

ASISTENCIA TÉCNICA

Fortaleciendo el Sistema de Nacional de Información para Cambio Climático (SNICC) para la toma de decisiones relacionadas a vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en Guatemala

Propuesta de índices para el Sistema de Información sobre Cambio Climático para Guatemala: Protocolos de medición, implementación y validación

Documento de Trabajo 5

Versión Final (septiembre de 2018)

Claudia Bouroncle

Claudia Medellín

Manuel Winograd



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Contenido

Introducción	4
Sección 1. Elementos para la selección de índices e indicadores para el SNICC y sus subsistemas.....	5
Revisión de compromisos del país	5
Vulnerabilidad al cambio climático	6
Adaptación al cambio climático	7
Mitigación del cambio climático.....	7
Integración de parámetros.....	8
Sección 2. Elementos de los protocolos.....	10
Sección 3. Ejemplos de Protocolos	12
Escenarios de cambio climático.....	13
Impacto potencial del cambio climático en los cultivos	15
Índice Integrado de Amenazas Climáticas	17
Impacto potencial del cambio climático en las zonas de vida de Holdridge	19
Incidencia de enfermedades vectoriales.....	21
Daños y pérdidas por eventos extremos.....	24
Índice de Influencia Humana (“Huella Humana”)	26
Índice de Desarrollo Humano	29
Composición de la Riqueza	31
Índice de Calidad del Agua.....	33
Índice de Uso del Agua	35
Gestión Municipal	37
Accesibilidad de centros urbanos	39
Emisiones de gases de efecto invernadero	41
Desacople de emisiones de gases de efecto invernadero y crecimiento económico	43
Emisiones de dióxido de carbono causadas por deforestación y degradación por incendios y stock de carbono (niveles de referencia)	45
Producción de electricidad renovable	50
Consumo de energía renovable.....	52
Intensidad de Uso de la Tierra.....	54
Dinámica de la cobertura forestal	56
Reciclaje de residuos sólidos urbanos.....	58
Inversión pública para implementación de acciones para hacer frente al cambio climático ...	60

Sección 4. Validación y revisión de protocolos.....	62
Validación de protocolos propuestos	62
Desarrollo de protocolos adicionales	67
Anexo 1. Relación entre elementos propuestos para el SNICC y la propuesta de clasificador sobre cambio climático	69
Anexo 2. Elementos para la medición de desempeño, adaptación al cambio climático	70
Anexo 3. Elementos para la medición de desempeño, mitigación al cambio climático.....	71
Anexo 4a. Conjunto inicial de índices por temas	72
Anexo 4b. Conjunto final validado de índices por temas.....	73
 Cuadro 1. Documentos revisados para la propuesta de parámetros a ser incluidos en el SNICC	5
Cuadro 2. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con ciencias del clima, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales	6
Cuadro 3. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con vulnerabilidad al cambio climático, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales.....	6
Cuadro 4. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con adaptación al cambio climático, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales.....	7
Cuadro 5. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con mitigación del cambio climático, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales.....	8
Cuadro 6. Parámetros en función de temas prioritarios e inclusión en el SNICC	9
Cuadro 7. Instituciones y personas entrevistadas para la validación e implementación del conjunto de índices básicos	62
Cuadro 8. Hoja de encuesta para la validación de índices iniciales propuestos para el SNICC	63
Cuadro 9. Resumen de los resultados del Grupo de trabajo de revisión del conjunto de índices e indicadores del SNICC, taller realizado el 18 y 19 de septiembre en Ciudad de Guatemala ..	64
Cuadro 10 Resultados de la validación de los protocolos	66

Introducción

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) de Guatemala ha identificado como los 3 principales retos para la implementación y operación de un sistema de información sobre cambio climático: 1. La definición de un marco conceptual de indicadores flexible y fácil de utilizar, 2. La identificación y validación de protocolos de medición de índices y/o indicadores sobre la base de los datos existentes, 3. La implementación de un sistema en función de los costos de tecnología de información, la adquisición de capacidades para el personal a cargo y los acuerdos interinstitucionales para la operación y sostenibilidad. Por esto, en 2015 el Gobierno de Guatemala solicitó la asistencia técnica “Fortalecimiento del Sistema de Información sobre el cambio climático para la toma de decisiones en las estrategias de vulnerabilidad y adaptación” al Centro y Red de Tecnología del Clima (CTCN). Wageningen Environmental Research (WENR) fue contratada por CTCN para implementar esta asistencia entre 2017 y 2018, en colaboración con la Unidad de Información Ambiental y Cambio Climático del MARN.

