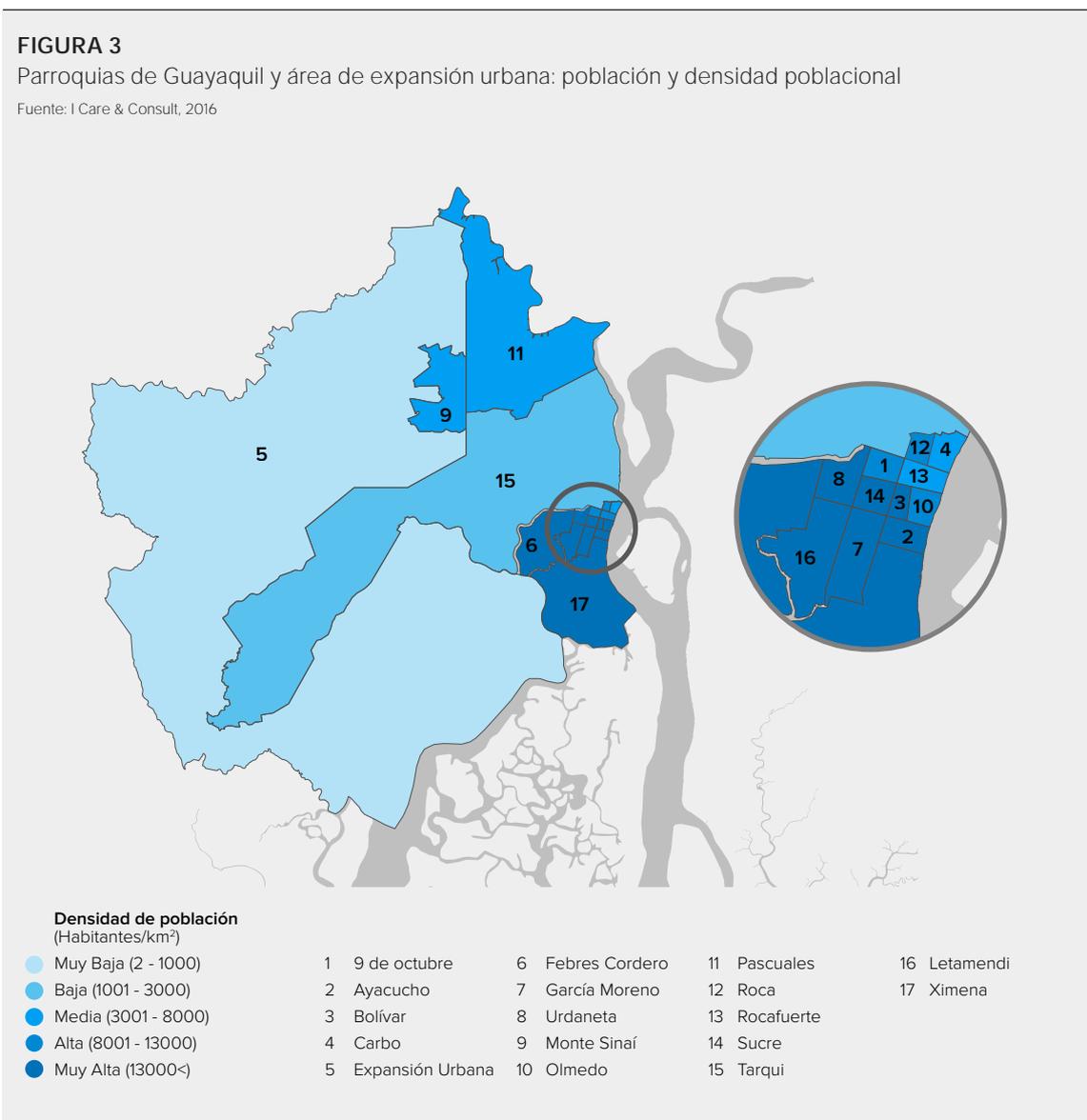
Guayaquil está y estará sometida a alteraciones asociadas a los cambios del clima y sus efectos, que constituyen, sin duda, una problemática importante para la ciudad, pudiendo convertirse en verdaderos retos y escollos que requieren superarse con miras a asegurar su desarrollo económico sostenible y 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.

¹ Ver: FICHA DE CIFRAS GENERALES. Cantón GUAYAQUIL, Provincia de GUAYAS: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal%20SNI%202014/FICHAS%20F/0901_GUAYAQUIL_GUAYAS.pdf

A partir de esta realidad 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.²³

También se incluyó el área de expansión urbana de la ciudad (de la que se extrajo para un análisis por separado 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. La siguiente figura muestra las parroquias y sectores analizados con el número de habitantes y densidad poblacional neta de cada uno:



Continúa →

2 COOTAD disponible en línea en el siguiente enlace: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

3 La Constitución vigente de la República del Ecuador se puede consultar aquí: http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

PARROQUIA	POBLACIÓN (NÚMERO HABITANTES)	DENSIDAD POBLACIONAL NETA (HAB/KM ²)
9 DE OCTUBRE	5.747	9.122
AYACUCHO	10.706	13.383
BOLÍVAR	6.758	17.328
CARBO	4.035	6.208
FEBRES CORDERO	344.254	24.175
GARCÍA 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

LAS PARROQUIAS EN ECUADOR

La constitución vigente del Ecuador (2008), 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, 2010) 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).

Dichas parroquias y sectores 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 (IPCC- por sus siglas en inglés) y de sus tres componentes: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) define la vulnerabilidad como el "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, de su **sensibilidad** y **capacidad de adaptación**", donde:

- › La **exposición** es el tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes.
- › La **sensibilidad** representa el 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).
- › La **capacidad de adaptación** se define como la 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.

Para la elaboración del índice de vulnerabilidad, la vulnerabilidad al cambio climático se ha expresado como:

$$\text{Vulnerabilidad} = \frac{\text{Sensibilidad} \times \text{Exposición}}{\text{Capacidad de Adaptación}}$$

Partiendo de una lista inicial de 83 indicadores, un total de 39 indicadores fueron seleccionados, 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 escala de parroquias.
- › Indicadores que aportan más calidad y representan mejor cada criterio, haciendo 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 influir en la interpretación de los resultados obtenidos mediante el índice de vulnerabilidad.

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

TABLA 1

Indicadores utilizados para la construcción del índice de vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad de Guayaquil

INDICADORES DE SENSIBILIDAD	INDICADORES DE EXPOSICIÓN	INDICADORES DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN
Tasa de pobreza	Aumento del nivel del mar	Conocimiento sobre cambio climático de la población en general
Dependencia de la agricultura - actividad económica sensible al clima	Evolución de las temperaturas en un contexto de cambio climático	Conocimiento sobre el cambio climático de los funcionarios municipales
Densidad poblacional	Evolución de las precipitaciones en un contexto de cambio climático	Formaciones/capacitaciones internas sobre riesgo climático
Porcentaje de la población mayor de 65 años y menor de 5 años	Evolución en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos	Direcciones municipales que trabajan específicamente sobre cambio climático en el Municipio de Guayaquil
Tasa de analfabetismo	Riesgo de inundación	Instituciones u organismos que trabajen sobre cambio climático en Guayaquil
Tasa de acceso a los servicios de salud (medido a través del número de habitantes por cada centro de salud)	Riesgo de deslizamiento de tierra	Acciones / proyectos sobre cambio climático en la Municipalidad
Tasa de acceso al servicio de abastecimiento de agua	Incendios forestales	Existencia de guías, manuales, etc., sobre cambio climático
Tasa de acceso al servicio de recogida y eliminación de basuras	Previsión de pérdidas económicas asociadas con el cambio climático (inundaciones)	Existencia de planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres
Tasa de conexión al servicio de alcantarillado	Víctimas por eventos climáticos extremos	Ejecución del gasto público en educación
Presencia de sectores con hábitat precario	Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables - Complejo Industrial / Aeropuerto	Ejecución del gasto público en asistencia social
Grado de impermeabilización de suelos	Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables - centros comerciales	Ejecución del gasto público en salud
Tasa de deforestación	Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables - complejos educativos	Inversión para la creación y dotación de unidades que trabajan sobre riesgos / Cambio Climático
Territorio bajo conservación	Presencia de <i>hot spots</i> en zonas inundables - centros de salud	
	Presencia de áreas de gran densidad urbana en zonas con riesgo de inundación	

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 miras a aumentar la resiliencia de dichas parroquias.

En primer lugar, la sensibilidad de las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil (9 de Octubre, Ayacucho, Bolívar, Carbo, García Moreno, Letamendi, Olmedo, Rocafuerte, Sucre y Urdaneta) reside principalmente en su alto grado de densidad poblacional y de impermeabilización de los suelos, lo que, añadido a su alto riesgo de inundación las hace muy vulnerables a los efectos previstos del cambio climático.

Sin embargo, la sensibilidad para parroquias en el límite del área urbana, como Pascuales y Febres Cordero, viene dada igualmente por otros elementos. Así, en condiciones de alta densidad poblacional y urbana, como 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.

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, presenta los peores valores de todos los valores de sensibilidad, exceptuando los de densidad poblacional y densidad urbana.

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

Las parroquias de Guayaquil más sensibles al cambio climático, si se excluyen las situadas en la zona de expansión urbana, son: 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 las parroquias de Guayaquil 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 1 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 municipio.⁵ 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 indicador⁶. Además, Pascuales es la parroquia con mayor número de sectores con vivienda precaria (8), si se excluye el sector de Monte Sinaí, situado en el área de expansión urbana.

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 para 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 para 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.

Con respecto a la exposición, 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.

Las inundaciones son igualmente los fenómenos climáticos que más víctimas mortales han acarreado (cinco personas fallecieron en la ciudad de Guayaquil de 2010 a 2015 por causa de las inundaciones) y las que, según un informe del Banco Mundial (2013), ocasionarán las mayores pérdidas económicas para la ciudad y sus parroquias. Asimismo, 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. La presencia de áreas de gran densidad urbana en zonas a alto riesgo de inundación, no hace sino agravar la situación. Así pues, se recomienda hacer hincapié en dos tipos de parroquias en función del tipo de exposición que presentan:

- › Por un lado, 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.

La ciudad de Guayaquil, debido a su localización y a sus características biofísicas, presenta un alto grado de riesgo de desastres naturales como sismos, pero también de inundaciones y deslizamientos de tierra, que serán más intensos y frecuentes en un contexto de cambio climático. 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

⁵ La tasa media de conexión al servicio de alcantarillado para las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil de 93 %.

⁶ En parroquias eminentemente urbanas no cabe aplicar el indicador sobre la tasa de deforestación debido a la ausencia de áreas con riesgo de deforestación.

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 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, etc.), universidades, centros de investigación 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.
- › En cuanto a las prioridades de inversión cabe destacar el importante aumento del gasto público, en el periodo 2010-2015, destinado a la educación (+55 %) y a la salud (+25 %) 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. El presupuesto destinado a la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación, creada en 2012, fue de USD 2.536.736. La dotación para la Dirección de Ambiente, que trabaja igualmente sobre cuestiones de cambio climático ha aumentado, pasando de USD 1.000.015 en 2010 a 1.382.382 en 2015. 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 en ese mismo período un 18 %.

Con todo ello, se concluye 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 los impactos previstos del cambio climático sobre su territorio y su población.

El análisis global de la vulnerabilidad, a través del análisis de sus tres componentes, señala al sector de la zona de expansión urbana Monte Sinaí como el más vulnerable. Dicho sector, en el que solo un 10 % de su superficie se encuentra bajo la competencia del municipio mientras que el resto del territorio está bajo la tutela del gobierno central, que se ha ido poblando mediante invasiones sucesivas, presenta muy altos niveles de pobreza (40,5 %) y un gran número de sectores con vivienda precaria (21).

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

La parroquia de Pascuales presenta valores elevados de sensibilidad debido a sus características socio-económicas y ambientales. La parroquia presenta elevadas tasas de pobreza (28,5 %), dependencia de actividades agropecuarias muy sensibles al clima (37,5 %), peor acceso a los servicios de salud con un centro por 20.335 habitantes y de conexión a la red de alcantarillado que en las demás parroquias (40 %) y un gran número de sectores con presencia de vivienda precaria dentro de la parroquia (ocho sectores con vivienda

precaria). En cuanto al componente ambiental, las tasas de deforestación son importantes (17 %) y el porcentaje de territorio bajo conservación (4,2 %) es bajo. Dicha parroquia presenta, a su vez, importantes niveles de riesgo de inundación (55 % de su superficie es inundable) y de deslizamiento de tierra (50 % del territorio de la parroquia presenta riesgo de deslizamiento de tierras) y concentra en su territorio un importante número de *hot spots* (435 en total).

La parroquia de Tarquí 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 (nueve personas murieron de 2010 a 2015 por causa de las inundaciones, deslizamientos de tierra e incendios forestales). Cabe destacar, la importante concentración de *hot spots* en la parroquia de Tarquí (474), 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 neta (28.302 habitantes/km² y 24.175 habitantes/km², respectivamente) se le añaden características socioeconómicas como mayores tasas de pobreza (20,25 % y 23,25 %) y un peor acceso a los servicios de salud (20.250 y 19.188 pacientes por centro de salud, respectivamente). Y todo ello en una zona con un alto riesgo de inundación.

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, sometidas a riesgos altos o moderados de inundación y deslizamiento de tierra, donde más se han materializado las pérdidas relacionadas con dichos eventos y que concentran una gran cantidad de *hot spots* en sus territorios. Estas son: Pascuales, Tarquí y Febres Cordero.
- › Las **parroquias del núcleo urbano de Guayaquil**, que presentan 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.
- › La **zona de expansión urbana llamada Monte Sinaí**, que presenta los peores valores de sensibilidad, altos riesgo tanto de inundaciones como de deslizamientos de tierra y que se encuentra en un limbo administrativo y jurídico (sólo alrededor del 10 % de su territorio se encuentra bajo competencia de la municipalidad), que no hace sino agravar la situación.

En cuanto a los impactos previstos del cambio climático se deduce del análisis efectuado que las **inundaciones son y serán el mayor desafío en términos de cambio climático** al que deberá enfrentarse la Municipalidad de Guayaquil:

- › La ciudad presenta zonas de muy alta densidad urbana, con una alta concentración de población y actividades económicas situadas en zonas de riesgo alto o muy alto de inundación.
- › Episodios de lluvias intensas en periodos de marea alta, que se verán agravados en un contexto de cambio climático, y sus consecuencias como inundaciones y deslizamientos de tierra (se han contabilizado un total de 79 inundaciones y 28 deslizamientos de tierra en Guayaquil, de 2012 a 2015), han ocasionado víctimas mortales en el municipio (cinco por inundaciones y dos por deslizamientos de tierra de 2010 a 2015).

- › Las inundaciones serán, según el informe de Hallegate (2013)⁷, el fenómeno climático que ocasionará mayores pérdidas económicas en Guayaquil. Recordamos igualmente que la ciudad de Guayaquil ocupa, según dicho estudio, la cuarta posición del ranking mundial de las ciudades costeras que sufrirán mayores pérdidas relacionadas con las inundaciones en un contexto de cambio climático.

La propuesta de medidas concretas para la adaptación de la ciudad de Guayaquil, frente a los impactos posibles del cambio climático tomó como fundamento los resultados antes citados, obtenidos a través del análisis de vulnerabilidad al cambio climático y de sus tres componentes. También se tuvieron en cuenta los resultados del *benchmark* internacional realizado para proponer una serie de medidas concretas con el fin de reducir la vulnerabilidad de la ciudad 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:**

Creación de un Observatorio cantonal sobre resiliencia y cambio climático – GUAYACLIM.

Capacitación y preparación para la gestión de riesgo y la vulnerabilidad climática. Proyecto “Guayaquil se prepara”.

Planificación resiliente (PDOT resiliente) de la ciudad de Guayaquil.

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:**

Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil - Proyecto “Guayaquil Florido”.

Instalación de tejados y de techos verdes en la ciudad de Guayaquil – Proyecto “Guayaquil Cielo Florido”.

Reforestación y mantenimiento de los bosques protectores de Guayaquil.

Conservación, manejo y restauración natural de manglares.

- › **Medidas híbridas y grises:**

Construcción de una estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación

Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil.

⁷ 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

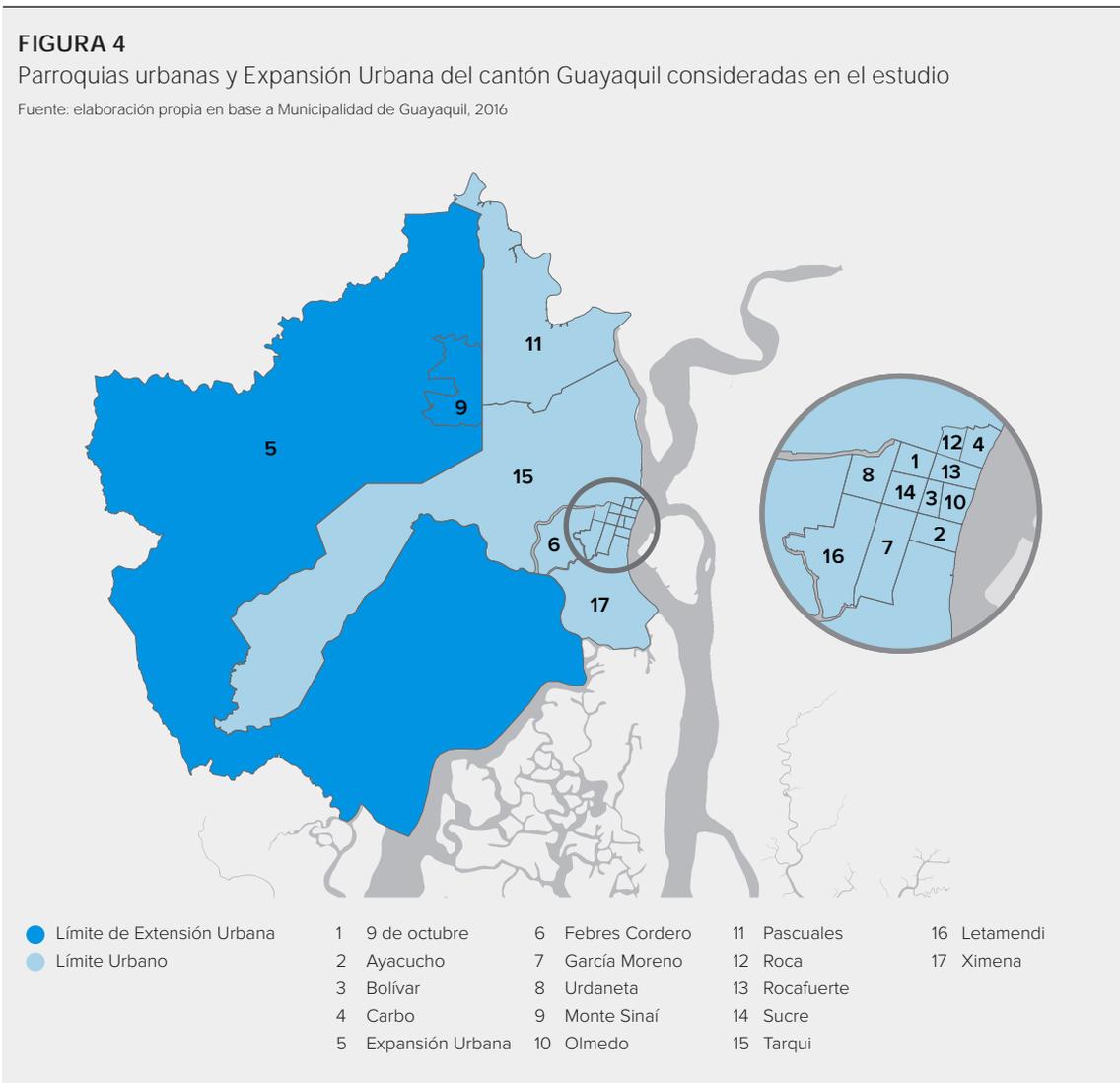


Contexto y objetivos del estudio

La ciudad de Guayaquil, la más poblada del Ecuador, se ubica en la cuenca baja del río Guayas en la confluencia de los ríos Daule y Babahoyo, siendo esta parte del país históricamente expuesta a inundaciones que se estima serán cada vez más graves, dadas las condiciones de clima cambiante y las consecuencias de la intervención humana, tales como la deforestación (lo cual incrementa los procesos de deposición de sedimentos en el delta), y la tala de manglares, acaecida en su mayor envergadura en décadas pasadas.

A la fecha, la ciudad de Guayaquil tiene casi 2,35 millones de habitantes, 97 % de los cuales se asientan dentro del casco urbano (incluyendo zonas periurbanas), y se prevé, según indican las tasas oficiales de crecimiento demográfico, que en el año 2020 dicha población alcanzaría los 2,72 millones de habitantes, distribuidos en 6.048 km², dentro de 21 parroquias (16 urbanas y cinco rurales). Esto representa un crecimiento de la población de 15,8 %, que ha venido acompañado tradicionalmente por una expansión urbana generalmente desordenada y de carácter horizontal.

La siguiente figura muestra la ciudad de Guayaquil con sus diferentes parroquias y el área de expansión urbana:





En términos ambientales, el Cantón Guayaquil cuenta con dos ecosistemas relevantes conformados por su bosque seco tropical y el manglar, el primero con una superficie aproximada de 42.327 ha que representa el 34 % de la superficie dentro de los límites del estudio, amenazado por las fuertes presiones a las que se ve sometido por las condiciones de desarrollo y crecimiento en la zona, y su alta sensibilidad ante fenómenos naturales extremos; mientras que el manglar, aproximadamente con un 8 % del área total de los límites del área de estudio, en décadas pasadas talado y degradado para construcción de asentamientos humanos precarios y para el desarrollo del cultivo de camarón, actualmente se constituye en un elemento de la infraestructura verde del cantón a considerar para asegurar un desarrollo resiliente de la ciudad. En efecto, el manglar produce un gran número de bienes y servicios económicos, sociales y ambientales, incluyendo la protección de la costa ante huracanes y tormentas que incide en una mayor resiliencia ante los impactos previstos del cambio climático. Se dispone de áreas protegidas en las que son frecuentes los incendios forestales, principalmente acaecidos en épocas de estío caracterizadas por ondas de calor, escasas lluvias e incremento de las temperaturas máximas, medias y mínimas diarias.

La variabilidad y el cambio climático constituyen, sin duda, problemáticas actuales de la humanidad, llegando a convertirse en verdaderos retos y escollos que requieren superarse con miras a asegurar el desarrollo económico de los pueblos y la aplicación de conceptos como el buen vivir.

Estos fenómenos del clima exacerbando circunstancias y condiciones previas, arraigadas en el ámbito urbano y periurbano de grandes centros poblados, en especial en regiones y países en desarrollo, que adolecen de fallencias en la satisfacción de sus necesidades principales, que albergan a grandes masas humanas de variada condición socioeconómica y que poseen recursos limitados para responder de manera adecuada y oportuna frente a eventos climáticos capaces de generar impactos negativos sobre su infraestructura básica, el entorno circundante, la vida y salud de los pobladores, y en general, sobre la sociedad.

En el caso de Guayaquil las alteraciones asociadas a los cambios del clima y sus efectos son asuntos muy delicados que tienen además 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. Debe tenerse presente que el país, por su posición geográfica, es zona frecuentemente afectada por eventos relacionados

a las alteraciones del clima, las corrientes marinas, la incidencia de la presencia de la cordillera de Los Andes, los vientos, las zonas de presión y los fenómenos extraordinarios de alcance global como El Niño o La Niña.

El Ecuador forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) desde el año 1994, ratificando el protocolo de Kyoto en 1999 y reafirmando su compromiso con el objetivo, principio y propósito del Acuerdo de París de 2015. Mediante Decreto Ejecutivo No. 1815, del 01 de julio de 2009, se declara a la adaptación y mitigación del cambio climático como Política de Estado, además el 20 de octubre de 2010, mediante Decreto Ejecutivo No. 495 se establece que todas las entidades del sector público del país incorporarán de manera progresiva criterios de mitigación y adaptación en sus programas y proyectos de inversión y preinversión. En este contexto, mediante Acuerdo Ministerial No. 095 de 19 de julio de 2012, se expidió la Estrategia Nacional de Cambio Climático como herramienta de planificación intersectorial, con los planes nacionales de mitigación, adaptación y fortalecimiento de condiciones como mecanismos de implementación (MAE, 2012).

En Ecuador se cuenta con un conjunto de leyes, códigos, reglamentos y demás normativa secundaria (v.g. COOTAD) que determinan, por una parte, las competencias de los gobiernos municipales, tales como el ordenamiento territorial y de uso del suelo, la gestión de riesgos de desastres, la provisión de servicios básicos (agua, saneamiento y gestión de desechos), el transporte, etc. Por otra parte, varias de estas regulaciones otorgan a los municipios responsabilidades compartidas en gestión ambiental y de recursos naturales, gestión de cuencas hidrográficas y otras, motivos por los que es evidente que en una realidad como la de Guayaquil se torna imprescindible potenciar las acciones presentes y planificadas relativas a estos temas, pero con el añadido de la "inclusión de la dimensión climática", en particular con la incorporación de la variable de adaptación en el diseño e implementación de estrategias y planes de gestión de riesgos prospectivos, y en la preparación y ejecución de sus proyectos prioritarios.

EL CLIMA DEL ECUADOR

La variedad de los regímenes climáticos del Ecuador está influenciada por diferentes factores, como su posición geográfica, la circulación general atmosférica, corrientes oceánicas, la presencia de la cordillera de Los Andes y otras formaciones orográficas costeras, la influencia del bioma amazónico, entre otras. Con respecto a la temperatura en el país, esta variable cambia conforme a la altitud, manteniéndose relativamente constante en sus promedios mensuales entre las diferentes regiones. En las zonas planas no se manifiestan cambios drásticos de temperatura, por ejemplo, en Guayaquil las temperaturas medias anuales varían entre 23 y 26 grados centígrados (CAAM, 1996). Según Cañadas (1983), cada región natural del Ecuador presenta características muy particulares que influyen la distribución de la precipitación, con un rango de precipitación media anual desde 63 mm en la Puntilla de Santa Elena hasta los 6315 mm en el Tena. De manera general, el período seco comienza con el solsticio de junio y finaliza un poco antes del solsticio de diciembre, es decir que la estación seca se extiende de junio a mediados del mes de diciembre, mientras el período lluvioso empieza a fines de diciembre o inicios de enero y termina a finales de mayo.

Los factores principales que afectan la distribución de las lluvias en el país y de manera particular la zona costera son la influencia de la corriente fría de Humboldt proveniente del sur, la corriente cálida proveniente del Golfo de Panamá, comúnmente denominada corriente cálida del Niño, así como otro tipo de corrientes, subcorrientes y contracorrientes.

Otros factores que modulan o influyen en las precipitaciones son la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y los vientos alisios, que, junto a las corrientes oceánicas, interactúan para conformar el sistema complejo océano-atmósfera, interacciones que influyen en la manifestación de la anomalía océano-atmosférica ENOS (El Niño-Oscilación sur), que es el fenómeno de variabilidad climática que históricamente ha afectado en mayor grado a los sistemas sociales, económicas y ambientales del país.

Instrumentos normativos de alcance general como la propia Constitución, el Plan Nacional del Buen Vivir, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Plan Nacional de Creación y Fortalecimiento de Condiciones, la Ley Orgánica Reformatoria al COOTAD, así como otros de alcance local como las ordenanzas específicas que en estas materias ha emitido el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del Cantón Guayaquil, constituyen un compendio de reglas que facultan al municipio a actuar en correspondencia a la seriedad de la situación.

En tal sentido, dado que la ciudad dispone del ordenamiento jurídico suficiente para emprender en la gestión del riesgo climático y en la adaptación al cambio climático al interior de sus jurisdicciones, un primer paso indispensable es el fortalecimiento de sus capacidades, y a partir de ello, contribuir en la potenciación de la organización local, el mejoramiento de la coordinación interinstitucional en lo técnico y político, y la actualización de sus instrumentos de planificación y ordenamiento territorial, de manera que estos instrumentos reflejen el propósito ulterior de alcanzar una ciudad resiliente y permitan la construcción participativa de capacidades adaptativas locales.

En complemento, una ciudad como Guayaquil necesita que sus instituciones rectoras y la población (en especial aquellos sectores más deprimidos y vulnerables) sean suficientemente educados sobre las amenazas climáticas actuales y aquellas esperadas para el futuro cercano, y en especial sobre los impactos negativos y consecuencias que ellas pueden acarrear sobre la vida, la salud, la provisión de servicios básicos, el ejercicio de los derechos humanos, la producción y desarrollo, los medios de vida, la infraestructura, etc.

Es indudable e ineludible que todos los emprendimientos, políticas, acciones o regulaciones complementarias que sean impulsadas desde el Gobierno Autónomo Descentralizado de Guayaquil sobre estos temas, cuenten con el respectivo sustento técnico – científico, que la dote de elementales soportes de rigor y aseguren el uso idóneo y eficiente de los recursos públicos.

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 y es 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.

Ante esta circunstancia, el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Guayaquil, a través de las Direcciones de Ambiente y de Gestión de Riesgos y Cooperación Internacional con el apoyo y financiamiento de CAF, desarrollaron un estudio especializado cuyo objetivo general es identificar y priorizar medidas de adaptación frente al cambio climático en la Ciudad de Guayaquil con base en un análisis de vulnerabilidad por zonas, que tenga las dimensiones ambiental, económica, social y un análisis sectorial.

En las siguientes secciones se presenta el enfoque metodológico propuesto, destinado a alcanzar de manera satisfactoria los objetivos del estudio.



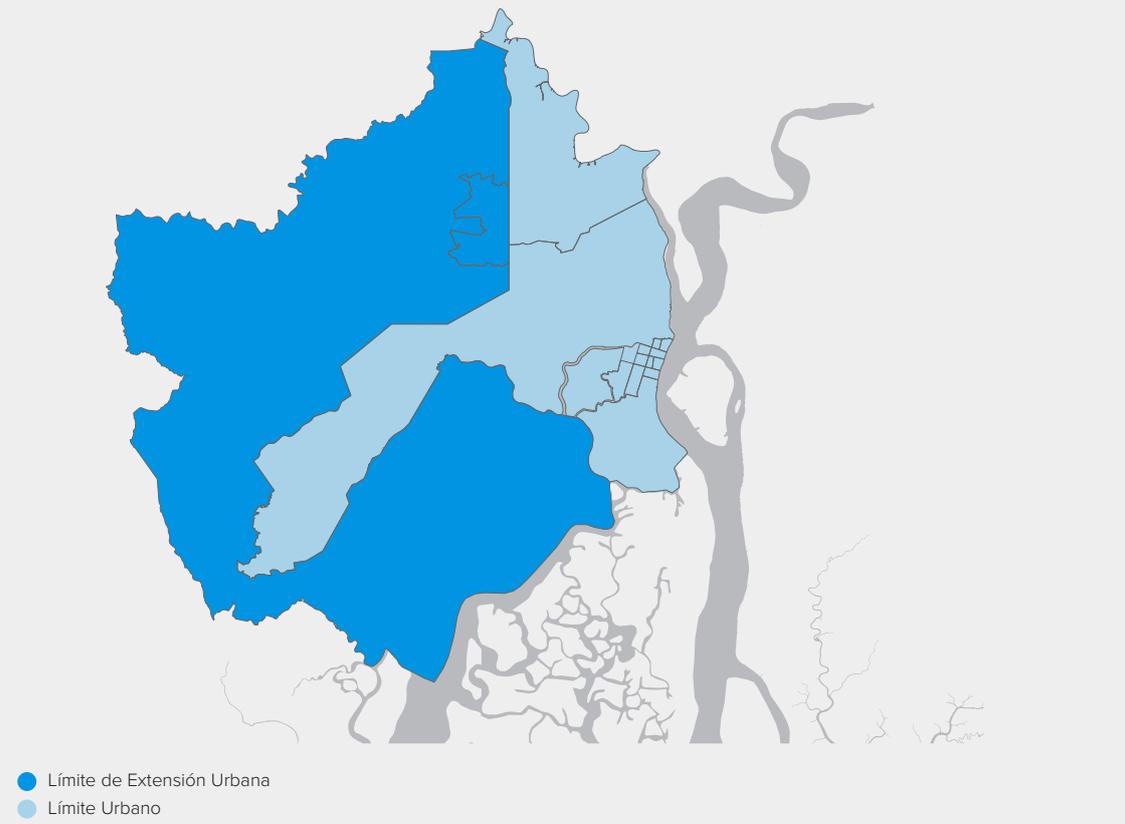
Alcance

Se ha tomado en cuenta para la realización del índice de vulnerabilidad al cambio climático el área geográfica de la Ciudad de Guayaquil, considerándose tanto la zona urbana como el área de expansión urbana ocupada por asentamientos informales tal y como se presenta en la siguiente figura.

FIGURA 5

Área del estudio

Fuente: elaboración propia en base a Municipalidad de Guayaquil, 2016



La metodología propuesta, como se verá en la siguiente sección, ha sido estructurada de forma a considerar:

- › La vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil al cambio climático y sus tres componentes (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa) así como los principales elementos de riesgo.
- › Los factores sociales, económicos, ambientales, institucionales, políticos, etc., como elementos intrínsecos del desarrollo sostenible de la ciudad.
- › Los factores relacionados con el ordenamiento del territorio.

El alcance y la profundidad del estudio se derivan, del objetivo 4 del Plan Nacional del Buen Vivir que señala "Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable", así como de la Política Ambiental N°3 del Ministerio del Ambiente del Ecuador que promueve "Gestionar la adaptación al cambio climático para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental".

Es importante señalar que se llevaron a cabo **análisis separados para las parroquias urbanas de la Municipalidad de Guayaquil sobre las que el municipio tiene plenas competencias y para el área de expansión urbana, compuesta por el sector denominado Monte Sinaí y el resto del área de expansión urbana**. Estas son áreas donde la población se ha ido asentando mediante invasiones por migraciones económicas, ya sean externas –personas que provienen del exterior del municipio, como internas– desplazamientos de familias o individuos que habitaban en Guayaquil y que se instalan en el área de expansión urbana buscando mejores condiciones económicas para la construcción o la ocupación de sus viviendas.

A partir del año 2013 el Municipio de Guayaquil, en virtud de la Ley Reformativa a la Ley de Legalización de la Tenencia de Tierras (Ley 88), está procediendo a la legalización de ciertos predios privados que habían sido invadidos, en particular en el sector de Monte Sinaí para pobladores que se instalaron en esta zona antes del año 2010. En 2015, alrededor del 10 % del área del sector denominado Monte Sinaí entró en el proceso de legalización. El Municipio de Guayaquil, mediante la legalización de dichos predios, está extendiendo paulatinamente su competencia a estas zonas del sector Monte Sinaí y está trabajando para la dotación de servicios básicos a dichas áreas legalizadas.



Metodología para la elaboración del índice de vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil

La primera etapa del estudio consiste en la elaboración de un **índice de vulnerabilidad** con el fin de identificar las zonas, áreas y aspectos prioritarios de intervención en materia de adaptación al cambio climático en la ciudad de Guayaquil. Para ello, se consideró tanto el área urbana de la ciudad donde el municipio ejerce sus competencias, como los asentamientos informales de la zona de expansión urbana.

La primera actividad ha consistido en la construcción de la **matriz de vulnerabilidad** para la organización efectiva y eficaz de la información disponible, y la mejor visualización de los factores que contribuyen a una mayor vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático.

De esta manera, la matriz de vulnerabilidad es a la vez una **herramienta para la gestión de la información** y un **instrumento de representación** que facilita la identificación y el análisis de los componentes intrínsecos (áreas geográficas, sectores económicos, sectores de población, etc.) prioritarios en materia de vulnerabilidad frente a las variaciones climáticas previstas.

La matriz constituye una base fundada en **datos observables** y de **fuentes oficiales** para la identificación de las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades de un territorio, permitiendo así una actuación sobre los sectores, poblaciones o zonas geográficas más vulnerables. La matriz permite además la representación cartográfica de los distintos sectores geográficos en función de su grado de vulnerabilidad y es la base del cálculo del índice de vulnerabilidad al cambio climático.

Así pues, el fichero Excel de la matriz de vulnerabilidad consta de **4 hojas de cálculo** correspondiendo las tres primeras a cada uno de los componentes de la vulnerabilidad y la cuarta a la vulnerabilidad propiamente dicha.

Para la elaboración del índice de vulnerabilidad, la vulnerabilidad al cambio climático se ha expresado como:

$$\text{Vulnerabilidad} = \frac{\text{Sensibilidad} \times \text{Exposición}}{\text{Capacidad de Adaptación}}$$

LA VULNERABILIDAD AL CAMBIO CLIMÁTICO

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007) define la vulnerabilidad como el "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", donde:

- › La **exposición** es el tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes.
- › La **sensibilidad** representa el 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 (por ejemplo, los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar).
- › La **capacidad de adaptación** se define como la 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.

La etapa de colecta de información

Esta etapa de colecta de información es esencial ya que del tipo y la cantidad de información colectada dependerán la forma y contenido final del índice de vulnerabilidad. En ese sentido, se requieren datos accesibles, observables, de fuente oficial, aplicables a la unidad de análisis seleccionada y con posibilidad de ser actualizados en el futuro por los organismos que los han generado.

El principal factor limitante consiste en poseer información completa y homogénea desde un punto de vista geográfico para proceder al análisis por zonas.

Para recopilar la información para la elaboración de los indicadores se ofició a través de la Dirección de Ambiente de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil a las direcciones municipales, corporaciones, fundaciones y empresas públicas municipales, ministerios, subsecretarías, institutos y secretarías del gobierno central, gobierno provincial del Guayas, universidades y centros de investigación con el fin de obtener información de fuentes oficiales o de validez científica reconocida.

Selección de la unidad de análisis

Inicialmente se consideró utilizar como unidad de análisis a los sectores⁸ o zonas censales amanzanadas⁹, determinados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador (INEC), que de acuerdo con la metodología de cartografía censal del INEC se definieron únicamente conforme a un criterio de carga de trabajo para el levantamiento de la información censal.

En las reuniones iniciales con los funcionarios de la Dirección de Ambiente y Dirección de Riesgos de la Muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil se consideró esta característica de las zonas y sectores censales, y se

⁸ SECTOR CENSAL AMANZANADO: División estadística que se define como una carga de trabajo de los operativos de campo en investigaciones estadísticas, y está conformado por un promedio de 150 viviendas. http://www.inec.gob.ec/sitio_verde/presentacion1.pdf

⁹ ZONA CENSAL AMANZANADA: Superficie perfectamente delimitada, constituida por un promedio de 10 sectores censales amanzanados (aproximadamente 1500 viviendas). http://www.inec.gob.ec/sitio_verde/presentacion1.pdf

propuso definir a las 15 parroquias urbanas como la unidad de análisis en el caso de la zona de límite urbano, mientras que en la zona de expansión urbana se realizó una división de la misma para diferenciar al sector denominado Monte Sinaí, que integra a asentamientos como las Cooperativas Monte Sinaí, Sergio Toral, Janeth Toral, Thalia Toral, Voluntad de Dios, Trinidad de Dios, Las Marías, Valle Verde, Tres Bocas, entre otras.

Históricamente, la división de la ciudad de Guayaquil en parroquias urbanas se ha definido con base en la dinámica demográfica de la población, con el propósito de asegurar la mejor administración de los intereses municipales y el ejercicio efectivo de los derechos civiles y políticos de la ciudadanía¹⁰. También se consideró que definir la unidad de análisis a escala de parroquias urbanas facilitaría la recopilación de la información para generar varios indicadores prioritarios actualizados, por ejemplo los relacionados con saneamiento ambiental.

Las limitaciones del estudio por parroquias

La selección de la parroquia como unidad de análisis, que en principio obedecía a una mayor facilidad para la compilación de datos que permitieran alimentar los indicadores, constituyó la mayor limitación del estudio al no existir para la mayoría de los indicadores información a dicha escala, lo que provocó retrasos importantes en el desarrollo del estudio.

Generalmente se encontraron dos tipos de situaciones:

- › La información se encontraba sistematizada en **unidades territoriales diferentes a las parroquias urbanas**.
- › Existía **información sólo a nivel cantonal y no a un nivel inferior** lo que impidió utilizar esa información para desarrollar los indicadores propuestos.

