

Resumen Ejecutivo del Análisis de Vulnerabilidad al Cambio Climático del Distrito Metropolitano de Quito para Sectores Prioritarios

Este documento contiene los principales resultados del análisis de vulnerabilidad de los sectores *agricultura, agua, ecosistemas, salud y riesgos* frente al cambio climático en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) en el marco del proyecto “Estudio de Vulnerabilidad al Cambio Climático del Distrito Metropolitano de Quito”¹, financiado por Alianza Clima y Desarrollo (CDKN). Si bien, el DMQ es reconocido como un territorio con determinados beneficios ambientales, sociales y económicos, resulta ser vulnerable a los impactos del cambio climático debido a condiciones de ubicación geográfica, diversidad de climas y ecosistemas, así como a los niveles de densidad poblacional concentrados en la zona urbana. Al evaluar la situación actual de vulnerabilidad del DMQ y examinar los factores que pueden contribuir a la vulnerabilidad futura (año 2050) en los cinco sectores, se evidencian efectos en las condiciones funcionales de los ecosistemas; los ciclos de crecimiento de los sistemas de producción tradicionales; la reducción del área de páramos que puede afectar al abastecimiento de agua potable; la redistribución e incremento de enfermedades respiratorias y aquellas producidas por vectores; y, finalmente una tendencia al incremento e intensidad de los incendios forestales. La evaluación de la vulnerabilidad es considerada una herramienta valiosa, que brinda a la municipalidad información relevante para la toma de decisiones, genera capacidades técnicas institucionales, y al mismo tiempo, constituye una base sólida de resultados para futuras evaluaciones a escala territorial. Es preciso mencionar además que el análisis de vulnerabilidad integra los conceptos de exposición y sensibilidad al cambio climático (IPCC 2012²) para responder a preguntas políticas relevantes de investigación, y que los resultados obtenidos contribuyen con el seguimiento de los objetivos estratégicos de cambio climático contemplados en la Agenda Ambiental del DMQ, misma que es parte del Plan Metropolitano de Desarrollo en su Eje No. 5 Quito Verde.

SECTOR AGRÍCOLA

Si bien es cierto, la seguridad alimentaria de la población del DMQ no depende exclusivamente de la producción del sector agrícola del Distrito, los diferentes tipos de cultivos existentes en su territorio, pone en evidencia la vulnerabilidad de este sector frente a la variación climática en los diferentes rangos altitudinales de producción, que van desde los 500 hasta los 3600 metros sobre el nivel del mar (msnm), y que comprenden zonas de clima templado, sub-templado hasta subtropical³. El estudio abarca el análisis de vulnerabilidad de los cultivos

¹ Implementado por el Instituto del Ambiente de Estocolmo (SEI, por sus siglas en inglés), y la Secretaría del Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

² Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation; Cambridge University Press.

³ Clasificación Climática según IPCC.

tradicionales producidos en la zona del Distrito, en respuesta a las siguientes preguntas relevantes para el sector:

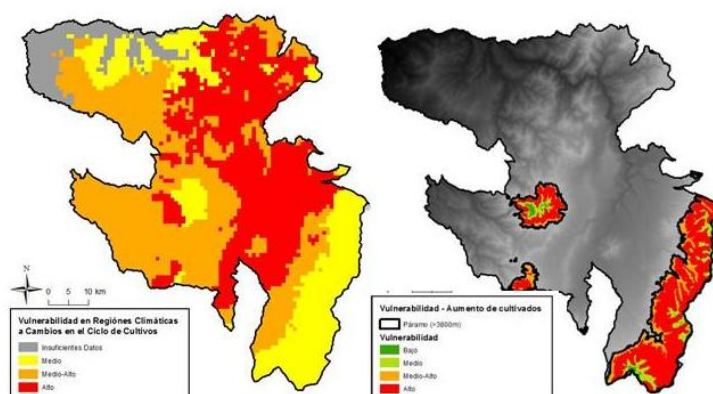
¿Cuál es la vulnerabilidad de los cultivos agrícolas a la variabilidad climática?

¿Cuál es la sensibilidad de los cultivos y cómo pueden verse afectados en la duración de los ciclos de crecimiento por cambios en temperatura?