Este documento es el quinto de los productos de la asistencia técnica, sobre una propuesta de índices y sus protocolos de medición y uso para el Sistema de Información sobre Cambio Climático para Guatemala (SNICC). En él se presenta un conjunto básico de índices para el sistema, así como los protocolos de medición y la validación e implementación. Este documento es el resultado de un arduo trabajo de identificación, definición y validación de los índices en función de las necesidades y demandas de monitoreo y reporte sobre cambio climático a nivel del MARN y de las otras instituciones que, por ley, están a cargo de esta temática transversal. Además, los índices se han definido y validado en función de la disponibilidad de datos y de un diseño de protocolos de medición para el desarrollo y uso de la información como un instrumento esencial para la provisión de información relevante y confiable para la toma de decisiones. Esto ha permitido además de la definición y validación de los índices, facilitar otro elemento esencial en la implementación de un sistema de información, como es la de reforzar las capacidades de uso de datos y creación de información pertinente, la identificación de fuentes de datos y facilitar los acuerdos interinstitucionales necesarios para asegurar el funcionamiento y operación de un sistema de información de este tipo. Por esto los índices y protocolos están organizados en función de las obligaciones y compromisos del país, así como alrededor de los temas (ej. ciencias del clima, vulnerabilidad, mitigación y adaptación) definidos en el marco legal que da el contexto para el SNICC. No obstante, la definición de índices se realizó tomando en cuenta la necesidad de un marco robusto, abierto y flexible, basado en cálculos fáciles, repetibles y transparentes, que utiliza los datos disponibles. Se puso especial cuidado en asegurar que el conjunto de índices e indicadores no se convierta en una lista interminable difícil de poner en práctica, mantener y actualizar. Aunque la definición de un marco genérico y el uso de índices inevitablemente implican un difícil y en muchos casos arbitrario proceso de selección, la validación con diferentes usuarios e instituciones y la iteración en función de los usos y necesidades, permitieron definir un conjunto inicial y mostrar que no todo debe y se puede medirse. Por lo tanto, la definición del marco y el uso correcto de este conjunto inicial básico de índices y sus protocolos dependerán de la continua evaluación y selección en relación con las necesidades de monitoreo y reporte, la disponibilidad de datos y las demandas y requerimientos de los usuarios.

Se agradece la colaboración del personal del MARN y los valiosos aportes que hicieron a las diferentes versiones preliminares de este documento, todas las personas e instituciones que participaron de los talleres, entrevistas y visitas realizadas durante los meses de julio, agosto y septiembre a Guatemala.

Sección 1. Elementos para la selección de índices e indicadores para el SNICC y sus subsistemas

Revisión de compromisos del país

El SNICC busca contribuir a la elaboración de informes del país para convenciones internacionales relacionadas con el cambio climático, como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), la Convención para la Lucha contra la Desertificación (CNULD) y el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Asimismo, también debe contribuir al seguimiento de metas nacionales, como el Plan Nacional de Desarrollo K'atun Nuestra Guatemala 2032 y el Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC). Por lo tanto, una selección práctica y objetiva de parámetros (índices e indicadores) propuestos para la implementación del SNICC debe ser congruente con la información presentada en informes anteriores relacionados con estos compromisos nacionales e internacionales o con los lineamientos para su elaboración. En consecuencia, la selección de parámetros para el SNICC propuesta en este informe se basa en documentos estándares de reporte del país (ver Cuadro 1):

Cuadro 1. Documentos revisados para la propuesta de parámetros a ser incluidos en el SNICC

<i>Informes para cumplimiento de compromisos internacionales</i>
• Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático – II CNCC (MARN 2015) • Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional - NDC (Gobierno de la República de Guatemala 2015) • Tercer Informe Nacional sobre la Implementación de la Convención de la Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación – III CNULD (MARN 2006) • Quinta Comunicación ante el Convenio Sobre Diversidad Biológica – V CCDB (CONAP 2014)
<i>Documentos estratégicos nacionales</i>
• Plan Nacional de Desarrollo K'atun: nuestra Guatemala 2032 (Consejo Nacional de Desarrollo Urbano y Rural/Segeplán 2014) • Plan de Acción Nacional de Cambio Climático (PANCC, Consejo Nacional de Cambio Climático y Segeplan 2016) • Metas priorizadas de Guatemala de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Segeplán 2017)

En algunos casos los reportes se presentan de manera narrativa por lo que no definen parámetros precisos, pero dan la información suficiente para inferirlos. Cabe señalar que no se consideraron todos los parámetros mencionados en los informes, solo aquellos pertinentes en el contexto de cambio climático. Además, se consideró la estructura en desarrollo del clasificador temático de cambio climático provisto por el MARN (ver Anexo 1). Los cuadros de las siguientes páginas presentan el resultado de la revisión.