Para indicadores como el grado de cobertura del servicio de transporte público, o presencia de enfermedades sensibles al clima, por ejemplo, no fue posible encontrar información adecuada que pudiera utilizarse para el análisis por parroquias. En el caso de la información sobre salud, mucha de la información se encuentra delimitada por áreas, distritos y circuitos de salud que no siempre coincide o es equivalente con las parroquias urbanas sin que se lograra establecer el vínculo entre las primeras y la unidad de análisis seleccionada, por lo que no se pudo incluir un indicador sobre presencia de enfermedades sensibles al clima en las parroquias de Guayaquil. Un caso similar fue el transporte para el que resultó imposible obtener la información a escala de parroquias.

¹⁰ Ordenanza de división de la ciudad de Guayaquil en catorce parroquias urbanas y sus correspondientes nombres y linderaciones. 19 de febrero de 1956.

METROVÍA, EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

Los sistemas de Autobuses de Tránsito Rápido (BRT por sus siglas en inglés) se han constituido en un mecanismo de movilidad urbana rápida referente en Latinoamérica y otras partes del mundo, desde la implementación de la experiencia de la ciudad de Curitiba en Brasil en 1972, luego de lo cual ciudades como Quito, Bogotá, Santiago de Chile y Guayaquil han implementado sistemas de transporte masivo similares (Wright y Hook, 2010).

Desde el año 2000, con la participación de técnicos municipales, representantes del PNUD y técnicos de Curitiba, Bogotá, Argentina y Ecuador, se implementó en Guayaquil el sistema Metrovía como un proyecto de transporte masivo de pasajeros, bajo criterios de movilidad sostenible, conformado por un sistema integrado de troncales y alimentadores, con carriles exclusivos, terminales y paradas de integración, y pago de pasaje mediante tarjeta electrónica.

La administración y regulación del sistema Metrovía, operado por tres consorcios (Metroquil, Metro Bastión y Metro Express), está a cargo de la Fundación Municipal Transporte Masivo Urbano de Guayaquil (Fundación Metrovía). Durante el año 2015 el número total de pasajeros transportados fue de 145.000.114, por los tres consorcios operadores, comparado con 12.344.781 pasajeros transportados en el 2006, cuando solo operaba el consorcio Metroquil.

La experiencia del sistema Metrovía ha logrado obtener resultados alineados con la finalidad de los sistemas BRT, de brindar movilidad urbana rápida, cómoda, con un costo-beneficio favorable a través de la provisión de infraestructura segregada de uso exclusivo, operaciones rápidas y frecuentes, y excelencia en mercadeo y servicio al usuario (Wright y Hook, 2010).

En lo que respecta a ciertos indicadores de exposición, aquellos que informan sobre el cambio climático previsto, tales como la evolución de las temperaturas, la evolución de las precipitaciones, el aumento del nivel del mar y la evolución en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos en un contexto de cambio climático, la resolución de los modelos climáticos es de 50 km², al no existir un *downscaling* específico para la ciudad de Guayaquil. Así, se utilizaron los mismos valores para toda el área de estudio.

Lo mismo ocurrió para los indicadores de capacidad de adaptación debido a la naturaleza de los mismos. En efecto, la capacidad de adaptación se evaluó en función de los cuatro factores siguientes para los que una diferenciación por parroquias resultaba imposible:

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 cambio climático, 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, etc.).
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.

Con el fin de subsanar la ausencia de los datos para el establecimiento de los indicadores por parroquias se realizaron diversos procedimientos para asegurar su representatividad, objetividad y aplicabilidad:

- › *Identificación y reuniones con actores clave.* En el caso de los indicadores relacionados con saneamiento ambiental (tasa de acceso al servicio de abastecimiento de agua y tasa de conexión al servicio de alcantarillado), por ejemplo, se llevaron a cabo reuniones con funcionarios técnicos de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG-EP) y con la Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios.
- › *Taller de trabajo – Capacidad adaptativa al cambio climático de la ciudad de Guayaquil.* Se realizó el 10 de junio de 2016, con la participación de las Direcciones Municipales, Corporaciones, Fundaciones y Empresas Públicas Municipales, con el objetivo de recoger sus percepciones y criterios técnicos que permitan definir los elementos de la capacidad adaptativa al cambio climático de la ciudad de Guayaquil. Aquí se definieron los siguientes indicadores: Conocimiento sobre cambio climático de la población en general, conocimiento sobre el cambio climático de los funcionarios municipales, formaciones/capacitaciones internas sobre riesgo climático, direcciones que trabajan específicamente sobre cambio climático en el Municipio de Guayaquil, instituciones u organismos que trabajen sobre cambio climático en Guayaquil, acciones / proyectos sobre cambio climático en la Municipalidad, existencia de guías, manuales, etc., sobre cambio climático, existencia de planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres.
- › *Obtención de indicadores a partir de la base de datos del censo de población y vivienda 2010.* En el caso de varios indicadores sociales, como tasa de pobreza, densidad poblacional, porcentaje de personas mayores de 65 años y menores de cinco años, y tasa de analfabetismo, se accedió a la cartografía censal digital del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en formato geodatabase (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/registro-de-descargas-cartograficas/>), en las que se obtuvieron los códigos únicos de sectores o zonas censales, de acuerdo con el "Clasificador Geográfico Estadístico-Esquema de Codificación Política Administrativas del País", con los cuales se extrajeron los indicadores por sector o zona censal desde el Diccionario de base de datos REDATAM (<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010/>), mediante el módulo Red7 Process del software REDATAM 7.

A través de procesos espaciales con softwares para Sistemas de Información Geográfica (Arcgis 10.2 y Qgis 2.14), se realizó una selección por sitios de las zonas o sectores censales que intersectaban de manera única y exclusiva con cada una de las 15 parroquias urbanas y dos sectores del área de expansión urbana, con el objeto de calcular los indicadores al nivel de la unidad de análisis correspondiente.

- › *Geoprocesos espaciales mediante SIG.* La información de tipo espacial que fue entregada en formato shapefile, geodatabase, .MXD, entre otras, fue procesada mediante herramientas de análisis y geoprocreso espacial, a fin de determinar los indicadores al nivel de las 15 parroquias urbanas y dos sectores del área de expansión urbana. Los indicadores obtenidos mediante este proceso fueron: dependencia de actividades económicas sensibles al clima (agricultura), presencia de sectores precarios, riesgo de inundación, riesgo de deslizamiento de tierra, incendios forestales, presencia de complejos industriales en zonas con riesgo de inundación, presencia de zonas comerciales (malls) en zonas con riesgo de inundación, presencia de complejos educacionales en zonas potencialmente inundables, presencia de centros de salud en zonas potencialmente inundables, presencia de áreas de gran densidad urbana en zonas con riesgo de inundación.
- › *Información obtenida desde repositorios oficiales digitales.* En ciertos casos en que la información no fue proporcionada por las instituciones o se recibió información solo a nivel cantonal y no a un nivel inferior, se accedió a información de repositorios oficiales digitales, como geoportales del Ministerio del Ambiente

(<http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/>), Ministerio de Salud (<https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/publico/dniscg/geosalud/gui/#>), Sistema Nacional de Información (<http://sni.gob.ec/coberturas>), entre otros, para su posterior procesamiento mediante SIG. Entre los indicadores obtenidos mediante este medio tenemos: tasa de acceso a servicios de salud, grado de impermeabilización del suelo, tasa de deforestación, territorio bajo conservación.

Todos estos procedimientos de búsqueda y tratamiento de la información permitió obtener información a escala de parroquias para un total de 39 indicadores, que cubren los principales aspectos requeridos para el análisis de la vulnerabilidad por zonas de la ciudad de Guayaquil.

Desarrollo de los indicadores

La selección de los indicadores es, a la vez, la etapa más delicada del proceso de evaluación de la vulnerabilidad y una fase imprescindible para garantizar la integridad y la representatividad de los indicadores seleccionados.

Según Hinkel (2011), varios enfoques pueden ser utilizados para seleccionar los indicadores de vulnerabilidad:

- › **Enfoque deductivo**, que se basa en el conocimiento actual de un sistema para identificar los indicadores de vulnerabilidad más relevantes.
- › **Enfoque inductivo**, que utiliza situaciones particulares para construir modelos generales.
- › **Enfoque normativo**, que es subjetivo, ya que se basa en juicios de valor para determinar el estado general de un sistema.
- › **Enfoque no sustancial**, independiente del conocimiento de la vulnerabilidad.

Se utilizó para el presente estudio una combinación del enfoque deductivo (conocimiento científico sobre los efectos del cambio climático), inductivo (estudios y datos disponibles en la ciudad que informan sobre la temática a analizar) y normativo (opinión de expertos de diferentes áreas utilizando el método Delphi, explicado más adelante). En resumen, la metodología se basa sobre el conocimiento actual para inferir el grado de vulnerabilidad al cambio climático en la ciudad de Guayaquil.

El desarrollo y la selección de los indicadores clave implica considerables incertidumbres de orden científico, así como juicios de valor. Se requiere, para tal fin, tomar en cuenta la respuesta de los sistemas biofísicos y socioeconómicos a los cambios en las condiciones climáticas –y no climáticas– a través del tiempo, así como el potencial de adaptación efectiva. La selección de los indicadores es la etapa más sensible en la evaluación de la vulnerabilidad y, aun así, esta etapa es necesaria con el fin de garantizar la integridad y la representatividad de los indicadores seleccionados.

En la primera fase del proyecto se identificó una serie de indicadores que constituyeron la base para el desarrollo de una matriz de vulnerabilidad ideal, en el caso de que toda la información deseada fuera disponible (o pudieran transponerse) a nivel de las zonas de análisis determinadas (parroquias). Una vez que se conoció el conjunto de la información disponible se seleccionaron (mediante el método Delphi que se describe a continuación) los indicadores que aportan más calidad y representan mejor cada criterio, haciendo énfasis en la contextualización (que los indicadores sean representativos de la situación actual en la zona de estudio) y en evitar utilizar dos indicadores que expliquen un mismo criterio, lo que hubiera falseado los resultados obtenidos mediante el índice de vulnerabilidad.

En este caso, **la lista inicial contenía 83 indicadores**, mientras que **la lista final está compuesta por 39 indicadores: 13 indicadores de sensibilidad, 14 indicadores de exposición y 12 indicadores de capacidad adaptativa.**

Otro factor importante a tener en cuenta a efectos de comprender la metodología utilizada y el resultado del análisis es que todos los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación representan valores o situaciones presentes o pasadas, es decir, ninguno de los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación caracteriza un escenario futuro, a menos que un estudio prospectivo de fuente oficial estuviera disponible en el momento de la realización del presente estudio.

Sin embargo, en lo que respecta a la exposición se conjugan datos pasados o actuales con proyecciones climáticas futuras. Este enfoque metodológico permite por un lado **establecer la línea de base** sobre la vulnerabilidad actual del territorio, así como la **vulnerabilidad futura**, teniendo en cuenta las proyecciones climáticas según los escenarios climáticos disponibles. La única variable es pues el cambio climático proyectado, considerándose todo lo demás constante. **Esta condición ceteris paribus es esencial para evitar situaciones de acumulación de incertidumbre en el análisis que harían inviable su interpretación.**

Selección de los indicadores

En la selección de la información para la elaboración del índice de vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil se utilizaron algunos de los principios del método *Delphi*. La técnica *Delphi*, muy extendida en los años 60 a través del trabajo de Olaf Helmer de Norman Dalkner, investigadores de la *Rand Corporation*, es un método ampliamente utilizado y aceptado para la realización de análisis cualitativos de datos. La técnica tiene como objetivo lograr una convergencia de opiniones sobre un tema específico, a partir de un conjunto de procesos de intercambio de información. La técnica *Delphi* es muy adecuada como método para la construcción de consensos y consiste en preguntar a diferentes profesionales con diferentes áreas de especialización, sobre una determinada cuestión. Es un proceso iterativo de formulación de preguntas hasta la obtención de un alto grado de convergencia en las respuestas (Figura 7).

FIGURA 6

Representación gráfica del Método Delphi

Fuente: ICare&Consult, 2016



En el proceso de evaluación de los indicadores, a incluir en el índice de vulnerabilidad, participaron cuatro profesionales de especialidades diferentes: un ingeniero, una experta en adaptación al cambio climático, con maestría en gestión de recursos naturales y geografía, una especialista en ciencias políticas y un biólogo. La técnica fue utilizada sin el anonimato que suele aplicarse en estos casos para reducir el efecto del "individuo dominante."

La adaptación del método *Delphi* en este caso ha incluido la elaboración de una primera tabla con todos los indicadores, inicialmente planteados por el equipo del proyecto (83 indicadores). Cada uno de los expertos otorgó una puntuación de 1 y 0 (1 = sí, 0 = no) a cada indicador para expresar su opinión razonada sobre la pertinencia o no de incluirlo en el estudio, basándose en sus experiencias anteriores y en su área de especialización. Seguidamente se procedió a la suma de las puntuaciones atribuidas a cada indicador. Aquellos que al finalizar el proceso iterativo Delphi obtuvieron la nota máxima (4 puntos - máxima convergencia) fueron incluidos en el estudio, y se realizaron reuniones para discutir la pertinencia de incluir indicadores con notas de 2 y 3 puntos. Los indicadores que obtuvieron calificaciones entre 0 y 1 fueron excluidos del estudio (Figura 8).

De los indicadores inicialmente propuestos, 27 consiguieron la máxima puntuación en la primera ronda de cuestionarios y 28 fueron excluidos. Los demás fueron sometidos a discusión hasta alcanzar un alto grado de consenso. En total 39 indicadores fueron seleccionados.

FIGURA 7

Cuadro de notas utilizada como una herramienta para la toma de decisión – Método Delphi

Fuente: ICare&Consult, Acclimatise, 2016

		1 = Sí / 0 = NO					
EJE	# INDICADOR	PROFESIONAL1	PROFESIONAL2	PROFESIONAL3	PROFESIONAL4		
SENSIBILIDAD	1	Población actual	1	0	0	0	1
	2	Tasa de crecimiento de la población (evolución de la población)	0	0	0	1	1
	3	Superficie	1	0	0	0	1
	4	Densidad de población	1	1	1	1	4
	5	% Mayores 65 + Menores 5	1	1	1	1	4
	6	Presencia de enfermedades sensibles al clima	0	1	1	1	3
	7	Tasa de analfabetismo	1	1	1	1	4
	8	% estudios primarios	0	0	0	0	0
	9	% estudios secundarios	0	0	0	0	0
	10	% acceso a la universidad	0	0	0	0	0
	11	Tasa de acceso a servicios de salud	1	1	1	1	4
	12	Abastecimiento de agua red pública	1	1	1	1	4
	13	Tasa de acceso al servicio recogida de basuras / eliminación de basuras	1	1	1	1	4
	14	Alcantarillado	1	1	1	1	4
	15	Tasa de acceso a servicios de distribución de electricidad (Cobertura energía eléctrica)	0	0	0	1	1
	16	Tasa de acceso a servicios de telefonía	0	0	0	0	0
	17	Tasa de acceso a Internet	0	0	0	0	0
	18	Dependencia de actividades económicas sensibles al clima - agricultura	1	1	1	1	4
	19	Transporte público	1	0	0	1	2
	20	Presencia de vivienda precaria o construcción anárquica	1	1	1	1	4
	21	Vías pavimentadas para el acceso a viviendas	0	0	0	0	0
	22	Patrimonio cultural	1	1	0	0	2
	23	Tasa de pobreza	1	1	1	1	4
	24	Grado de presión antrópica sobre los ecosistemas	0	0	0	1	1
	25	Tasa de deforestación	1	1	1	1	4
	26	Tasa de impermeabilización del suelo	1	1	1	1	4
	27	Territorio bajo conservación o manejo ambiental	1	1	1	1	4
	28	Sensibilidad a la erosión (hídrica o eólica)	0	0	0	1	1
	29	Degradación del suelo por incompatibilidad de uso	0	0	0	0	0
	30	Vertederos a cielo abierto, vertederos incontrolados - tipo (residuos domésticos, industriales, etc.) y localización	0	0	0	0	0
EXPOSICION	31	Previsión de pérdidas económicas asociadas con el cambio climático	1	1	1	1	4
	32	Inundaciones (frecuencia e intensidad)	0	0	1	1	2
	33	Tormentas costeras (frecuencia e intensidad)	0	0	1	1	2
	34	Incendios forestales (frecuencia e intensidad)	1	1	1	1	4
	35	Victimas mortales por eventos climáticos extremos	1	1	1	1	4
	36	Impacto sobre la salud	0	1	1	1	3
	37	Riesgo de / susceptibilidad a inundación	1	1	1	1	4
	38	Riesgo de / susceptibilidad a deslizamiento de tierra	1	1	1	1	4
	39	Presencia de viviendas - zonas de gran densidad urbana en zonas con riesgo de inundación	1	1	1	1	4
	40	Presencia de viviendas precarias en zonas con riesgo de inundación	0	1	0	0	1

Continúa →

		1 = SÍ / 0 = NO					
EJE	# INDICADOR	PROFESIONAL1	PROFESIONAL2	PROFESIONAL3	PROFESIONAL4		
EXPOSICION	41	Presencia en zonas a riesgo de inundación de infraestructura vial	0	0	0	0	0
	42	Presencia en zonas a riesgo de inundación de zonas industriales	1	1	1	1	4
	43	Presencia en zonas a riesgo de inundación de zonas comerciales	1	1	1	1	4
	44	Presencia en zonas a riesgo de inundación de complejos educativos	1	1	1	1	4
	45	Presencia en zonas a riesgo de inundación de centros de salud	1	1	1	1	4
	46	Presencia en zonas a riesgo de ecosistemas sensibles	0	0	0	0	0
	47	Presencia en zonas a riesgo de patrimonio cultural	0	0	0	0	0
	48	Presencia de viviendas a menos de 100 m de la costa	0	0	0	0	0
	49	Presencia de viviendas precarias a menos de 100 m de la costa	0	0	0	0	0
	50	Presencia de infraestructura vial a menos de 100 m de la costa	0	0	0	0	0
	51	Presencia a menos de 100 m de la costa de zonas industriales	0	0	0	0	0
	52	Presencia a menos de 100 m de la costa de zonas comerciales	0	0	0	0	0
	53	Presencia a menos de 100 m de la costa de ecosistemas sensibles	0	0	0	0	0
	54	Presencia a menos de 100 m de la costa de patrimonio cultural	0	0	0	0	0
	55	Presencia de viviendas en zonas de fuerte pendiente	0	0	0	0	0
	56	Presencia de viviendas precarias en zonas de fuerte pendiente	0	0	0	0	0
	57	Presencia de infraestructura vial en zonas de fuerte pendiente	0	0	0	0	0
	58	Presencia de zonas industriales en zonas de fuerte pendiente	0	0	0	0	0
	59	Presencia de zonas comerciales en zonas de fuerte pendiente	0	0	0	0	0
	60	Presencia de ecosistemas sensibles en zonas de fuerte pendiente	0	0	0	0	0
	61	Presencia de patrimonio cultural en zonas de fuerte pendiente	0	0	0	0	0
	62	Aumento del nivel del mar	1	1	1	1	4
	63	Evolución de las temperaturas	1	1	1	1	4
	64	Evolución de las precipitaciones	1	1	1	1	4
	65	Evolución en la frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos	1	1	1	1	4
CAPACIDAD DE ADAPTACION	66	Conocimiento de la población sobre el cambio climático y sus efectos posibles	1	1	1	1	4
	67	Conocimiento de los funcionarios municipales sobre el cambio climático y sus efectos posibles	1	1	1	1	4
	68	Formaciones / capacitaciones internas sobre cambio climático	1	1	1	1	4
	69	Herramientas para la preparación (estudios realizados, guías y manuales)	1	1	1	1	4
	70	Unidades administrativas que trabajan sobre el cambio climático	1	1	1	1	4
	71	Instituciones y organismos que trabajan sobre cambio climático	1	1	1	1	4
	72	Planes de emergencia	0	0	1	1	2
	73	Planes de prevención de riesgos (inundación, incendios, deslizamientos de tierra, etc.)	1	1	1	1	4
	74	Acciones / Proyectos sobre cambio climático	1	1	1	1	4
	75	Aprendizaje de situaciones pasadas; disponibilidad, facilidad de acceso y utilización de la información	0	1	0	0	1
	76	Gasto en mantenimiento y protección de infraestructuras	1	1	0	0	2
	77	Gasto público en protección del medioambiente	0	0	1	1	2
	78	Gasto público en educación	1	1	1	1	4
	79	Gasto público en vivienda	1	1	1	0	3
	80	Gasto público en asistencia social	1	1	1	1	4
	81	Gasto público en desarrollo económico	0	0	1	0	1
	82	Inversión para dotación y/o creación de unidades que trabajan sobre gestión de riesgos / cambio climático	1	1	1	1	4
	83	Gasto público en salud	1	1	1	1	4
NÚMERO DE INDICADORES SELECCIONADOS		45	46	47	50		

Estandarización de los indicadores

Los indicadores actúan como un proxy de las variables a informar y permiten simplificar o resumir las propiedades importantes del sistema estudiado, basándose en informaciones medibles u observables.

Para garantizar la aplicación correcta de los indicadores individuales, el índice se basa en una combinación de datos cualitativos y cuantitativos. Esto permite aprovechar las ventajas proporcionadas por ambos tipos de indicadores y se evita el uso exclusivo de datos cuantitativos o cualitativos. La "objetividad" de los datos cuantitativos se complementa con datos cualitativos que aportan informaciones esenciales relativas al contexto.

Dicha combinación de datos cuantitativos y cualitativos permite ofrecer una imagen más fina de la vulnerabilidad de un territorio. Para garantizar la comparabilidad de los datos cuantitativos y cualitativos, los indicadores deben ser estandarizados a través de un proceso como el que se describe en la Figura 9.

FIGURA 8

Proceso de colecta y tratamiento de datos

Fuente: ICare&Consult, Acclimatise, 2016.



De esta forma, tras la colecta de la información disponible y la selección de los indicadores más relevantes para el estudio se procedió a la estandarización de los mismos. La información obtenida a través de los datos cualitativos es transformada en rangos de puntaje atribuyéndoseles valores entre 0 y 1, mientras que los

indicadores cuantitativos se normalizan, obteniéndose igualmente valores entre 0 y 1 para cada indicador. Este valor es el llamado índice.

La normalización permite la comparación objetiva de los diferentes componentes y facilita el cálculo del índice de vulnerabilidad. Las fórmulas utilizadas para la normalización de los indicadores son las siguientes:

$$\text{Índice}_{\text{Sensibilidad/Exposición}} = 1 - \frac{\text{Valor observado del indicador} - \text{Mejor valor}}{\text{Peor valor} - \text{Mejor valor}}$$

$$\text{Índice}_{\text{Capacidad de Adaptación}} = \frac{\text{Valor observado del indicador} - \text{Peor valor}}{\text{Mejor valor} - \text{Peor valor}}$$

Este método de estandarización es recomendado por diversas fuentes de referencia para el tratamiento de datos, tales como el *Sustainable Governance Indicators* (SGI, 2015¹¹).

La definición de los valores límites o valores de referencia, descrito por la fórmula como "mejor valor" y "peor valor", es un gran desafío para los estudios de evaluación de la vulnerabilidad, ya que para la mayoría de los indicadores no se dispone de parámetros y/o límites claramente definidos. Generalmente se utilizan una diversidad de metodologías que depende del indicador a tratar. En cuanto al índice de vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil se utilizaron tres métodos diferentes según cada indicador.

El primer método se denomina del "**Sentido Común**". Mediante dicho método se establecen los valores límites teniendo en cuenta el entendimiento generalizado de lo que debería ser el mejor y el peor valor para un indicador dado. Así, por ejemplo, para un indicador como la "mortalidad infantil", el valor óptimo, o "mejor valor" sería 0 %, y el peor valor sería el 100 %.

El segundo método, "**del Percentil**", funciona mediante una proyección estadística en la que se analizan todos los valores de un indicador para llegar a un valor óptimo que representa el 90 % de la distribución de datos y a un segundo valor que representa el 10 % de la distribución. La definición del mejor o el peor valor depende del tipo de indicador que se esté analizando. En el ejemplo anterior, un valor más alto para el indicador de "mortalidad infantil" es un peor valor para el índice, sin embargo, si tenemos en cuenta un indicador como el "acceso al agua potable", un valor más alto en el indicador representaría un mejor valor.

Finalmente, el último método, llamado de "**Comparación**", define los límites utilizando los valores máximos y mínimos obtenidos para un mismo indicador. En otras palabras, el valor más alto obtenido para un indicador dentro de una serie de datos, puede ser considerado como el mejor (o peor valor en función del tipo de indicador) y lo mismo ocurre con el valor más bajo.

En los casos en los que al transformar los indicadores en índices se obtienen valores fuera del intervalo determinado por el estudio, las tasas se normalizan hacia el valor más cercano dentro de la gama. Este método se utiliza generalmente cuando la distribución de los datos presenta valores "atípicos" o discrepantes¹².

Los datos de distribución con valores atípicos son llamados *outliers*. Por consiguiente, para cada indicador se realiza, en primer lugar, un análisis con el fin de identificar la presencia de dichos valores en la base de datos. La técnica de "Thompson del índice modificado"¹³ se utiliza para identificar la presencia de valores atípicos. Se

¹¹ http://www.sgi-network.org/docs/2015/basics/SGI2015_Concept_and_Methodology.pdf

¹² Country Index Technical Report. University of Notre Dame Global Adaptation Index. November 2015.

¹³ Outliers - John M. Cimbala, Penn State University, September 2011. <http://www.mne.psu.edu/cimbala/me345/Lectures/Outliers.pdf>

trata de un análisis estadístico para decidir si se mantienen o descartan los valores extremos "sospechosos" en una muestra de una sola variable. En el caso que nos ocupa, dicha técnica se utilizó para decidir sobre el tipo metodología a utilizar para la definición de los valores límite para la normalización de los indicadores.

De esta manera, si se detecta un valor atípico se utiliza el método del percentil para la obtención de los límites. De lo contrario, los métodos de comparación y del sentido común serían los más adecuados para tal fin.

Una vez normalizados los indicadores, a cada componente de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación), se le atribuye una nota correspondiente.



Los indicadores utilizados para el desarrollo del índice de vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil

A continuación, se presentan de forma detallada los indicadores que se seleccionaron para informar sobre cada uno de los componentes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación), exponiéndose para cada uno la unidad, la fuente del dato, su descripción, la justificación de su utilización, la metodología de tratamiento de la información, así como los resultados obtenidos para las parroquias de Guayaquil.

Sensibilidad

La sensibilidad, según la definición del IPCC (2007), representa el 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 (por ejemplo, los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar).

Se trata, en la práctica, del conjunto de factores intrínsecos al territorio (factores sociales, ambientales, económicos, etc.) que harán que un mismo impacto pueda ser sentido con mayor intensidad, haciéndolo así más sensible a ciertos impactos del cambio climático. Por ejemplo, un municipio cuya economía dependa fuertemente de sectores económicos sensibles al clima (agricultura, entre otros) será propenso a sentir con mayor intensidad los impactos negativos de las variaciones climáticas sobre su territorio. De igual modo, una fuerte presión antrópica sobre los ecosistemas los hace más sensibles frente a efectos probables del cambio climático.

Los indicadores utilizados para evaluar la sensibilidad de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático son:

Factores socioeconómicos



INDICADOR: TASA DE POBREZA

Unidad	%
Fuente	Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2006, actualizado a 2014.
Descripción	El valor del INEC ofrece estimaciones relacionadas con la incidencia de la pobreza por ingresos para los últimos diez años analizados ^{a)} . Dichos valores han sido actualizados a 2014, basándose en las informaciones sobre la evolución de la pobreza para Ecuador contenidas en el estudio de Burgos y Cando (2015) ^{b)} .

Justificación de uso	Una población que sufre situaciones de pobreza tendrá menor capacidad para sobrellevar los efectos negativos del cambio climático y en especial para hacer frente a los posibles costos o pérdidas relacionados con ellos.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$. La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".

a/ Para más información ver: INEC (2008). Medidas de pobreza y extrema pobreza por ingresos. Resumen ejecutivo. Disponible en línea: <http://www.ecuadorenci-fras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/Metodologia+de+pobreza+por+ingresos.pdf>

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

Resultados para Guayaquil:

El 40,5 % de la población del área de expansión urbana vive en condiciones de pobreza.

Las parroquias Pascuales (28,5 %), Febres Cordero (23,25 %), Letamendi (20,25 %), Urdaneta (20,25 %) y Ximena (19,5 %), presentan los valores más altos de pobreza dentro del Municipio de Guayaquil.

El siguiente cuadro presenta los valores obtenidos para las diferentes parroquias de Guayaquil y para los sectores del área de expansión urbana.

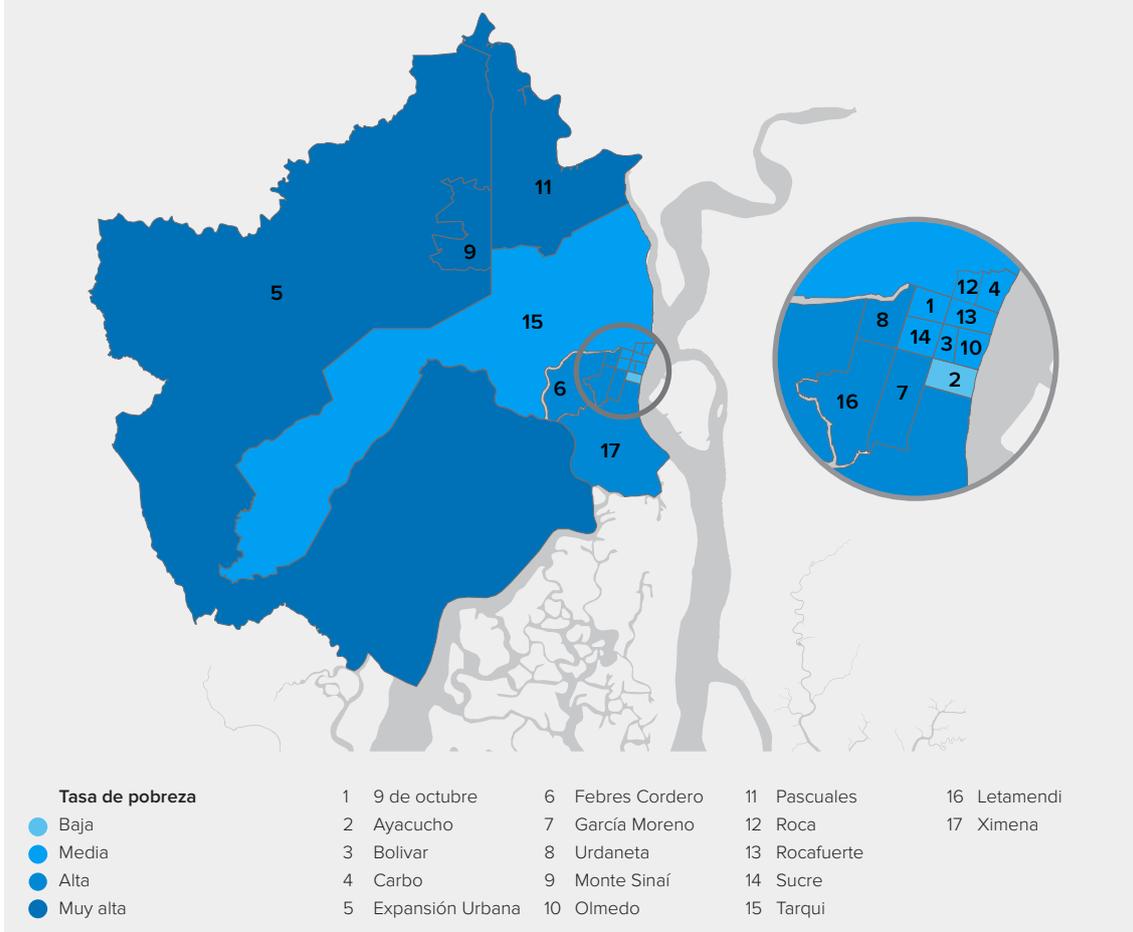
	TASA DE POBREZA
9 DE OCTUBRE	9,75
AYACUCHO	5,25
BOLÍVAR	9,75
CARBO	9,75
FEBRES CORDERO	23,25
GARCÍA MORENO	12,75
LETAMENDI	20,25
OLMEDO	9,75
PASCUALES	28,5
ROCA	9,75
ROCAFUERTE	9,75
SUCRE	9,75
TARQUI	10,5
URDANETA	20,25
XIMENA	19,5
MONTE SINAI	40,5
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	40,5

El mapa siguiente muestra las tasas de pobreza en las diferentes parroquias de Guayaquil.

FIGURA 9

Tasa de pobreza en las parroquias de Guayaquil y en el área de expansión urbana

Fuente: Icare & Consult, con datos de INEC, 2006, actualizados a 2104



INDICADOR: % SUPERFICIE DEDICADA A ACTIVIDADES AGRARIAS Y/O AGROPECUARIAS

Unidad	%
Fuente	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), 2011.
Descripción	El indicador presenta el porcentaje de la superficie dedicada a actividades agrarias y/o agropecuarias en relación con la superficie total de la parroquia.
Justificación de uso	Se trata de un proxy que nos permite analizar, de manera indirecta, la dependencia de la población con respecto a una actividad económica altamente sensible al cambio climático, como es la agricultura, ya que no se dispone de datos relativos a la contribución al PIB de la actividad agropecuaria de las parroquias.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{(\text{valor observado} - \text{peor valor})}{(\text{mejor valor} - \text{peor valor})}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de la "comparación".

Resultados para Guayaquil :

Al ser el territorio estudiado eminentemente urbano solo se obtuvieron valores de dependencia a actividades agropecuarias para las parroquias limítrofes de la zona urbana, así como para el área de expansión urbana. Según los datos de CLIRSEN (2011), las parroquias de Tarqui (46 %) y Pascuales (38 %), junto con los sectores del área de expansión urbana presentarían un elevado grado de dependencia económica a la actividad agropecuaria, altamente sensible al clima.

	SUPERFICIE DEDICADA A ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y/O AGROPECUARIAS (%)
PASCUALES	37,75
TARQUI	45,74
MONTE SINAI	47,73
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	50,77

Según los datos del INEC (2010) la actividad agraria contribuye en 4,41 % al PIB de la ciudad. Los principales cultivos, según la información de CLIRSEN (2011), son la superficie de pasto cultivado (220 ha) y el maíz (205 ha), seguidos por cultivos dedicados a la exportación tales como el mango (93 ha) y el cacao (53 ha), gracias a la influencia del canal Daule – Chongón que aporta el agua necesaria para el desarrollo de dichos cultivos, por lo que son tierras altamente cotizadas por inversionistas. El arroz es un cultivo igualmente importante en la zona y para 2011 según los datos de CLIRSEN, 52 ha estaban dedicadas en esa fecha al cultivo del arroz. La mano de obra es predominantemente familiar en las explotaciones dedicadas a cultivos tradicionales, asalariada y permanente en aquellas dedicadas a los cultivos de exportación.

El cambio climático, y en especial el exceso de lluvia y el aumento de las temperaturas, puede tener impactos sobre los cultivos del maíz, el mango y el cacao. Por un lado, el exceso de lluvia puede propiciar el desarrollo de plagas y enfermedades que deben ser tratadas en el momento adecuado para que no repercuta en pérdidas de rendimiento de los cultivos. Por otro lado, un aumento de las temperaturas aumenta la evapotranspiración, por lo que se incrementaría el estrés hídrico, pudiéndose ocasionar pérdidas de rendimiento en las parcelas de secano.

Por último, para el cultivo del arroz la variable determinante es y será la disponibilidad de agua. Una mayor frecuencia e intensidad de sequías podría impactar a la distribución de las superficies aptas para el cultivo del arroz, en la zona de estudio.

**INDICADOR: DENSIDAD DE POBLACIÓN NETA**

Unidad	Habitantes/km ²
Fuente	Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010.
Descripción	La densidad de población es una medida de la concentración de la población en un territorio. Indica el número de personas que habitan por cada unidad de superficie.
Justificación de uso	Una mayor densidad de población implica que un impacto del cambio climático, como las inundaciones o las enfermedades transmitidas por vectores, por ejemplo, puedan ocasionar un mayor número de víctimas, dada la concentración de la población en un área determinada sometida a dicho impacto.
Metodología de tratamiento	Se utiliza la clasificación del INEC, en materia de densidad poblacional: De 2 a 1000 habitantes/km ² : Muy baja De 1001 a 3000 habitantes/km ² : Baja De 3001 a 8000 habitantes/km ² : Media De 8001 a 13.000 habitantes/km ² : Alta Más de 13.000 habitantes/km ² : Muy alta

Resultados para Guayaquil:

Los resultados de densidad poblacional neta para las distintas parroquias de Guayaquil se muestran en la siguiente tabla:

DENSIDAD DE POBLACIÓN		
9 DE OCTUBRE	9.122	alta
AYACUCHO	13.383	muy alta
BOLIVAR	17.328	muy alta
CARBO	6.208	media
FEBRES CORDERO	24.175	muy alta
GARCÍA MORENO	23.487	muy alta
LETAMENDI	28.302	muy alta
OLMEDO	10.682	alta
PASCUALES	4.505	media
ROCA	12.895	alta
ROCAFUERTE	8.592	alta
SUCRE	15.726	muy alta
TARQUI	2.536	baja
URDANETA	18.744	muy alta
XIMENA	13.481	muy alta
MONTE SINAI	3.482	media
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	5	muy baja

Los sectores del área de expansión urbana, tales como el Monte Sinaí y el resto del área de expansión urbana, poseen densidades media y muy baja respectivamente, y la parroquia de Tarqui una densidad baja. Las parroquias de Carbo y Pascuales presentan una densidad poblacional media, mientras que Roca, Rocafuerte, Olmedo y 9 de Octubre presentan densidades altas, mostrando todas las demás parroquias (Ayacucho, Bolívar, Febres Cordero, García Moreno, Letamendi, Sucre, Urdaneta y Ximena) con valores muy elevados de densidad poblacional.

Según las informaciones del INEC (2010), el crecimiento demográfico en Guayaquil comienza a mitad del siglo pasado al convertirse la ciudad en la principal puerta de entrada por vía marítima de mercancías y personas en el país. La siguiente figura muestra la evolución de la población de la ciudad de Guayaquil de 1950 a 2010. Tal y como se mencionó anteriormente, se prevé un aumento del 4,6 % de la población a 2020.

Este aumento de población provocó un incremento del precio del suelo en el núcleo urbano de la ciudad, dando comienzo a la verticalización del hábitat en dicha zona y a la expansión del área urbana hacia la periferia. Según la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) (2015)¹⁴ el crecimiento formal e informal en Guayaquil es eminentemente horizontal con edificios bajos de pocos pisos cuya expansión se hace en detrimento del espacio que lo rodea, lo que encarece la urbanización y dificulta el acceso a vivienda de bajo costo para las poblaciones con menos recursos.