¿Cómo la variabilidad climática afectará la exposición de los cultivos a cambios en temperatura y su efecto en el crecimiento; así como los cambios de la frontera agrícola y, por consiguiente, la exposición de los páramos a cambios en dicha frontera?

Con respecto a los factores de exposición y sensibilidad inherentes a este sector, en primer lugar se evaluó el nivel de exposición al incremento de temperatura y se estimó la acumulación de Unidades de Calor (UC)⁴ de los cultivos tradicionales, a fin de establecer cómo los períodos de crecimiento de los cultivos pueden ser afectados. En segundo lugar, para determinar el nivel de sensibilidad de los cultivos a cambios de temperaturas, se cuantificaron las UC proyectadas al año 2050 para el escenario climático más adverso, es decir, con base en la ruta de mayores emisiones de carbono (RCP 8.5)⁵. En forma específica se evaluaron dos componentes de sensibilidad; (I) sensibilidad en función del crecimiento y producción, a partir de la determinación del factor de reducción de crecimiento por temperatura (RCT), y (II) sensibilidad del ciclo de crecimiento de cultivos; análisis que se fundamenta en el cálculo y acumulación de las UC requeridas para alcanzar la madurez fisiológica de los cultivos. Como caso de interés y relacionado con el sector agua, se determinó la vulnerabilidad de los páramos frente al incremento de temperatura en el rango de elevación superior a los 3600 msnm.

Definidos los componentes de vulnerabilidad, en primera instancia se espera que el incremento de temperaturas tenga un efecto positivo en el desarrollo de los cultivos, principalmente cultivos anuales y en menor medida frutales y caña de azúcar. Esto debido a que las temperaturas medias



⁴ Unidades de Calor: Se definen como la diferencia existente entre la temperatura promedio diaria y la temperatura base de crecimiento del cultivo. La temperatura base de crecimiento de cultivos se define como la temperatura mínima para el crecimiento vegetativo de los cultivos agrícolas, la cual es específica para cada tipo de cultivo (Arnold, J. G. et al. 2011).

⁵ Para mayor información sobre datos del clima consultar Yates et al. 2014. WP1 Distrito Metropolitano de Quito: Análisis integrado de amenazas relacionadas con el cambio climático, aspectos naturales y socioeconómicos. Stockholm Environment Institute.

pronosticadas a futuro, serán similares a las temperaturas óptimas de desarrollo de los cultivos. Ahora bien, debido al incremento de temperaturas habrá una acumulación más rápida de las UC, con ello, los ciclos de crecimiento de los cultivos en el DMQ se pueden ver acortados en tiempo y duración. A su vez, se observa que la superficie en las bandas de elevación desde los 3600 a 4200 msnm, son susceptibles al incremento del área cultivada debido a los aumentos de temperatura. Así por ejemplo, podría ocurrir una migración de áreas de cultivo de papa a altitudes mayores, razón por la cual, las áreas de los páramos se verán amenazadas por la expansión de la frontera agrícola. Es imposible predecir con exactitud cuánto se expandirá la frontera agrícola, pero posiblemente, los páramos enfrentarán una amenaza significativa debido al avance de los cultivos, principalmente el cultivo de la papa y a la presión poblacional producida por el crecimiento de la mancha urbana entre otros factores.

Considerando los resultados obtenidos, se recomienda la implementación del modelo de crecimiento de plantas (PGM - Plant Growth Method) de WEAP (Water Evaluation And Planning System), para determinar con mayor detalle y precisión la vulnerabilidad del sector agrícola ante el cambio climático. El modelo PGM de WEAP estima el efecto potencial del cambio climático y el incremento en las concentraciones atmosféricas de CO₂ en los rendimientos de cultivos agrícolas y sus requerimientos hídricos bajo condiciones futuras cambiantes. También se sugiere el estudio de los sistemas agroforestales, los cuales son de importancia regional.