Este grupo de parámetros incluye, según especifica el Artículo 9 de la Ley Marco de Cambio Climático, parámetros del clima históricos y proyectados a futuro. Este grupo incluyen también parámetros relacionados con variabilidad climática, así como indicadores o índices que se basan en datos históricos y proyectados de clima y el uso de diferentes modelos para estimar cambios biofísicos relacionados con la vulnerabilidad al cambio climático de la población y sus recursos, ejemplos de esto son la modelación de cambio de distribución de especies, cultivos o zonas de vida (ver Cuadro 2). Por su naturaleza, estos indicadores o índices sirven para dar **orientaciones a largo plazo** y no se miden, sino que se estiman cada cierto número de años (por ejemplo, cuando hay mejores modelos de circulación atmosférica para el cálculo de proyecciones de temperatura y precipitación).

Cuadro 2. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con ciencias del clima, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales

Parámetros prioritarios	Escenarios e investigación sobre variables del clima	Conocimiento para reducir vulnerabilidad o aumentar mitigación
- Escenarios de cambio climático - Frecuencia de ciclones - Frecuencia ENOS - Patrón ocurrencia frentes fríos / probabilidad ocurrencia heladas	II CNCC, V CCDB, Plan K'atun II CNCC II CNCC II CNCC	
- Tendencias en la productividad de la tierra - Cambios en la distribución de zonas de vida - Cambios en la distribución de especies - Riesgo de inundación - Cambios en la disponibilidad hídrica - Cambios en el Índice de Aridez		III CNUDL II CNCC, V CCDB III CNUDL II CNCC II CNCC III CNUDL
II CNCC: Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, III CNUDL: Tercer Informe Nacional sobre la Implementación de la Convención de la Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, V CCDB: Quinta Comunicación ante Convenio Sobre Diversidad Biológica		
Tendencias del clima	Agricultura/Seguridad alimentaria	Recursos hídricos
Salud pública	Ecosistemas/Áreas protegidas	

Vulnerabilidad al cambio climático

Este grupo incluye aspectos relacionados con la cuantificación de impactos del cambio climático en las personas y sus recursos. También incluye parámetros relacionados con la generación de conocimiento sobre la vulnerabilidad y factores no climáticos relacionados con la vulnerabilidad, como factores socioeconómicos y el estado de recursos críticos como el agua, el suelo y los bosques (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con vulnerabilidad al cambio climático, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales.

Parámetros prioritarios	Cuantificación impactos	Conocimiento vulnerabilidad ante el CC	Tendencias socioeconómicas y de recursos críticos
- Personas afectadas por eventos climáticos - Morbilidad por dengue, malaria, diarrea y neumonía - Pérdidas producción granos básicos y otros rubros agropecuarios - Infraestructura crítica dañada por eventos extremos	PANCC, ODS II CNCC II CNCC, PANCC PANCC		
- Influencia de actividades antrópicas en la vulnerabilidad al CC - Identificación situación actual y escenarios vulnerabilidad sanitaria		Plan K'atun Plan K'atun	
- Índice de Desarrollo Humano - Población que vive por debajo del umbral de pobreza - Contribución recursos naturales al bienestar económico - Índice de Calidad del Agua - Índice de Uso del Agua / Disponibilidad Hídrica - Riesgo de Sequía - Dinámica e intensidad del uso de la tierra – degradación (inc. en "Mitigación") - Dinámica cobertura forestal * (Inc. también en "Mitigación")			II CNCC III CNUDL V CBD II CNCC, PANCC, ODS II CNCC, ODS II CNCC II CNCC, V CCDB, III CNUDL, Plan K'atun II CNCC, Plan K'atun
II CNCC: Segunda Com. Nacional sobre Cambio Climático, III CNUDL: Tercer Informe Nacional sobre la Implementación de la Convención de las NU de Lucha contra la Desertificación, V CCDB: Quinta Comunicación ante Convenio Sobre Diversidad Biológica, PANCC: Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, ODS: Metas priorizadas de Guatemala de los Objetivos de Desarrollo Sostenible			
General	Agricultura/Seguridad alimentaria		Recursos hídricos
Salud pública	Bosques, ecosistemas y áreas protegidas		Tendencias socio-económicas

El Artículo 9 de la Ley Marco de Cambio Climático especifica que los indicadores del subsistema vulnerabilidad – adaptación se clasifican en los siguientes temas: i) recursos hídricos, ii) salud humana, iii) zonas marino-costeras, iv) agricultura, ganadería y seguridad alimentaria, v) recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas e vi) infraestructura. Estos índices e indicadores sirven para **orientar la toma de decisiones a corto y mediano plazo** y por lo tanto su medición es relativamente frecuente.