Más aún, según Acebo (2016)¹⁵, la ciudad de Guayaquil crece desde hace más de medio siglo "de manera desordenada y sin control, obligando a invadir zonas no aptas para ocupar, irrespetando propiedad del estado,

¹⁴ Ver: SENPLADES (2015). Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Disponible en línea en: <http://zzz.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/doznlo-qds/2015/10/Agenda-zona-8.pdf>

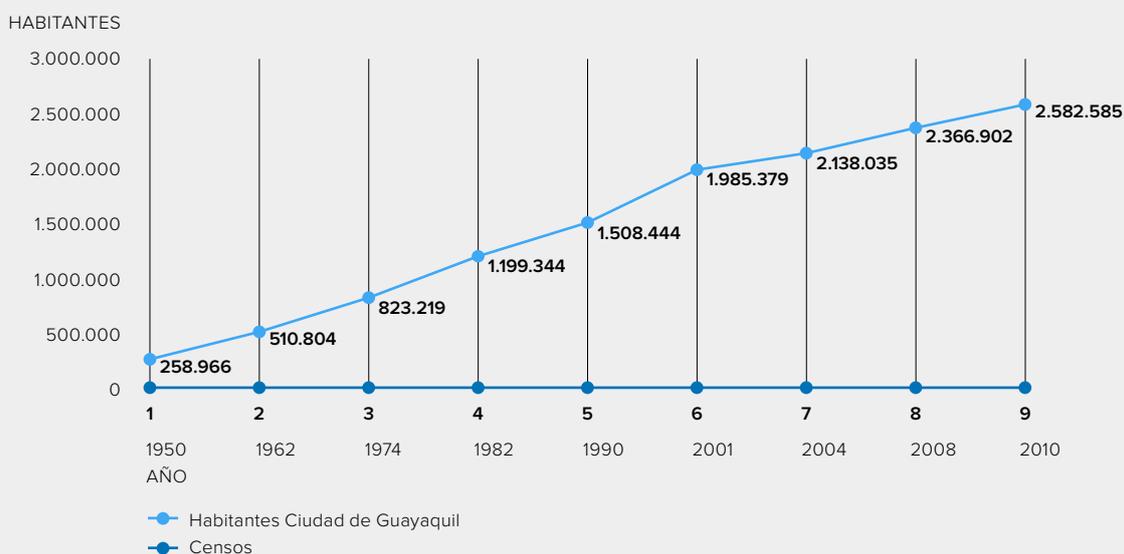
¹⁵ Ver: Acebo, K. (2016). Ordenamiento Territorial Ecuador, Guayas, Guayaquil. Disponible en línea en: <http://www.slideshare.net/KarIIIIPopBermeo/ordenamiento-territorial-en-guayaquil-2016>

privada, normas legales y depredando bienes naturales (se rellenaron esteros y se taló manglar). Esto ha generado problemas de marginalidad y riesgo ambiental.”

Esta situación es particularmente sensible en el sector denominado Monte Sinaí, con una población de 74.405 habitantes en 2010 según los datos del INEC, así como en el resto del área de expansión urbana (4.457 habitantes), que ha sido poblado mediante asentamientos informales por invasiones sucesivas. La Secretaría Técnica de Prevención de Asentamientos Irregulares de la ciudad de Guayaquil trabaja para prevenir y limitar el desarrollo de estos asentamientos informales y para garantizar el cumplimiento de la Reforma de la Ley 88¹⁶, en virtud de la cual se legalizan los predios invadidos antes de 2010.

FIGURA 10
Evolución de la población de Guayaquil de 1950 a 2010

Fuente : Icare & Consult, con datos de INEC, 2010



A escala nacional, la planificación territorial viene regida por la Estrategia Territorial Nacional¹⁷ que es un instrumento complementario del Plan Nacional del Buen Vivir¹⁸, lo que permite articular la política pública nacional y las condiciones y características propias de cada territorio. La Prefectura del Guayas posee a su vez un plan de ordenamiento¹⁹ válido hasta 2021, mientras que el Plan de Ordenamiento y Desarrollo Territorial del Gobierno Autónomo de Guayaquil y gestionado por la Dirección de Urbanismo y Ordenamiento Territorial se encuentra en curso de actualización en estos momentos.

El siguiente mapa muestra la densidad poblacional de las diferentes parroquias de Guayaquil.

¹⁶ Ley Reformatoria a la Ley de Legalización de la Tenencia de Tierras a favor de los moradores y poseedores de predios que se encuentran dentro de la circunscripción territorial de los cantones Guayaquil, Samborombón y El Triunfo, disponible en línea en: <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/leyes-aprobadas?leyes-aprobadas=All&title=Guayaquil&fecha=&=Aplicar>

¹⁷ Ver <http://buenvivir.gob.ec/estrategia-territorial-nacional>

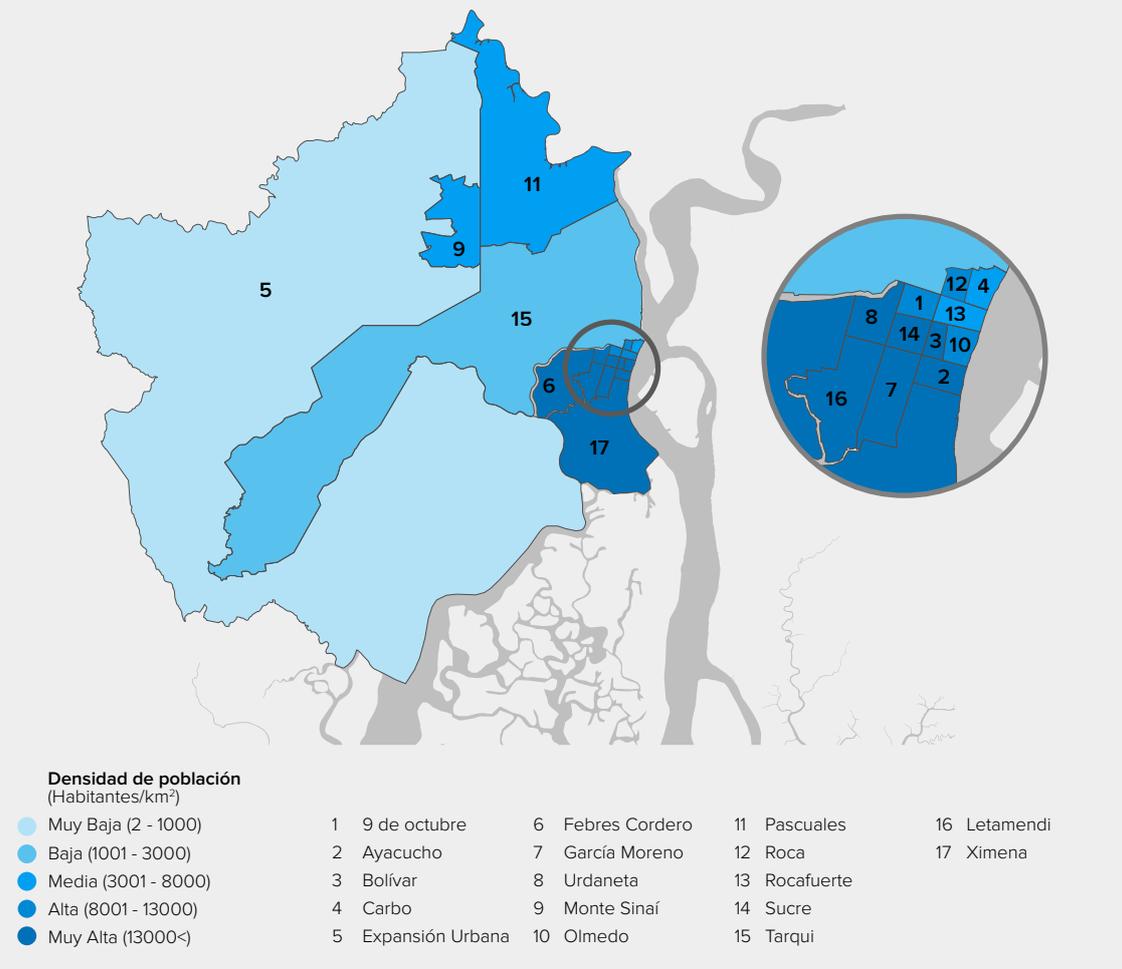
¹⁸ Idem comentario precedente

¹⁹ Ver <https://www.scribd.com/document/216873268/Plan-de-Ordenamiento-Territorial-Guayas-2013>

FIGURA 11

Densidad poblacional neta de las parroquias de Guayaquil y del área de expansión urbana

Fuente: Icare & Consult, con datos de INEC, 2010



INDICADOR: % MAYORES 65 AÑOS + MENORES 5 AÑOS

Unidad	%
Fuente	Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010.
Descripción	Se considera la suma de los porcentajes de los habitantes de las parroquias mayores de 65 años y menores de 5 años.
Justificación de uso	Dicho indicador es generalmente utilizado en los análisis de vulnerabilidad para identificar el conjunto de la población que se considera más sensible al cambio climático, es decir, los ancianos (población generalmente con menos recursos y con más problemas de salud) y los niños (población frágil por excelencia).
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[\text{valor observado} - \text{peor valor}]}{[\text{mejor valor} - \text{peor valor}]}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de "comparación" debido a la ausencia de valores atípicos.



Resultados para Guayaquil:

El porcentaje de la población de las parroquias de Guayaquil de más de 65 años y de menos de 5 años oscila entre el 15 % y el 20 % de la población total, siendo las parroquias de 9 de Octubre, Carbo, Monte Sinaí, Roca y Ayacucho las que presentan valores de porcentaje más elevados de población sensible dentro de la Municipalidad de Guayaquil.

Según los datos del INEC (2010) el número promedio de hijos ha disminuido de 2,3 hijos por familia en 1990 a 1,6 hijos en 2010, debido principalmente a un cambio del rol de la mujer cada vez más educada y participando más activamente en la economía.

Esta disminución es, según el INEC (2010), más importante en zonas urbanas como la ciudad de Guayaquil, por lo que el volumen de población sensible compuesto por niños menores de cinco años tendería a disminuir.

Sin embargo, el aumento de la esperanza de vida que en Ecuador ha pasado de los 73 años en el año 2000 a los 76 años en 2014, según los datos del INEC, hace prever un aumento de la población sensible compuesta por ancianos.

La siguiente tabla muestra la proporción de población sensible con menos de cinco años y más de 65 años en las distintas parroquias de Guayaquil.

	% POBLACION MAYOR 65 AÑOS + MENOR 5 AÑOS
9 DE OCTUBRE	19,26
AYACUCHO	17,34
BOLÍVAR	16,53
CARBO	18,86
FEBRES CORDERO	15,51
GARCÍA MORENO	15,88
LETAMENDI	16,33
OLMEDO	16,55
PASCUALES	13,66
ROCA	17,55
ROCAFUERTE	16,95
SUCRE	16,38
TARQUI	14,02
URDANETA	15,89
XIMENA	14,63
MONTE SINAI	17,82
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	16,56

**INDICADOR: TASA DE ANALFABETISMO**

Unidad	%
Fuente	Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2010.
Descripción	Según INEC es el porcentaje de la población mayor o igual a quince años de edad que no puede leer, escribir, ni comprender un texto sencillo y corto sobre su vida cotidiana, en un determinado periodo de tiempo (t). Este indicador mide el porcentaje de la población analfabeta, con relación a la población total, dentro de las parroquias de Guayaquil.
Justificación de uso	La educación permite formar ciudadanos más conscientes y responsables y mejor preparados para afrontar futuros escenarios donde se manifiesten los efectos negativos del cambio climático. Cuanto mayor es la tasa de analfabetismo de una población menores son las herramientas de las que dispone para hacer frente a los impactos negativos del cambio climático.
Metodología de tratamiento	Los valores de analfabetismo por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".

Resultados para Guayaquil:

Según los datos del INEC (2010), las parroquias de Guayaquil presentan bajas tasas de analfabetismo con una media de 2 % de población analfabeta. Sin embargo, la población asentada en la zona de expansión urbana muestra tasas de analfabetismo más elevadas (5,41 % en Monte Sinai y 12,5 % en el resto del área de expansión urbana). En la parroquia de Pascuales 4,6 % de población es analfabeta.

La siguiente tabla muestra los resultados para la tasa de analfabetismo por parroquias en la ciudad de Guayaquil y su área de expansión urbana. Si bien el analfabetismo es un problema complejo que no puede explicarse mediante una única variable, se aprecia una correlación entre el nivel de pobreza y el grado de analfabetismo en las diferentes parroquias.

A pesar de ello, la tasa media de analfabetismo en la ciudad de Guayaquil es baja (2 %), lo que refleja el esfuerzo del municipio, que ha hecho de la educación una de sus prioridades de inversión, aumentando el presupuesto dedicado a la educación a 55 % en los últimos cuatro años, según los datos de la Dirección de Acción Social y Educación (DASE, 2016).

TASA DE ANALFABETISMO (%)	
9 DE OCTUBRE	1,51
AYACUCHO	1,04
BOLIVAR	2,02
CARBO	1
FEBRES CORDERO	2,84
GARCIA MORENO	1,43
LETAMENDI	2,3
OLMEDO	1,74
PASCUALES	4,63
ROCA	1,03
ROCAFUERTE	1,4
SUCRE	1,97
TARQUI	1,97
URDANETA	1,66
XIMENA	2,99
MONTE SINAI	5,41
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	12,52



INDICADOR: TASA DE ACCESO A LOS SERVICIOS DE SALUD

Unidad	Número de habitantes / centro de salud
Fuente	Geo Salud, 2016.
Descripción	Proxy que informa sobre la facilidad de acceso de la población a servicios de salud.
Justificación de uso	El cambio climático puede tener impactos importantes sobre la salud pública: enfermedades transmitidas por vectores, por el agua, enfermedades cardiovasculares provocadas por un aumento de la temperatura, etc., pero también efectos directos por causa de fenómenos climáticos extremos como lesiones, ahogamientos, etc. Cuanto mejor es el grado de acceso a los servicios de salud, mejor estará preparado un territorio para disminuir la morbilidad y mortalidad de su población relacionadas con dichos impactos.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{(\text{valor observado} - \text{peor valor})}{(\text{mejor valor} - \text{peor valor})}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de la "comparación" debido a la ausencia de valores atípicos.

Resultados para Guayaquil:

No se poseen datos sobre centros de salud para los sectores de la zona de expansión urbana.

Las parroquias urbanas de Guayaquil que presentan mayores dificultades de acceso a servicios de salud son Pascuales, Febres Cordero, Letamendi y García Moreno, seguidas de Tarqui y Ximena.

Recordamos que el presente indicador ha sido calculado dividiendo el número de habitantes de cada parroquia por el número de centros de salud existentes, lo que da una idea del número de pacientes potenciales de los que cada centro de salud debería hacerse cargo. No se trata de una mayor o dificultad de acceso en términos físicos o de transporte, sino de la carga potencial de pacientes por centro de salud en cada parroquia.

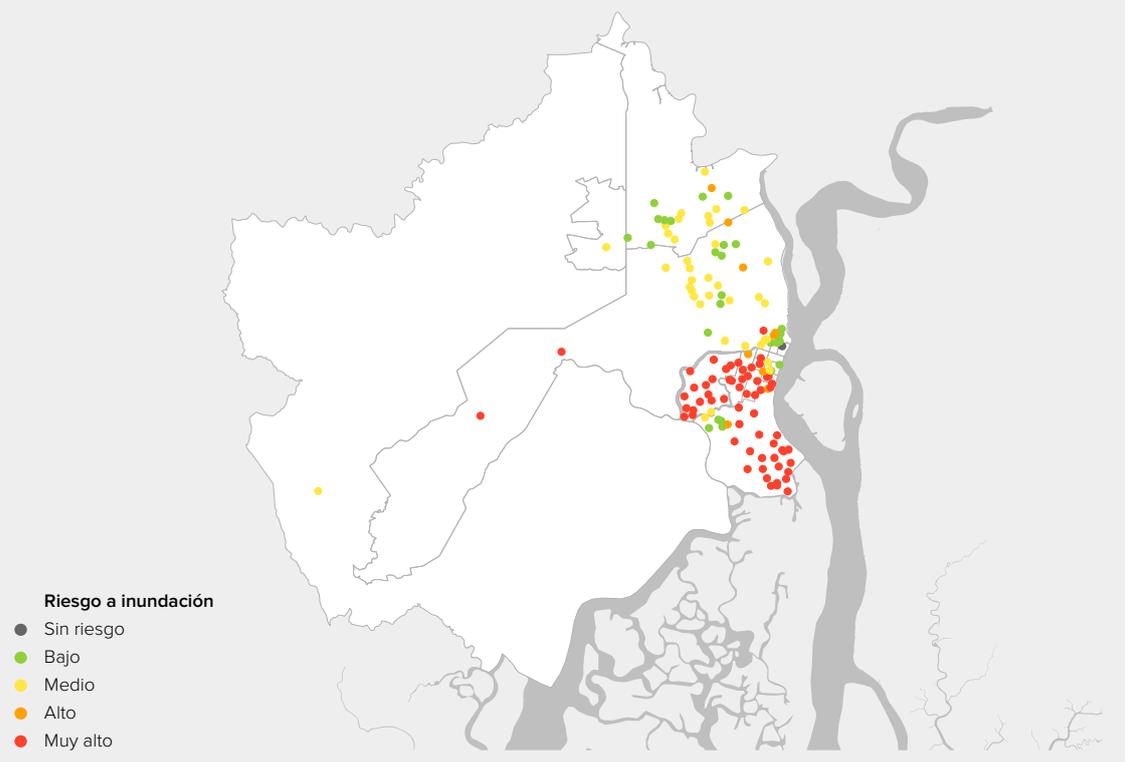
Aunque la decisión de implantar centros de salud en las diferentes parroquias responde a un conjunto de factores que difieren caso por caso, la comparación del número de pacientes potenciales por centro de salud con la tasa de pobreza muestra una cierta correlación entre ambas, siendo las parroquias más pobres, como Pascuales, Febres Cordero y Letamendi, las que presentan un menor número de centros de salud en relación al número de habitantes de la parroquia.

El mapa siguiente muestra la localización de los centros de salud en las diferentes parroquias de la ciudad de Guayaquil. En rojo se presentan aquellos centros de salud situados en zonas con muy alto riesgo de inundación, en naranja los situados en zonas con alto riesgo de inundación, en amarillo los centros de salud localizados en zonas con riesgo medio de inundación y en verde aquellos centros situados en zonas con bajo riesgo de inundación.

FIGURA 12

Centros de salud en las parroquias de Guayaquil

Fuente: Icare & Consult, con datos de Geo Salud, 2016





INDICADOR: TASA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA (RED PÚBLICA)

Unidad	%
Fuente	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG), 2016.
Descripción	Indica el porcentaje de la población que tiene acceso directo al sistema público de abastecimiento de agua potable.
Justificación de uso	Los servicios de saneamiento ambiental, entre los que se incluye el acceso al agua potable a través de la red pública, cumplen un objetivo fundamental para mantener las condiciones de vida de la población. Un menor acceso a dicho servicio tendría una incidencia directa en la disponibilidad de agua potable de calidad para consumo humano, e indirecta en la salud y las enfermedades en un contexto de cambio climático, principalmente en lo que se refiere a las enfermedades hídricas (transmitidas por el agua).
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".

Resultados para Guayaquil:

Todas las parroquias del área urbana de Guayaquil presentan tasas de acceso al servicio de abastecimiento de agua potable de la red pública del 100 %. Sólo los sectores del área de expansión urbana, sobre las cuales la Municipalidad de Guayaquil no ejerce plenamente sus competencias, poseen valores de 16,2 % para Monte Sinaí y nulo para el resto del área de expansión urbana. Este valor para Monte Sinaí, refleja el trabajo de la municipalidad para ir dotando a los predios legalizados en virtud de la Ley 88, de los servicios de saneamiento que ofrece la municipalidad al conjunto de las parroquias que están bajo su competencia.

La ciudad de Guayaquil se abastece de la cuenca del río Daule, que a su vez forma parte de la cuenca del río Guayas, uno de los más importantes y caudalosos de la costa pacífica de América del Sur.

Según Servicios Ambientales S.A. (2016)²⁰, la alta presión existente actualmente sobre el recurso hídrico aumentará debido al crecimiento poblacional, al cambio de hábitos y de consumo de los habitantes y al cambio climático. La ciudad de Guayaquil consume actualmente, según el Fondo de Agua de Guayaquil, un millón de metros cúbicos diarios y el consumo de agua por habitante (272 litros) está, según Servicios Ambientales S.A. (2016) muy por encima de las recomendaciones de consumo de agua estipuladas por la Organización Mundial de la Salud (50 litros por habitante). Además, según la empresa consultora, "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".

La contaminación en el estuario muestra alteraciones ecológicas severas que afectan a las comunidades aledañas, según Servicios Ambientales S.A. (2016), y la situación 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. En efecto, en periodos de sequía disminuye el caudal y la cantidad igual de contaminantes aumenta su concentración en los cuerpos de agua.

El Fondo de Agua de Guayaquil fue creado en diciembre 2015 con el fin de promover la conservación y la restauración del recurso hídrico en la cuenca del río Daule, mediante actividades como la protección de áreas críticas, la restauración de ciertas áreas incluyendo zonas de riberal, la implementación de mejores prácticas productivas, el ordenamiento territorial con un enfoque de cuenca, la educación y la sensibilización ambiental, el monitoreo de la calidad y cantidad de agua, el desarrollo de un programa intensivo de difusión y levantamiento de recursos. Los socios fundadores del Fondo del Agua de Guayaquil son el Municipio de Guayaquil, la empresa municipal EMAPAG, The Nature Conservancy, CAF, Interagua, la Cervecería Nacional (Sab-Miller).

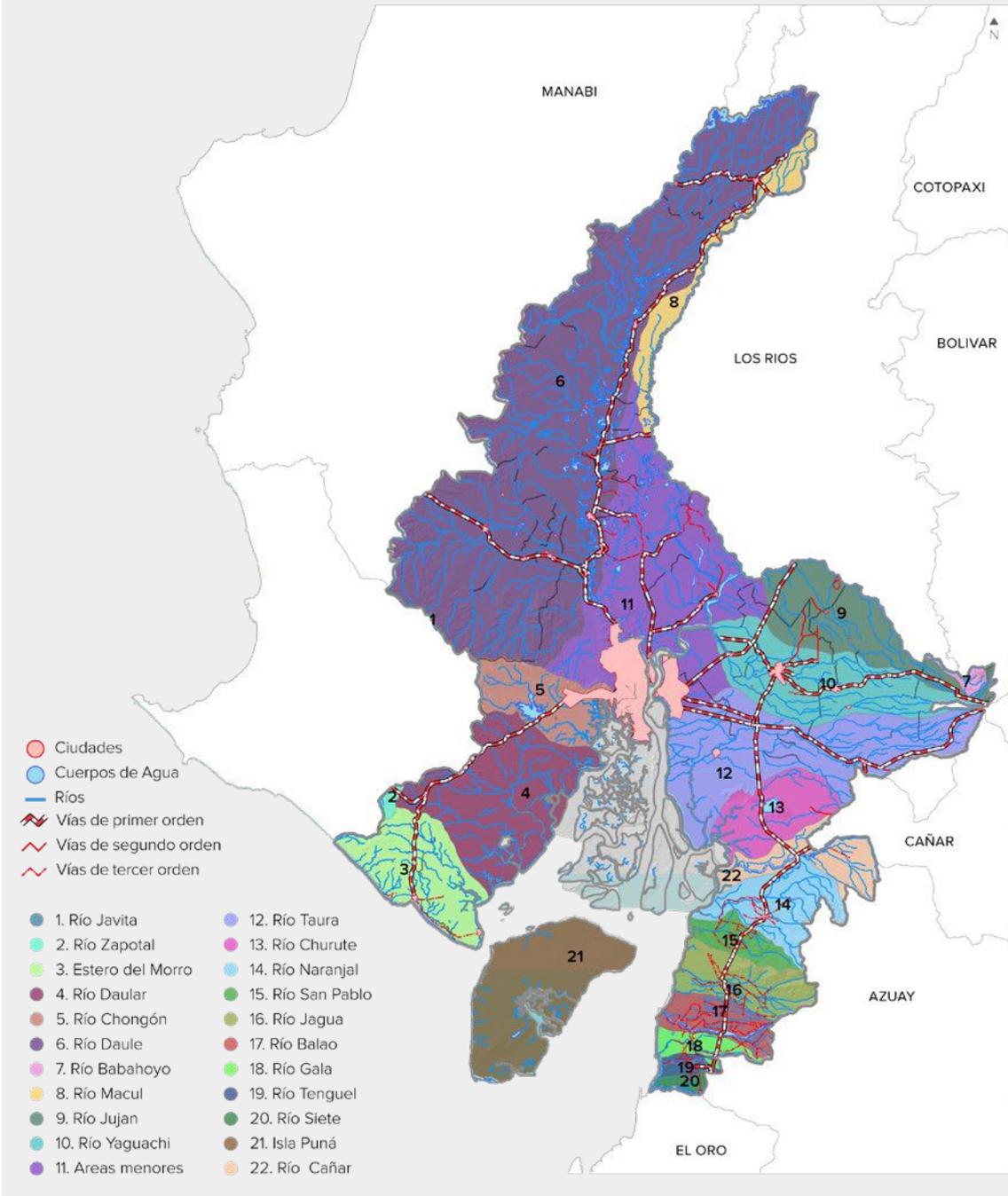
20. Servicios Ambientales S.A. (2016). Evaluación de la Huella de Carbono y Huella Hídrica, Cantón de Guayaquil, Ecuador. Proyecto Huella de Ciudades.

El Fondo de Agua de Guayaquil cuenta con instituciones aliadas locales como son Arca Continental y Coca Cola Company e instituciones aliadas regionales, tales como el BID.

La figura siguiente muestra el mapa de la red hidrológica del río Guayas.

FIGURA 13
Red hidrológica del río Guayas

Fuente: Albán et al, 2010, Producto de consultoría para el Gobierno Provincial del Guayas





INDICADOR: TASA DE ACCESO AL SERVICIO DE RECOGIDA DE BASURAS (POR CARRO RECOLECTOR)

Unidad	%
Fuente	Dirección de Aseo, Municipio de Guayaquil.
Descripción	Indica el porcentaje de la población que tiene acceso directo al sistema público de recogida y tratamiento de residuos sólidos mediante carro colector.
Justificación de uso	El servicio de recogida de basuras forma parte de los llamados servicios de saneamiento ambiental de los municipios que contribuyen a mantener las condiciones de vida de la población. Un menor acceso a dicho servicio tendría una incidencia directa e indirecta en la salud y enfermedades en un contexto de cambio climático, principalmente en situaciones de altas temperaturas y de inundaciones.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[\text{valor observado} - \text{peor valor}]}{[\text{mejor valor} - \text{peor valor}]}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".

Resultados para Guayaquil:

Todas las parroquias del área urbana de Guayaquil presentan altas tasas de acceso al servicio de recogida y eliminación de basuras por carro recolector. Los sectores del área de expansión urbana, aunque fuera de la zona de competencias de la Municipalidad, también cuentan con un cierto grado de acceso al servicio de recogida y eliminación de basuras, siendo la tasa de acceso de 51 % y 23 % para Monte Sinaí y para el resto del área de Expansión Urbana, respectivamente.



INDICADOR: TASA DE CONEXIÓN A RED PÚBLICA DE ALCANTARILLADO

Unidad	%
Fuente	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil EMAPAG, 2016.
Descripción	Indica el porcentaje de la superficie de las parroquias conectada al sistema público de alcantarillado.
Justificación de uso	La colecta de aguas sucias por el sistema de alcantarillado es otro de los servicios de saneamiento ambiental de los municipios. Un menor acceso a dicho servicio tendría una incidencia directa e indirecta en la salud y en las enfermedades en un contexto de cambio climático, en lo que se refiere a las enfermedades hídricas (transmitidas por el agua), durante episodios de lluvias intensas e inundaciones, principalmente.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[\text{valor observado} - \text{peor valor}]}{[\text{mejor valor} - \text{peor valor}]}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de "sentido común".

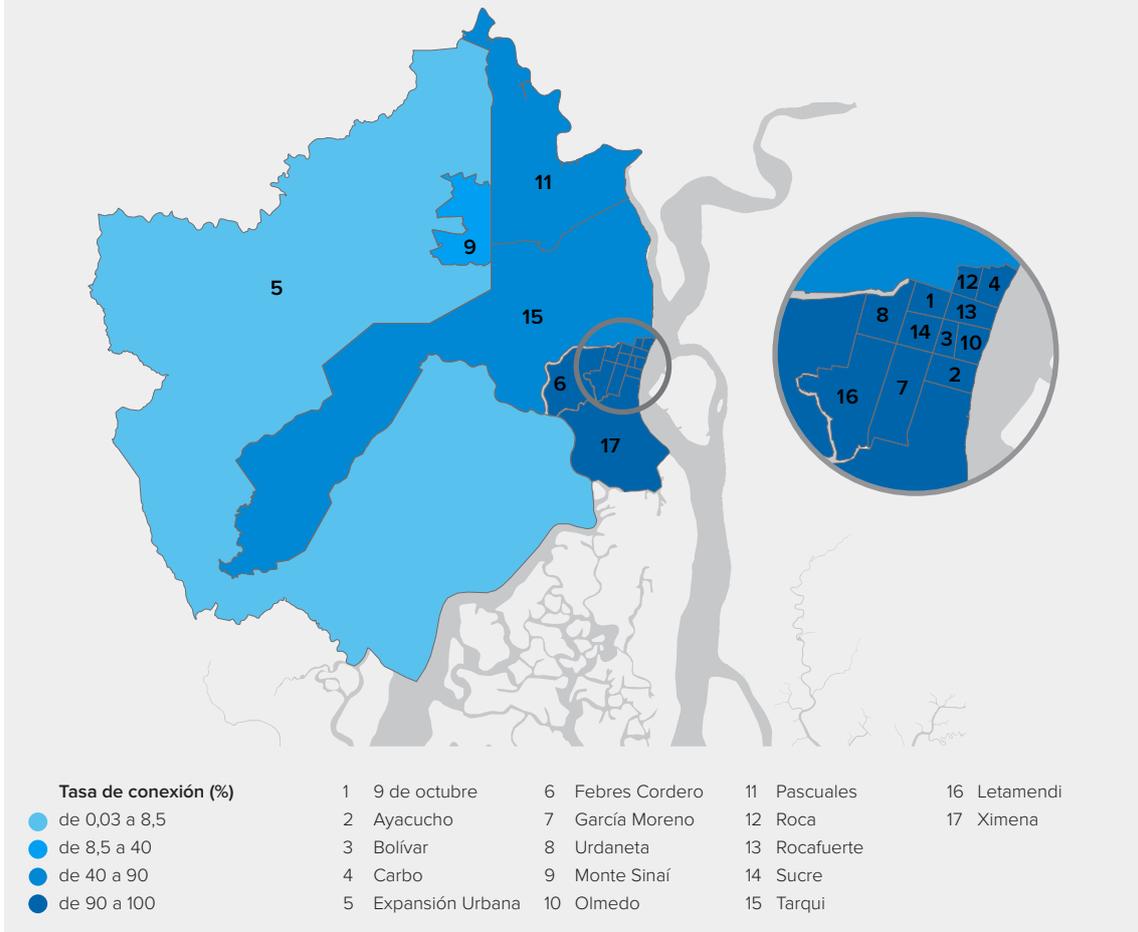
Resultados para Guayaquil:

La mayoría de las parroquias del área urbana de Guayaquil presentan tasas de acceso al servicio alcantarillado del 100 %, exceptuando las parroquias de Letamendi, Febres Cordero, Pascuales, Tarqui y Ximena. Según los datos de EMAPAG, en la actualidad toda expansión de alcantarillado sanitario incorpora la conexión intra-domiciliaria, con lo que se asegura la conectividad del servicio y la eficiencia de la inversión. El siguiente mapa muestra las tasas de conexión al servicio de alcantarillado de las parroquias de Guayaquil y de su área de expansión urbana:

FIGURA 14

Tasa de conexión al servicio de alcantarillado en las parroquias de Guayaquil

Fuente: Icare & Consult, con datos de EMAPAG, 2016



Las parroquias de Pascuales y Tarqui presentan los valores más bajos de conexión a la red de alcantarillado (40 % y 75 %, respectivamente), como se muestra en la siguiente tabla, lo que las hace más sensibles frente a episodios de lluvias intensas.

	TASA DE CONEXIÓN AL SERVICIO DE ALCANTARILLADO (%)
9 DE OCTUBRE	100
AYACUCHO	100
BOLÍVAR	100
CARBO	100
FEBRES CORDERO	90
GARCÍA MORENO	100
LETAMENDI	95
OLMEDO	100
PASCUALES	40
ROCA	100
ROCAFUERTE	100
SUCRE	100
TARQUI	75
URDANETA	100
XIMENA	90
MONTE SINAI	8,5
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	0,003

Actualmente se están desarrollando obras en la parroquia de Tarqui para asegurar la cobertura total de la red de alcantarillado. 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.

Monte Sinaí, aunque situado dentro del área de expansión urbana y donde solo una pequeña parte de su territorio se sitúa dentro de la zona de competencias plenas de la Municipalidad, también disfruta de un cierto grado de acceso al servicio alcantarillado, con una tasa del 8,5 %.

La empresa encargada de asegurar la conexión al servicio de alcantarillado, así como su mantenimiento es EMAPAG, Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil, la cual fue constituida mediante Ordenanza Municipal publicada el 1 de octubre de 2012, en la Gaceta Oficial no. 42 del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil. La empresa tiene como rol principal el control y la regulación, en función del contrato de concesión de los servicios de agua potable y saneamiento de Guayaquil. EMAPAG actúa de forma coordinada con los órganos municipales relacionados con su competencia, así como con los órganos o instituciones públicas o privadas pertinentes en aras de lograr el cumplimiento eficiente y eficaz de su objeto y gestión institucional y rinde cuentas anualmente de su actuación a la Ilma. Municipalidad de Guayaquil.

Según el informe gerencial realizado por CAF en 2013, tras las inundaciones que tuvieron lugar en Guayaquil en marzo del mismo año²¹, la capacidad de descarga del drenaje natural y artificial es un factor esencial que influye en las inundaciones que tienen lugar en la ciudad.

Así pues, 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, que provoca un impacto hidrológico importante ya que aumenta el caudal y la velocidad del escurrimiento superficial junto a la falta de control del efecto de remanso desde aguas abajo, son los principales factores que contribuyen a un mayor riesgo de inundación en Guayaquil.

Toda acción que vaya en el sentido de aumentar la capacidad de descarga y a disminuir la artificialización de suelos tendrá un efecto en la disminución del riesgo de inundaciones en la ciudad.

²¹ Ver: CAF (2013). La inundación en Guayaquil en marzo de 2013. Opinión de expertos internacionales. Cooperación Técnica de CAF. Informe Gerencial. 40 p.



INDICADOR: PRESENCIA DE SECTORES PRECARIOS

Unidad	Número de sectores precarios
Fuente	Secretaría Técnica de Prevención de Asentamientos Irregulares, 2016.
Descripción	Indica el número de sectores precarios por parroquia. Los aspectos generalmente considerados para caracterizar la precariedad del hábitat urbano son las condiciones materiales del mismo, la disponibilidad de servicios básicos y la seguridad de permanencia, la cual es medida por la condición de tenencia de las viviendas.
Justificación de uso	La presencia de hábitats precarios hace más sensibles a sus habitantes y vecinos, frente a los efectos del cambio climático, tales como inundaciones y deslizamientos de tierra.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[\text{valor observado} - \text{peor valor}]}{[\text{mejor valor} - \text{peor valor}]}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de "sentido común".

Resultados para Guayaquil:

La parroquia de Pascuales es la que presenta mayor número de sectores precarios (8), seguida por Tarqui (3) y Ximena (2). El sector Monte Sinaí, en el área de expansión urbana es la zona donde más sectores precarios existen (21 sectores con vivienda precaria).

Factores ambientales



INDICADOR: GRADO DE IMPERMEABILIZACIÓN DE SUELOS

Unidad	%
Fuente	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), 2011.
Descripción	Se indica el porcentaje que representan las superficies antrópicas (urbana, en proceso de urbanización y centro poblado) con respecto a la superficie total de la parroquia.
Justificación de uso	La presencia de un territorio altamente antropizado (urbanizado, impermeabilizado) implica que ciertos impactos del cambio climático puedan sentirse con mayor intensidad, haciéndose más sensible dicho territorio frente a los impactos previstos del cambio climático. Citemos, por ejemplo, el caso de las olas de calor urbanas provocadas por el aumento de las temperaturas en una zona de alta densidad urbana, o las inundaciones provocadas por una imposibilidad de absorción del agua de lluvia por el suelo, dado el alto grado de impermeabilización.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[\text{valor observado} - \text{peor valor}]}{[\text{mejor valor} - \text{peor valor}]}$. La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".

La mayoría de las parroquias presentan **muy altos grados de impermeabilización de suelos**, exceptuando Ximena, Pascuales, y Tarqui, con tasas del 74 %, 47 % y 22 %, respectivamente, según los datos de CLIRSEN (2011). Los sectores del área de expansión urbana, Monte Sinaí y el resto del área de expansión urbana, presentan valores de impermeabilización de suelos del 26 % y 1 %, respectivamente.

Tal y como se mencionó anteriormente, el grado de impermeabilización de los suelos tiene un impacto importante sobre el riesgo de inundación, al aumentar el caudal y la velocidad de escorrentía superficial por lo que las parroquias más antropizadas serán aún más sensibles a posibles inundaciones que serán más frecuentes e intensas en un contexto de cambio climático.

Las siguientes imágenes, obtenidas a través de Google Earth y de la *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (<https://ngdc.noaa.gov/eog/dmsp/downloadV4composites.html>) permiten una

visualización del alto grado de urbanización e impermeabilización de suelos de las parroquias urbanas de Guayaquil.

FIGURA 15

Visualización grado de urbanización e impermeabilización de suelos de las parroquias de Guayaquil

Fuente: ICare & Consult, 2016, con datos de Google Earth

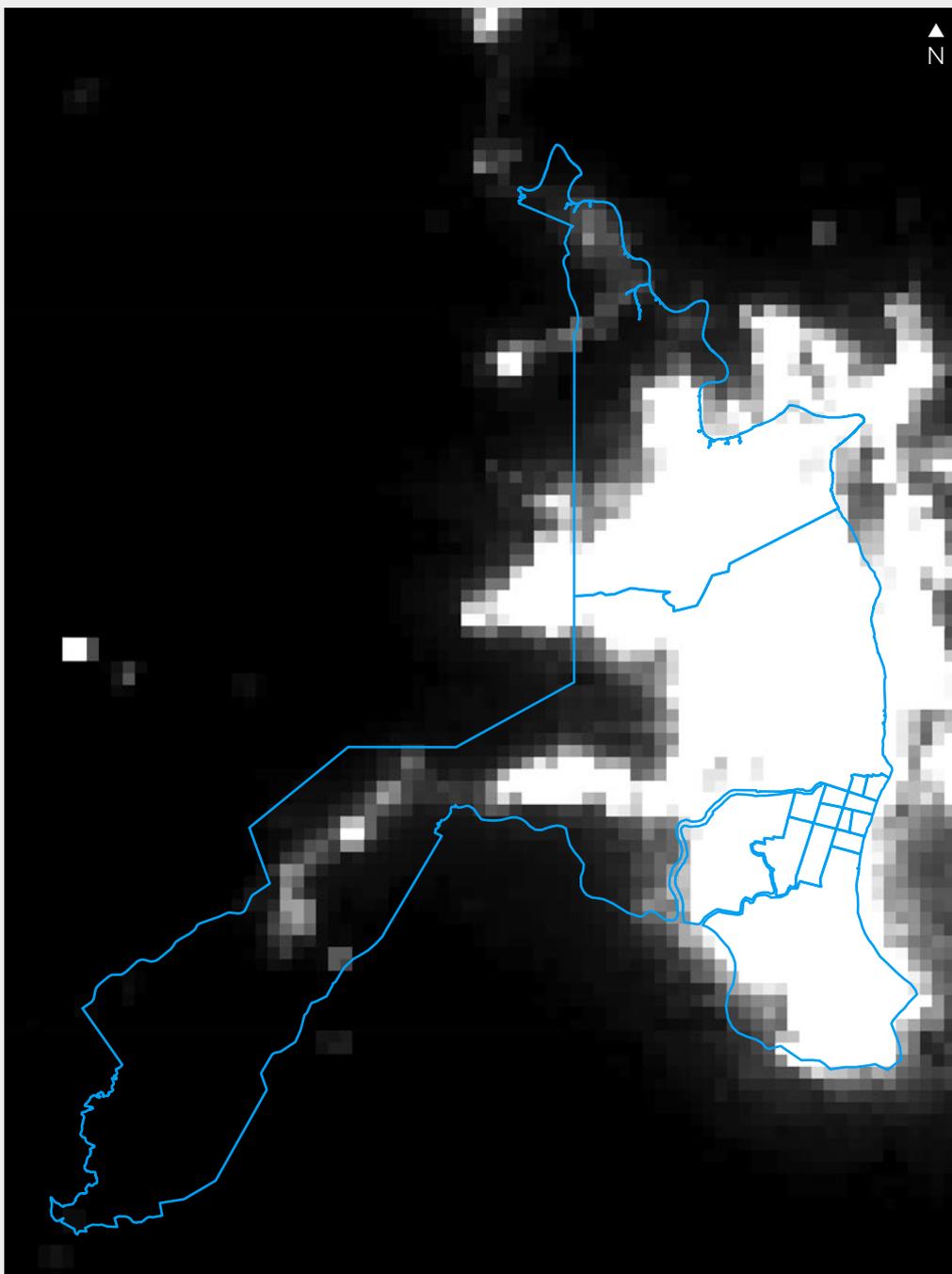


La siguiente figura muestra el mapa de luz nocturna, que informa igualmente sobre el grado de antropización de un territorio. En dicha figura puede observarse el alto grado de luz nocturna de las parroquias urbanas de Guayaquil.