SECTOR AGUA

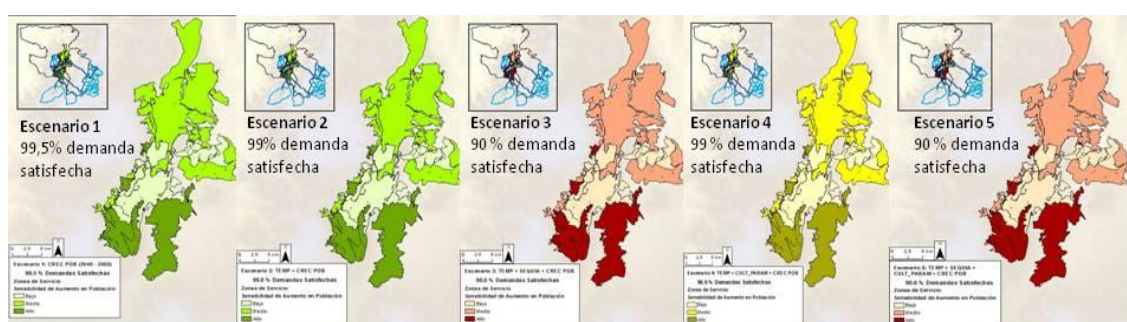
El análisis de vulnerabilidad del sector agua en el DMQ, radica principalmente en estimar la sensibilidad y exposición de las fuentes de agua para el abastecimiento de agua potable de una población estimada en 2'4 millones de habitantes. Cabe resaltar que este estudio comprende el análisis de vulnerabilidad en función del abastecimiento de agua potable en las áreas de servicio atendidas por la Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito (EPMAPS), ubicadas en zonas aledañas al Distrito. El estudio, considera dos tipos de unidades de análisis: (I) las cuencas hidrográficas aportantes de agua “cruda”; y, (II) las zonas de servicio de agua potable. El análisis busca responder la siguiente pregunta relevante para el sector:

¿Qué tan vulnerable es el sistema de abastecimiento de agua potable en el DMQ en función de la oferta y demanda de agua actual y futura?

En relación a los factores de exposición y sensibilidad, en primer lugar se definen dos componentes para exposición: (I) la variación climática en las cuencas aportantes en función de la temperatura y la precipitación; y, (II) el área que es ocupada por el páramo en las cuencas aportantes. En segundo lugar, para estimar el nivel de sensibilidad se analiza (I) la cobertura del suministro de agua potable en relación al consumo per cápita; y, (II) el número de habitantes en las zonas de servicio del DMQ. Finalmente, para determinar la vulnerabilidad en el caso particular del sector agua, se utiliza el modelo WEAP (Water Evaluation And

Planning System) (Sieber and Purkey 2011)⁶. Con los componentes mencionados anteriormente se evaluaron cinco escenarios de vulnerabilidad que podrían perturbar el servicio de abastecimiento de agua potable del EPMAPS al año 2050. Se evidencia que la demanda de agua potable en el área urbana del DMQ durante la década del 2000 al 2010 fue cubierta en un 100%. De la misma manera, se determina que la cobertura del servicio de agua potable para el área urbana del DMQ, proyectada al año 2050 será afectada parcialmente por la variación climática, se debe destacar que este escenario no considerara futuros proyectos como es el caso de Ríos Orientales⁷.

Considerando los resultados de modelamiento en WEAP en la última década 2040-2050, se puede pensar que en un futuro habrá problemas en el abastecimiento de agua potable en el DMQ. Esta aseveración se realiza bajo los supuestos considerados en los Escenarios 1 a 5 (ver figura) del presente estudio: (1) crecimiento de población, (2) crecimiento de la población y aumento de la temperatura, (3) crecimiento de población, aumento de la temperatura y períodos prolongados de sequía, (4) crecimiento de población, aumento de la temperatura y la pérdida del páramo, (5) crecimiento de población, aumento de temperatura, períodos prolongados de sequía, y la pérdida de páramo.



En los escenarios más extremos (Escenario 3 y 5), se estima que habrá una reducción de la cobertura en el servicio urbano de agua potable en un 10%. Es decir, solo el 90% de la demanda podrá ser atendida, de ahí que el sistema es considerado altamente vulnerable. A partir de los resultados obtenidos, se sugiere implementar una segunda fase en colaboración con EPMAPS que incluya incertidumbres no consideradas en el estudio. Por ejemplo las interacciones con el sector agrícola, las cuales son caracterizadas por grandes volúmenes demandados de agua e incluir el sector rural dentro del análisis de las demandas. Cabe resaltar la importancia de considerar además el uso de herramientas, como la toma de decisiones robustas bajo escenarios de incertidumbre en sistemas hídricos, para desarrollar análisis integrados de recursos hídricos.