FIGURA 16

Mapa de luz nocturna de las parroquias de Guayaquil (Año 2014)

Fuente: ICare & Consult, 2016, con datos de NOAA (2014)





INDICADOR: TASA DE DEFORESTACIÓN

Unidad	%
Fuente	Ministerio del Ambiente (MAE), 2015.
Descripción	Porcentaje de hectáreas deforestadas en un lapso de tiempo determinado. Se disponen de datos relativos a la deforestación en el municipio desde 1990 a 2014.
Justificación de uso	La presión ejercida por el hombre sobre los ecosistemas (en este caso 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, por ejemplo, las inundaciones, aumentándose la escorrentía y el riesgo de erosión y deslizamiento de tierras.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$. La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".

Resultados para Guayaquil:

Dado el alto grado de densidad poblacional y urbanística de las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil, la deforestación se produce en aquellos sectores en los que aún existe presencia de zona boscosa tales como la zona de expansión urbana, donde según los datos de CLIRSEN (2011) aún existían en 2011, 70 ha de manglar y 53 ha de bosque seco. En 2011 había en Tarqui 25 ha de manglar y 9 ha de bosque seco, en Pascuales solo existían 2 ha de bosque seco y en Ximena 2 ha de manglar.

Las parroquias de **Pascuales y Tarqui** presentan los mayores porcentajes de deforestación con 17 % y 16 % de superficie deforestada de 1990 a 2014, respectivamente. El sector **Monte Sinaí** muestra altos porcentajes de deforestación, como se muestra en la siguiente tabla.

	TASA DE DEFORESTACIÓN (%)
PASCUALES	16,99
TARQUI	15,98
XIMENA	3,97
MONTE SINAI	88
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	21

La deforestación es uno de los mayores problemas ambientales a los que se enfrenta el Ecuador en general y uno de los más importantes de la zona de estudio. En Guayaquil, la expansión urbana de carácter horizontal en el casco urbano y las invasiones por asentamientos urbanos en el área de expansión urbana han sido tradicionalmente las principales causas de deforestación.

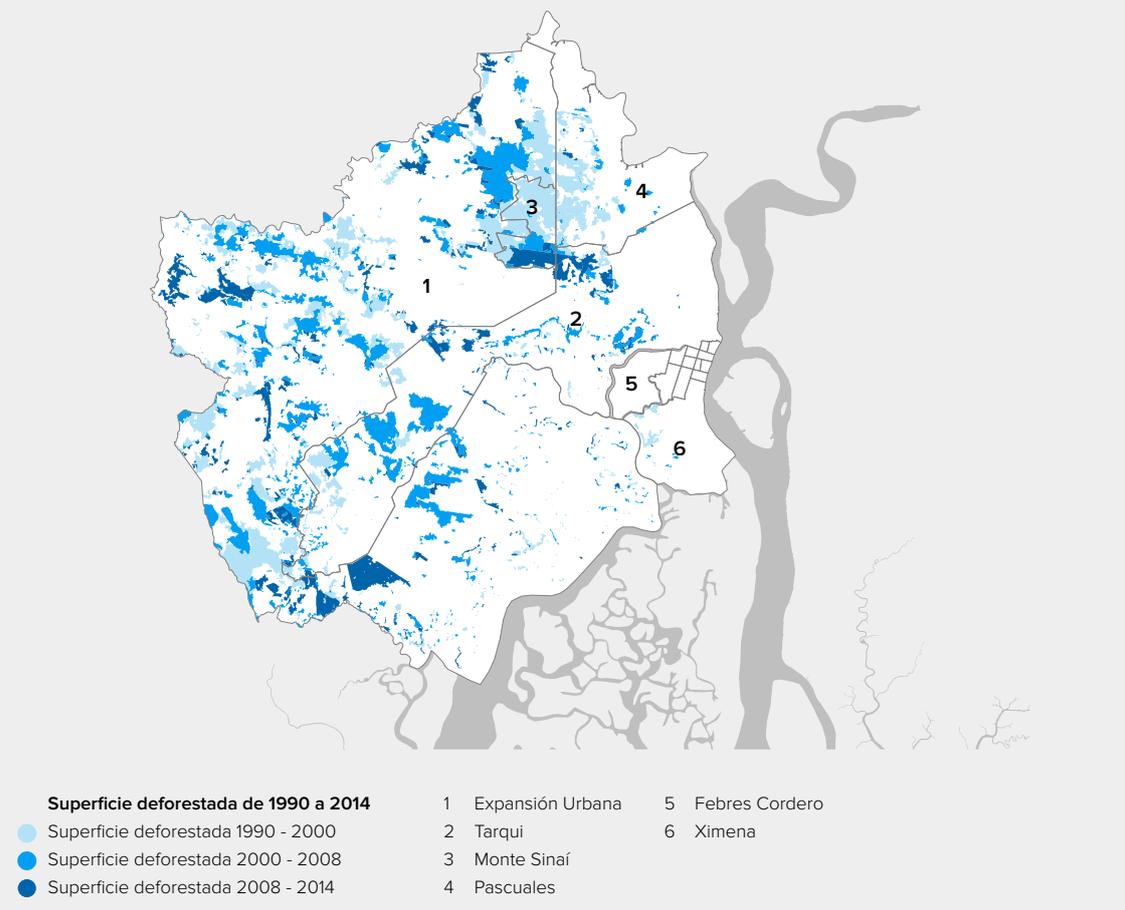
La Dirección de Ambiente del Municipio de Guayaquil está trabajando para frenar dicha práctica mediante campañas de sensibilización, reforestación y limpieza de bosques.

El siguiente mapa muestra la superficie deforestada de 1990 a 2014 en las parroquias del Municipio de Guayaquil.

FIGURA 17

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

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

**INDICADOR: TERRITORIO BAJO CONSERVACIÓN**

Unidad	%
Fuente	Ministerio del Ambiente (MAE), 2015; Gobierno Provincial del Guayas, 2015
Descripción	Número de hectáreas protegidas dentro de un territorio, con respecto a la superficie total de la parroquia.
Justificación de uso	La protección del territorio frente a las presiones antrópicas disminuye la sensibilidad de dichos territorios y de las poblaciones que dependen de los bienes y servicios ambientales que ellos ofrecen.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[\text{valor observado} - \text{peor valor}]}{[\text{mejor valor} - \text{peor valor}]}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "percentil" debido a la presencia de valores atípicos.

Resultados para Guayaquil:

Las parroquias de Tarqui y Ximena presentan los mayores porcentajes de territorio bajo conservación con 16 % y 15 %, respectivamente. Cabe destacar igualmente que más del 20 % de Monte Sinaí y el 15 % del resto del área de expansión urbana son considerados territorio bajo conservación. A pesar de ello, tal y como se mencionó anteriormente, Monte Sinaí muestra altos porcentajes de deforestación (87,81 %).

La instauración de bosques protectores tiene como principal objetivo proteger los bosques 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 ha de bosque seco tropical, situado en la parroquia de Tarqui; el Bosque Protector Cerro Colorado, área protegida que abarca 325,43 ha al norte de la ciudad, con una vegetación de bosque seco tropical, y el Bosque Protector Papagayo de reciente creación (año 2012) en el sector de Monte Sinaí, que tenía igualmente fines disuasivos en contra de posibles invasiones por asentamientos humanos. Cabe igualmente mencionar 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 ha, 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 la siguiente sección se presentan los resultados obtenidos para los indicadores de exposición de las parroquias de Guayaquil frente al cambio climático.

Exposición

Según el IPCC (2007), la exposición es el tipo y grado en que un sistema está expuesto a variaciones climáticas importantes.

En la práctica, se considera que un sistema está expuesto a los impactos del cambio climático cuando uno o varios de sus componentes (social, económico, de infraestructuras, ambiental) pueden estar sometidos a uno o más impactos del cambio climático previstos. Es por ello que se han considerado para el análisis de la exposición factores asociados con los tres pilares del desarrollo sostenible: sociales, económicos y ambientales.

Los modelos climáticos son esenciales para el análisis de la exposición, pero también, la recopilación de informaciones sobre eventos climáticos pasados y sus consecuencias sobre el territorio. Esta investigación primaria es fundamental para percibir mejor cómo las variaciones climáticas pueden suponer un impacto sobre las poblaciones, la economía, las infraestructuras, el medioambiente y los recursos naturales de un municipio.

Cambio climático previsto en la ciudad de Guayaquil

Los escenarios climáticos utilizados fueron los *Representative Concentration Pathways* (RCPs) adoptados por el IPCC en su quinto informe de evaluación (AR5²²) de 2014 para diferentes concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI):

- › El escenario RCP 2.6, poco realista, dada la situación actual, estima que las concentraciones de GEI alcanzarán un máximo entre 2010 y 2020 para disminuir después.
- › El escenario RCP 4.5 presenta un pico en las concentraciones en el año 2040.
- › El escenario RCP 6 estima que el máximo de las concentraciones se alcanzará en el año 2080 para disminuir después.
- › El escenario RCP 8.5, el más pesimista, aunque no el más realista, estima que las concentraciones de emisiones de GEI seguirán aumentando durante todo el siglo XXI.

Los datos del Banco Mundial para la ciudad de Guayaquil representan los valores medios obtenidos para dichos escenarios utilizando 16 modelos:

- › BCC_CSM1_1
- › BCC_CSM1_1_M
- › CCSM4
- › CESM1_CAM5
- › CSIRO_MK3_6_0
- › FIO_ESM
- › GFDL_CM3
- › GFDL_ESM2M
- › GISS_E2_H
- › GISS_E2_R
- › IPSL_CM5A_MR
- › MIROC_ESM
- › MIROC_ESM_CHEM
- › MIROC5
- › MRI_CGCM3
- › NORESM1_M

Los modelos climáticos muestran para la ciudad de Guayaquil un aumento de las temperaturas medias de entre 2°C a 3°C entre 2020 y 2099.

Se prevé igualmente 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.

²² Disponible en línea en la siguiente dirección: <https://ipcc.ch/report/ar5/>

Según los datos del Banco Mundial (2016), 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.

Al no existir previsiones concretas sobre el aumento del nivel del mar para la ciudad de Guayaquil se han tomado en cuenta las siguientes informaciones:

- › Según Reguero (2015), los modelos CMIP5, utilizando los diferentes escenarios climáticos antes mencionados estiman que el aumento medio global del nivel del mar en un contexto de cambio climático sería de 26 cm para el escenario RCP 4.5 y de 30 cm para el escenario más pesimista (RCP 8.5).
- › En su informe sobre las pérdidas asociadas al cambio climático en las principales ciudades costeras del mundo, Hallegate (2013) utilizó tres escenarios: aumento nulo (0 cm), aumento medio (20 cm) y aumento máximo (40 cm). Según Hallegate (2013) Guayaquil es la cuarta ciudad costera del mundo que mayores pérdidas tendría en un contexto de cambio climático.
- › La Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC (2000)²³ se basa en tres escenarios de aumento del nivel del mar para analizar los impactos posibles sobre la zona costera: aumento nulo (0 cm), aumento medio (30 cm) y aumento máximo (100 cm). En dicho informe se cita la cuenca baja del río Guayas, donde se sitúa la ciudad de Guayaquil, como la zona del Ecuador que sería más afectada por un aumento del nivel del mar.

Dichos resultados son consistentes con los obtenidos a través de la plataforma KNMI de la Unión Europea para los escenarios RCP 4.5 y RCP 6, considerados como los más realistas.

Factores climáticos



INDICADOR: AUMENTO PREVISTO DEL NIVEL DEL MAR

Unidad	cm
Fuente	Reguero (2015), Hallegate (2013) y Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC (2000).
Descripción	Aumento previsto del nivel del mar (en cm) en un contexto de cambio climático.
Justificación de uso	La ciudad de Guayaquil es una ciudad costera del Ecuador que se encuentra situada en la cuenca baja del río Guayas. El aumento del nivel del mar exacerbará situaciones de inundaciones pluviales en periodos de marea alta, que según diferentes expertos (Hallegate, 2013, Reguero, 2015) podrían ocasionar pérdidas económicas importantes para la ciudad.
Metodología de tratamiento	Dadas las consecuencias previstas de un aumento del nivel del mar y su repercusión en una mayor intensidad de las inundaciones, se considera un impacto alto del aumento del nivel del mar sobre la ciudad de Guayaquil.
Resultados para Guayaquil	Al no existir datos concretos de aumento de nivel del mar para la ciudad de Guayaquil se toman en cuenta los valores siguientes: Aumento promedio mundial del nivel del mar (Reguero, 2015): 26 cm para el escenario RCP 4.5 y de 30 cm para el escenario más pesimista (RCP 8). Escenarios utilizados por Hallegate (2013) para evaluar las pérdidas económicas en las ciudades costeras del mundo en un contexto de cambio climático: aumento nulo (0 cm), aumento medio (20 cm) y aumento máximo (40 cm). Escenarios utilizados en la Primera Comunicación Nacional de la República del Ecuador en el Marco de la UNFCCC (2000): aumento nulo (0 cm), aumento medio (30 cm) y aumento máximo (100 cm). Sin embargo, según Nieto et al (2002) e Instituto Oceanográfico de la Armada del Ecuador (2009), 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.

²³ Disponible en línea en: http://unfccc.int/essential_background/library/items/3599.php?rec=j&preref=2743#beg



INDICADOR: EVOLUCIÓN DE LAS TEMPERATURAS EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Unidad	N/A
Fuente	Banco Mundial, 2016.
Descripción	Datos extraídos de los escenarios climáticos para la ciudad de Guayaquil, que informan sobre la evolución prevista de las temperaturas medias en la ciudad.
Justificación de uso	Se indican la evolución prevista de las temperaturas para la ciudad de Guayaquil y la diferencia con respecto a los valores medios históricos observados. Cabe señalar que la información proporcionada por los escenarios climáticos del Banco Mundial se calcula para áreas de 150 km ² , por lo que dichos datos serán los mismos para todas las parroquias del municipio.
Metodología de tratamiento	Se utiliza la siguiente clasificación para determinación del índice: Sin aumento: 0,0; Bajo aumento: 0,25; Aumento moderado: 0,5; Aumento alto: 0,75; Aumento extremo: 1.
Resultados para Guayaquil	Se prevé un aumento medio de las temperaturas medias de entre 2°C a 3°C entre 2020 y 2099.



INDICADOR: EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES EN UN CONTEXTO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Unidad	N/A
Fuente	Banco Mundial, 2016.
Descripción	Datos extraídos de los escenarios climáticos para la ciudad de Guayaquil, que informan sobre la evolución de las precipitaciones previstas para la ciudad de Guayaquil.
Justificación de uso	Se indican a través de este indicador la evolución prevista de las precipitaciones para la ciudad de Guayaquil y la diferencia con respecto a los valores medios históricos observados. Cabe señalar que la información proporcionada por los escenarios climáticos se calcula para áreas de 150 km ² , por lo que los datos serán los mismos para todas las parroquias del municipio.
Metodología de tratamiento	Se utiliza la siguiente clasificación para determinación del índice: Sin aumento: 0,0; Bajo aumento: 0,25; Aumento moderado: 0,5; Aumento alto: 0,75; Aumento extremo: 1.
Resultados para Guayaquil	Se prevé un aumento medio de las precipitaciones durante los meses de diciembre a febrero y de marzo a mayo de entre 3 % a 5 %.



INDICADOR: EVOLUCIÓN PREVISTA EN LA FRECUENCIA E INTENSIDAD DE FENÓMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Unidad	N/A
Fuente	Banco Mundial, 2016.
Descripción	Datos extraídos de los escenarios climáticos para la ciudad de Guayaquil, que informan sobre la evolución de la frecuencia y la intensidad de los fenómenos climáticos extremos como sequías, inundaciones y episodios de lluvias intensas.
Justificación de uso	El presente indicador informa sobre los eventos climáticos extremos a los que tendrá que enfrentarse la ciudad de Guayaquil. Según los datos del Banco Mundial, sequías, inundaciones y lluvias intensas serán más frecuentes y de mayor intensidad en un contexto de cambio climático. Cabe señalar que la información sobre eventos climáticos extremos proporcionada por los escenarios climáticos se calcula para áreas de 50 km ² , por lo que los datos serán los mismos para todas las parroquias del municipio.
Metodología de tratamiento	Se utiliza la siguiente clasificación para determinación del índice: Sin aumento: 0,0; Bajo aumento: 0,25; Aumento moderado: 0,5; Aumento alto: 0,75; Aumento extremo: 1.
Resultados para Guayaquil	Según los datos del Banco Mundial (2016), se prevé un aumento importante 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.

Factores socioeconómicos



INDICADOR: PREVISIÓN DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS ASOCIADAS CON EL CAMBIO CLIMÁTICO (INUNDACIONES)

Unidad	USD
Fuente	Hallegate, 2013.
Descripción	Pérdidas económicas estimadas por Hallegate et al. (2013) para la ciudad de Guayaquil debidas a las inundaciones en un contexto de cambio climático.
Justificación de uso	Este indicador informa sobre las pérdidas económicas futuras relacionadas con las inundaciones, considerando los escenarios climáticos previstos, en un contexto de inacción, y teniendo en cuenta el grado de susceptibilidad actual a las inundaciones de cada parroquia del municipio.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de la "comparación" debido a la no existencia de valores atípicos.

Resultados para 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 (2000), 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: una intrusión de agua salada en acuíferos de agua dulce (aguas arriba de los ríos Daule y Babahoyo), posibles pérdidas en la línea de costa por inundación y una mayor intensidad de las inundaciones pluviales, lo que generará pérdidas económicas importantes. Además, la población podría estar en peligro bajo todos los escenarios considerados y de producirse un aumento del nivel del mar de 30 cm, podría generarse una evacuación de 327.000 personas en la zona costera del Ecuador y estarían en peligro alrededor de 200.000 habitantes adicionales, según los datos del Gobierno del Ecuador, en su Primera Comunicación Nacional.

El efecto de las precipitaciones y el desborde de los ríos podrían ocasionar en el Ecuador pérdidas de superficie apta para el cultivo del banano, el arroz y la caña de azúcar y de sus infraestructuras de apoyo (sistemas de riego, semilleros, etc). El área ocupada por el manglar en toda la costa ecuatoriana podría reducirse por este mismo efecto. La industria camaronera también podría verse afectada.

Por otro lado, temperaturas máximas más altas, mayor número de días calientes, mayor intensidad de episodios de lluvias intensas, así como sequías más largas y más severas, tendrían igualmente impactos sobre un sector económicamente importante para la ciudad de Guayaquil, como es el turismo. En efecto, podrían ocasionarse daños a la infraestructura turística, generando necesidades adicionales para responder a los desastres naturales y a las emergencias, más altos costos de operación, así como interrupciones indeseadas en los negocios. Más aún, la disponibilidad de agua, la pérdida de biodiversidad, una menor belleza escénica, las inundaciones, los daños a la infraestructura y las enfermedades y epidemias, podrían igualmente afectar a la actividad turística de la ciudad a largo plazo.



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 relacionadas con las inundaciones en un contexto de cambio climático. Dicho estudio evalúa entorno a los USD 3.000 millones las pérdidas ocasionadas por las inundaciones sobre la ciudad de Guayaquil para 2050, si ninguna acción es ejecutada para evitarlo. Esto equivaldría a alrededor del 1 % del PIB de la ciudad. Cabe destacar igualmente que, según este mismo estudio, las pérdidas, en un escenario de inacción aumentarían a 13 % de 2005 a 2050.



INDICADOR: VÍCTIMAS MORTALES POR EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Unidad	Número de víctimas mortales.
Fuente	Servicio Integrado de Seguridad - ECU911, 2016.
Descripción	Número de víctimas mortales por causa de eventos extremos tales como: inundaciones, deslizamientos de tierra e incendios forestales de 2010 a 2015, en las distintas parroquias del Municipio de Guayaquil.
Justificación de uso	El número de víctimas en relación con inundaciones, y deslizamientos, nos informa sobre el grado de exposición actual de las parroquias de Guayaquil ante dichos eventos, que sabemos serán cada vez más frecuentes e intensos en un contexto de cambio climático.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{(\text{valor observado} - \text{peor valor})}{(\text{mejor valor} - \text{peor valor})}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método "percentil" debido a la presencia de valores atípicos.

Resultados para Guayaquil:

Según los datos del ECU 911, en el período de 2010 a 2015 fallecieron en la parroquia de Tarqui un total de nueve personas, víctimas de eventos climáticos extremos y sus consecuencias. Cinco personas perecieron a causa de las inundaciones, dos fallecieron como resultado de deslizamientos de tierra y otras dos por incendios forestales en esa parroquia.

Factores ambientales



INDICADOR: RIESGO DE INUNDACIÓN

Unidad	%
Fuente	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), 2011.
Descripción	El indicador representa la susceptibilidad a las inundaciones de las parroquias urbanas del Municipio de Guayaquil a través de la medida del porcentaje de la superficie de las parroquias que presentan riesgo de inundación, con relación a la superficie total de la parroquia.
Justificación de uso	El riesgo de inundación actual nos informa sobre el grado de exposición del territorio a un impacto climático que será en el futuro más frecuente y de mayor intensidad.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[(\text{valor observado} - \text{peor valor})]}{(\text{mejor valor} - \text{peor valor})}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".

Resultados para Guayaquil:

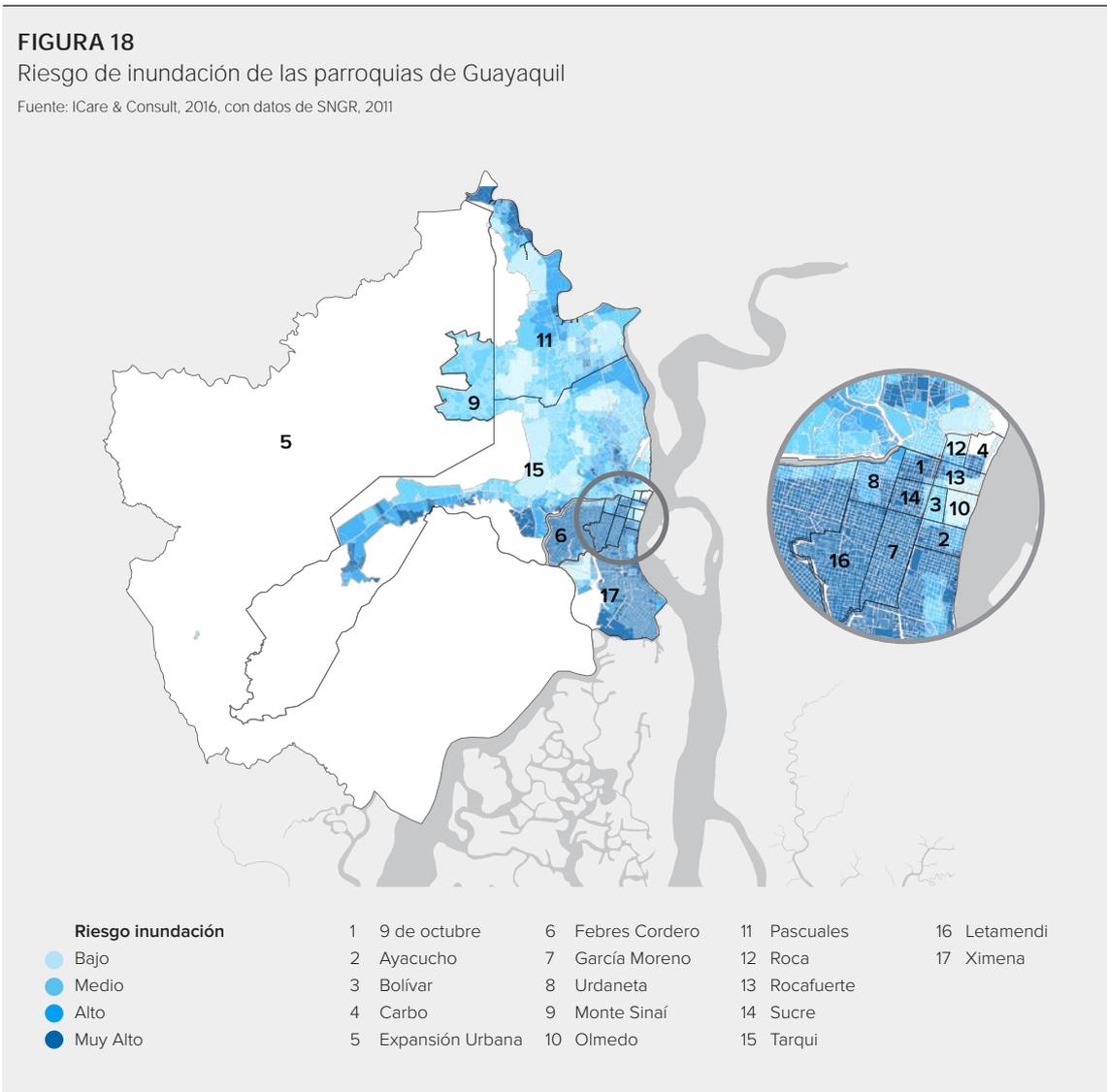
Las parroquias urbanas de Guayaquil están claramente expuestas a riesgos de inundación, con 10 de las 15 parroquias en las que la superficie a alto riesgo de inundación representa más del 70 % de la superficie total de la parroquia.

Las inundaciones serán tal y como indican los datos del Banco Mundial, más frecuentes e intensas en un contexto de cambio climático.

Tal y como se mencionó anteriormente el riesgo de inundación se ve impactado por efectos antropogénicos como la falta de capacidad de descarga artificial a través de la red de alcantarillado y la impermeabilización de los suelos. En efecto, la SNGR atribuye valores de 5 (máximo valor para la generación de zonas susceptibles a inundaciones) a las zonas del área urbana.

	RIESGO DE INUNDACIÓN (%)
9 DE OCTUBRE	73
AYACUCHO	73
BOLÍVAR	72
CARBO	34
FEBRES CORDERO	74
GARCÍA MORENO	71
LETAMENDI	76
OLMEDO	71
PASCUALES	55
ROCA	38
ROCAFUERTE	72
SUCRE	72
TARQUI	40
URDANETA	74
XIMENA	60
MONTE SINAI	86
RESTO EXPANSIÓN URBANA	1

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





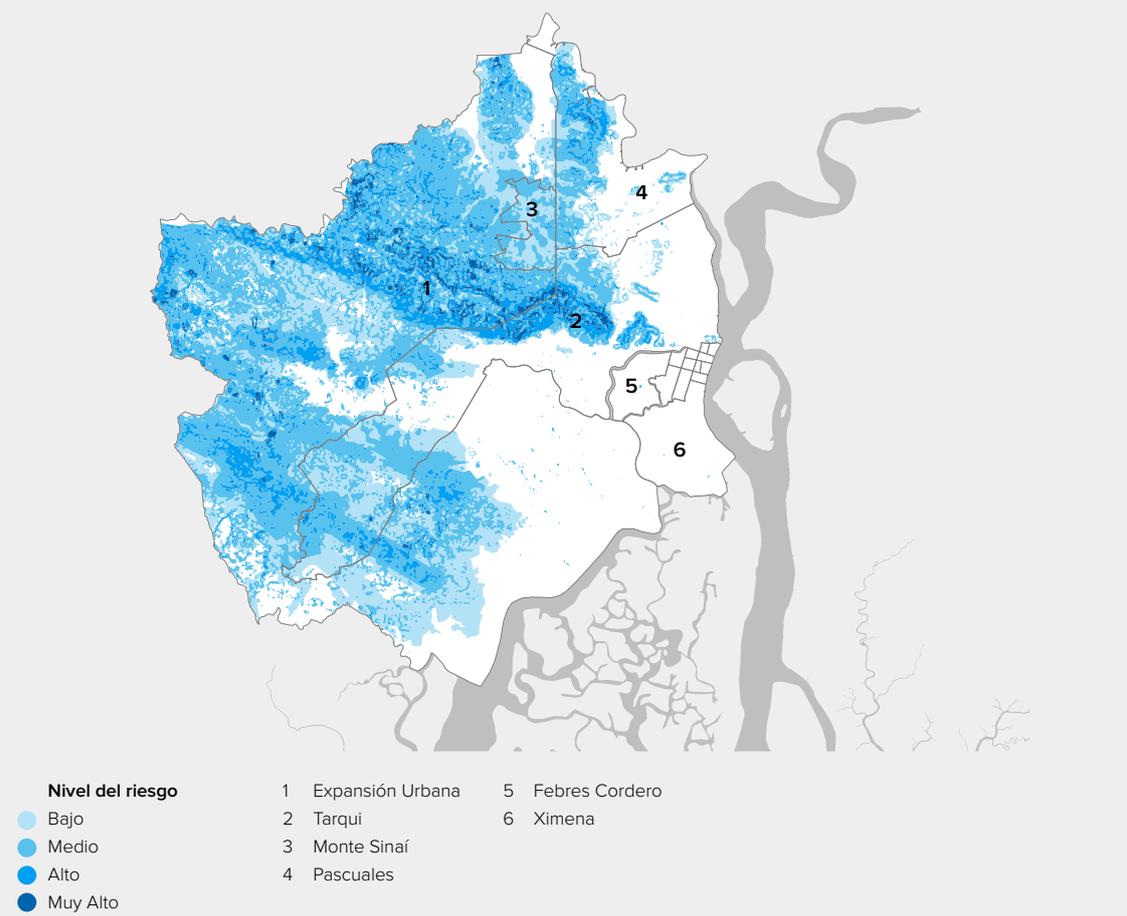
INDICADOR: RIESGO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA

Unidad	(%)
Fuente	Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), 2011.
Descripción	<p>Este indicador informa sobre el nivel de riesgo de las parroquias de la Municipalidad de Guayaquil a los deslizamientos de tierra. Se considera el porcentaje de superficie amenazada con respecto a la superficie total de la parroquia.</p> <p>Se tiene en cuenta, la siguiente descripción para la identificación de las zonas a riesgo de deslizamiento de tierra (SNGR, 2011):</p> <p>Sin: Espacio geográfico con características estables. Zonas con pendientes de 0 a 15 %.</p> <p>Bajo: Zonas con suelos, pendientes (15 a 30 %) y geología estables aún ante fenómenos intensos y extensos como precipitación.</p> <p>Medio: Zonas con materiales muy poco a nada fracturados, con pendientes de 30 a 50 %. El material se inestabiliza tras actuaciones naturales muy intensas y/o extensas, así como a la acción de la precipitación de la zona.</p> <p>Alto: En zonas con pendientes de 50 a 100 %. En suelos poco cohesivos y en rocas meteorizadas, fracturadas o de otro tipo de discontinuidad, acelerado por las precipitaciones de la zona.</p> <p>Muy alto: En zonas con pendientes >100 %. En suelos no consolidados y rocas muy meteorizadas y fracturadas, acelerado por factores climáticos, sismotectónicos y antrópicos.</p>
Justificación de uso	La exposición actual refleja, en un contexto de inacción, la exposición futura en un contexto de cambio climático donde las lluvias intensas podrían provocar deslizamientos de tierra más frecuentes y de mayor amplitud en zonas a riesgo.
Metodología de tratamiento	<p>Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{(\text{valor observado} - \text{peor valor})}{(\text{mejor valor} - \text{peor valor})}$.</p> <p>La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "sentido común".</p>

FIGURA 19

Riesgo de deslizamiento de tierra en las parroquias de Guayaquil

Fuente: ICare & Consult, 2016, con datos de SNGR, 2011



Resultados para Guayaquil:

Aproximadamente la mitad de la superficie de las parroquias de Tarqui (53,4 %) y Pascuales (49,4 %) y un tercio de la superficie de la parroquia Febres Cordero (35,3 %) presentan riesgo de deslizamiento de tierra.

Según los datos del SNGR, la totalidad del sector Monte Sinai y más de dos tercios del resto del área de expansión urbana (68,75 %), presentan igualmente riesgo de deslizamiento de tierra.

La figura 23 muestra el grado de riesgo de deslizamiento de tierra en las parroquias de Guayaquil.

**INDICADOR: INCENDIOS FORESTALES**

Unidad	Número de incendios forestales.
Fuente	ECU911, 2016.
Descripción	El indicador presenta el número de incendios forestales acaecidos en las diferentes parroquias de Guayaquil de 2010 a 2015.
Justificación de uso	Los modelos climáticos para la ciudad de Guayaquil muestran una tendencia al aumento de las temperaturas, así como una mayor frecuencia e intensidad de fenómenos climáticos extremos como las sequías, que podrían provocar un mayor número de incendios forestales. Las zonas actualmente expuestas a incendios forestales lo serán igualmente en el futuro, si no se toman medidas para evitarlo.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método "percentil" debido a la presencia de valores atípicos para el peor valor y del "sentido común" para el mejor valor.

Resultados para Guayaquil:

Según los datos de ECU911 se han contabilizado **de 2010 a 2015, 55 incendios forestales en Tarqui y ocho en la parroquia de Ximena**. En la parroquia de Tarqui fallecieron dos personas a causa de incendios forestales. Los incendios forestales tienen lugar principalmente en épocas de estío caracterizadas por ondas de calor, escasas lluvias e incremento de las temperaturas máximas, medias y mínimas diarias, que serán más frecuentes en un contexto de cambio climático, por lo que el riesgo de incendios forestales tenderá a aumentar. Según una comunicación personal con el Municipio de Guayaquil (septiembre de 2017) la mayoría de los incendios partirían de incendios provocados y no controlados para facilitar la instalación de viviendas en dichas zonas.

Hot spots

Existen en los territorios ciertas áreas que se consideran más expuestas a los impactos del cambio climático, constituyendo los llamados *hot spots*. Dichas áreas concentran una serie de infraestructuras económicas (complejos industriales, aeropuertos, centros comerciales, etc.) y sociales (áreas de gran densidad urbana, complejos educacionales, centros de salud) en zonas a riesgo de inundación. Los siguientes indicadores informan sobre la presencia potencial en las diferentes parroquias de Guayaquil de *hot spots* económicos o sociales en zonas con riesgo de inundación.



INDICADOR: PRESENCIA DE “COMPLEJOS INDUSTRIALES” EN ZONAS CON RIESGO DE INUNDACIÓN

Unidad	Número de industrias/parroquia en zonas a riesgo de inundación.
Fuente	Elaboración propia con datos del Municipio de Guayaquil – Dirección de Ambiente (2016) y Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), 2011.
Descripción	Este indicador tiene en cuenta la presencia de industrias en zonas con riesgo de inundación. Para su elaboración se obtuvo el mapa con la localización de las industrias presentes en la Municipalidad de Guayaquil y se superpuso al mapa de riesgo de inundación por parroquias, realizado previamente por el equipo de proyecto.
Justificación de uso	Según la Cámara de Industria de Guayaquil ^{a/} , la industria es uno de los principales actores económicos de la ciudad, contribuyendo en un 12,7 % al PIB del municipio. La localización de dichas industrias en zonas de 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 extremos al origen de las inundaciones serán más frecuentes e intensos.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$. La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método “percentil” debido a la presencia de valores atípicos para el peor (mayor exposición) y del “sentido común” para el mejor valor (menor exposición).

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

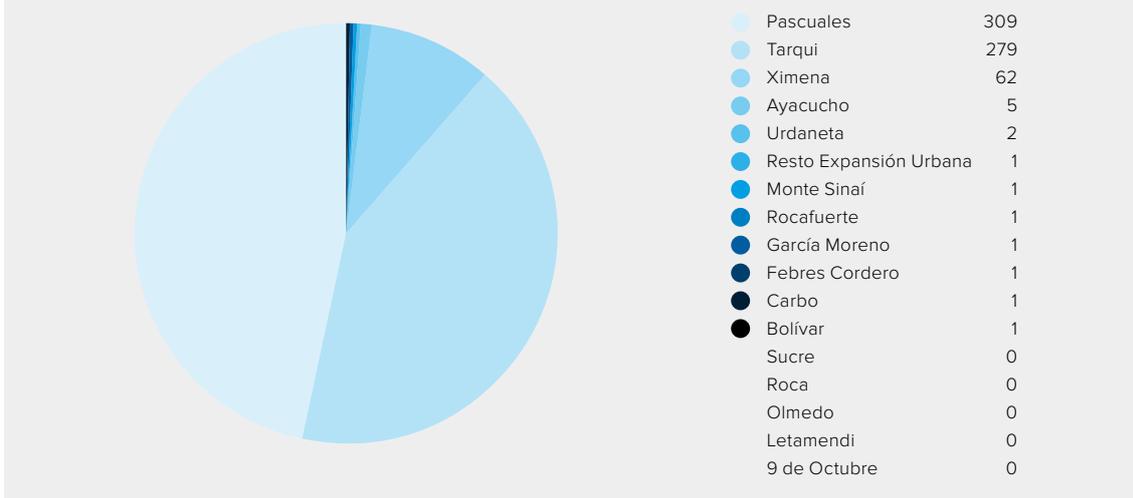
Resultados para Guayaquil:

Las industrias se concentran esencialmente en tres parroquias: Pascuales, Tarqui y Ximena tal y como se observa en la figura siguiente:

FIGURA 20

Número de industrias por parroquia en la ciudad de Guayaquil

Fuente: ICare & Consult, 2016 con datos de la Dirección de Ambiente del Municipio de Guayaquil, 2016



La actividad industrial en Guayaquil está muy diversificada, aunque con una clara predominancia de la industria manufacturera seguida de la actividad comercial al por mayor y de detalle.

Existen en las parroquias de Pascuales, Tarqui y Ximena una cantidad muy elevada de industrias situadas en zonas a riesgo de inundación, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

	PRESENCIA DE INDUSTRIAS / CENTROS TRANSPORTE EN ZONAS INUNDABLES
9 DE OCTUBRE	0
AYACUCHO	5
BOLIVAR	1
CARBO	1
FEBRES CORDERO	1
GARCÍA MORENO	1
LETAMENDI	0
OLMEDO	0
PASCUALES	309
ROCA	0
ROCAFUERTE	1
SUCRE	0
TARQUI	279
URDANETA	2
XIMENA	62
MONTE SINAI	1
RESTO EXPANSIÓN URBANA	1

El 100 % de las industrias de la parroquia de Pascuales (309 industrias) están situadas en zonas con riesgo de inundación, con más del 40 % de las industrias situadas en zonas con riesgo alto y muy alto de inundación.

En la parroquia de Tarquí solo una de las 279 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.