⁶ El modelo que se aplica, ha sido desarrollado por la Escuela Politécnica Nacional (EPN) para la cuenca de Guayllabamba (Villacís, M., et al. 2012; Fernandez 2009), no obstante, el modelo tiene los elementos necesarios para llevar a cabo el análisis de vulnerabilidad al cambio climático para el DMQ.

⁷ <http://www.aguaquito.gob.ec/proyecto-rios-orientales>.

SECTOR ECOSISTEMAS

El estudio de vulnerabilidad en el sector ecosistemas constituye la primera evaluación del grado de exposición y sensibilidad del DMQ frente a diferentes amenazas antrópicas y climáticas. Si bien es cierto que los ecosistemas nativos del DMQ representan el 60% de su territorio, el crecimiento acelerado de la mancha urbana entre otros factores socioeconómicos, están ejerciendo una fuerte presión sobre los ecosistemas nativos, la cobertura vegetal y el uso del suelo. La Secretaría de Ambiente del MDMQ identificó cinco tipos de ecosistemas de particular interés, que son evaluados a continuación: (1) arbustales secos y relictos de bosque seco, (2) vegetación paramuna, (3) bosques húmedos y plantaciones forestales, (4) arbustos húmedos, y (5) vegetación en regeneración. Identificados los elementos expuestos frente a la variación climática se presentan las preguntas relevantes del sector.

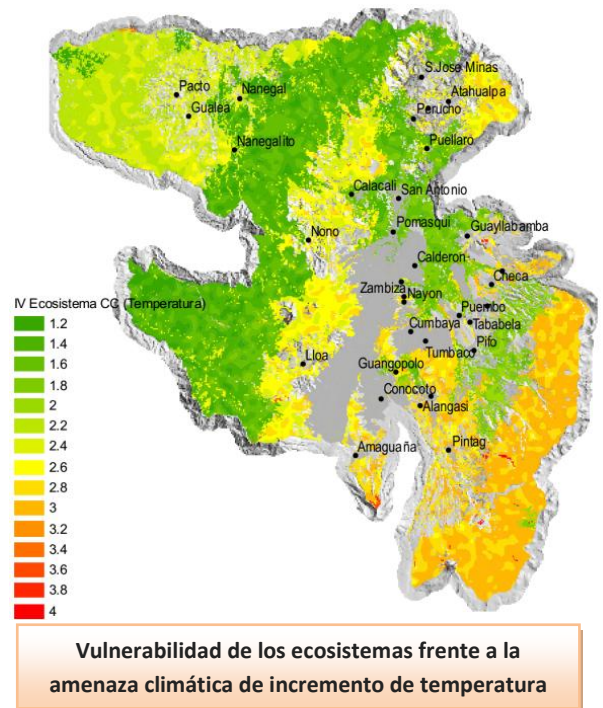
¿Cuál es la vulnerabilidad actual de los ecosistemas de interés frente a las amenazas no climáticas de origen antrópico?

¿Cuál es la vulnerabilidad futura de los ecosistemas de interés frente a la amenaza climática de incremento gradual de temperatura promedio anual?

Bajo este contexto los factores de exposición en este sector se definen en función de las amenazas climáticas y no climáticas. Se debe considerar que la sensibilidad es evaluada en dos diferentes aspectos: (1) la capacidad de recuperación del ecosistema en el área directamente destruida o degradada por una amenaza; y, (2) la capacidad de resiliencia y/o resistencia del ecosistema en el área indirectamente afectada por ella. Adicionalmente, para evaluar la vulnerabilidad “actual” frente amenazas no climáticas se analizó el mapa de exposición de cada una de estas amenazas con el mapa de cobertura vegetal del DMQ año 2009. A su vez, el índice de vulnerabilidad frente a la amenaza climática fue desarrollado mediante la integración espacial de un indicador de exposición de ecosistema (estructura), y cinco indicadores de sensibilidad de ecosistema (funcionalidad, área del fragmento, área núcleo del fragmento, forma del fragmento, y aislamiento del fragmento) que se calcularon para cada unidad de análisis. Los referidos indicadores se basan en el marco conceptual de la ecología de paisaje.