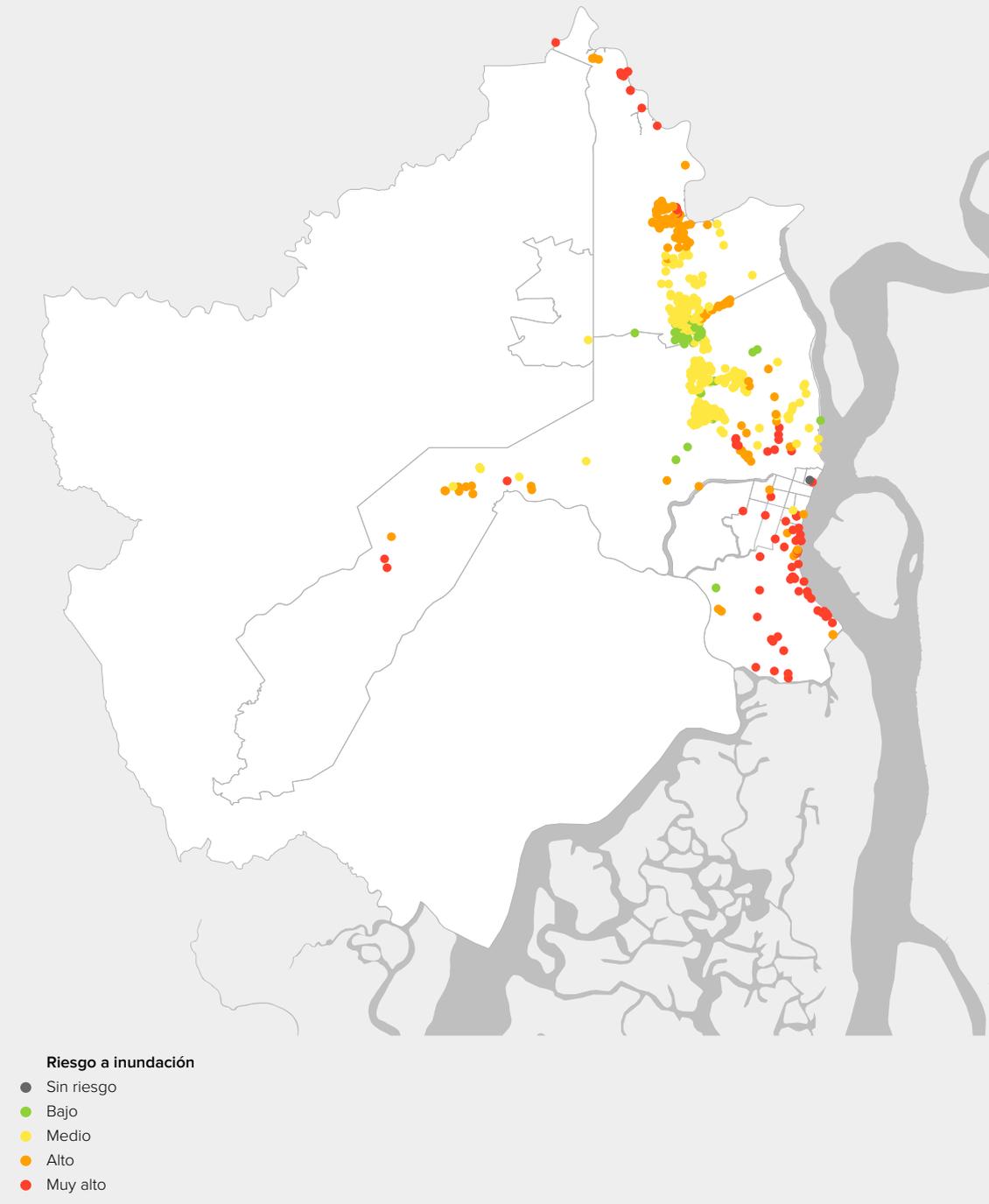
Las inundaciones podrían provocar tanto daños materiales sobre las infraestructuras industriales como retrasos o cortes en las cadenas de suministro.

La siguiente figura muestra las industrias por parroquia localizadas en zonas con riesgo de inundación.

FIGURA 21

Industrias situadas en zonas con riesgo de inundación

Fuente: ICare & Consult, 2016 con datos del Municipio de Guayaquil – Dirección de Ambiente (2016) y SNGR, 2011.



LOS CASOS DEL PUERTO Y DEL AEROPUERTO DE GUAYAQUIL

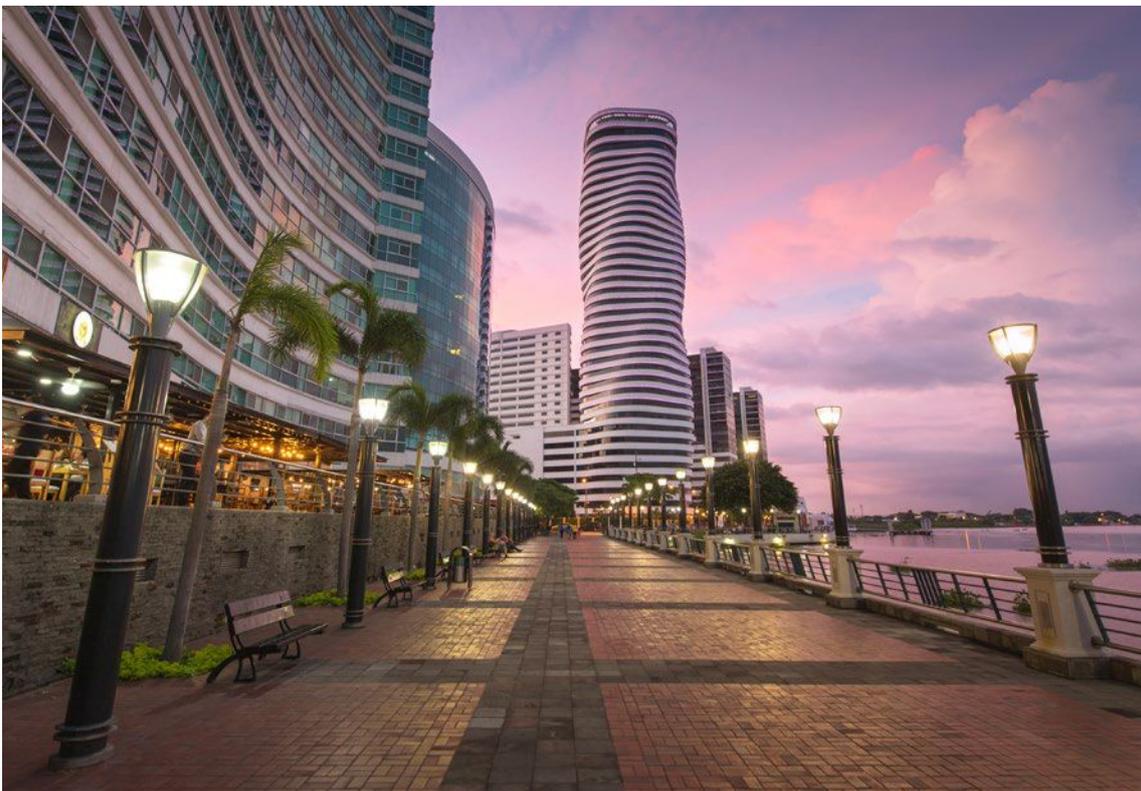
El puerto de Guayaquil, situado a 10 km al sur de la ciudad, es el más importante del país y uno de los más importantes de la costa del Pacífico oriental donde transitan mercancías provenientes de todas partes del mundo. El 70 % de las exportaciones privadas del país, así como el 83 % de las importaciones transitan por dicho puerto. Según el informe narrativo de rendición de cuentas de la Autoridad Portuaria de Guayaquil - APG (2016), en 2015 arribaron a los muelles del puerto de Guayaquil 921 buques de carga, lo que representa un volumen de más de 10 millones de toneladas métricas. También llegaron a Guayaquil un total de 10 cruceros llevando a bordo 2.669 personas, según los datos de la APG. La APG ingresó en 2015 en concepto de producto de valores pagados por las concesionarias, facturas a navieras, prácticos, etc., un total de USD 36,5 millones en 2015.

El quinto informe del GIEC (2014) estima que 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 pérdida de actividad con sus consecuentes pérdidas económicas. Según dicho informe la información y la capacitación de los operarios portuarios sobre cómo hacer frente a dichos impactos sería una medida a priorizar.

En el puerto de Guayaquil, la APG está llevando a cabo una serie de medidas que aumentarían 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 USD 47,6 millones.

Por su parte, el aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo está actualmente localizado a cinco kilómetros al norte del centro de Guayaquil, en la Avenida de las Américas, parroquia de Tarqui. Es, después del aeropuerto de Quito, el segundo aeropuerto con más movimiento anual de pasajeros del Ecuador, con más de 4 millones de pasajeros nacionales e internacionales. Tiene un movimiento de carga de más de 53 mil toneladas anuales, según las estadísticas del aeropuerto. El aeropuerto de Guayaquil fue elegido por el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI, por sus siglas en inglés) como el "mejor aeropuerto del mundo por tamaño", de dos a cinco millones de personas en 2011 y el mejor aeropuerto de América Latina y el Caribe en 2013 y 2015. Dicho aeropuerto fue concebido inicialmente (en 2006) para tener una vida útil de 18 años, por lo que en 2024 se procederá a construir una nueva terminal aérea a 26 km del centro en la zona de Daular, en la parroquia de Tarqui.

Según el GIEC (2014) el aumento previsto de las tormentas puede aumentar el número de retrasos y cancelaciones relacionadas con el clima, en particular en los aeropuertos los situados en las regiones costeras y aumentar los costos de mantenimiento y reparación. Además, el efecto de la temperatura y el aumento de intensidad de la precipitación pueden poner en riesgo las instalaciones aeroportuarias si los pavimentos no están adaptados a dichos aumentos.





INDICADOR: PRESENCIA DE ZONAS COMERCIALES (MALLS) EN ZONAS CON RIESGO DE INUNDACIÓN

Unidad	Número de zonas comerciales (<i>malls</i>) / parroquia en zonas con riesgo de inundación.
Fuente	Elaboración propia con datos del repertorio de las Páginas Amarillas de Ecuador (2016) y SNGR, 2011.
Descripción	Este indicador tiene en cuenta la presencia de zonas comerciales (<i>malls</i>) en zonas con riesgo de inundación. Para su elaboración se realizó una búsqueda en el repertorio de las Páginas Amarillas, de las principales zonas comerciales (<i>malls</i>) de Guayaquil y de su localización, y se superpusieron al mapa de riesgo de inundación por parroquias.
Justificación de uso	Los centros comerciales presentan a la vez una gran concentración de locales para el desarrollo de actividades económicas (tiendas, centros de ocio, instituciones bancarias, etc.) y son zonas de gran afluencia de público. Si dichos centros comerciales están actualmente expuestos a los impactos de las inundaciones, lo serán más aún en el futuro en un contexto de cambio climático si no se toman medidas para evitarlo.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de "comparación" debido a la ausencia de valores atípicos, para el peor valor y del "sentido común" para la determinación del mejor valor.

Resultados para Guayaquil:

Al no poseer datos geolocalizados que permitieran la elaboración de mapas se procedió a la ponderación del número de centros comerciales por el porcentaje de la superficie de cada parroquia bajo riesgo de inundación. Los resultados presentan entonces la localización potencial de dichos centros comerciales en zonas a riesgo de inundación.

Así pues, existirían en la parroquia Tarqui seis centros comerciales potencialmente situados en zonas a riesgo de inundación, uno en la parroquia de Ximena y uno en la parroquia de Pascuales.



INDICADOR: PRESENCIA DE COMPLEJOS EDUCACIONALES EN ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Unidad	Número de complejos educativos/parroquia en zonas con riesgo de inundación.
Fuente	Ministerio de Educación (2014) y SNGR (2011).
Descripción	Este indicador tiene en cuenta la potencial presencia de complejos educativos en zonas con riesgo de inundación.
Justificación de uso	Las escuelas y centros educativos son <i>hot spots</i> relevantes puesto que en ellos se concentran poblaciones sensibles (niños, jóvenes) durante grandes períodos de tiempo. Su situación en zonas expuestas a inundaciones hace a dichas poblaciones aún más vulnerables frente a los impactos previstos del cambio climático.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - [(valor\ observado - peor\ valor) / (mejor\ valor - peor\ valor)]$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método "percentil" debido a la presencia de valores atípicos para el peor valor y del "sentido común" para determinar el mejor valor.

Resultados para Guayaquil:

Los datos geoespaciales relativos a la localización de los complejos educativos en Guayaquil se superpusieron al mapa de riesgo de inundación por parroquias. Según los datos del Ministerio de Educación (2014) y de la SNGR (2011), las parroquias de **Tarqui, Ximena, Pascuales y Febres Cordero concentran el mayor**

número de complejos educacionales en zonas con riesgo de inundación. 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.

A continuación, se presenta el número de complejos educacionales por parroquias situados en zonas con riesgo de inundación:

CENTROS EDUCACIONALES POR PARROQUIA EN ZONAS CON RIESGO DE INUNDACIÓN	
9 DE OCTUBRE	10
AYACUCHO	9
BOLIVAR	2
CARBO	1
FEBRES CORDERO	66
GARCÍA MORENO	12
LETAMENDI	23
OLMEDO	0
PASCUALES	80
ROCA	0
ROCAFUERTE	1
SUCRE	3
TARQUI	139
URDANETA	10
XIMENA	109
MONTE SINAI	18
RESTO EXPANSIÓN URBANA	1

El Municipio de Guayaquil llevó a cabo de 2009 a 2012, mediante convenio con la Universidad de Guayaquil, el Plan de Mejoramiento de la Infraestructura Escolar del Municipio de Guayaquil. Mediante este plan de mejora de la infraestructura, que contó con un presupuesto de USD 3 millones cada año, se procedió a la remodelación de los Colegios Fiscales del cantón Guayaquil. Un total de 32 colegios y más de 36.700 alumnos fueron beneficiados por dicho plan.

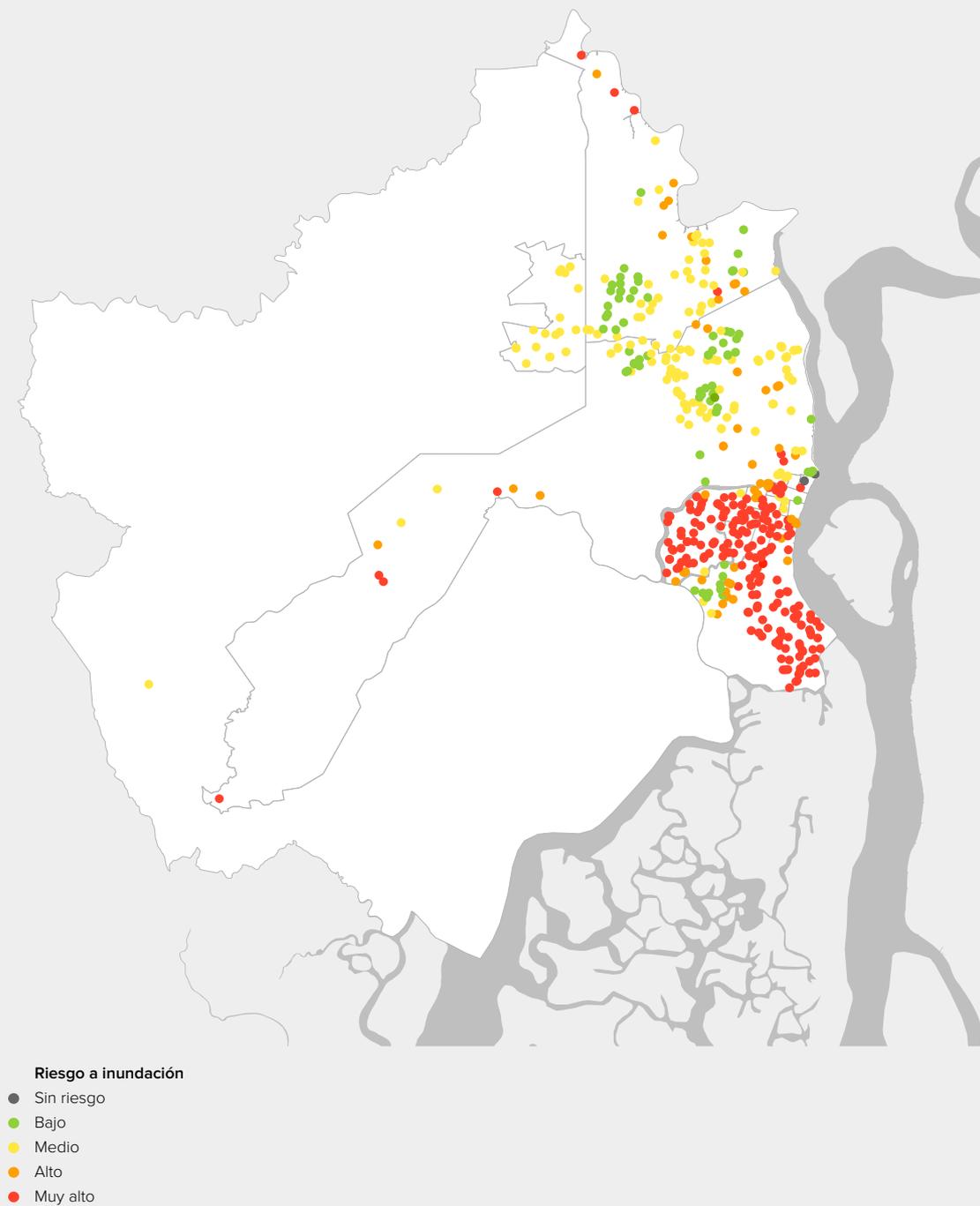
El Plan de Mejoramiento de la Infraestructura Escolar incluyó la reparación del sistema eléctrico, agua potable, drenaje de aguas lluvias y sistema sanitario, y las baterías sanitarias. Además, se entregaron pizarras y mobiliario nuevo y reparado, se cambiaron las cubiertas y se realizó una refacción integral de la infraestructura que incluyó la construcción de aulas y, según el caso, áreas administrativas y de servicio. Adicionalmente, se dedicaron USD 200 mil para el mantenimiento de los colegios mejorados.

Este plan de mejoramiento contribuyó a disminuir la sensibilidad de los establecimientos beneficiados ante posibles impactos del cambio climático.

La figura siguiente muestra la localización de los complejos educacionales de la ciudad de Guayaquil. En rojo se presentan los situados en zonas con muy alto riesgo de inundación, en naranja los que se localizan en zonas con alto riesgo de inundación, en amarillo los situados en áreas con riesgo medio de inundación y en verde aquellos que se ubican en áreas con bajo riesgo de inundación.

FIGURA 22**Complejos educativos situados en zonas con riesgo de inundación**

Fuente: ICare & Consult, 2016 con datos del Ministerio de Educación (2014) y SNGR (2011).





INDICADOR: PRESENCIA DE CENTROS DE SALUD EN ZONAS POTENCIALMENTE INUNDABLES

Unidad	Número de centros de salud/parroquia en zonas con riesgo de inundación.
Fuente	GEO Salud (2016) y SNGR (2011).
Descripción	Este indicador tiene en cuenta la presencia de centros de salud en zonas potencialmente inundables en las parroquias de Guayaquil.
Justificación de uso	Los centros de salud concentran una población altamente sensible (personas enfermas) y son dichos centros los que deberán acoger a la población afectada por impactos de fenómenos climáticos extremos. Su localización en zonas con riesgo de inundación hace más vulnerable a la población que acude a dichos centros y no permitiría una gestión eficaz de los servicios de salud en situaciones de emergencia.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[(\text{valor observado} - \text{peor valor}) / (\text{mejor valor} - \text{peor valor})]}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método del "percentil" debido a la presencia de valores atípicos para el peor valor y del "sentido común" para determinar el mejor valor.

Resultados para Guayaquil:

La información georeferenciada de los centros de salud de Guayaquil se superpuso al mapa de riesgo de inundación por parroquias.

Las parroquias de **Tarqui, Ximena, Pascuales y Febres Cordero** concentran, según los datos de Geo Salud (2016) y SNGR (2011), el mayor número de centros de salud en zonas con riesgo de inundación.

El número de centros de salud situados en zonas con riesgo alto o muy alto de inundación, es de siete en la parroquia de Tarqui, 30 en Ximena, 11 en Pascuales y 16 en Febres Cordero.

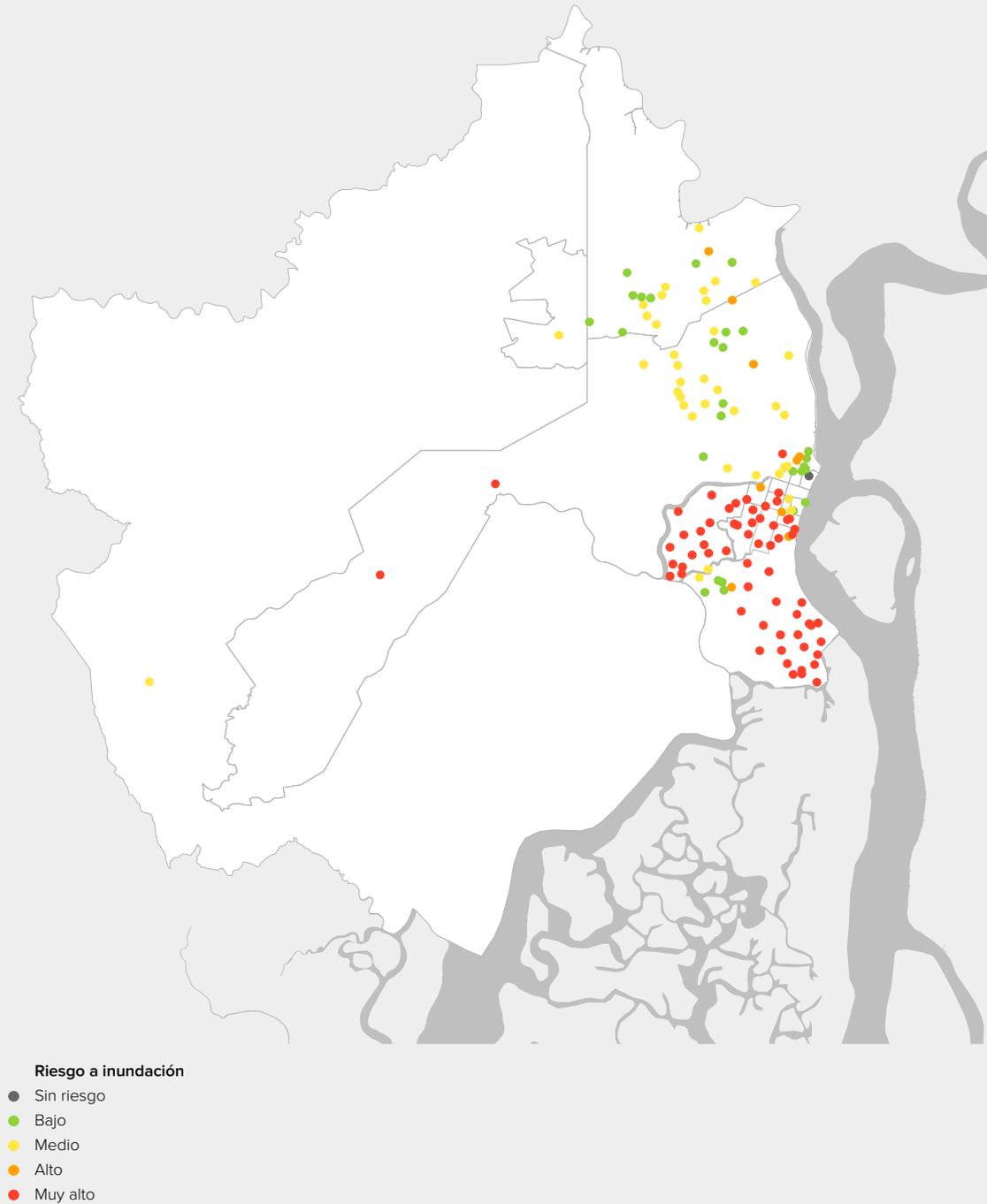
A continuación, se presenta el número de centros de salud por parroquias situados en zonas con riesgo de inundación, así como el mapa donde se puede visualizar la ubicación de dichos centros:

	PRESENCIA DE CENTROS DE SALUD EN ZONAS INUNDABLES
9 DE OCTUBRE	1
AYACUCHO	3
BOLIVAR	1
CARBO	0
FEBRES CORDERO	17
GARCÍA MORENO	3
LETAMENDI	5
OLMEDO	3
PASCUALES	19
ROCA	1
ROCAFUERTE	0
SUCRE	2
TARQUI	41
URDANETA	2
XIMENA	35
MONTE SINAI	Sin información
RESTO EXPANSIÓN URBANA	Sin información

FIGURA 23

Centros de salud situados en zonas con riesgo de inundación

Fuente: ICare & Consult, 2016 con datos de GEO Salud (2016) y SNGR (2011).





INDICADOR: PRESENCIA DE ÁREAS DE GRAN DENSIDAD URBANA EN ZONAS CON RIESGO DE INUNDACIÓN

Unidad	N/A
Fuente	Elaboración propia con datos de CLIRSEN, 2011 y SNGR, 2011.
Descripción	Este indicador tiene en cuenta la presencia de áreas de gran densidad urbana en zonas con riesgo de inundación.
Justificación de uso	Un territorio con zonas de gran densidad poblacional y urbana actualmente expuestas a los impactos de las inundaciones, lo serán aún más en el futuro, si no se toman medidas para evitarlo.
Metodología de tratamiento	Los valores por parroquias fueron normalizados para la obtención de un índice mediante la siguiente fórmula: $I = 1 - \frac{[(\text{valor observado} - \text{peor valor}) / (\text{mejor valor} - \text{peor valor})]}$ La determinación de los límites se llevó a cabo utilizando el método de "comparación" debido a la ausencia de valores atípicos para el peor valor y del "sentido común" para determinar el mejor valor.

Resultados para Guayaquil:

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

	ÁREAS DE GRAN DENSIDAD URBANA EN ZONAS INUNDABLES (%)
9 DE OCTUBRE	73
AYACUCHO	73
BOLÍVAR	72
CARBO	34
FEBRES CORDERO	2
GARCÍA MORENO	71
LETAMENDI	76
OLMEDO	71
PASCUALES	25,9
ROCA	38
ROCAFUERTE	72
SUCRE	72
TARQUI	8,8
URDANETA	74
XIMENA	44,4
MONTE SINAI	22,4
RESTO EXPANSIÓN URBANA	0

La sección siguiente presenta los resultados obtenidos en el análisis de la capacidad adaptativa de la ciudad de Guayaquil, frente a los impactos previstos del cambio climático.

Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación se define como la 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. La capacidad de adaptación se mide en función de las herramientas o de las características del territorio que lo hacen más resiliente frente a los impactos previstos del cambio climático y que permiten aprovechar las oportunidades asociadas con él.

La capacidad de adaptación se mide principalmente 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:** experticia local (información/sensibilización sobre el cambio climático y sus efectos posibles) y herramientas para la preparación (estudios realizados, guías, manuales, proyectos concretos, etc.)
2. **Actores y gobernanza:** Unidades administrativas que trabajan sobre el cambio climático, comités locales para el monitoreo del medioambiente y para la gestión de desastres, tejido asociativo local.
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, etc.).
4. **Prioridades de inversión:** Mantenimiento y protección de infraestructuras, gasto público en salud, en desarrollo económico, en asistencia social, en vivienda, en educación y en protección del medioambiente.

Con base en lo anterior, se procedió a recopilar datos que informaran sobre cada criterio y que permitieran analizar el grado de capacidad de adaptación de la ciudad de Guayaquil.

Tal y como se mencionó anteriormente, dada la naturaleza de los indicadores de capacidad adaptativa, no fue posible realizar un análisis por zonas, al no poder disgregarse la información a nivel de parroquias.

Los indicadores de capacidad de adaptación 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.

Se presentan a continuación los indicadores seleccionados para el análisis de la capacidad de adaptación de la Municipalidad de Guayaquil frente al cambio climático.

Información, sensibilización, conocimiento



INDICADOR: GRADO DE INFORMACIÓN DE LA POBLACIÓN EN GENERAL FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPACTOS

Unidad	N/A
Fuente	Entrevistas con los funcionarios y taller de trabajo con actores clave del Municipio de Guayaquil.
Descripción	Grado de conocimiento y sensibilización de la población de Guayaquil sobre el cambio climático y sus posibles efectos. El análisis se basó en la percepción que los entrevistados tenían en cuanto al grado de preparación e información de la población en general relativa al cambio climático.
Justificación de uso	<p>El conocimiento de los impactos previstos del cambio climático y la sensibilización de la población civil aumentan su grado de preparación para afrontar los efectos negativos del cambio climático.</p> <p>Existen en Guayaquil una serie de programas y proyectos que contribuyen a fomentar el grado de conocimiento y de preparación de la población en general sobre la gestión de riesgos.</p> <p>Cabe señalar, por ejemplo, el programa de televisión y los cursos <i>Aprendamos</i>, desarrollados por el municipio desde el año 2003, con más de 10 años de experiencia en formación comunitaria pública, para abordar temáticas relacionadas con la gestión de riesgos (Cursos: Como actuar Frente a Desastres, Medio Ambiente y Producción, Autoconstrucción y mantenimiento de la vivienda popular) donde una de las temáticas tratadas fueron el cambio climático y sus posibles efectos. Además, se han desarrollado ediciones especiales para enfrentar los posibles eventos ante el Fenómeno de El Niño. En total, más de 24.000 personas se inscribieron a cursos destinados a obtener un mayor conocimiento práctico y teórico sobre cómo actuar frente a desastres, según la información del municipio.</p> <p>La Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos ha desarrollado cursos en una plataforma virtual, destacándose el curso de <i>Plan Familiar de Emergencias</i>, en el cual, durante el año 2015, se inscribieron 177 personas en el cantón de Guayaquil.</p> <p>El Ministerio de Educación ha estado contribuyendo igualmente a aumentar el grado de conocimiento y capacitación de la población sobre la gestión de riesgos, llevando a cabo un proyecto en colaboración con la ONG Plan Internacional y realizando capacitaciones en escuelas, desarrollando e implantando señalética y organizando simulacros de evacuación una vez por semana en los centros escolares.</p> <p>Es importante señalar igualmente al programa <i>DIPECHO</i>, desarrollado con apoyo de la Unión Europea, con una duración inicial de casi dos años (de mayo de 2013 a diciembre de 2014), el cual continuó con el apoyo de <i>Care</i> Ecuador hasta 2015 y continuó gracias al municipio a partir de 2016. Dicho programa tiene como objetivos principales el fortalecimiento comunitario e institucional para afrontar situaciones de riesgo. Se organizaron comités comunitarios de gestión de riesgos y sus respectivas brigadas de voluntarios, a los que se les ofreció capacitación y equipamiento. En total, una veintena de personas por parroquia participaron en los comités y brigadas de gestión de riesgo. También se realizaron actividades de fortalecimiento institucional mediante capacitaciones destinadas a los integrantes del comité de gestión de riesgos cantonal, presidido por el alcalde de Guayaquil.</p> <p>Por último, cabe destacar que las empresas Interagua, a cargo de brindar el servicio de agua potable y alcantarillado en la ciudad y Puerto Limpio, responsable de la recolección de los residuos sólidos, cuentan con planes de relaciones comunitarias, en los que se ha capacitado a la ciudadanía sobre temas ambientales, prevención de taponamiento de alcantarillas por basura y cuidado del recurso hídrico.</p> <p>Todo ello confiere a la población de Guayaquil un alto grado de sensibilización y de preparación frente a situaciones de riesgo. Sin embargo, según los resultados del taller sobre capacidad adaptativa, el grado de conocimiento y sensibilización relativo a la temática específica del cambio climático podría mejorarse.</p>
Resultados para Guayaquil	



INDICADOR: GRADO DE INFORMACIÓN DE LOS TÉCNICOS Y FUNCIONARIOS DE LA ADMINISTRACIÓN LOCAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPACTOS

Unidad	N/A
Fuente	Taller de trabajo con actores clave del Municipio de Guayaquil.
Descripción	Grado de conocimiento y sensibilización sobre el cambio climático y sus efectos posibles de los funcionarios y técnicos municipales de Guayaquil.
Justificación de uso	El conocimiento de los impactos previstos del cambio climático y la sensibilización de los técnicos y funcionarios de la administración local aumentan el grado de preparación de un territorio para afrontar los efectos negativos del cambio climático.
Resultados para Guayaquil	Según los resultados del taller sobre capacidad adaptativa se confirmó que los funcionarios y técnicos de la administración local poseen un nivel medio de conocimiento y sensibilización sobre la temática del cambio climático.



INDICADOR: FORMACIONES/CAPACITACIONES INTERNAS SOBRE RIESGO CLIMÁTICO

Unidad	N/A
Fuente	Taller de trabajo con actores clave del Municipio de Guayaquil.
Descripción	Formaciones/capacitaciones realizadas dentro de las diferentes Direcciones del municipio con el fin de informar, sensibilizar y capacitar a los funcionarios municipales sobre la temática del cambio climático.
Justificación de uso	El desarrollo de formaciones y capacitaciones sobre riesgo climático destinadas a los funcionarios municipales les confiere un mayor grado de conocimiento y preparación ante posibles efectos del cambio climático y muestra el interés del municipio en fomentar dichas capacidades para conseguir una mayor resiliencia.
Resultados para Guayaquil	<p>En el taller desarrollado sobre Capacidad Adaptativa se mencionaron las siguientes sesiones de capacitación sobre la temática del cambio climático y la gestión de riesgos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluación de daños y análisis de necesidades (EDAN). Gestión de riesgos urbanos. Primeros auxilios. Procedimientos de evacuación. Cursos para bomberos para preservar especies nativas de flora y fauna por posibles efectos de cambios climáticos, como los incendios forestales. <p>El 55 % de los funcionarios municipales que participaron al taller sobre capacidad adaptativa indicaron que sí habían recibido capacitaciones de este tipo, mientras que el 45 % restante respondió negativamente.</p>

Actores y gobernanza



INDICADOR: DIRECCIONES QUE TRABAJAN ESPECÍFICAMENTE SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MUNICIPIO DE GUAYAQUIL

Unidad	N/A
Fuente	Taller de trabajo con actores clave del Municipio de Guayaquil.
Descripción	Direcciones que trabajan específicamente sobre cambio climático en el Municipio de Guayaquil.
Justificación de uso	La existencia dentro de un territorio de unidades técnicas y/o administrativas que trabajan de manera específica sobre la temática del cambio climático le confiere una mayor capacidad de planificar de manera anticipatoria el desarrollo sostenible del territorio en un contexto de cambio climático.

<p>Resultados para Guayaquil</p>	<p>Entre las diferentes direcciones técnicas, corporaciones o empresas públicas existentes en el Municipio de Guayaquil, las siguientes se dedican a cuestiones relativas al cambio climático:</p> <ul style="list-style-type: none"> Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación. Dirección de Medio Ambiente. Dirección de Urbanismo y Ordenamiento Territorial. Dirección de Obras Públicas. Dirección de Áreas Verdes. Dirección de Salud e Higiene. Dirección de Aseo Cantonal, Mercados y Servicios Especiales. Dirección de Acción Social y Educación. Empresa Municipal de Agua Potable de Guayaquil. INTERAGUA. Consortio Puerto Limpio. Corporación para la Seguridad Ciudadana de Guayaquil. Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil. <p>En el taller se concluyó que, indirectamente, mediante su labor sobre la gestión de riesgos, todas las direcciones municipales, corporaciones, fundaciones y empresas públicas municipales juegan un papel importante en desarrollar y mejorar el trabajo realizado en la temática del cambio climático a través de sus acciones sobre la gestión de riesgos. Sin embargo, las principales direcciones que trabajan directamente sobre cuestiones de cambio climático son la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación y la Dirección de Medio Ambiente.</p>
---	--



INDICADOR: INSTITUCIONES Y ORGANISMOS QUE TRABAJAN ESPECÍFICAMENTE SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN GUAYAQUIL.

<p>Unidad</p>	<p>N/A</p>
<p>Fuente</p>	<p>Taller de trabajo con actores clave del Municipio de Guayaquil.</p>
<p>Descripción</p>	<p>Instituciones que trabajan específicamente sobre cambio climático en el Municipio de Guayaquil.</p>
<p>Justificación de uso</p>	<p>La existencia dentro de un territorio de organismos e instituciones que trabajan de manera específica sobre la temática del cambio climático le confiere una mayor resiliencia.</p>
<p>Resultados para Guayaquil</p>	<p>Se mencionaron las siguientes instituciones y organismos como actores clave en el desarrollo de actividades relativas a aumentar la resiliencia de la población de Guayaquil frente al cambio climático:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ministerio del Ambiente, a través de la Subsecretaría de Cambio Climático. Jefatura de Cambio Climático del Gobierno Provincial del Guayas. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. 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). 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. <p>El 45 % de los funcionarios municipales indicaron tener conocimiento de la actuación de este tipo de instituciones en materia de cambio climático, mientras que el 55 % manifestó desconocerla.</p>



INDICADOR: ACCIONES / PROYECTOS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL.

<p>Unidad</p>	<p>N/A</p>
<p>Fuente</p>	<p>Taller de trabajo con actores clave del Municipio de Guayaquil.</p>
<p>Descripción</p>	<p>Medidas o proyectos sobre cambio climático desarrollados en la Municipalidad de Guayaquil.</p>
<p>Justificación de uso</p>	<p>La existencia de medidas o proyectos con vistas a preparar el territorio, su población e instituciones para enfrentar los efectos previstos del cambio climático y sus efectos, otorgan al municipio de una mayor capacidad adaptativa.</p>

Se presentan a continuación una serie de acciones o proyectos desarrollados en Guayaquil para aumentar el grado de conocimiento y sensibilización de la población de Guayaquil sobre gestión de riesgos y cambio climático:

Proyecto DIPECHO, antes mencionado, con apoyo de la Unión Europea, para el fortalecimiento comunitario e institucional sobre la gestión de riesgos.

Proyecto SIGRU - Sistema Integrado de Riesgos Urbanos en Guayaquil con el apoyo de Care Ecuador y prolongación del anterior proyecto (DIPECHO) por parte de la Municipalidad.

Apropiación de DIPECHO y SIGRU por el Municipio de Guayaquil, con el fin de asegurar la continuidad de dichos proyectos.

Proyecto Huella de Ciudades: medición de la huella de carbono y de la huella hídrica de la ciudad y desarrollo de un Plan de Reducción de las Huellas de Carbono e Hídrica, para el corto, mediano y largo plazo. Como parte de este proyecto se desarrollaron 2 aplicaciones para dispositivos móviles, Guayaquil OndaEcoC y Guayaquil OndaEcoH, para que los guayaquileños conozcan no solo su impacto, sino que sepan de qué manera contribuir y comprometerse a mejorar su entorno.

Reestructuración del **Premio Municipal a la Ecoeficiencia**, que el municipio entrega desde el 2003, en el que se incluyen aspectos de huella de carbono y huella hídrica para las empresas. En el marco de este reconocimiento se está planteando la existencia de una categoría a manera de un Fondo Concursable (para ONG y personas naturales), para el financiamiento de proyectos ambientales para la ciudad.

Plataforma “Escuelas Verdes”, dirigido específicamente al sector educativo, para que puedan medir sus huellas y desarrollar sus planes de reducción de emisiones de GEI.

Proyecto de capacitación y sensibilización en escuelas desarrollado por el Ministerio de Educación con el apoyo de Plan Internacional.

Programa de televisión y cursos **Aprendamos**, desarrollados por el municipio desde el año 2003.

Resultados para Guayaquil

Planes y procedimientos locales en relación con el cambio climático y la gestión de riesgo de desastres



INDICADOR: EXISTENCIA DE PLANES Y PROCEDIMIENTOS LOCALES EN RELACIÓN CON EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES	
Unidad	N/A
Fuente	Entrevistas con actores clave del Municipio de Guayaquil, taller sobre capacidad adaptativa y consulta de diversos documentos relativos a la gestión de riesgos naturales en la Municipalidad de Guayaquil.
Descripción	El indicador informa sobre la existencia en el municipio de sistemas de alerta temprana, planes de emergencia, planes de prevención de riesgos ante eventos tales como inundación, incendios, deslizamientos de tierra, entre otros.
Justificación de uso	El presente indicador informa sobre la concretización del trabajo realizado por el municipio en materia de gestión de riesgos. La existencia de planes y procedimientos para afrontar situaciones negativas asociadas con los efectos del cambio climático sobre un territorio proporciona al territorio de herramientas esenciales para anticipar y gestionar situaciones de riesgo relacionados con el cambio climático.

<p>Resultados para Guayaquil</p>	<p>La consulta de los diferentes documentos oficiales, las entrevistas con los funcionarios municipales, así como el taller dedicado a explorar el nivel de capacidad adaptativa del municipio, permitieron identificar los planes y procedimientos siguientes:</p> <p>Sistemas de alerta temprana desarrollados en el marco del proyecto DIPECHO. Actualmente existen 20 alarmas instaladas y 45 en proceso de colocación.</p> <p>Ordenanza y ampliatoria que incorpora a la normativa los protocolos del sistema de comando de incidentes y las normas de sectorización. El Protocolo número 16 presenta la aplicación en Guayaquil del Plan Cantonal de Emergencias y Contingencias en caso de inundación, mientras que el Protocolo 10 tiene como principal objetivo disminuir la letalidad de enfermedades transmitidas por vectores, que serán más frecuentes en un contexto de cambio climático.</p> <p>GACETA No. 28 - 10 enero del 2012 Ordenanza que incorpora la normativa municipal el Plan de Desarrollo del Cantón Guayaquil.</p> <p>Creación de la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación (DGRC), mediante ordenanza el 10 de junio del 2012.</p> <p>Plan pre invernal, que se realiza desde el 15 de octubre al 31 de diciembre de cada año. En esta primera etapa se realiza la limpieza de 162 canales de aguas de lluvias, 72 ductos cerrados, 41 alcantarillas, 66.584 sumideros y 21.050 cámaras de video.</p> <p>Plan Invernal, el cual se efectúa desde el 1 de enero al 31 de marzo de cada año. En esta segunda etapa, se repite el trabajo de mantenimiento en aquellos sectores que, con las precipitaciones, evidencian nuevos inconvenientes por taponamientos ocasionados por basura.</p> <p>Plan de manejo de aguas lluvias de la cuenca noroeste de la ciudad de Guayaquil.</p> <p>Plan de conservación de la cuenca del río Daule (Elaboración de pliegos y próxima licitación).</p> <p>Plan de Emergencia por incendios Forestales Cerro Colorado.</p> <p>Plan de Emergencia por incendios Forestales Cerro San Eduardo.</p> <p>Creación y mantenimiento de áreas verdes.</p> <p>Prevención de riesgos en zonas vulnerables a enfermedades vectoriales (Por ejemplo, el Dengue).</p>
---	--



<p>INDICADOR: HERRAMIENTAS PARA LA PREPARACIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPACTOS</p>	
<p>Unidad</p>	<p>N/A</p>
<p>Fuente</p>	<p>Entrevistas con actores clave del Municipio de Guayaquil, taller sobre capacidad adaptativa y consulta de diversos documentos relativos a la gestión de riesgos naturales en la Municipalidad de Guayaquil.</p>
<p>Descripción</p>	<p>Herramientas para la preparación (estudios realizados, guías, manuales, etc.)</p>
<p>Justificación de uso</p>	<p>El conocimiento de los impactos previstos del cambio climático y la sensibilización de los actores institucionales y de la población civil aumentan el grado de preparación de un territorio para afrontar los efectos negativos del cambio climático.</p>
<p>Resultados para Guayaquil</p>	<p>Ejemplos de herramientas para la preparación frente al cambio climático y sus impactos en Guayaquil son los siguientes:</p> <p>Plan de Acción para enfrentar los problemas que se generen en época lluviosa 2015-2016, relacionados con el fenómeno del Niño principalmente.</p> <p>Desarrollo de un sistema de alerta por medio de alarmas comunitarias en las cooperativas Janeth Toral, Balerio Estacio, Colinas de la Florida, Lomas de Florida, Reynaldo Quiñónez y 31 de Octubre.</p> <p>Instalación de nuevos pluviómetros a la red del instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI) para mejorar la cobertura y la precisión de los pronósticos.</p> <p>Instalación de alarmas en barrios marginales y rurales a través de proyectos con el Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (DIPECHO), y programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).</p> <p>Simulacros anuales con participación de empresas públicas y privadas.</p> <p>Guía de organización multinivel para la reducción de riesgos de desastres en contextos urbanos, con enfoque basado en derechos, desarrollada por la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación del Municipio de Guayaquil, cuyo principal objetivo es el disponer de un "instrumento guía de acción coordinada entre el Gobierno Local, los órganos de respuesta y la organización de la ciudadanía en el territorio que comprende el cantón Guayaquil, frente a una emergencia potencial que puede abarcar sismos, deslizamientos, inundaciones o eventos tecnológicos"^{a/}.</p> <p>Manual del Comité de Gestión de Riesgos, elaborado para Guayaquil por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR, 2012).</p> <p>Decálogo de acciones de Guayaquil frente al cambio climático y proyectos de desarrollo sostenible (M.I. Municipalidad de Guayaquil, 2013).</p> <p>Estudio integral hidrológico hidrodinámico en el río Daule, Babahoyo y Guayas.</p> <p>Proyectos de mapeos de amenazas y vulnerabilidades en sectores de asentamiento humanos informales de la Secretaría Técnica de Prevención de Asentamientos Irregulares.</p>

a/ Ver: 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.

Prioridades de inversión



INDICADOR: EVOLUCIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN

Unidad	%
Fuente	Municipio de Guayaquil, 2016.
Descripción	Valor, en porcentaje, de la evolución del gasto realizado por el municipio para actividades de enseñanza.
Justificación de uso	Tal y como se mencionó anteriormente, cuanto mayor sea el grado de educación y de formación de una población, mejor preparada estará para afrontar los efectos negativos del cambio climático. El presente indicador mide el esfuerzo económico y de inversión realizado por la ciudad de Guayaquil y su aportación para fortalecer el grado preparación general de la población, haciéndola de ese modo, más resiliente frente a los impactos posibles del cambio climático.
Resultados para Guayaquil	El gasto público en educación ha experimentado un incremento del 55 % entre 2010 y 2014, lo que muestra el compromiso de la Municipalidad por mejorar el nivel de educación de sus habitantes.



INDICADOR: EVOLUCIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN ASISTENCIA SOCIAL

Unidad	%
Fuente	Municipio de Guayaquil, 2016
Descripción	Valor en porcentaje de la evolución del gasto realizado por el municipio para actividades de asistencia social.
Justificación de uso	El indicador permite ilustrar el compromiso por parte del municipio para garantizar servicios y programas de ayuda a sus habitantes más vulnerables. La ayuda proporcionada por la municipalidad contribuye a aumentar la resiliencia de los estratos más frágiles de la sociedad frente a los impactos del cambio climático.
Resultados para Guayaquil	La Dirección de Acción Social y Educación (DASE) es la encargada de manejar la mayor parte de los presupuestos destinados a la asistencia social dentro del municipio, si bien otras Direcciones ejercen también sus competencias en la oferta de servicios de asistencia social. El gasto público en asistencia social bajo gestión de la DASE disminuyó un 18 % de 2010 a 2014. El presupuesto global del municipio para asistencia social, para los que existen datos únicamente para el período de 2014 a 2016, también experimentó un descenso, según los datos suministrados por la Dirección de Riesgos y Cooperación de la Municipalidad.



INDICADOR: EVOLUCIÓN DEL GASTO PÚBLICO EN SALUD

Unidad	%
Fuente	Municipio de Guayaquil, 2016.
Descripción	Valor en porcentaje de la evolución del gasto realizado por el municipio en programas de salud pública.
Justificación de uso	Un municipio que invierte en salud es más capaz de hacer frente a los efectos negativos del cambio climático, teniendo en cuenta que las inversiones están dirigidas a proporcionar una mejor adaptación de la municipalidad frente a efectos negativos del cambio climático.
Resultados para Guayaquil	El gasto público en salud aumentó en Guayaquil en un 25 % de 2010 a 2014.



INDICADOR: INVERSIÓN PARA LA CREACIÓN Y DOTACIÓN DE UNIDADES QUE TRABAJAN SOBRE RIESGOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Unidad	%
Fuente	Municipio de Guayaquil, 2016
Descripción	Valor en porcentaje de la evolución del gasto realizado por el municipio para la creación de unidades técnicas (Direcciones Municipales) que trabajan sobre la gestión de riesgos y el cambio climático, así como la evolución de las dotaciones destinadas a dichas unidades técnicas.
Justificación de uso	Un municipio que invierte en crear Direcciones Municipales dedicadas a la gestión de riesgos y el cambio climático y que destina una parte de su presupuesto en aumentar las dotaciones destinadas a dichas Direcciones, muestra su compromiso en desarrollar la capacidad adaptativa de la Municipalidad para enfrentar los posibles riesgos asociados con el cambio climático.
Resultados para Guayaquil	El Municipio de Guayaquil creó en 2012 su dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación, siendo el presupuesto destinado a dicha dirección en 2014 de USD 2'536.736,75. La dotación para la Dirección de Ambiente, que trabaja igualmente sobre cuestiones de cambio climático ha aumentado, pasando de USD 1.000.015,76 en 2010 a USD 1.382.382 en 2015.



Análisis de los resultados

El índice de vulnerabilidad ha sido construido mediante una serie de indicadores que informan sobre cada uno de los componentes de la vulnerabilidad:

- › Sensibilidad al cambio climático de la ciudad de Guayaquil: Un total de 13 indicadores han sido seleccionados para evaluar el grado de sensibilidad de la Municipalidad de Guayaquil. Se trata de indicadores socioeconómicos y ambientales que ilustran las características intrínsecas del municipio que contribuyen a que un mismo impacto del cambio climático pueda ser sentido con mayor intensidad.
- › Exposición de la ciudad de Guayaquil a los impactos previstos del cambio climático sobre su territorio: Se han seleccionado 14 indicadores que toman en cuenta tanto el grado de exposición actual del Municipio de Guayaquil, como las variables de evoluciones climáticas previstas para el territorio, es decir: evolución prevista de temperaturas, precipitaciones y eventos climáticos extremos. Se consideran igualmente impactos económicos futuros del cambio climático sobre el territorio de Guayaquil.
- › Capacidad de Adaptación: 12 indicadores han sido seleccionados para analizar la capacidad de adaptación de la Municipalidad de Guayaquil frente al cambio climático y de las herramientas de las que dispone el municipio para afrontar dichos impactos. Los valores para los indicadores de capacidad adaptativa son comunes a todas las parroquias del municipio, dada la imposibilidad de obtener datos relativos a cada una de las parroquias de estudio.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad de Guayaquil.

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 fue 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 cinco 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.

Se analizaron 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. Sólo una pequeña parte de dicho sector (alrededor del 10 %), que se ha ido poblando mediante invasiones, se encuentra bajo la competencia del Municipio de Guayaquil, quedando el resto bajo competencia del gobierno central.

Además, es importante tener en cuenta el caso especial de la parroquia Tarqui, la más extensa y heterogénea de las parroquias de Guayaquil. Según el artículo 4 de la Reforma de la Ley 88²⁴ (2013), la parroquia Tarqui se ha extendido, al extenderse los límites del área urbana del Municipio de Guayaquil, e incluye hoy en día el

²⁴ Ver: Ley Reformativa a la Ley de Legalización de la Tenencia de Tierras a favor de los moradores y poseionarios de predios que se encuentran dentro de la circunscripción territorial de los cantones Guayaquil, Samborondón y El Triunfo, disponible en línea en: <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/leyes-aprobadas?leyes-aprobadas=All&title=Guayaquil&fecha=&=Aplicar>

sector de Chongón. 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.

A continuación, se presentan los indicadores socio económicos de sensibilidad para la zona de estudio. En primer lugar, se muestran los resultados para las parroquias de Guayaquil y posteriormente para el área de expansión urbana. Dichos datos fueron normalizados obteniéndose valores de 0 a 1 para cada indicador, con el fin de calcular el índice de vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad de Guayaquil.

TABLA 2

Indicadores de sensibilidad de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

INDICADORES	TASA DE POBREZA	SUPERFICIE DEDICADA A ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y/O AGROPECUARIAS	DENSIDAD DE POBLACIÓN		% POBLACIÓN MAYOR 65 AÑOS + MENOR 5 AÑOS	TASA DE ANALFABETISMO	PRESENCIA DE SECTORES PRECARIOS
	(% POBREZA + POBREZA EXTREMA)	%	(NÚMERO HABITANTES/KM ²)	(%)	(%)	NÚMERO SECTORES PRECARIOS	
Fuente	Monte Sinaí: La herencia de los vulnerados. 2012 et INEC 2006. Burgos y Cando (2015)	CLIRSEN	INEC	INEC	INEC	INEC	Secretaría Técnica de Prevención de Asentamientos Irregulares
Año	2006 y evolución a 2014	2011	2010		2010	2010	2016
9 DE OCTUBRE	9,75	Sin información	9.122	alta	19,26	1,51	0
AYACUCHO	5,25	Sin información	13.383	muy alta	17,34	1,04	0
BOLÍVAR	9,75	Sin información	17.328	muy alta	16,53	2,02	0
CARBO	9,75	Sin información	6.208	media	18,86	1,00	0
FEBRES CORDERO	23,25	Sin información	24.175	muy alta	15,51	2,84	0
GARCÍA MORENO	12,75	Sin información	23.487	muy alta	15,88	1,43	0
LETAMENDI	20,25	Sin información	28.302	muy alta	16,33	2,30	0
OLMEDO	9,75	Sin información	10.682	alta	16,55	1,74	0
PASCUALES	28,5	37,75	4.505	media	13,66	4,63	8
ROCA	9,75	Sin información	12.895	alta	17,55	1,03	0
ROCAFUERTE	9,75	Sin información	8.592	alta	16,95	1,40	0
SUCRE	9,75	Sin información	15.726	muy alta	16,38	1,97	0
TARQUI	10,5	45,74	2.536	baja	14,02	1,97	3
URDANETA	20,25	Sin información	18.744	muy alta	15,89	1,66	0
XIMENA	19,5	Sin información	13.481	muy alta	14,63	2,99	2
MONTE SINAÍ	40,5	47,73	3.482	media	17,82	5,41	21
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	40,5	50,77	5	muy baja	16,56	12,52	3

A la luz de los resultados obtenidos se puede observar que las parroquias con más población son sensibles desde el punto de vista económico, es decir las parroquias con mayores tasas de pobreza, Pascuales (28,5 %), Febres Cordero (23,25 %), Letamendi (20,25 %), Urdaneta (20,52 %) y Ximena (19,5 %), son aquellas que 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 cinco años), estas se encuentran generalmente distribuidas 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 disminución del número promedio de niños por hogar hará que descienda la población sensible de menos de cinco 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 (ocho, tres y dos sectores precarios, respectivamente). Cabe recordar que la precariedad del hábitat implica, entre otros aspectos, malas condiciones de los 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, respectivamente, con actividades agrícolas y/o agropecuarias, muy sensibles al clima (45,74 % y 37,75 % de las parroquias respectivamente, según CLIRSEN 2011). Aunque, según la Municipalidad de Guayaquil (comunicación personal, 2017), el porcentaje de superficie destinada a actividades agrícolas y/o agropecuarias podría haber disminuido en esas dos parroquias desde el año 2011 (año más reciente del que se tenían datos de ocupación de suelos al momento del estudio), debido principalmente a la presión urbana, estos valores son muy elevados y requieren de una consideración especial. En particular, 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, provocar enfermedades y alteraciones del rendimiento de los cultivos, y acarrear pérdidas económicas y alzas en los precios de productos agrarios básicos.

El sector Monte Sinaí y el resto de la zona de expansión urbana presentan los peores resultados para todos estos indicadores: tasas de pobreza muy elevadas (del 40,5 % en los dos sectores), gran parte de sus territorios están ocupados por actividades agrícolas y/o agropecuarias (47,7 % en Monte Sinaí y 50,7 % en el resto del área de expansión urbana), 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.

La tabla 3 muestra 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

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

INDICADORES	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	2016	2016	2016	2016
9 DE OCTUBRE	5.747	100	100	100
AYACUCHO	2.676	100	100	100
BOLÍVAR	6.758	100	100	100
CARBO	2.017	100	100	100
FEBRES CORDERO	20.250	100	100	90
GARCÍA 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	Sin información	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
MONTE SINAÍ	Sin información	16,2	50,73	8,5
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	Sin información	0	23	0,003

El indicador Tasa de Acceso a Servicios de Salud 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, 20.250 y 19.188, pacientes por centro de salud, respectivamente). 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 estas situaciones, los habitantes de las parroquias con menos recursos podrían verse desfavorecidos por un peor acceso a los servicios de salud.

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

En ese sentido, 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 la gran presión que, según el estudio sobre la huella hídrica en la ciudad de Guayaquil realizado por la empresa Servicios Ambientales S.A. (2016), existe actualmente sobre el recurso hídrico, con un consumo de agua por habitante de 272 litros, el cual 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 año²⁵). El crecimiento poblacional, la modificación de hábitos de consumo de los habitantes y el cambio climático aumentaría la presión sobre el recurso hídrico.

Esto también afectará la contaminación en el estuario que 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, las cuales serán más frecuentes y de mayor intensidad debido al cambio climático e inciden en la mayor concentración de contaminantes en el agua.

Con respecto a los servicios de saneamiento, dentro del límite urbano son las parroquias de Pascuales y Tarqui las que tienen los menores 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 la ciudad, es decir, las inundaciones, debido a la falta de capacidad de descarga o amortiguamiento de los sistemas de drenaje local. La expansión urbana, y demás actividades antrópicas asociadas, no hacen sino agravar la situación.

En el área de expansión urbana se obtienen de nuevo los peores valores de acceso los servicios de saneamiento: solo 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 recolección de basuras por carro recolector. En el área de expansión urbana no hay servicio de agua potable y alcantarillado y el servicio de recolección de basura 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 (3)

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

INDICADORES	GRADO DE URBANIZACIÓN O DENSIDAD URBANA	TASA DE DEFORESTACIÓN	TERRITORIO BAJO CONSERVACIÓN
	(% URBANO, EN PROCESO DE URBANIZACIÓN Y CENTRO POBLADO / SUPERFICIE TOTAL)	(%)	(%)
Fuente	CLIRSEN	MAE	MAE
Año	2011	2015	2015
9 DE OCTUBRE	100	N/A	0
AYACUCHO	100	N/A	0
BOLÍVAR	100	N/A	0
CARBO	100	N/A	0
FEBRES CORDERO	100	N/A	0
GARCÍA MORENO	100	N/A	0

Continúa en la página siguiente →

²⁵ Ver informe de la OMS sobre la cantidad de agua domiciliar, el nivel del servicio y la salud, disponible en línea en el siguiente enlace: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/

INDICADORES	GRADO DE URBANIZACIÓN O DENSIDAD URBANA	TASA DE DEFORESTACIÓN	TERRITORIO BAJO CONSERVACIÓN
	(% URBANO, EN PROCESO DE URBANIZACIÓN Y CENTRO POBLADO / SUPERFICIE TOTAL)	(%)	(%)
Fuente	CLIRSEN	MAE	MAE
Año	2011	2015	2015
LETAMENDI	100	N/A	0
OLMEDO	100	N/A	0
PASCUALES	47	16,99	4,19
ROCA	100	N/A	0
ROCAFUERTE	100	N/A	0
SUCRE	100	N/A	0
TARQUI	22	15,98	16,08
URDANETA	100	N/A	0
XIMENA	74	3,97	14,88
MONTE SINAÍ	26	88	15,4
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	1	21	22

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. En ese sentido, la impermeabilización de los suelos tiene un efecto importante sobre el riesgo de inundación (CAF, 2013²⁶), al aumentar el caudal y la velocidad de escorrentía superficial, por lo que las parroquias más impermeabilizadas serán más sensibles a inundaciones las cuales 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. La expansión urbana en Guayaquil, de carácter horizontal, ha sido tradicionalmente una de las principales causas de la deforestación en la ciudad. La presión ejercida por el hombre sobre los ecosistemas (en este caso 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, aumentando la escorrentía y el riesgo de erosión y deslizamiento de tierras.

Los datos disponibles muestran el grado de deforestación de Guayaquil de 1990 a 2014 (MAE, 2015). 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. 4²⁷. La aplicación de dicho artículo implica, como ya se ha mencionado, la expansión de los límites de la parroquia de Tarqui, al extenderse los límites del área urbana del Municipio de Guayaquil, que incluye hoy en día el sector de Chongón. Dicha parroquia es la más extensa y heterogénea de las parroquias de Guayaquil.

²⁶ Ver: CAF (2013). La inundación en Guayaquil en marzo de 2013. Opinión de expertos internacionales. Cooperación Técnica de CAF. Informe Gerencial. 40 p. Disponible en línea en: https://issuu.com/marcelaguinaga/docs/la_inundacio__n_de_guayaquil_en_mar

²⁷ Ver: Ley Reformativa a la Ley de Legalización de la Tenencia de Tierras a favor de los moradores y poseionarios de predios que se encuentran dentro de la circunscripción territorial de los cantones Guayaquil, Samborondón y El Triunfo, disponible en línea en: <http://www.asambleanacional.gob.ec/es/leyes-aprobadas?leyes-aprobadas=All&title=Guayaquil&fecha=&=Aplicar>

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 la superficie de Monte Sinaí y el 15 % del resto del 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.

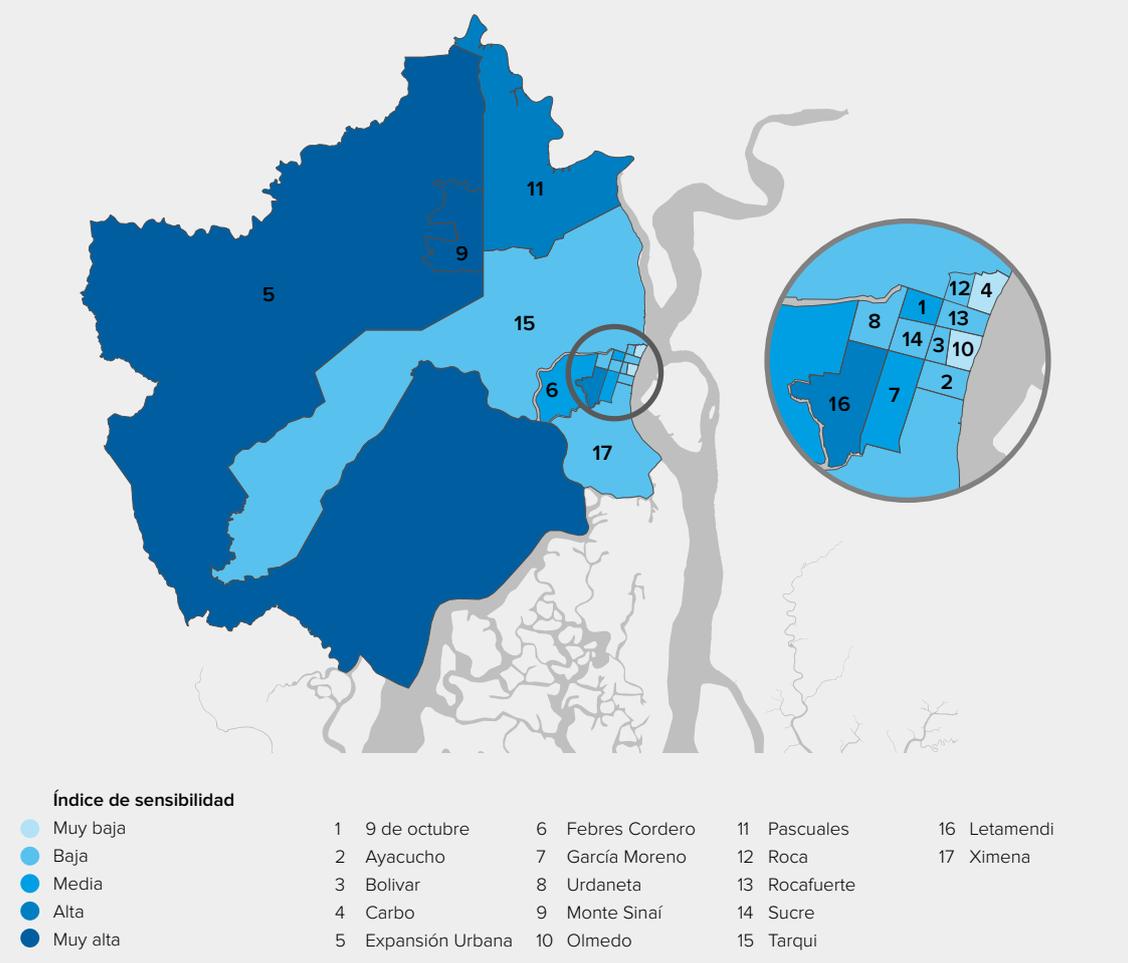
Por otro lado, las campañas de sensibilización, reforestación y limpieza de bosques de la Dirección de Ambiente del Municipio de Guayaquil tienen como principal objetivo proteger las zonas boscosas existentes y frenar la práctica de la deforestación dentro de las parroquias de Guayaquil.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el índice de sensibilidad de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático. Los valores obtenidos para cada indicador se han normalizado mediante la metodología descrita en las secciones precedentes con el fin de obtener valores entre 0 y 1 para cada indicador. El valor total del indicador de sensibilidad también se normalizó, obteniéndose los resultados presentados en la siguiente figura:

FIGURA 24

Índice de sensibilidad de las parroquias de Guayaquil frente al cambio climático

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.



Continúa en la página siguiente →

PARROQUIAS	ÍNDICE DE SENSIBILIDAD	GRADO DE SENSIBILIDAD
MONTE SINAI	0,584	Muy alta
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	0,476	Muy alta
PASCUALES	0,474	Alta
LETAMENDI	0,369	Alta
FEBRES CORDERO	0,367	Media
GARCÍA MORENO	0,333	Media
9 DE OCTUBRE	0,307	Media
URDANETA	0,291	Baja
BOLÍVAR	0,289	Baja
TARQUI	0,288	Baja
XIMENA	0,284	Baja
SUCRE	0,282	Baja
AYACUCHO	0,277	Baja
ROCAFUERTE	0,273	Baja
ROCA	0,261	Baja
CARBO	0,258	Muy baja
OLMEDO	0,240	Muy baja

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 %, según INEC y Burgos Cando, 2014), 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 reducido, 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, GeoSalud 2016) y su tasa de conexión al servicio de alcantarillado (40 %, EMAPAG 2016) es la más baja de todas las parroquias del municipio²⁸. La deforestación en esta parroquia (17 % de superficie deforestada de 1990 a 2014, MAE 2014), es la más importante de todas a las que se les aplica dicho indicador²⁹. Además, Pascuales es la parroquia con mayor número de sectores con vivienda precaria³⁰ (ocho, Secretaría Técnica de Prevención de Asentamientos Irregulares, 2016), si se excluye el sector de Monte Sinaí (21 sectores con vivienda precaria) situado en el área de expansión urbana.

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

²⁸ La tasa media de conexión al servicio de alcantarillado para las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil de 93 %

²⁹ En parroquias eminentemente urbanas no cabe aplicar el indicador sobre la tasa de deforestación debido a la ausencia de áreas con riesgo de deforestación.

³⁰ 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 e inundaciones.

pobreza superiores a la media (23,25 % y 20,25 %, respectivamente) y bajas tasas de acceso a servicios de salud (un centro de salud para cada 20.250 habitantes en Febres Cordero y un 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 un 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, el cual presenta los peores valores de sensibilidad, exceptuando la densidad poblacional e impermeabilización del suelo.

En ese sentido, el análisis de los indicadores de sensibilidad muestra tres tipos de áreas sensibles dentro de la zona de estudio:

- › Las **parroquias en el límite del área urbana, como Pascuales y Febres Cordero**, en las que la sensibilidad viene dada igualmente por otros elementos como tasas de pobreza superiores a la media³¹, 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.
- › **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 riesgo de inundación, las hace muy vulnerables a efectos previstos del cambio climático.
- › 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 (sólo una pequeña parte de su territorio, alrededor del 10 %, según fuentes municipales, está bajo tutela de la municipalidad), que no hace sino agravar su situación de sensibilidad frente a los impactos del cambio climático.



³¹ La tasa media de pobreza de las parroquias del núcleo urbano de Guayaquil, excluyendo la zona de expansión urbana es de 13,9 %

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

En total se analizaron 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
10. Presencia de *hot spots*³² 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 con 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 utilizados por el *Climate Knowledge*, portal del Banco Mundial para analizar el cambio climático, prevén para Guayaquil un aumento de las temperaturas medias de 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.

Las inundaciones constituyen 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, altos riesgos de inundación. Las inundaciones en Guayaquil son generalmente ocasionadas por episodios de lluvias intensas en períodos 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.

Las inundaciones son igualmente los fenómenos climáticos que más víctimas mortales han acarreado. En el período de 2010 a 2015 fallecieron en la parroquia de Tarqui, un total de cinco personas, víctimas de las

³² Es decir, complejos industriales y de transporte, comerciales, educacionales y de salud, localizados en zonas a riesgo de inundación.

inundaciones (ECU 911, 2016). Otras dos personas fallecieron durante ese mismo período, 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.

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 se calculan pérdidas de hasta USD 3.000 millones 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), y pérdidas en la línea de costa, ocasionarían pérdidas económicas importantes y pondrían en peligro a la población que habita en la zona costera. Según dicho informe, de producirse un aumento del nivel del mar de 30 cm, podría generarse una evacuación de 327.000 personas en la zona costera del Ecuador y estarían en peligro alrededor de 200.000 habitantes adicionales.

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, afectando la industria camaronera, el turismo y las actividades industriales y de transporte.

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 cinco años.

TABLA 5

Indicadores de exposición de las parroquias de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

INDICADORES	INCENDIOS FORESTALES (NÚMERO INCENDIOS DE 2010 A 2015)	RIESGO DE INUNDACIÓN (% SUPERFICIE INUNDABLE/ SUPERFICIE TOTAL DE LA PARROQUIA)	RIESGO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA (% SUPERFICIE AMENAZADA/ SUPERFICIE TOTAL DE LA PARROQUIA)
	ECU 911	SNGR	SNGR
Fuente	2015	2011	2011
9 DE OCTUBRE	0	73	Sin información
AYACUCHO	0	73	Sin información
BOLÍVAR	0	72	Sin información
CARBO	0	34	Sin información
FEBRES CORDERO	0	74	35,3
GARCÍA MORENO	0	71	Sin información

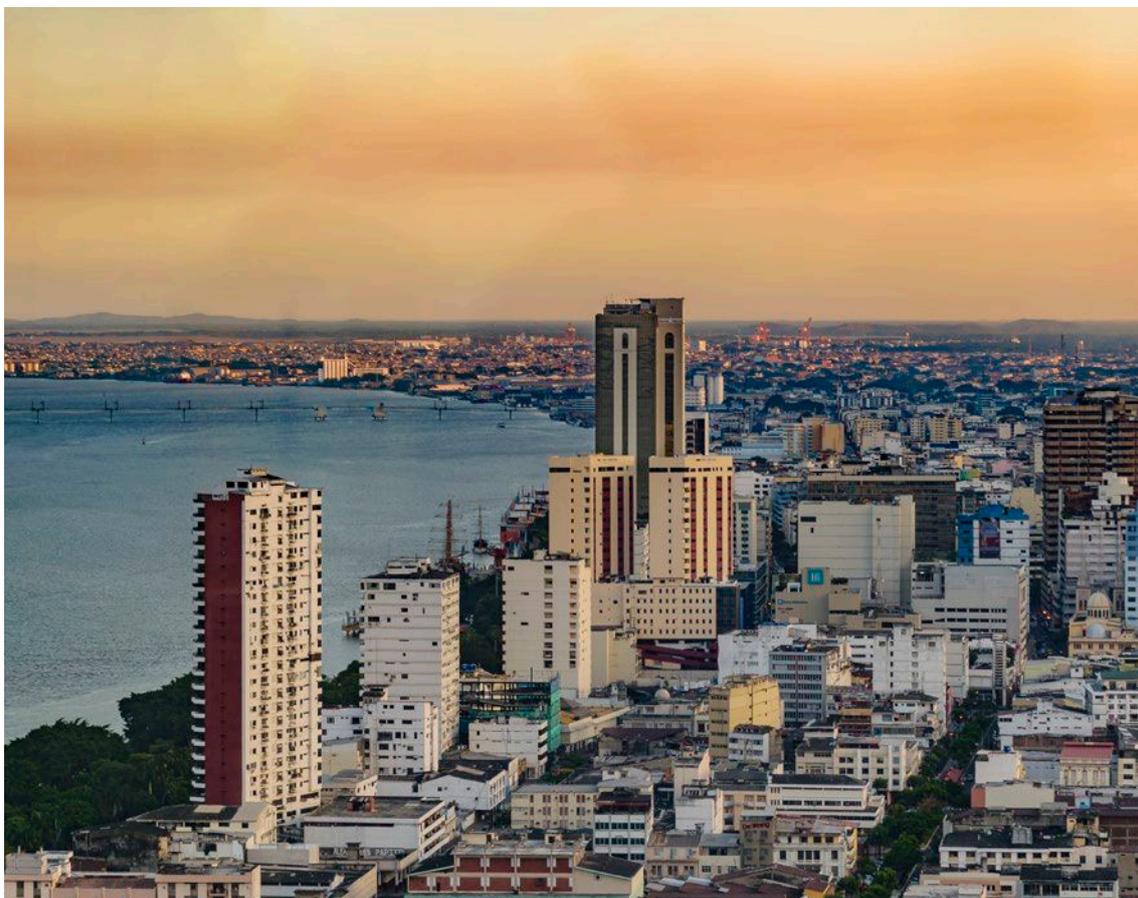
Continúa en la página siguiente →

INDICADORES	INCENDIOS FORESTALES (NÚMERO INCENDIOS DE 2010 A 2015)	RIESGO DE INUNDACIÓN (% SUPERFICIE INUNDABLE/ SUPERFICIE TOTAL DE LA PARROQUIA)	RIESGO DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA (% SUPERFICIE AMENAZADA/ SUPERFICIE TOTAL DE LA PARROQUIA)
Fuente	ECU 911	SNGR	SNGR
Año	2015	2011	2011
LETAMENDI	0	76	Sin información
OLMEDO	0	71	Sin información
PASCUALES	0	55	49,46
ROCA	0	38	Sin información
ROCAFUERTE	0	72	Sin información
SUCRE	0	72	Sin información
TARQUI	55	40	53,4
URDANETA	0	74	Sin información
XIMENA	8	60	Sin información
MONTE SINAI	0	86	100
RESTO EXPANSIÓN URBANA	0	1	68,75

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 centro urbano de la ciudad de Guayaquil. Dichas parroquias, como se indicó en el análisis de la sensibilidad, poseen altísimas tasas de impermeabilización de suelos, lo que contribuye a aumentar el impacto de las inundaciones. 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 según ECU 911, 2016) y daños materiales importantes, sobre todo en sectores con viviendas precarias. 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 anteriormente citados, se espera que las sequías sean en Guayaquil más frecuentes e intensas lo que contribuirá a aumentar el riesgo de incendios forestales, aunque según el Programa Amazonía Sin Fuego del MAE, la gran mayoría de los incendios forestales en



Ecuador suelen tener un origen antrópico: la quema para "limpiar" el terreno antes de instalar las viviendas, malas prácticas agrícolas, etc. En la parroquia de Tarqui se contabilizaron, de 2010 a 2015, 55 incendios forestales (ECU 911, 2016), que ocasionó dos víctimas mortales. En la parroquia de Ximena fueron declarados durante el mismo período ocho incendios forestales.

Episodios largos de elevadas temperaturas inciden en la formación de las llamadas **islas de calor urbano** que serán más frecuentes y de mayor intensidad debido al cambio climático.

Asimismo, 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

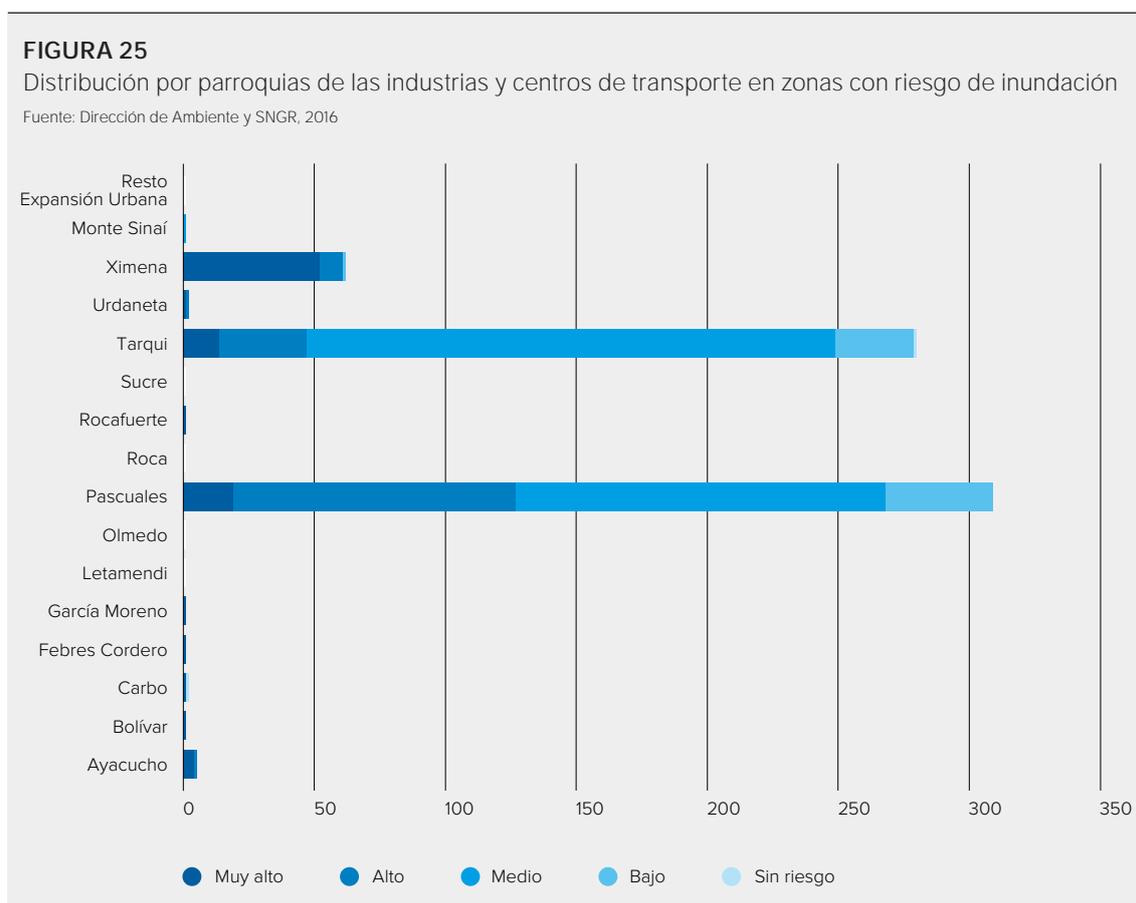
Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016.

INDICADORES	PRESENCIA DE INDUSTRIAS / CENTROS TRANSPORTE EN ZONAS INUNDABLES	PRESENCIA DE CENTROS COMERCIALES EN ZONAS INUNDABLES	PRESENCIA DE COMPLEJOS EDUCACIONALES EN ZONAS INUNDABLES	ÁREAS DE GRAN DENSIDAD URBANA EN ZONAS INUNDABLES	PRESENCIA DE CENTROS DE SALUD EN ZONAS INUNDABLES	TOTAL
Fuente	Dirección de Ambiente y SNGR	Repertorio Páginas Amarillas	Ministerio de Educación	SNGR	GEO Salud	
Año	2016	2016	2014	2011	2016	
9 DE OCTUBRE	0	Sin información	10	73	1	84
AYACUCHO	5	Sin información	9	73	3	90
BOLÍVAR	1	Sin información	2	72	1	76
CARBO	1	Sin información	1	34	0	36
FEBRES CORDERO	1	Sin información	66	2	17	86
GARCÍA MORENO	1	Sin información	12	71	3	87
LETAMENDI	0	Sin información	23	76	5	104
OLMEDO	0	Sin información	0	71	3	74
PASCUALES	309	0,55	80	25,9	19	434,45
ROCA	0	Sin información	0	38	1	39
ROCAFUERTE	1	Sin información	1	72	0	74
SUCRE	0	Sin información	3	72	2	77
TARQUI	279	5,6	139	8,8	41	473,4
URDANETA	2	Sin información	10	74	2	88
XIMENA	62	1,2	109	44,4	35	251,6
MONTE SINAÍ	1	Sin información	18	22,4	Sin información	41,4
RESTO EXPANSIÓN URBANA	1	Sin información	1	0	Sin información	2

La industria es uno de los principales sectores económicos de la ciudad, que contribuye en un 26,2 % al ingreso total generado, según los datos de INEC (2010). 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 las 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, solo 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.