Los resultados muestran que ningún área del DMQ presenta una vulnerabilidad muy alta (valores de 4–5); sólo en el páramo son frecuentes los valores relativamente altos de vulnerabilidad (3–4). Es también interesante notar que tanto los bosques húmedos del noroccidente como el ecosistema xerofítico (vegetación seca) presentan una vulnerabilidad relativamente baja como se detalla a continuación:

- La mayor parte del DMQ cubierta por arbustales secos y relictos de bosque seco (70%) y bosques húmedos/plantaciones forestales (68%) tiene una vulnerabilidad climática relativamente baja.
- El ecosistema de arbustales secos y relictos de bosque seco se reconoce como el más vulnerable frente a las amenazas antrópicas. El 17% de su área total es considerada con altos niveles de vulnerabilidad.
- La vegetación paramuna (88% de su área) y los bosques húmedos (80% de su área), presenta niveles de vulnerabilidad bajos frente a factores antrópicos.
- Se evidencia que frente al incremento de temperatura bajo un escenario pesimista de emisiones de carbono, el ecosistema de páramo presenta niveles medios y altos de vulnerabilidad; 47% de su área total y 53% de su área total, respectivamente.



Finalmente, se recomienda mejorar la generación de información a detalle, de tal manera que sea posible profundizar en estudios específicos sobre la biología/ecología de las especies y su respuesta frente a diferentes amenazas antrópicas y climáticas.

SECTOR SALUD

Las implicaciones directas o indirectas de las variaciones del clima en la salud de los habitantes del DMQ es un tema de creciente interés institucional. Instituciones como el MDMQ, el Ministerio de Salud, Universidades e Institutos de investigación han orientado sus esfuerzos en identificar los factores que afectan la salud humana, particularmente, aquellos relacionados con el clima. El presente análisis apunta a identificar que tan vulnerable es la población del DMQ frente enfermedades relacionadas con el clima y su relación con variables socioeconómicas. A continuación las preguntas que han sido definidas como relevantes:

¿Cuál es la vulnerabilidad de la población a distintas enfermedades frente al cambio climático?

¿Cuáles enfermedades que afectan a la población del DMQ tienen una mayor relación con las variables climáticas?

¿Qué rol juegan las condiciones socioeconómicas y la prevalencia de enfermedades, en el marco del análisis de la vulnerabilidad al cambio climático en el sector salud?

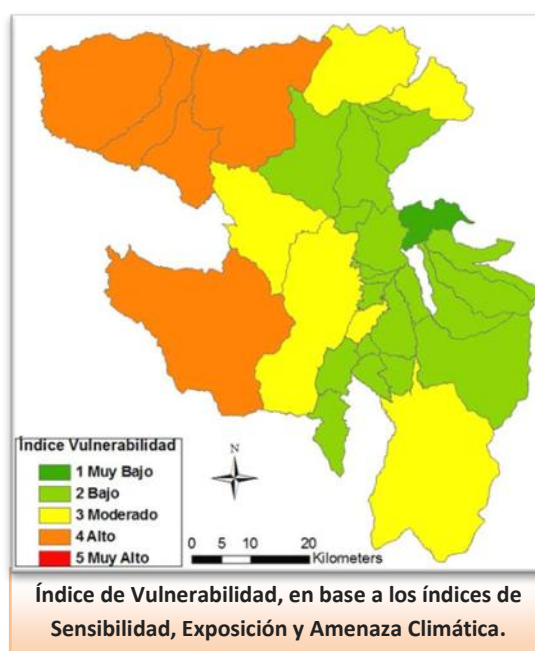
¿Cómo se interrelacionan los tres tipos de variables consideradas en el análisis?

El análisis de este sector ha desarrollado un modelo integral, el cual combina variables socioeconómicas, estadísticas sobre egresos hospitalarios y variables climáticas, bajo el

enfoque metodológico de cálculo de un índice de vulnerabilidad en función de los índices de sensibilidad, exposición y amenaza climática.