La siguiente figura presenta la distribución por parroquias de las industrias y centros de transporte en zonas con riesgo de inundación:



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

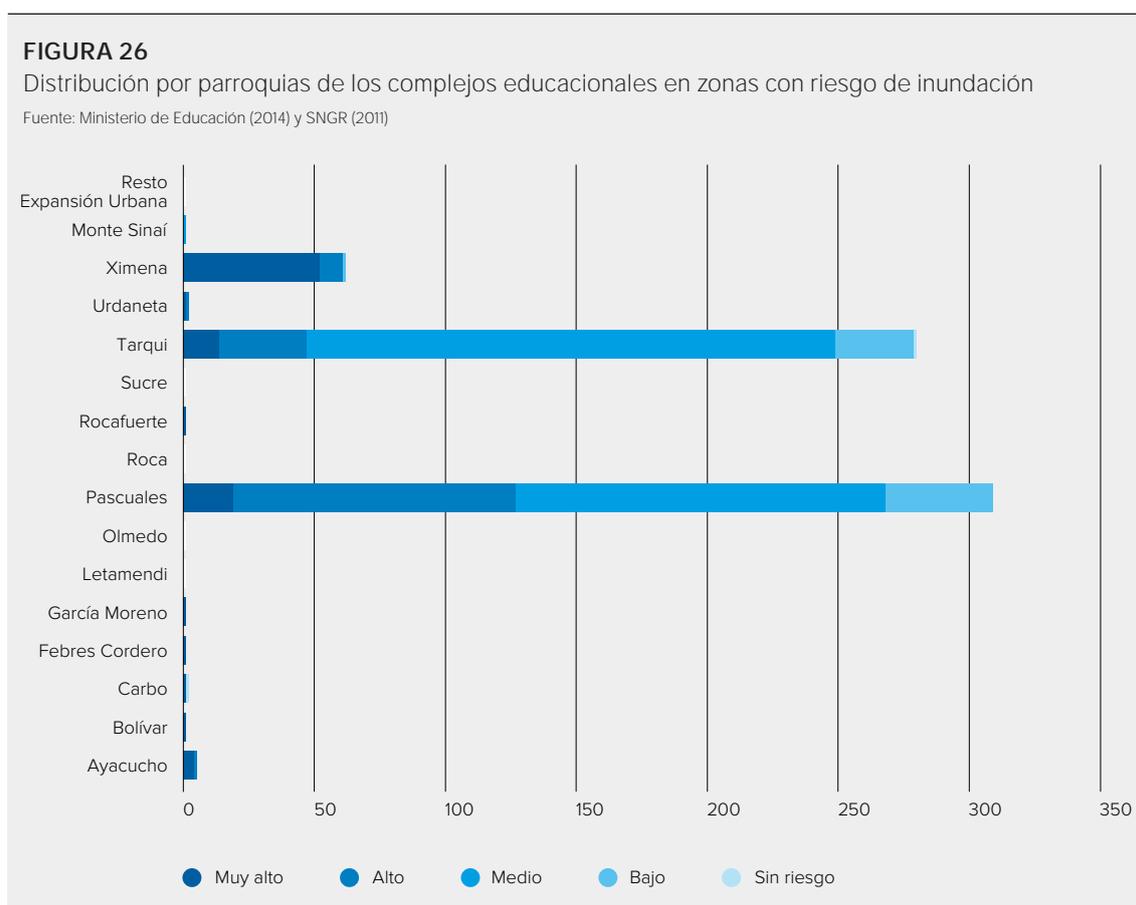
El cambio climático puede impactar igualmente al puerto de Guayaquil y a sus actividades. Es importante recordar que Guayaquil posee el puerto más importante del país y uno de los más importantes de la costa del pacífico oriental. Según el IPCC (2014), el aumento del nivel del mar, episodios de lluvias 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 cuatro millones de pasajeros nacionales e internacionales, también podría verse impactado por tormentas pudiéndose aumentar el número de retrasos y cancelaciones de vuelos. Además, el efecto de la temperatura y el aumento de intensidad de las precipitaciones pueden poner en riesgo las instalaciones aeroportuarias si los pavimentos o el sistema

de drenaje 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.

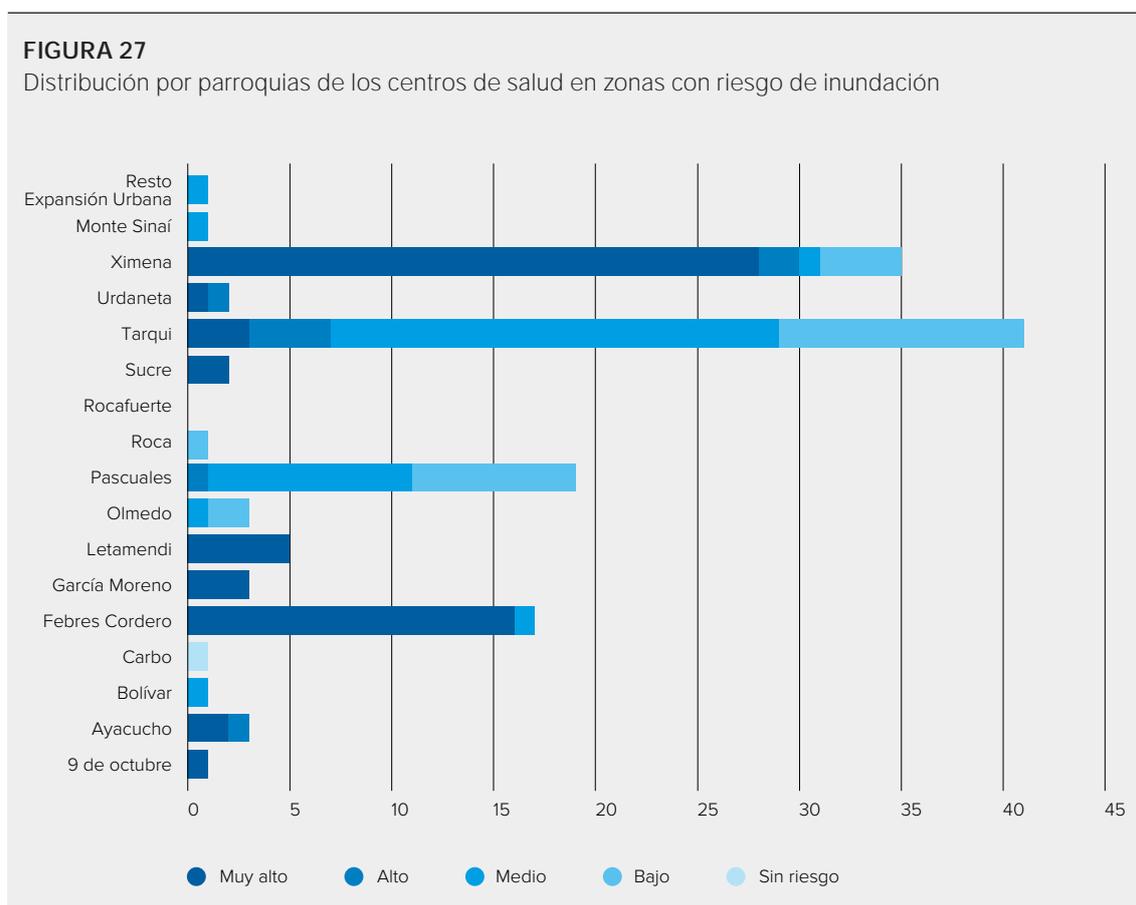
Las parroquias de Tarqui, Ximena, Pascuales y Febres Cordero concentran el mayor número de complejos educacionales en zonas a riesgo de inundación (Ministerio de Educación 2014 y SNGR, 2011). El número de complejos educacionales situados en zonas con riesgo alto o muy alto de inundación, es de 22 en 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, la cual contó con presupuesto de USD 3 millones por año 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.

La siguiente figura presenta la distribución por parroquias de los complejos educacionales en zonas con riesgo de inundación:



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 siete en la parroquia de Tarqui, 30 en Ximena, 11 en Pascuales y 16 en Febres Cordero.

La siguiente figura presenta la distribución por parroquias de los centros de salud en zonas con riesgo de inundación:



Las parroquias de Pascuales, Tarqui y Ximena son además aquellas con más presencia potencial de zonas comerciales en áreas con riesgo de inundación.

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

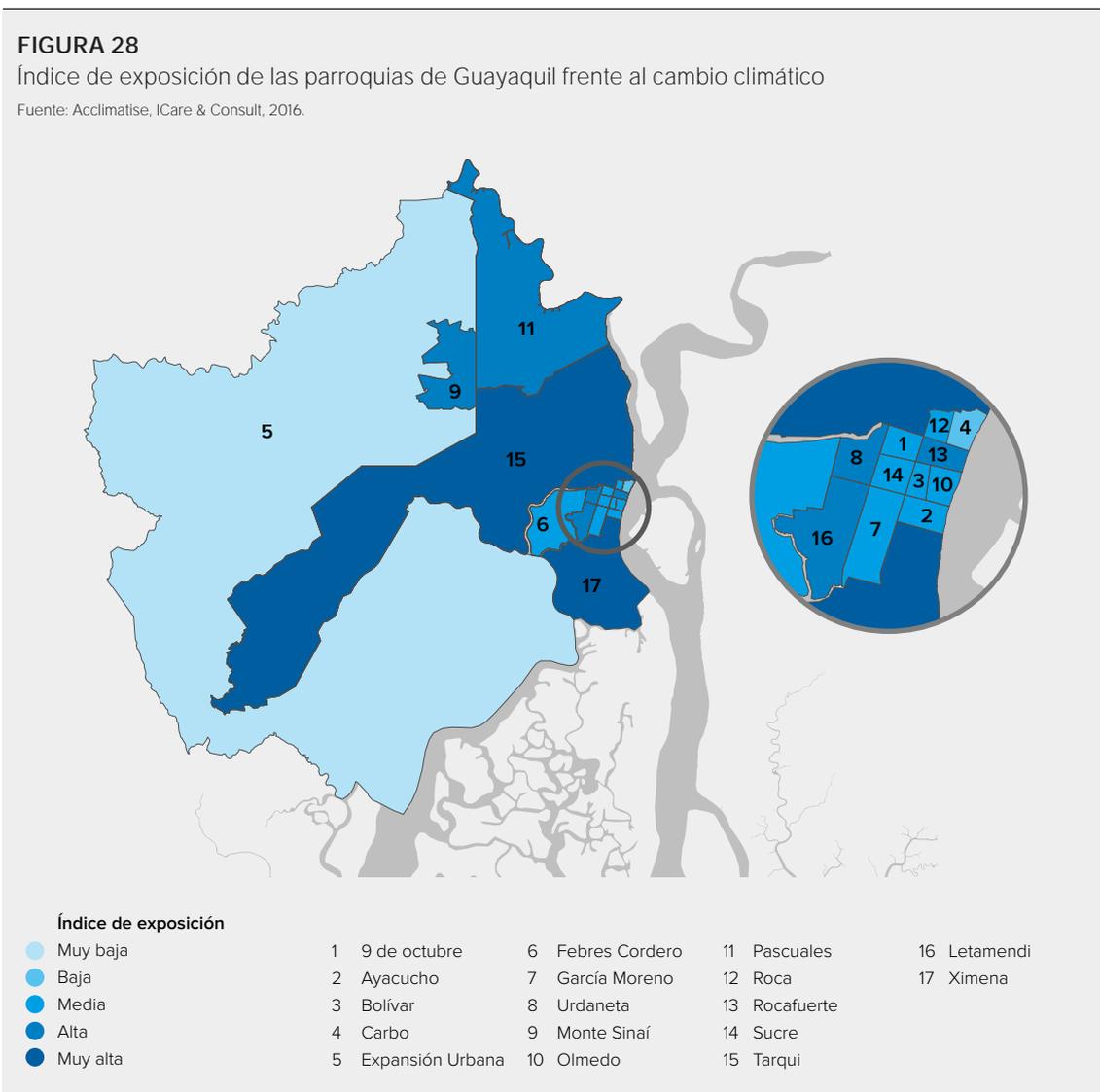
En conclusión, las parroquias de Tarqui, Ximena, Monte Sinaí y Pascuales son las más expuestas a los impactos previstos del cambio climático para la ciudad de Guayaquil. Dichas parroquias presentan un alto grado de concentración de los llamados *hot spots*, lo que les hace estar muy expuestas a los impactos 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), según datos de ECU 911 (2016).

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.

Se recomienda prestar mayor atención en la implementación de las medidas de adaptación 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, presentan un alto riesgo de inundación en una parte muy importante de sus territorios, tales como Letamendi, Febres Cordero, Rocafuerte y Urdaneta.

Se muestran en la siguiente figura los valores obtenidos para el índice de exposición normalizado para las parroquias de Guayaquil, incluido el sector denominado Monte Sinaí y el resto del área de expansión urbana, de mayor a menor grado de exposición, así como su representación cartográfica.



PARROQUIAS	ÍNDICE DE EXPOSICIÓN	GRADO DE EXPOSICIÓN
TARQUI	0,707	Muy alta
XIMENA	0,547	Muy alta
MONTE SINAI	0,505	Alta
PASCUALES	0,493	Alta
LETAMENDI	0,486	Alta
ROCAFUERTE	0,485	Alta
URDANETA	0,463	Alta
AYACUCHO	0,462	Media
9 DE OCTUBRE	0,457	Media
GARCÍA MORENO	0,455	Media
SUCRE	0,450	Media
FEBRES CORDERO	0,448	Media
BOLÍVAR	0,447	Media
OLMEDO	0,446	Media
ROCA	0,313	Media
CARBO	0,296	Baja
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	0,288	Muy baja

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 cambio climático, 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, etc.).
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, etc.

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 al municipio sobre riesgo climático.
4. Direcciones que trabajan específicamente sobre cambio climático en el Municipio de Guayaquil.
5. Instituciones u organismos que trabajan 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 y cambio climático.

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 fueron necesarios para alimentar dichos indicadores. 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 (como los sismos, por ejemplo) 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 de la ciudad 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 para favorecer un mejor conocimiento sobre los impactos previstos por este fenómeno y sus efectos, promover la integración efectiva del componente climático en la planificación y en los presupuestos, y el desarrollo y utilización de mapas y herramientas para la gestión del riesgo climático, entre otros.
- › 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.
- › La Municipalidad 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 de la Municipalidad. 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 educación³³ y a la salud³⁴, lo que muestra el compromiso de la Municipalidad en fortalecer dichas áreas. También ha aumentado el presupuesto destinado a las unidades técnicas dedicadas dentro de la Municipalidad a trabajar sobre cuestiones de gestión de riesgos y cambio climático³⁵. Sin embargo, el gasto público en asistencia social, que tiene como objetivo el asegurar la protección de las poblaciones más vulnerables, disminuyó un 18 % de 2010 a 2014, según los datos de la Municipalidad de Guayaquil, 2016.

Con todo ello, podemos concluir que la Municipalidad 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.

SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA EN GUAYAQUIL

Las prioridades estratégicas del proceso de Gestión de Reducción de Riesgos, consideran a la dotación de un sistema de alerta temprana, como parte integral del manejo correctivo de riesgos presentes.

Según la "Guía de organización multinivel para la reducción de riesgos de desastres en contextos urbanos, con enfoque basado en derecho" (2014) (M.I. Municipal de Guayaquil, Dirección de Riesgos y Cooperación), en el país, los Sistemas de Alerta Temprana son limitados o inexistentes. Por un lado, la información puede no llegar a tiempo, ni con la calidad necesaria y, por otro lado, incluso cuando se emiten las alertas queda patente el desconocimiento de la población en cuanto al significado de dichas alertas y al modo de actuar para reaccionar a ellas.

En Guayaquil se ha dado mucha importancia a los Sistemas de Alerta Temprana enfocado en la población o Sistemas de Alerta Comunitaria (SAC). El objetivo es el empoderamiento de la población para que individuos y comunidades sepan reaccionar a tiempo y de manera correcta, con el fin de disminuir el riesgo de daños y pérdidas, tanto humanas como económicas. Los objetivos del proyecto incluyen:

- › 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.

³³ El gasto público en educación ha experimentado una fuerte alza de 2010 a 2014, con un incremento del 55 %, lo que muestra el compromiso de la Municipalidad por mejorar el nivel de educación de sus habitantes. (Fuente: Municipalidad de Guayaquil, comunicación personal julio de 2016)

³⁴ El gasto público en salud ha aumentado en Guayaquil en un 25 % de 2010 a 2014. (Fuente: Municipalidad de Guayaquil, comunicación personal julio de 2016)

³⁵ El Municipio de Guayaquil creó en 2012 su dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación, siendo el presupuesto destinado a dicha dirección en 2014 de USD 2.536.736,75. La dotación para la Dirección de Ambiente, que trabaja igualmente sobre cuestiones de cambio climático ha aumentado, pasando de USD 1.000.015,76 en 2010 a USD 1.382.382 en 2015. (Fuente: Municipalidad de Guayaquil, comunicación personal julio de 2016)

Dichos Sistemas de Alerta Comunitaria son utilizados por los Comités Barriales de Gestión de Riesgo para emitir alertas sobre cualquier tipo de amenaza que requiera una evacuación, por ejemplo.

Actualmente existen en Guayaquil 20 alarmas instaladas y 45 en proceso de colocación, según los datos de la Illma. Municipalidad de Guayaquil. Sin embargo, en los talleres realizados con las principales partes implicadas de la Municipalidad de Guayaquil, se mencionó la necesidad de aumentar la red de alarmas y de reforzar las capacidades de la población para su uso efectivo y eficaz.

Por último, cabe destacar que el "Informe de progreso local sobre la implementación del Marco de Acción de Hyogo (2013-2014), Guayaquil, Ecuador" (2015), señala que todavía no existen suficientes capacidades instaladas para un SAT integral de la ciudad de Guayaquil.

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. Los valores totales de vulnerabilidad fueron calculados según la fórmula

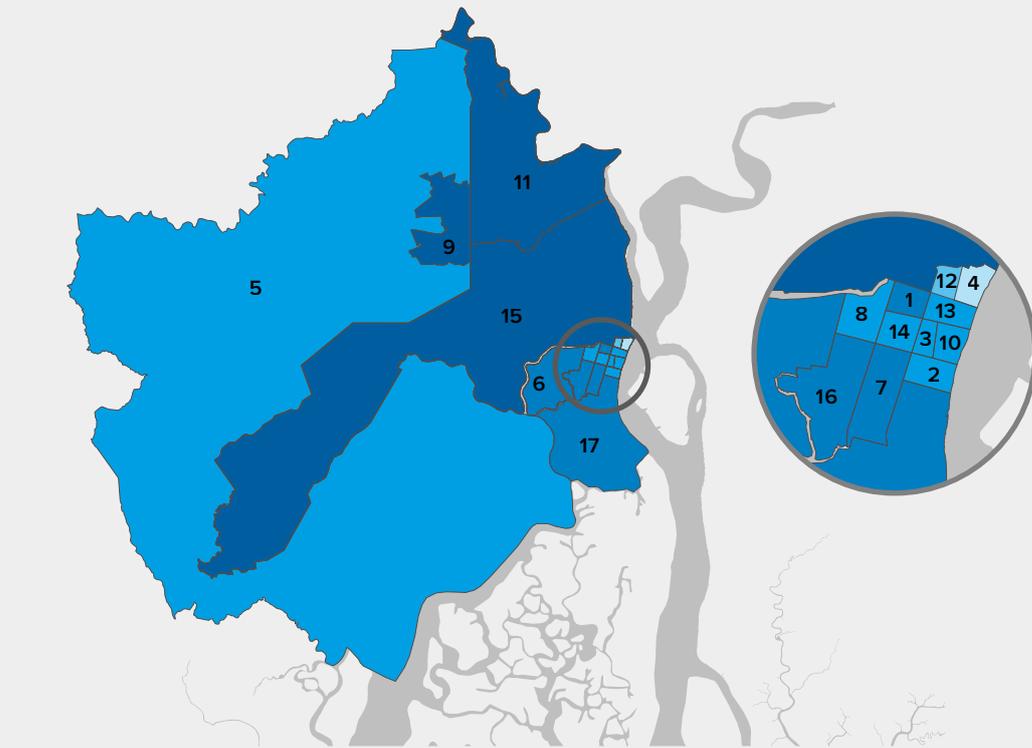
$$\text{Vulnerabilidad} = \frac{\text{Sensibilidad} \times \text{Exposición}}{\text{Capacidad de Adaptación}}$$

y normalizados para la obtención de valores entre 0 y 1 que permitan la comparación entre las diferentes parroquias.

FIGURA 29

Índice de vulnerabilidad al cambio climático por zonas de la ciudad de Guayaquil

Fuente: Acclimatise, ICare & Consult, 2016

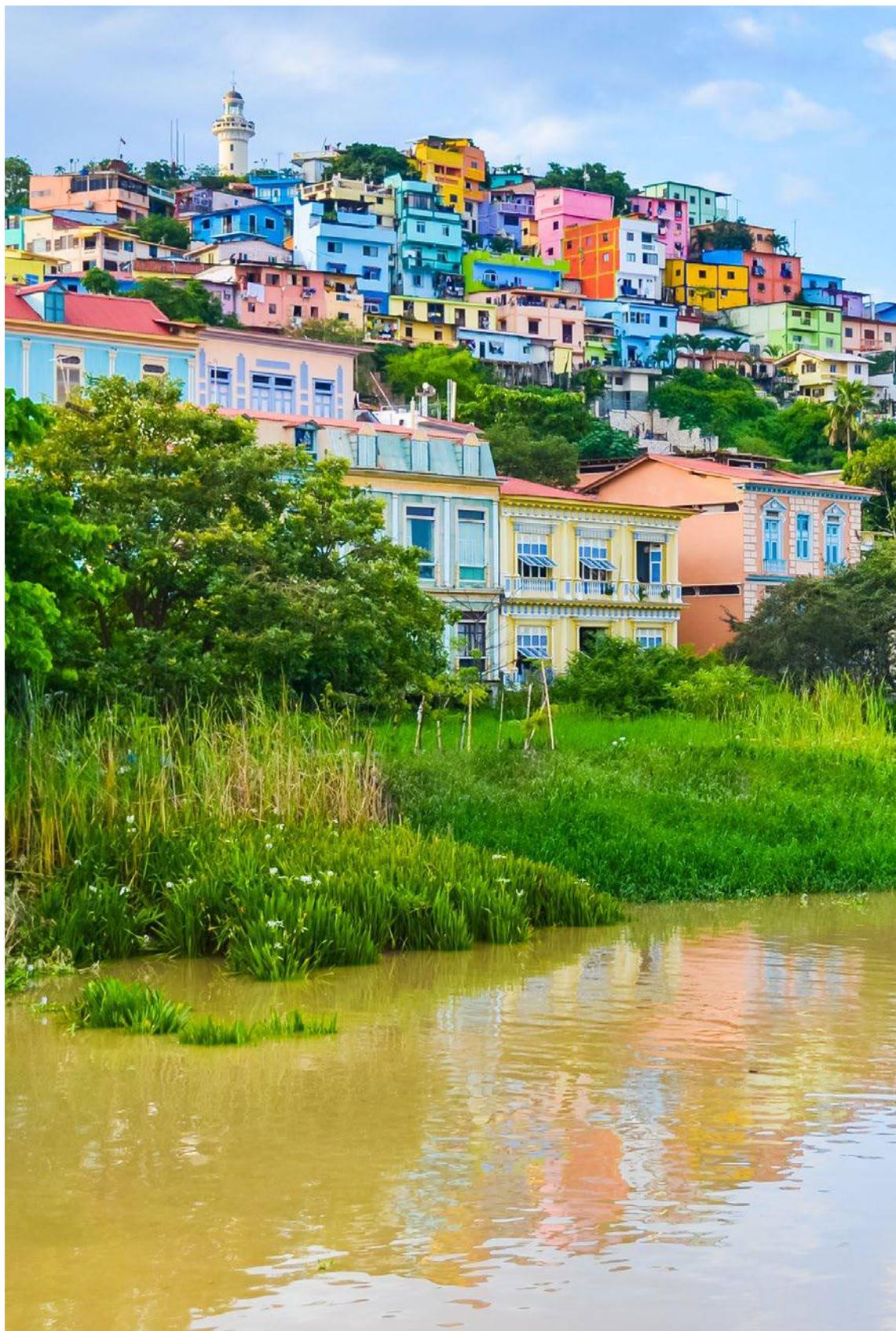


Índice de vulnerabilidad

- Muy baja
- Baja
- Media
- Alta
- Muy alta

- | | | | |
|--------------------|------------------|---------------|--------------|
| 1 9 de octubre | 6 Febres Cordero | 11 Pascuales | 16 Letamendi |
| 2 Ayacucho | 7 García Moreno | 12 Roca | 17 Ximena |
| 3 Bolívar | 8 Urdaneta | 13 Rocafuerte | |
| 4 Carbo | 9 Monte Sinaí | 14 Sucre | |
| 5 Expansión Urbana | 10 Olmedo | 15 Tarqui | |

PARROQUIAS	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	GRADO DE VULNERABILIDAD
MONTE SINAÍ	1	Muy Alta
PASCUALES	1	Muy alta
TARQUI	0,810	Muy alta
LETAMENDI	0,656	Alta
FEBRES CORDERO	0,562	Alta
XIMENA	0,505	Alta
GARCÍA MORENO	0,479	Alta
9 DE OCTUBRE	0,405	Alta
RESTO DE EXPANSIÓN URBANA	0,388	Media
URDANETA	0,373	Media
ROCAFUERTE	0,358	Media
BOLÍVAR	0,338	Media
AYACUCHO	0,329	Media
SUCRE	0,322	Media
OLMEDO	0,195	Media
ROCA	0,035	Baja
CARBO	0,000	Muy baja



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 agropecuarias³⁶ muy sensibles al clima (38 % del territorio está destinado a la actividad agraria o agropecuaria), reducido 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 (257,26 km² ó 61 % de la superficie ocupada por las parroquias urbanas de Guayaquil).

Las parroquias de Letamendi y Febres Cordero presentan una elevada sensibilidad, debida a la alta densidad urbana y densidad poblacional, mayores tasas de pobreza y un peor acceso a servicios de salud. Y todo ello en una zona con un alto 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 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 Ciudad 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 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 debido a que la Municipalidad ejerce plenamente sus competencias únicamente en una pequeña parte de su territorio.

³⁶ Según los datos del INEC (2010) la actividad agraria contribuye en 4,41 % al PIB de la ciudad. Los principales cultivos, según la información de CLIRSEN (2011), son el pasto cultivado (220 ha) y el maíz (205 ha), seguidos por cultivos dedicados a la exportación como el mango (93 ha) y el cacao (53 ha), gracias a la influencia del canal Daule – Chongón, siendo dichas tierras altamente cotizadas por inversionistas. El arroz es un cultivo igualmente importante en la zona y según los datos de CLIRSEN para 2011, 52 ha estaban dedicadas en esa fecha al cultivo del arroz. La mano de obra es predominantemente familiar en las explotaciones dedicadas a cultivos tradicionales y asalariada permanente en aquellas dedicadas a los cultivos de exportación.



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 el impacto del cambio climático más relevante para la ciudad. Por ello, se analizó 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. Estas 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 costos 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 mitigación (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 las inundaciones.

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, 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 Más información sobre el proyecto: http://www.worldbank.org/projects/P129640/bolivia-climate-resilience-integrated-basin-management?lang=en&tab=overview	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: Pirai, Mizque y Rocha	Los tres componentes del proyecto son: <ol style="list-style-type: none"> 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 Más información sobre el proyecto: http://www.worldbank.org/projects/P130840/?lang=en&tab=overview	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: <ol style="list-style-type: none"> 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.
Medidas de refuerzo de la capacidad adaptativa			
Gestión de inundaciones urbanas y de la erosión en Can Tho, Vietnam Más información sobre el proyecto: http://i-s-e-t.org/projects/can-tho-erosion.html Un video del proyecto de la ciudad puede verse en el siguiente enlace: https://www.youtube.com/watch?v=TFjálzCA U	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 basado 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 Más información sobre el proyecto: http://www.100resilientcities.org/cities/entry/surats-resilience-challenge#/-/_/	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 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 periodo 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.

Continúa en la página siguiente →

TÍTULO DE LA MEDIDA	OBJETIVO DE LA MEDIDA	DESCRIPCIÓN	PERTINENCIA PARA GUAYAQUIL
<p>Sistema de Apoyo para la Toma de Decisiones en materia de inundaciones en la cuenca del río Chao Phraya, Tailandia</p> <p>Más información sobre el proyecto: https://www.mikepoweredbydhi.com/global/references/apac/overview/protecting-thailand-from-floods</p>	<p>Crear información sobre las condiciones del río Chao Phraya, y suministrarla en tiempo real a cualquier usuario.</p>	<p>Modelo que permite la predicción de crecidas del río 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.</p> <p>A partir del sistema, los usuarios pueden acceder a:</p> <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. 	<p>Sistema de alerta temprana altamente eficaz del que podría inspirarse Guayaquil para mejorar el sistema existente en la actualidad.</p>
MEDIDAS GRISAS			
<p>Medidas de recuperación de emergencia tras las inundaciones, Serbia</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.worldbank.org/projects/P152018/?lang=en&tab=overview</p>	<p>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>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.</p>	<p>Medidas grises de protección contra las inundaciones como esta podrían implementarse puntualmente en Guayaquil en zonas sometidas a inundaciones recurrentes.</p>
<p>Sistema de Gestión de Inundaciones en Yakarta basado en infraestructura gris, Indonesia</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.worldbank.org/projects/P111034/Yakarta-urgent-flood-mitigation-project?lang=en</p>	<p>Mejorar la puesta en marcha y el mantenimiento del sistema de gestión de las inundaciones de Yakarta.</p>	<p>El objetivo se logra a través de:</p> <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 (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 institucional de los organismos implicados. 	<p>El primer componente de dicha medida podría ser pertinente para el contexto de Guayaquil.</p>
<p>Protección contra las inundaciones en el río Drina, Bosnia Herzegovina</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.worldbank.org/projects/P143844?lang=en</p>	<p>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.</p>	<p>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 re-construcción de diques de contención.</p>	<p>Medidas grises de protección contra las inundaciones como ésta podrían implementarse puntualmente en Guayaquil en zonas sometidas a inundaciones recurrentes.</p>
MEDIDAS VERDES			
<p>Parque Yanweizhou en la ciudad de Jinhua, China</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.landazine.com/index.php/2015/03/a-resilient-landscape-yanweizhou-park-in-jinhua-city-by-turenscape/</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>El parque Yanweizhou, de 26 ha, 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>	<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 Municipalidad contribuyendo a aumentar su calidad de vida. También se aumentaría la biodiversidad en medio urbano con todos los bienes y servicios que ella procura.</p>

TÍTULO DE LA MEDIDA	OBJETIVO DE LA MEDIDA	DESCRIPCIÓN	PERTINENCIA PARA GUAYAQUIL
<p>Programa de Cubiertas Verdes en edificios públicos, Buenos Aires, Argentina</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.buenosaires.gob.ar/areas/med_ambiente/apra/des_sust/archivos/cubiertas/inf_tecnico_cubierta_verde.pdf</p>	<p>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.</p>	<p>El programa comprende las siguientes etapas:</p> <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. 	<p>Muy adecuado para Guayaquil a la vista de los beneficios que engendra este tipo de acción.</p>
<p>12.000 Jardines de Lluvia, Seattle, Estados Unidos</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.stewardshippartners.org/programs/rain-gardens/</p>	<p>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.</p>	<p>Se conceden una serie de ayudas económicas a los propietarios de viviendas para la construcción de jardines de lluvia, con donaciones de hasta USD 2.500 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.</p> <p>Existen además ayudas específicas para la construcción de jardines de lluvia en las escuelas.</p> <p>El proyecto contiene un fuerte componente de comunicación y de sensibilización que es una de las claves de su éxito.</p>	<p>Adecuado únicamente en áreas al exterior del núcleo urbano donde la expansión del hábitat horizontal es posible, tales como Pascuales o Tarqui, por ejemplo.</p>
<p>Calles Verdes, Portland, Estados Unidos</p> <p>Más información sobre el proyecto: http://www.portlandoregon.gov/bes/52501</p>	<p>El proyecto tiene como principales objetivos la prevención y la reducción de las inundaciones en Portland.</p>	<p>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 períodos 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.</p> <p>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.</p>	<p>Medida muy pertinente y adecuada a las características de Guayaquil, con parroquias con muy alta densidad urbana y un sistema de dobles aceras que permiten la implantación de la medida.</p>



Las medidas de adaptación propuestas

Las etapas precedentes del estudio han 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 de la ciudad. Una vez validados por la Municipalidad las áreas o aspectos prioritarios, se procedió a la propuesta de acciones de adaptación al cambio climático y al análisis de sus principales barreras u oportunidades.

Se desarrollaron 3 talleres de validación de los resultados a los que participaron las principales partes implicadas de Guayaquil. A los talleres participaron expertos provenientes de las diferentes áreas y sectores:

- › Direcciones de la M.I. Municipalidad de Guayaquil,
- › Subsecretaría de Gestión Marina y Costera del Ecuador,
- › Fundaciones, corporaciones y empresas municipales,
- › Universidades y centros de investigación, incluido el INHAMI,
- › Consultores expertos en cambio climático, biodiversidad local y manejo costero.

Las aportaciones de dichos expertos fueron esenciales para la propuesta final de medidas de adaptación al cambio climático para la ciudad de Guayaquil.

Las acciones propuestas en el presente documento son robustas, es decir, con el potencial de dar buenos resultados bajo una serie de escenarios futuros, y también son flexibles, ya que pueden implementarse de forma gradual o sufrir variaciones o cambios, sin que ello repercuta de manera importante en su costo global. 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.

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. 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:**

Creación de un observatorio cantonal sobre resiliencia y cambio climático – GUAYACLIM;
 Capacitación y preparación para la gestión de riesgo y la vulnerabilidad climática. *Proyecto “Guayaquil se prepara”*;
 Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil;
 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:**

Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil - Proyecto “Guayaquil Florido”;
 Instalación de tejados y de techos verdes en la ciudad de Guayaquil – Proyecto “Guayaquil Cielo Florido”;
 Protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación de Guayaquil;
 Conservación, manejo y restauración natural de manglares.

› **Medidas híbridas y grises:**

Construcción de una estructura híbrida para la retención del agua y la reducción del riesgo de inundación;
 Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas en Guayaquil.

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

Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa

MEDIDA DE ADAPTACIÓN

Creación de un Observatorio Cantonal “Guayaquil Sostenible y Resiliente - GUAYACLIM”

Organismo clave	Muy Ilustre (M.I.) Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político
Coordinación	Dirección de Ambiente de la Municipalidad de Guayaquil
Público/Privado	Sector público con participación del sector privado
Sector	Todos los sectores productivos

OTROS ACTORES CLAVE

CAF, CEPAL, BID, AFD – Financiamiento.

Cooperación de la M.I. Municipalidad de Guayaquil – Dirección y administración

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.

CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA

El análisis de la vulnerabilidad al cambio climático de la ciudad demostró que Guayaquil posee una buena base de conocimientos técnicos y de capacidad institucional para poder hacer frente al desafío que representan el cambio y la variabilidad climática 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, tal y como se detallan en la sección sobre la capacidad adaptativa.

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 a través del presente estudio una importante dificultad de acceso a los datos necesarios para el análisis y la planificación en un contexto de cambio climático.

Un enfoque holístico es necesario para conseguir una adecuada adaptación 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 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.

Esta medida está alineada a uno de los hitos del eje de adaptación de la Estrategia Ambiental de Guayaquil, específicamente: “En el 2022, la M.I. Municipalidad de Guayaquil habrá creado un «Observatorio Cantonal sobre Resiliencia y Adaptación al Cambio Climático», que permita generar conocimientos, vincular actores clave y socializar información de relevancia enfocada a la vulnerabilidad del Cambio Climático para la ciudadanía”.

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

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 a través de la creación de un organismo liderado por la Dirección de Ambiente de la M.I. Municipalidad de Guayaquil (dicha dirección ha confirmado su compromiso con la medida), 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.

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 afectados 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. De igual modo, se asegurará la coherencia de los objetivos del Observatorio, con los del Plan Nacional de Adaptación, en curso de elaboración por el MAE en estos momentos.

La presente medida fue considerada como prioritaria en los sucesivos talleres realizados con las partes implicadas.

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 (radio, prensa escrita, formaciones y cursos, etc.) 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 toma 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.

La actividad del Observatorio deberá sustentarse sobre la formación de vínculos y la creación de sinergias con otras estructuras de reciente creación 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 circular³⁷.

El Observatorio armará un plan estratégico con base a las prioridades locales de adaptación al riesgo climático, 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 Secretaría Nacional de Riesgos. Dichas mesas se constituirán seguidamente en grupos de trabajo que desarrollarán acciones concretas sobre el terreno. Instituciones tales como el INHAMl proporcionarán información hidrometeorológica o de gestión de riesgos al observatorio.

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.

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.

³⁷ La economía circular es una estrategia que tiene por objetivo reducir tanto la entrada de los materiales como la producción de desechos vírgenes, cerrando los «bucles» o flujos económicos y ecológicos de los recursos

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 beneficiarios serían los 2,35 millones de habitantes de la ciudad de Guayaquil. Indirectamente, a través de la difusión de los conocimientos creados por el observatorio, se beneficiarían los habitantes de otras ciudades de Ecuador y de América Latina.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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)

USD 200 mil para el lanzamiento

USD 115 mil 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 costos ulteriores debidos a la falta de integración del componente climático en los procesos públicos y privados de toma de decisiones.

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 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 clave de la ciudad y que puede contribuir a través de la creación de conocimiento a los objetivos de desarrollo tanto a escala local como 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	Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político
Coordinación	Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación de la Ilma. Municipalidad de Guayaquil.
Público / Privado	Público
Sector	Gestión de riesgos Educación y sensibilización

OTROS ACTORES

Global Climate Change Alliance (GCCA+), Fondo de Adaptación de las Naciones Unidas, Green Climate Fund (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.

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, de una duración inicial de casi dos años (de mayo de 2013 a diciembre de 2014), que continuó con el apoyo de Care Ecuador hasta 2015 y del que el municipio aseguró la continuidad a partir de 2016. Sus principales objetivos son el fortalecimiento comunitario e institucional para afrontar situaciones de riesgo; el proyecto SIGRU - Sistema Integrado de Riesgos Urbanos en Guayaquil (2013 y 2014) de la Municipalidad de Guayaquil y Care Ecuador; el proyecto de medición de la huella de carbono y de la huella hídrica de Guayaquil realizado por Servicios Ambientales SA (2016) con el apoyo de CAF y el presente 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, desarrollados por el Municipio desde el año 2003 hasta hoy y, con más de 10 años de experiencia en formación comunitaria pública, para abordar temáticas relacionadas con la gestión de riesgos. Algunos ejemplos de cursos desarrollados son: "Cómo actuar frente a Desastres"; "Medio Ambiente y Producción"; "Autoconstrucción y mantenimiento de la vivienda popular"; donde parte de las temáticas tratadas fueron el cambio climático y sus posibles efectos. Además, se han desarrollado ediciones especiales para enfrentar los posibles eventos ante el Fenómeno de El Niño. En total, más de 24.000 personas se inscribieron a cursos destinados a obtener un mayor conocimiento práctico y teórico sobre cómo actuar frente a desastres, según la información del municipio.

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.

Esta medida va en línea con la meta de Adaptación #1 de la estrategia ambiental de Guayaquil, específicamente: "Para el 2019 se generan programas de construcción de capacidades en líderes barriales y comunitarios para reducción de riesgos vinculados a los efectos del cambio climático, tales como inundaciones." Esta meta se estructura en función de la sectorización de barrios a la luz de los mapas de vulnerabilidad.

ALCANCE

La ciudad de Guayaquil incluyendo su área de expansión urbana y la zona rural.

OBJETIVOS

Capacitar y preparar a la Municipalidad de Guayaquil para la integración del componente climático de forma completa y exhaustiva en los planes y programas para la gestión del riesgo.

FINALIDAD

La ciudad 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.

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 cambios 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 en el marco del programa conjunto de la Municipalidad de Guayaquil con el Ministerio de Educación (por ejemplo: información en las escuelas sobre cómo se debe actuar en episodios de olas de calor o de lluvias intensas). Costo estimado: USD 50 mil.

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 situaciones de riesgo y de sus posibles efectos. Costo estimado: USD 2 millones según las actividades desarrolladas.

Mejorar el sistema de alerta temprana con un 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. El empoderamiento de la Municipalidad en este sentido es fundamental para el éxito de la medida. Costo estimado: USD 2 millones.

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 climático³⁸. Costo estimado: USD 2,5 millones.

POTENCIAL DE ADAPTACIÓN

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 escala 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.

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).

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 y resultados de monitoreo de EMAPAG.

POTENCIAL DE REPLICABILIDAD (ALTO, MEDIO, BAJO)

Alto

TIPO Y NÚMERO DE BENEFICIARIOS IMPACTADOS

Los funcionarios y técnicos de las instituciones públicas y la población de Guayaquil (2,35 millones de personas).

³⁸. Esta medida está inspirada del proyecto Sistema de Control del Servicio Urbano (UrSMS) – Surat, India, que ha sido elegido ganador del concurso Desafío Climático (en la categoría “Projects to Watch”) organizado por la ONU. Más información sobre el proyecto en: Más información sobre el proyecto: http://www.100resilientcities.org/cities/entry/surats-resilience-challenge#/-/_/

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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)

USD 6,5 millones

DURACIÓN PREVISTA (MESES)

36 meses

ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES Y BARRERAS

Una población e instituciones mejor preparadas para afrontar los riesgos asociados al cambio climático darán lugar a menores pérdidas (humanas, materiales y económicas) 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 difusión 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 viable de implementar 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 y su Estrategia Nacional de Cambio Climático.

MEDIDA DE ADAPTACIÓN

Planificación resiliente de la ciudad de Guayaquil

Organismo clave Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político y Financiamiento

Público / Privado Sector 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 Municipalidad de Guayaquil; Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación – Ejecución

Agencia Alemana de Cooperación Técnica (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 (15 %) en Guayaquil para 2020. Ello supondrá un desafío para el desarrollo y el ordenamiento territorial resiliente, dado el tipo de desarrollo urbano de carácter horizontal predominante en la ciudad.

Guayaquil dispone de un Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) adoptado en 2012, que está siendo actualizado. Dicho plan presenta las principales directrices del gobierno descentralizado del Cantón de Guayaquil con respecto a las decisiones estratégicas de desarrollo del territorio. El plan se apoya para su ejecución en herramientas tales como el Plan Regulador de Desarrollo Urbano³⁹, el Plan de Racionalización del Transporte⁴⁰, el Plan Director y la Normativa de Usos de Suelo⁴¹, 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.

ALCANCE

Ciudad de Guayaquil, zona rural y 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.

39. Ver: http://www.bibliocad.com/biblioteca/plan-regulador-de-desarrollo-urbano-del-canton-guayaquil_45683

40. Ver: <http://www.metrovia-gye.com.ec/PDF/ordenanza.pdf>

41. Ver: <http://www.guayaquil.gob.ec/Ordenanzas/Planificación%20Urbana/5-5-2011.%20Tercera%20modificación%20a%20la%20Ordenanza%20de%20Intensificación%20y%20cambio%20de%20Uso%20del%20Suelo%20de%20Lotes.pdf#search=normativa%20de%20uso%20de%20suelo>

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 estimado: USD 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 estimado: USD 20.000.

Elaborar y difundir una guía para la integración del componente climático en la planificación urbana en la Municipalidad de Guayaquil. Costo estimado: USD 40.000.

Integrar de manera efectiva la adaptación en la planificación municipal. Costo estimado: USD 200.000. Para ello se proponen diferentes acciones:

- Actualizar la zonificación de usos de suelo mediante la determinación de áreas restringidas o prohibidas para su ocupación por asentamientos humanos (con base en la cartografía de riesgo actualizada), así como áreas resilientes propicias para el desarrollo urbano.
- Promover un desarrollo denso (vertical) 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 (ordenanza de construcción resiliente).
- 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, la gestión adaptativa de las nuevas áreas de ocupación urbana, aumentar el grado de preparación de la ciudad frente a eventos climáticos adversos, 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 2,35 millones de habitantes de la ciudad de Guayaquil.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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: c) ecosistemas y servicios ecosistémicos, y d) infraestructura.

COSTO ESTIMADO (USD)

USD 610.000

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 que 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 comenzar a integrar el cambio climático PDOT de Guayaquil. La implementación de esta medida podría así realizarse en el corto plazo.

Asimismo, existen organismos como la GIZ, ICLEI o MAE 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, pueden surgir ciertos frenos para la elaboración del PDOT resiliente de Guayaquil, más aún cuando ello conlleva procedimientos administrativos adicionales. 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 Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político

Público / Privado Entidad pública

Sector Infraestructuras de transporte

OTROS ACTORES CLAVE

Autoridad Portuaria de Guayaquil – Dirección y administración
Consultorías especializadas – Ejecución

CAF, Banco Interamericano de Desarrollo (BID); Financiamiento
Otros actores implicados: Gremio portuario y puertos privados.

CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA

El puerto de Guayaquil, situado a 10 km al sur de la ciudad, es el más importante del país y uno de los más importantes de la costa del Pacífico oriental, donde transitan mercancías provenientes de todas partes del mundo. El 70 % de las exportaciones privadas del país, así como el 83 % de las importaciones transitan por dicho puerto.

Según el informe narrativo de rendición de cuentas de la Autoridad Portuaria de Guayaquil - APG (2016), en 2015 arribaron a los muelles del puerto de Guayaquil 921 buques de carga, lo que representa un volumen de más de 10 millones de toneladas métricas. También llegaron a Guayaquil un total de 10 cruceros llevando a bordo 2.669 personas, según los datos de la APG. La APG ingresó en 2015 en concepto de producto de valores pagados por las concesionarias, facturas a navieras, prácticos, etc., un total de USD 36,5 millones en 2015.

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. Impactos previstos del cambio climático sobre las infraestructuras portuarias serían⁴², por ejemplo, cambios en los procesos de sedimentación, calado/batimetría, dragado, erosión (y/o progradación) en la línea de costa, daños a obras, instalaciones y equipamientos portuarios, accidentes en las operaciones portuarias, interrupción de operaciones portuarias (días sin funcionamiento del puerto), incremento de los costos de mantenimiento y reparación de las instalaciones portuarias y aumento de costos de seguros y re-seguros de puertos entre otros.

Según la OAE (2012) las buenas prácticas internacionales para la adaptación de los puertos, necesitan la implantación de medidas tales como: monitoreo de los factores de presión y vulnerabilidad, sistemas de alerta temprana y sistemas de emergencia, ordenamiento territorial resiliente de la zona costera, obras de ingeniería (dragados, sistemas de compuertas, etc.) y medidas basadas sobre los ecosistemas. Puertos como los de Manzanillo en México y los Muelles El Bosque en Colombia, por ejemplo, ya elaboraron estudios de vulnerabilidad e identificaron medidas para la adaptación al cambio climático.

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, para retirar los sedimentos y evitar un calado estrecho y peligroso, con un presupuesto de USD 47,6 millones.

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.

ALCANCE

Área portuaria de la ciudad de Guayaquil. Se incluirán además los puertos privados que movilizan cargas importantes.

OBJETIVOS

Desarrollar un análisis de la vulnerabilidad de los puertos de Guayaquil (involucrando al gremio) 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 importante 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 frente a los impactos previstos del cambio climático y, por extensión, de la ciudad y del país.

⁴². Ver: Organización de los Estados Americanos. OEA (2012). Comisión Interamericana de Puertos. CIP. Administración Nacional de Puertos de Uruguay. ANP. III Conferencia Hemisférica sobre Gestión Ambiental Portuaria. Montevideo, Uruguay, 22 al 24 de mayo de 2012.

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 estimado: USD 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 estimado: USD 110 mil.

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 plazo para el complejo portuario en su totalidad. Costo estimado: USD 40.000.

Realizar un análisis costo-eficiencia de las medidas de adaptación propuestas. Costo estimado: USD 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 estimado: USD 20.000.

Informar y capacitar a los operarios portuarios sobre cómo hacer frente a dichos impactos. Costo estimado: USD 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 los 2,35 millones de habitantes de Guayaquil. Indirectamente, también se verán afectados de manera positiva los habitantes del Ecuador.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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)

USD 300.000

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, 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 CAF, el Banco Mundial, la AFD o el BID, con la eventual participación de la Municipalidad de Guayaquil por medio de la Autoridad Portuaria de Guayaquil. Existen, además, una serie de empresas consultoras, 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. Su impacto sobre la comunidad será alto, al proteger infraestructuras y actividades económicas de gran importancia para la ciudad y para el país.

Medidas de adaptación basadas en los ecosistemas

MEDIDA DE ADAPTACIÓN

Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano de Guayaquil "GUAYAQUIL FLORIDO"

Organismo clave Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político

Público / Privado Sector público con participación del sector privado

Sector Infraestructura y Ambiente

OTROS ACTORES CLAVE

Dirección de Obras Públicas y Dirección de Áreas Verdes de la M.I. Municipalidad de Guayaquil – Dirección, administración y ejecución.

Fundación Guayaquil Siglo XXI (Fundación Municipal para la Reenergación Urbana) – Dirección, administración y ejecución.

CAF, BID, GCF – Financiamiento

CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA

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 (todas las parroquias del núcleo urbano presentan grados de impermeabilización del 100 %), 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.

Guayaquil tiene 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.

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.

Cabe indicar que esta medida se alinea con las medidas de adaptación del sub eje de "Adaptación al Cambio Climático" de la Estrategia Ambiental Cantonal (EAC) del cantón Guayaquil: "Para el 2022 se habrá realizado los estudios y gestiones pertinentes para la implementación de jardines de lluvia en las aceras de las parroquias del centro urbano de Guayaquil".

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 municipal denominado "Nueva Guayaquil"⁴³, que proyecta construirse en 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 Sinai, en el noroeste de la ciudad, complementario al "Plan de Manejo de Aguas Lluvias en la Cuenca Noroeste de Guayaquil", así como en las nuevas fases del "Programa de Obras Viales Populares en Zonas Densamente Pobladas de la Ciudad de Guayaquil", con apoyo de CAF, y en nuevos proyectos de regeneración urbana municipal.

OBJETIVOS

Instalar 50.000 m² de jardines de lluvia en las aceras de las parroquias del área urbana para 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, 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. El estudio se basará en mapas elaborados por INHAMI que identifiquen las zonas más propensas a la formación de islas de calor urbano. Costo estimado: USD 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 estimado: USD 20.000.

Selección de los vegetales más adecuados y adaptadas a las condiciones climáticas y al espacio disponible en cada caso: pequeños árboles, arbustos y plantas herbáceas. Costo estimado: USD 10.000.

Instalación y mantenimiento de las jardineras ante posibles daños o fallos en el funcionamiento. Costo estimado: USD 3,2 millones. 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: USD 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

43. <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>

TIPO Y NÚMERO DE BENEFICIARIOS IMPACTADOS

Se beneficiarían directamente los casi 600.000 habitantes de las parroquias del centro urbano de la ciudad e indirectamente los 2,35 millones de habitantes de la ciudad de Guayaquil, turistas y visitantes.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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: c) ecosistemas y servicios ecosistémicos, y d) infraestructura.

COSTO ESTIMADO (USD)

Instalación de los jardines de lluvia en el centro urbano: USD 3,05 millones (la media de coste de instalación de los jardines de lluvia es de 61 USD/m²)⁴⁴.

DURACIÓN PREVISTA (MESES)

36 meses

ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES Y BARRERAS

Se trata de una medida flexible, que pudiera implementarse de manera gradual facilitando así su financiamiento y su ejecución.

Es una opción con múltiples co-beneficios ambientales y sociales, permitiendo a la comunidad implicada en su protección y mantenimiento.

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, permitiendo la protección de las infraestructuras existentes de la red de alcantarillado y hacerlas más eficientes.

44. Ver : http://www.cfeaguisamo.org/webcfea/images/documentacion_tecnica/xornadas_tecnicas/raingardens2013/RAIN%20GARDENS_1.pdf

MEDIDA DE ADAPTACIÓN

Instalación de tejados, techos verdes y jardines verticales en la ciudad de Guayaquil. "Guayaquil Cielo Florido"

Organismo clave Municipalidad de Guayaquil - Liderazgo político y financiamiento.

Público / Privado Sector 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

Fundación Siglo XXI: Canal de difusión importante de dicha práctica mediante el desarrollo de obras de regeneración urbana.

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.

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-Solis, 2013)⁴⁵.

La instalación de tejados verdes y jardines verticales acarreará una multitud de beneficios, entre los cuales destaca la reducción del riesgo de inundación, ya que se retrasa la llegada del agua de lluvia a la red, lo que supone una gran ventaja en situaciones de lluvias intensas que es cuando el sistema pluvial debe absorber grandes cantidades de agua en cortos lapsos de tiempo. Además, estos sistemas retienen el agua de lluvia (almacenan unos de 25 litros por m²⁴⁶), 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 en aire acondicionado y en calefacción de hasta un 60 %, 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 tejados verdes y jardines verticales se implantarán en nuevas construcciones o reformas de edificios públicos municipales de manera obligatoria, mediante ordenanzas municipales y en las nuevas construcciones o reformas de edificios comerciales y de habitación, de forma voluntaria. También de manera opcional podría establecerse en las terminales y paradas de integración del sistema de Autobuses de Tránsito Rápido (Metrovía) de Guayaquil, así como en todas las paradas de los siete troncales existentes.

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.

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

VILLANUEVA-SOLIS, J., RANFLA, A., M. QUINTANILLA-MONTOYA, *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&ing=es&nrm=iso>. ISSN 0718-0764. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000100003>.

46. <http://ecotelhado.com.co/techos-verdes-colombia/>

Se sugiere integrar esta medida como una "práctica modelo" en el nuevo proyecto urbanístico denominado "Nueva Guayaquil"⁴⁷, que proyecta construirse en 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, tejados verdes y jardines verticales en la Municipalidad de Guayaquil.

FINALIDAD

La ciudad 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.

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 Municipalidad de Guayaquil. Costo estimado: USD 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: USD 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. La selección de los edificios se realizará teniendo igualmente en cuenta las zonas más propensas a la formación de islas de calor urbano. Costo estimado: USD 2,5 millones, para alcanzar un objetivo de 30.000 m² de techos y tejados verdes al año 2022 (el costo promedio es de unos 83 USD/m²).

Exoneración parcial de impuestos locales a todas las construcciones nuevas que incluyan techos verdes y/o jardines verticales. Costo estimado: USD 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: USD 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: USD 40.000.

Programas de capacitación para la construcción de tejados verdes y/o jardines verticales. Costo estimado: USD 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.

Contrarrestar los efectos de las islas de calor urbano.

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

Aumentar la biodiversidad urbana y de los bienes y servicios ambientales y sociales que esta procura.

Proteger los edificios, aumentando su vida útil.

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

47. <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>

POTENCIAL DE REPLICABILIDAD (ALTO, MEDIO, BAJO)

Alto

BENEFICIARIOS IMPACTADOS

Los 2,35 millones de habitantes de la ciudad de Guayaquil.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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, c) ecosistemas (urbanos) y servicios de los ecosistemas, y d) infraestructura y entorno construido.

COSTO ESTIMADO (USD)

USD 3 millones

DURACIÓN PREVISTA (AÑOS)

Cinco 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 y de islas de calor urbano en la ciudad, que serán cada vez más frecuentes debido al cambio climático. Dicha medida proporciona además un gran abanico 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 de dicho sector en la lucha contra el cambio climático.

Por otro lado, los recursos técnicos necesarios para la implementación de los tejados verdes están disponibles en otras partes de América Latina, como Argentina, Brasil o Colombia, 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 Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político – Dirección y administración

Público / Privado Sector 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 escala local, cantonal y nacional) – Análisis y ejecución

Fondo de Adaptación de Naciones Unidas, Fondo Verde para el Clima, GEF – 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 (CLIRSEN, 2011), 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.

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 y vegetación protectores (bosques protectores), de acuerdo con la Ley Forestal y de conservación de áreas naturales y vida silvestre⁴⁸, esta figura tenía como función principal la conservación del suelo y la vida silvestre, además de la preservación de cuencas hidrográficas, proteger fuentes de agua, proteger el equilibrio del medio ambiente, localizarse en áreas de investigación hidrológico – forestal y en zonas estratégicas para la defensa nacional, y ser un factor de defensa de recursos naturales y de obras de infraestructura de interés público. Algunos ejemplos de bosque protector en Guayaquil son el Bosque Protector Cerro Blanco, que es una reserva de 6.078 ha de bosque seco tropical, situado en la parroquia de Tarqui 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 Urbanor, Urdesa Norte y Portón de las Lomas, cuya área original era de 10,29 ha, según determinó en 1996 el INEFAN (Instituto Nacional Ecuatoriano Forestal de Áreas Naturales), de los cuales 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 Municipalidad de Guayaquil.

A partir de abril del 2015 se constituyó el Fondo para la Conservación del agua de Guayaquil como un mecanismo que asegure el financiamiento para la conservación de la cuenca del río Daule asegurando la seguridad hídrica de los habitantes del cantón 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 ha de sitios prioritarios para la conservación, en la parroquia Pascuales 762,77 ha y en la zona de expansión urbana 15.939,26 ha, todas estas áreas representan "vacíos de conservación", es decir, lugares que no poseen reconocimiento o figura de conservación alguna, aunque también podrían considerarse como zonas potenciales o reservorios de conservación para Guayaquil.

⁴⁸. Cabe indicar que mediante la sexta disposición derogatoria del Código Orgánico del Ambiente publicado en Registro Oficial No. 983 del 12 de abril de 2017, esta ley será derogada, sin embargo, la vigencia de esta derogatoria entrará en vigencia un año después.

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 o las islas de calor urbano.

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 ha 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.

Implementar prácticas comunitarias de agroecología y agroforestería urbana (huertos orgánicos urbanos, cultivo de árboles frutales, pequeños viveros de plantas nativas, frutales y ornamentales, entre otros) en el sector de Monte Sinai que contribuyan a reducir la presión sobre el Bosque Protector Papagayo y actúen como corredores para la biodiversidad.

El objetivo es contar en 2020 con al menos 25.000 ha bajo algún régimen de conservación (SNAP, Socio Bosque, Bosques y vegetación protectores, SPAC Guayas, Sistema Municipal de Áreas de Conservación / SMAC Guayaquil, entre otros⁴⁹), en el área urbana y de expansión urbana de 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 la línea base biótica y cartografía de las áreas prioritarias para declaratoria de áreas municipales de conservación. Costo estimado: USD 75.000.

Elaboración de planes de manejo para las áreas municipales de conservación declaradas. Costo estimado: USD 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: USD 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 (vegetación natural y áreas verdes urbanas), tanto desde el punto de vista ecológico como de acceso a las mismas. Costo estimado: USD 50.000.

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: USD 1,5 millones.

Implementación de un programa de reforestación y de recuperación de zonas degradadas para restaurar áreas de conservación. Costo estimado: USD 1,5 millones.

Realización de actividades de información y de sensibilización, así como campañas de limpieza de las áreas de conservación. Costo estimado: USD 100.000.

⁴⁹ 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)

Diseño de la estrategia de sostenibilidad financiera de las áreas de conservación declaradas en el cantón Guayaquil e implementación de mecanismos prioritarios de sostenibilidad financiera para asegurar la consolidación del Sistema Municipal de Áreas de Conservación y otras áreas bajo algún régimen de conservación. Costo estimado: USD 100.000.

Diseño e implementación de un proyecto integral (producción, cosecha y comercialización) de agroecología y agroforestería urbana (huertos orgánicos urbanos, cultivo de árboles frutales, pequeños viveros de plantas nativas, frutales y ornamentales, entre otros) en el sector de Monte Sinaí, por ejemplo, en la franja de servidumbre para las líneas de transmisión eléctrica, terrenos baldíos, entre otros. Costo estimado: USD 100.000.

POTENCIAL DE ADAPTACIÓN

La medida contribuirá a aumentar la resiliencia de la ciudad 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 el aumento de la capacidad de absorción y almacenamiento de emisiones de gases de efecto invernadero.

POTENCIAL DE REPLICABILIDAD (ALTO, MEDIO, BAJO)

Alto

BENEFICIARIOS IMPACTADOS

Los 2,35 millones de habitantes de la ciudad de Guayaquil y de su área de expansión urbana.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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)

Protección, consolidación, mantenimiento y reforestación de las áreas de conservación: USD 3,8 millones.

DURACIÓN PREVISTA (MESES)

36 meses

ANÁLISIS DE OPORTUNIDADES Y BARRERAS

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.

Esta medida se alinea 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".

MEDIDA DE ADAPTACIÓN

Conservación, manejo y restauración natural de manglares

Organismo clave Dirección de Ambiente de la Municipalidad de Guayaquil

Público / Privado 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

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.

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 (*Crocodylus acutus*), la amazona frentirroja (*Amazona lilacina*), el rascón montes moreno (*Aramides wolffi*), entre otros. Esta área protegida forma parte del estuario interior del Golfo de Guayaquil y recibe aportes de aguas marinas desde el Océano Pacífico y de agua dulce desde el río Guayas.

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 dióxido de carbono- CO_2 . 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 sustentable 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.

Existe 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 sustentable 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)⁵⁰ 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.

50. Más información sobre el proyecto en el siguiente enlace: <https://www.usaid.gov/node/96471>

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.

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

Manejar bajo procesos de regeneración natural de manglar al menos 250 ha 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 principalmente en zonas periurbanas de las parroquias Febres Cordero, Ximena y Tarqui, con actividades pesqueras en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado. Costo estimado: USD 5.000.

Elaboración de un plan de manejo de áreas bajo acuerdos de uso sustentable y custodia de manglar en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado. Costo estimado: USD 50.000.

Implementación de acciones prioritarias de manejo (control y vigilancia, uso público y turismo, investigación, desarrollo productivo, entre otras) en áreas bajo acuerdos de uso sustentable y custodia de manglar en la Reserva de Producción de Fauna Manglares El Salado. Costo estimado: USD 300.000.

Identificación de áreas prioritarias para la regeneración natural asistida de manglar en el estuario interior del Golfo de Guayaquil y ramales interiores del Estero Salado. Costo estimado: USD 50.000.

Apoyo en acciones de regeneración natural asistida de manglar con comunidades asentadas en el manglar y en sitios periurbanos. Costo estimado: USD 1 millón.

Realización de actividades de información y de sensibilización. Costo estimado: USD 100.000.

Elaboración de estudios de factibilidad de proyectos de biocomercio azul⁵¹ y posibles planes de negocio. Costo estimado: USD 50 millones.

Implementación de un proyecto de biocomercio. Costo estimado: USD 50.000.

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 millones de habitantes de la ciudad de Guayaquil y del estuario interior del Golfo de Guayaquil.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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) bienestar de los pueblos y de las comunidades, b) salud y alimentación; y c) ecosistemas y servicios de los ecosistemas

51. Agardy, T., Vignati, F., & Gómez-García, R. (2017). Beneficios de los Océanos: Biocomercio azul y los servicios ecosistémicos Latinoamericanos.

COSTO ESTIMADO (USD)

Conservación, manejo y restauración natural de manglares: USD 1,6 millones

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 en 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.



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 Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político

Público / Privado Público

Sector Obras, Medio Ambiente y Urbanismo

OTROS ACTORES CLAVE

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, Puerto Limpio, DIGEIM de la Armada del Ecuador.

CAF, BID, Fondo de Adaptación, GCF – Financiamiento

CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA

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 sí solos no pueden garantizar una protección absoluta frente al riesgo de inundación.

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.

La creación de zonas de retención de agua – zonas de bioretención, 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.

Se trata de una medida de adaptación híbrida que combina obras de ingeniería civil y medidas de adaptación basadas en 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. Cabe mencionar que durante los diferentes talleres, así como en las distintas reuniones con la Municipalidad de Guayaquil, esta medida fue identificada como prioritaria y acogida con mucho interés.

Un estudio realizado en 2013 sobre los riesgos de inundación de Guayaquil y sus alrededores⁵² 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 Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el fin de seleccionar las zonas de implementación adecuadas y prioritarias.

ALCANCE

Ciudad de Guayaquil y su área de expansión urbana.

52. 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>

OBJETIVOS

Construir dos estructuras 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

Este mecanismo permitiría la inter-conexión hidrológica con las áreas y corredores verdes urbanos al tornar estos como puntos de captación e infiltración en condiciones extremas de precipitación. Debido a la naturaleza o condiciones topográficas de la ciudad de Guayaquil esta medida debe considerarse como una medida de alto impacto en la reducción de la vulnerabilidad a las inundaciones 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 estimado: USD 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 tales como la repotenciación de la red de pluviómetros y la instalación de un radar meteorológico: el primero permite tomar acciones reactivas en las zonas de alta pluviosidad y el segundo acciones preventivas antes que se presenten los eventos adversos así como el control biológico con especies ictícolas de vectores y enfermedades hídricas (agua estancada). De preferencia podrían diseñarse e implementarse posteriormente con recursos de nuevas fases del crédito "Programa de Obras Viales Populares en Zonas Densamente Pobladas de la Ciudad de Guayaquil" y otras intervenciones de regeneración urbana financiadas con recursos municipales y/o de créditos con multilaterales. Costo estimado de la estructura de retención: USD 50.000.

Crear diseño paisajístico y jardines de dos parques recreacionales para uso y disfrute de la población. Costo estimado: USD 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: USD 50 millones.

Crear una campaña de comunicación y de sensibilización de la población. Muy importante, en especial, sensibilizar a la población en evitar arrojar basura a las vías. La lluvia hace un efecto de barrido de vías y la basura se arrastra y tapona el sistema de rejillas y consecuentemente el paso del agua lluvia al sistema de drenaje. Costo estimado: USD 50 millones.

POTENCIAL DE ADAPTACIÓN

La medida contribuirá a amortiguar los picos de flujo, reduciendo el riesgo de inundación y las pérdidas económicas 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 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 2,35 millones de habitantes de la ciudad de Guayaquil.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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)

USD 500 mil

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 retrasarse su ejecución. Se podría financiar, por ejemplo, mediante créditos del Banco de Ecuador, que tiene productos financieros específicos para ello y puede ser parte de créditos de Programas de mejoramiento y regeneración urbana, financiados por organismos financieros multilaterales.

Se propone la realización de dos áreas de bio-retención en las que se monitorearían los resultados y se estudiaría su posible transposición a otras zonas de la ciudad o 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 Municipalidad de Guayaquil – Liderazgo político y financiamiento

Público / Privado Público

Sector Saneamiento

OTROS ACTORES CLAVE

Municipalidad de Guayaquil - Financiamiento

Dirección de Obras – Dirección y administración

Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (EMAPAG) / Interagua - Ejecución

CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA MEDIDA

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 CAF⁵³, 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.

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 %.

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.

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 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

La 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 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.

⁵³. 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

PRINCIPALES ACTIVIDADES

Se proponen las siguientes actividades:

Estudio inicial de sostenibilidad del proyecto. Costo: USD 50.000.

Crear diseño para construcción de infraestructuras de saneamiento y drenaje resilientes. Se debe establecer un período de retorno adecuado para los diseños de alcantarillado pluvial de tal manera que los sistemas no se sobredimensionen y se conviertan en muy costosos. Costo estimado: USD 50.000.

Realizar diseño e implementar la nueva red de alcantarillado resiliente en las zonas en las que aún no disfrutaban plenamente de dicho servicio. Costo estimado: USD 55 millones.

Realizar las obras y mejoras necesarias para adaptar el sistema existente a las nuevas condiciones climáticas previstas. Costo estimado: USD 57 millones.

Inspeccionar y realizar mantenimiento de forma periódica y con mejoras constantes a los sistemas existentes con definición de las competencias de los drenajes naturales de agua lluvia de Guayaquil. Costo estimado: USD 200.000.

Revisar periódicamente (cada cinco años) el Plan Maestro de Drenaje Urbano de Guayaquil con criterios de resiliencia. Costo estimado: USD 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 2,35 millones habitantes de la ciudad de Guayaquil.

ALINEAMIENTO CON LAS PRIORIDADES DE FINANCIACIÓN DEL FONDO VERDE PARA EL 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)

USD 112,4 millones

DURACIÓN PREVISTA (MESES)

Cinco 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.



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 ello, se realizó un análisis multicriterio, que permitió la contextualización sobre las mejores prácticas, las posibles barreras existentes, etc., tomando en cuenta la posibilidad de implementar y de encontrar financiamiento para cada medida a corto o mediano plazo y garantizando 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 propusieron los seis 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 dos a cinco años. Dicho financiamiento puede proceder de líneas presupuestarias internas del municipio (lo que podría servir de palanca para la obtención de un financiamiento adicional), líneas presupuestarias nacionales, financiamiento internacional mediante fondos climáticos bajo el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático tales como el Fondo de Adaptación, el Fondo Verde para el Clima - GCF, o el Fondo para el Medio Ambiente Mundial –GEF por sus siglas en inglés, fondos Multilaterales– CAF, Banco Mundial, BID, cooperación bilateral –Global Climate Change Alliance de la Unión Europea, Global Climate Change Initiative americana, Agencia Francesa para el Desarrollo, cooperación alemana –GIZ, el Banco Alemán de Desarrollo (KfW), entre otros, así como la implicación/participación del sector privado, etc. Se tomaron 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 dos a cinco 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 atribuyeron valores de 0 a 3 a cada criterio, en función de la capacidad de la medida de responder a dicho criterio. Se sumaron las puntuaciones obtenidas para cada criterio, haciéndose la misma operación para cada una de las medidas propuestas. Después, se compararon los valores totales obtenidos para cada medida y se estableció un ranking de las medidas para la adaptación al cambio climático.

Además, se consideró que las acciones llamadas blandas, que contribuyen al refuerzo de la capacidad de adaptación, y que son acciones "*no-regret*" (medidas sin pérdidas a través de las cuales se obtendrán beneficios en un amplio rango de escenarios climáticos posibles), 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 enfocó 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 plazo.

Las medidas de adaptación propuestas como prioritarias 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.

Se recomienda que las medidas de adaptación concretas sean analizadas de manera participativa por la Municipalidad y las principales partes implicadas a través de los criterios de selección propuestos.

A la luz de los resultados del análisis de las medidas de adaptación propuestas se sugieren 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 climática. *Proyecto "Guayaquil se prepara"*.

Planificación resiliente de la ciudad.

- › Medidas de adaptación "verdes" basadas en los ecosistemas:

Instalación de jardines de lluvia en las calles del centro urbano. "Guayaquil Florido".

Instalación de tejados y techos verdes. "Guayaquil Cielo Florido".

El costo aproximado del programa es de USD 13,5 millones.

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 USD 7,6 millones.

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): USD 500.000.
- › Diseño e implementación de un sistema resiliente para la gestión de las aguas urbanas. Costo estimado: USD 112,4 millones.

El costo aproximado del programa es de USD 113 millones.

La estimación del costo de las medidas propuestas se realizó sobre la base del análisis de experiencias similares que han tenido lugar en otras partes de la región o del mundo y tras la consulta de expertos y partes implicadas del Municipio de Guayaquil, tales como la Dirección de Gestión de Riesgos y Cooperación, la Dirección de Ambiente, EMAPAG e INTERAGUA, principalmente.

10

Consideraciones generales, a modo de conclusión

Los siguientes puntos presentan los principales aspectos y consideraciones generales que emergen de la elaboración del presente análisis de la vulnerabilidad de la ciudad de Guayaquil frente al cambio climático y propuestas de medidas de adaptación:

- › El **principal factor limitante** para la elaboración del presente estudio fue el **acceso a la información necesaria**, así como su transposición a nivel de parroquias. En el capítulo 3 se presenta de forma detallada las limitaciones del estudio por parroquias, así como los diversos procedimientos utilizados para la colecta y la trasposición de la información a la unidad de análisis. Una medida como la creación del Observatorio tiene entre sus principales objetivos, el de paliar esta situación de dificultad de acceso a la información necesaria para el análisis y la planificación de la adaptación en Guayaquil.
- › Un **abanico de acciones y estudios se están desarrollando en este momento en Guayaquil** en relación con el desarrollo sostenible y el cambio climático. No se trata de comenzar desde cero sino de aprovechar los recursos y las iniciativas existentes para construir un Guayaquil más resiliente.
- › Se recomienda a la municipalidad elaborar una **estrategia integral que abarque desarrollo sostenible y cambio climático** (adaptación y mitigación) tal y como se hizo en la estrategia ambiental cantonal.
- › También se recomienda desarrollar la **estrategia global de financiamiento** más adecuada para Guayaquil y para cada programa o proyecto: priorizar los productos al alcance de la mano (*low hanging fruits*) y evitar duplicación de esfuerzos o esfuerzos vanos.
- › Una **priorización de medidas a nivel de la municipalidad es necesaria**. Se propuso para tal fin una serie de criterios presentados en el capítulo 8 y se recomienda que sean utilizados para la priorización de las medidas propuestas durante un taller participativo con las principales partes implicadas.
- › Es importante **establecer sinergias con otros actores a escala nacional para facilitar el acceso a recursos financieros**, ya que el acceso a la mayoría de los diferentes fondos climáticos internacionales está condicionado al alineamiento de las medidas con las prioridades nacionales. Cabe señalar igualmente que según el Procedimiento de No-Objeción del Fondo Verde para el Clima, la autoridad Nacional Designada debe dar su apoyo al proyecto por el que se demanda un financiamiento.
- › Finalmente, se recomienda **prestar atención a los costos de transacción** para el acceso a los recursos financieros necesarios y a procesos largos y costosos para la obtención de los fondos.



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%20I%20Y%20FASE%20II%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.; Co ee, 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.

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

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Guayaquil, 2015. Informe de progreso local sobre la implementación del Marco de Acción de Hyogo (2013-2014), Guayaquil, Ecuador.

Hallegatte 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.

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

Organización de los Estados Americanos. OEA (2012). Comisión Interamericana de Puertos. CIP. Administración Nacional de Puertos de Uruguay. ANP. III Conferencia Hemisférica sobre Gestión Ambiental Portuaria. Montevideo, Uruguay, 22 al 24 de mayo de 2012

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://www.senplades.gob.ec/wp-content/uploads/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 tránsito 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=TFjaIzCAU>

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>

12

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

Medidas para el refuerzo de la capacidad adaptativa

PROYECTO

Adaptación al Cambio Climático en Bolivia - Gestión Integrada de la Cuenca del Río Grande, Bolivia

TIPO DE MEDIDA

Refuerzo de la capacidad adaptativa

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

País: Bolivia

Población: 10,6 millones (Index Mundi, 2014)

Densidad: 8,9 hab/km²

IDH: 0,662 (Human Development Report 2015, 2014)

PIB: USD 59,1 mil millones (Index Mundi, 2013)

Más información sobre el proyecto: <http://www.worldbank.org/projects/P129640/bolivia-climate-resilience-integrated-basin-management?lang=en&tab=overview>



CONTEXTO

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 Pirai, 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.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del proyecto incluyen:

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: Pirai, 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 Pirai.

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 USD 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.

PROYECTO

Gestión de inundaciones urbanas y de la erosión en Can Tho, Vietnam

TIPO DE MEDIDA

Refuerzo de la capacidad adaptativa

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

País: Vietnam

Ciudad: Can Tho

Población: 1,2 millón (Statistical Handbook of Vietnam, 2014)

Densidad: 880 hab/km²

Área: 1.408,9 km²

PIB: USD 3,6 mil millones (Statistical Handbook of Vietnam, 2014)

Más información sobre el proyecto:

<http://i-s-e-t.org/projects/can-tho-erosion.html>



CONTEXTO

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.

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.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos del proyecto incluyen:

- 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.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto prevé las actividades siguientes:

Revisar los estudios existentes y las prácticas locales para la prevención de la erosión:

- 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:

- 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:

- 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 a escala 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=TFja1zcA U>

Medidas Operacionales

PROYECTO

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

TIPO DE MEDIDA

Opciones Operacionales

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

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: USD 40 mil millones (2011)

Más información sobre el proyecto:

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



CONTEXTO

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.

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.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

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.

El objetivo del proyecto es introducir un sistema de vigilancia basado en servicios de telefonía móvil e Internet, con los siguientes objetivos:

- Reducir el papeleo y aumentar la eficiencia de los servicios.
- Aumentar la capacidad de supervisión y de gestión de los servicios en períodos 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.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

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:

- 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: USD 98,34 millones (Bangkok, 2010)

Más información sobre el proyecto: <https://www.mikepoweredbydhi.com/global/referencias/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 (HAII, 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.

Infraestructura gris

PROYECTO

Medidas de recuperación de emergencia tras las inundaciones, Serbia

TIPO DE MEDIDA

Medidas "grises"

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

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: USD 100.180 millones (Report for Selected Countries and Subjects, 2016)

Más información sobre el proyecto: <http://www.worldbank.org/projects/P152018/?lang=en&tab=overview>



CONTEXTO

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.

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.

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.

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.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

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.

Los objetivos específicos son:

- 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 DE MEDIDA

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/P1111034/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 institucional 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 DE MEDIDA

Medidas "grises"

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

País: Bosnia Herzegovina

Localidad: Río Drina (Bijeljina y Goražde)

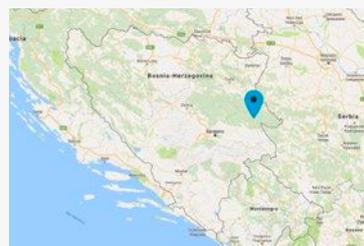
Población: Bijeljina: 114.663; Goražde: 88.438 (Census, 2013)

Densidad: Bijeljina: 156,3 hab/km²; Goražde: 355,5 hab/km² (Census, 2013)

Valor: USD 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 Goražde 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 el margen izquierdo del río Drina (en Bosnia Herzegovina), mientras que los diques del margen derecho (en Serbia) sí se erigieron. Además, algunos sectores de la zona de Goražde 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, 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 en las ciudades de Bijeljina y Goražde. 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:

1. 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.

2. La protección contra inundaciones y el apoyo técnico en la zona de Goražde:

Se financiarán obras de ingeniería civil e inversiones conexas para la protección contra las inundaciones en cuatro zonas del Cantón Podrinje Bosnia (cerca de Goražde) 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.
-

Medidas de adaptación basadas en los ecosistemas – Medidas verdes

PROYECTO

Parque Yanweizhou en la ciudad de Jinhua, China

TIPO DE MEDIDA

Medidas verdes

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

País: China

Ciudad: Jinhua

Población: 5.361.572 (2010)

Area: 1.077.245 km²

Densidad: 530 hab/km²

PIB: USD 7,9 mil millones (2012)

Más información sobre el proyecto: <http://www.landezine.com/index.php/2015/03/a-resilient-landscape-yanweizhou-park-in-jinhua-city-by-turenscape/>



CONTEXTO

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.

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.

Además, debido a su clima monzónico, Jinhua sufre inundaciones anuales. 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, construidos en las orillas de los ríos y de las llanuras aluviales, segmentaban el espacio urbano y exacerbaban la fuerza destructiva de las aguas.

La creación del parque Yanweizhou es una solución ecológica y replicable para la gestión de las inundaciones a gran escala.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los principales objetivos del proyecto son:

- Hacer frente a las inundaciones.
- Crear continuidad en el espacio urbano.
- Preservar y mejorar los hábitats naturales existentes.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El parque Yanweizhou, de 26 ha, 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.

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 DE MEDIDA

Medidas verdes

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

País: Argentina

Ciudad: Buenos Aires

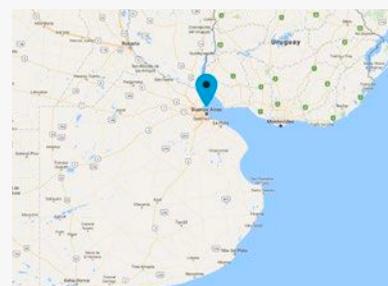
Población: 3 millones de habitantes (2015)

Area: 2.952 km²

Densidad: 530 hab/km²

PIB: USD 348,4 billones (2012)

Más información sobre el proyecto: http://www.buenosaires.gov.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.gov.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 propiciados por dichas cubiertas verdes.

PROYECTO

12.000 Jardines de Lluvia, Seattle, Estados Unidos

TIPO DE MEDIDA

Medidas basadas en los ecosistemas

LOCALIZACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL

País: Estados Unidos de América

Ciudad: Seattle

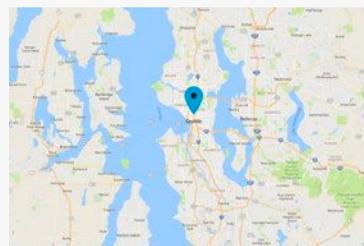
Población: 3,7 millones de habitantes (US Decenal Census 2014)

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 USD 2.500 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 DE MEDIDA

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 dos 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 %.