El índice de sensibilidad se determina a partir de tres factores socioeconómicos: (I) porcentaje de adultos mayores de 65 años, (II) nivel de escolaridad en mujeres mayores de 24 años; y, (III) acceso al servicio de agua potable. El índice de exposición se determina a partir del registro de egresos hospitalarios por enfermedades respiratorias (bronquitis, neumonía y asma). El índice de amenaza climática fue obtenido mediante un análisis detallado de los tipos de clima existentes en el DMQ y su relación con las enfermedades respiratorias que han sido analizadas. En el análisis de correlaciones entre enfermedades y variables climáticas existe una relación estable entre precipitación, humedad, temperatura y la presencia de enfermedades respiratorias.

Los resultados del análisis de este sector muestran grandes diferencias entre el índice de vulnerabilidad de las distintas parroquias del DMQ, con rangos que van desde 1 (muy bajo) hasta 4 (alto). Las parroquias más vulnerables se encuentran en la zona Noroccidental del DMQ, debido a que en estas parroquias las condiciones socioeconómicas son medias-bajas y se encuentran en zonas cuyo índice de amenaza climática es alto, en relación a la aparición de enfermedades respiratorias. Mientras tanto, la zona urbana de Quito tiene un índice de vulnerabilidad moderado que podría aumentar a alto en el caso de que episodios climáticos extremos aumenten su frecuencia en el futuro, como consecuencia del cambio climático. Las parroquias con menor vulnerabilidad se ubican en la zona oriental del DMQ, donde se empezarán a generar polos de desarrollo en los próximos años. En estas zonas existe un clima benévolo en relación a enfermedades respiratorias y las condiciones socioeconómicas de la población son medias-altas. Por esta razón se deberían fomentar en dichas zonas proyectos productivos ambiental y económicamente sustentables. Adicionalmente, se generó una proyección de los tipos de clima hasta el 2050, lo cual permite observar tendencias acerca de cómo se modificará el clima en las parroquias del DMQ. Esta información puede ser la base para analizar distintos escenarios de vulnerabilidad, en función de la modificación de las condiciones de vida de la población.



Cabe resaltar que a partir de este estudio se cuenta con un modelo sólido de análisis de vulnerabilidad para el sector salud. Se recomienda mejorar la calidad y cantidad de la información, especialmente en el registro de enfermedades del sistema de salud pública. Se propone en una siguiente fase profundizar a nivel investigativo las correlaciones propuestas entre enfermedades y variables climáticas, e integrarlas con otras variables territoriales.

SECTOR RIESGOS – INCENDIOS FORESTALES

El territorio del MDMQ es uno de los más afectados en el Ecuador por los incendios forestales. Cada verano la problemática se agudiza poniendo de manifiesto la situación de vulnerabilidad del Distrito. Existen 15 años de evidencia de una elevada intensidad y cantidad de incendios, particularmente durante el periodo 2001 al 2009. Así mismo, el año 2012 estuvo marcado por temperaturas extremas y fuertes sequías; factores que incrementaron la intensidad y frecuencia de los incendios, causando daños en áreas protegidas de gran biodiversidad, en espacios de propiedad pública y privada de diferentes usos y, en general, efectos en el bienestar de la población. Por lo tanto, la Secretaría de Seguridad y Gobernabilidad y su Dirección Metropolitana de Gestión de Riesgos, y la Secretaría del Ambiente han venido implementado acciones de prevención, así como de mejoramiento en los planes de emergencia de incendios. Sin embargo, las formas de gestión presentan limitaciones. Para complementar este esfuerzo, el estudio de vulnerabilidad apunta a desarrollar una herramienta para mejorar el conocimiento del comportamiento de los incendios en el DMQ frente a factores relacionados con actividades antrópicas y variables climáticas. El estudio se fundamenta en las siguientes preguntas relevantes para el sector:

¿Cuáles son las zonas de mayor propagación del fuego?

¿Cómo se relacionan las acciones antrópicas en la generación de los incendios?

¿Cuál es el efecto de la variabilidad climática en el aumento de los incendios?

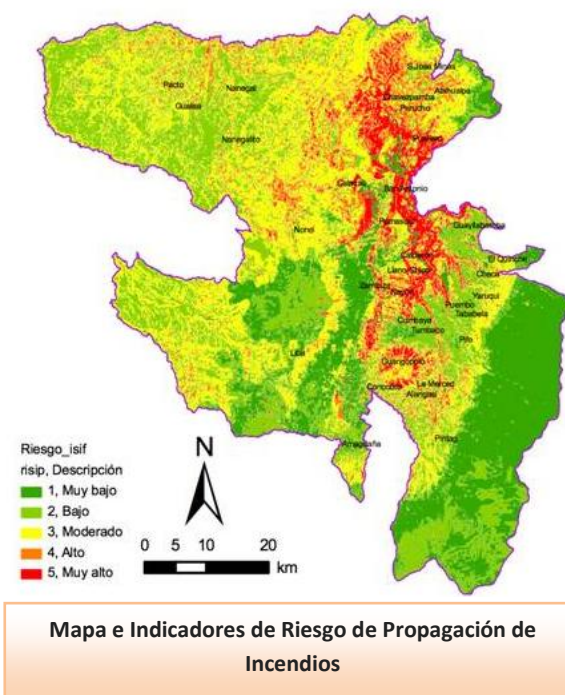
Para el análisis de sensibilidad se han estructurado dos indicadores: (I) Indicador de Presión de Inicio de Fuego (IPMF); e, (II) Indicador de Sensibilidad Climática (ISC). Estos reúnen las condiciones y variables cuantificables de sensibilidad para un análisis enfocado al resultado final de un Mapa e Indicadores de Riesgo de Propagación de Incendios, que se identificó como una necesidad institucional y territorial para el DMQ. Para el Indicador de Presión de Inicio de Fuego (IPMF) se identificaron dos subindicadores de sensibilidad: (I) Indicador espacial de inicio de fuego (ISMF)⁸; e, (II) Indicador histórico de inicio de fuego (IHMF)⁹. El análisis de estos indicadores determinan los niveles de presión antrópica sobre las áreas de incendios forestales. Para el Indicador de Sensibilidad Climática (ISC) se identificaron dos subindicadores de sensibilidad: (I) Indicador de régimen pluviométrico (IRP); e, (II) Indicador de régimen térmico (IRT). Producto del análisis espacial del Indicador de Presión de Inicio de Fuego (IPMF) con el Indicador de Sensibilidad Climática (ISC), se obtuvo un Mapa de Inicio y Propagación, principal resultado de sensibilidad. El MDMQ en el año 2012 generó el Mapa de Susceptibilidad de Incendios Forestales en el DMQ, considerado para este análisis como el principal resultado de exposición.

⁸ Este Indicador identifica la presión e influencia que ejercen las actividades antrópicas en las zonas donde se han constatado incendios a lo largo del tiempo, en particular; asentamientos poblados, redes viales y cultivos.

⁹ Este Indicador considera, más que el número de eventos ocurridos, la superficie de los mismos. Mientras más elevada es el área de los siniestros mayor es su nivel de gravedad y consecuencias.

Finalmente, la propuesta de modelamiento espacial genera como resultado final el Mapa e Indicadores de Riesgo de Propagación de Incendios, con las siguientes conclusiones:

El análisis del riesgo presente indica que el 78% del territorio del DMQ está en riesgo de incendio forestal alto ó moderado (35% y 43% respectivamente). Las zonas más vulnerables son las parroquias ubicadas al nororiente del DMQ, en particular: Ilaló, Calacalí, Puellaró, Perucho, Llano Chico, Calderón, Nayón y ciertas zonas muy puntuales de Calacalí, Nono y Lloa. Esto se debe a una fuerte presión antropogénica, así como factores de iniciación y propagación de incendios. A su vez, son regiones en desarrollo con alta densidad de población y varios proyectos en proceso de implementación; factores que incrementan su condición de vulnerabilidad. Cabe resaltar que en un escenario a partir del incremento en el Indicador de Sensibilidad Climática (ISC) al 2050, la tendencia de los riesgos de incendio forestal aumenta considerablemente a nivel territorial.



Se recomienda para futuros estudios complementar el análisis de factores antropogénicos considerando variables como: proyecciones de población, movilidad en función de las vías, y asentamientos humanos dispersos; así como, mejorar la información geográfica de aquellas áreas donde se aplica la práctica de quemas voluntarias en agricultura. Además, mejorar la calidad y cantidad de información histórica de incendios con indicadores de intensidad, superficie y tipología; y, el uso de esta herramienta para identificar en otros sectores relevantes como ecosistemas, las zonas de riesgo por incendios forestales.