Adaptación al cambio climático

Este grupo incluye medidas para la adaptación puestas en práctica por entidades gubernamentales, sector privado y sociedad civil organizada (Cuadro 4). La inclusión de estos parámetros en el SNICC es prioritaria ya que representan la apuesta del país para aumentar la capacidad adaptativa y resiliencia, por lo tanto, su monitoreo de progreso es importante. Principalmente el Plan K'atun menciona varios insumos para la adaptación, como generación de conocimiento práctico, promoción y mejoramiento de procesos y definición de presupuestos. Los insumos para estas medidas pueden ser de interés en una segunda fase del SNICC que incorpore monitoreo de desempeño de acciones para la adaptación (ver Anexo 2).

Cuadro 4. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con adaptación al cambio climático, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales.

Parámetros	Medidas adaptación
- Medidas de adaptación por sector	II CNCC
- Superficie manejada con enfoque agroecológico	PANCC
- Cobertura de áreas protegidas	II CNCC, V CBD, NCD, PANCC* Plan K'atun
- Infraestructura con estándares de construcción de CC	PANCC
- Municipalidades con reglamento de construcción	PANCC
- Agua tratada para consumo humano	PANCC, ODS
- Acceso a agua potable y saneamiento	II CNCC, III CNUCLD, PANCC, NDC
- Eficiencia en el uso del agua	ODS
II CNCC: Segunda Com. Nacional sobre Cambio Climático, III CNUCLD: Tercer Informe Nacional sobre la Implementación de la Convención de las NU de Lucha contra la Desertificación, V CCDB: Quinta Comunicación ante Convenio Sobre Diversidad Biológica, PANCC: Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, ODS: Metas priorizadas de Guatemala de los Objetivos de Desarrollo Sostenible	
General	Agricultura/Seguridad alimentaria
Salud pública	Bosques, ecosistemas y áreas protegidas
	Recursos hídricos
	Tendencias socio-económicas

Mitigación del cambio climático

Finalmente, este grupo incluye la información sobre la cuantificación de emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en diferentes sectores, así como tendencias de estos sectores que influyen en sus emisiones (Cuadro 5). Al igual que para adaptación al cambio climático, principalmente el Plan K'atun menciona varios insumos para la adaptación, principalmente normativa, acciones de promoción de prácticas y asignación presupuestal, elementos de interés en una segunda fase del SNICC que incorpore monitoreo de desempeño de acciones para la adaptación (ver Anexo 3).

Las matrices de contraste evidencian que no todos los elementos importantes para implementar el esquema del SNICC están incluidos actualmente en reportes estándares. Por ejemplo, no hay parámetros en lo que respecta a adaptación y salud pública o mitigación e industria.

Cuadro 5. Parámetros prioritarios para el SNICC relacionados con mitigación del cambio climático, definidos a partir de la revisión de compromisos nacionales e internacionales.

Parámetros	Emisiones y absorciones GEI	Tendencias sectoriales
- Emisiones y absorciones de GEI (totales y por sector)	II CNCC PANCC	
- Emisiones causadas por deforestación y degradación por incendios y stock de carbono (niveles de referencia)	III CNCC * III CNULD Plan K'atun	
- Uso de fuentes renovables para producción de energía eléctrica (agua, solar, eólica, otras)		II CNCC, NDC, Plan K'atun, ODS
- Uso de fuentes de energía renovables por diferentes sectores (gas natural, otros)		II CNCC, NDC, Plan K'atun, ODS
- Dinámica e intensidad del uso de la tierra - degradación		II CNCC V CCDB III CNULD Plan K'atun
- Dinámica cobertura forestal		II CNCC Plan K'atun
- Cobertura proyectos REDD+		II CNCC
- Cobertura incentivos forestales Pinfor, Pinpep		II CNCC
- Cobertura iniciativas restauración forestal		NDC
- Residuos urbanos con colecta adecuada		II CNCC, ODS
- Reciclaje de residuos sólidos		ODS
II CNCC: Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, NDC: Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional, III CNULD: Tercer Informe Nacional sobre la Implementación de la Convención de la Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, V CCDB: Quinta Comunicación ante el Convenio Sobre Diversidad Biológica, PANCC: Plan de Acción Nacional de Cambio Climático, ODS: Metas prioritizadas de Guatemala de los Objetivos de Desarrollo Sostenible		
Intersectorial	Energía	Uso de la tierra y silvicultura
Transporte	Industria	Agropecuario
		Residuos

Integración de parámetros

El SNICC busca también apoyar la toma de decisiones, para lo cual es importante que los indicadores se integren – en la medida de lo posible – en índices que faciliten la interpretación y contraste de información, a la vez que se reduce su número. En esta primera versión del SNICC se propone al menos considerar los propuestos en el Cuadro 6 de la siguiente página.

Cuadro 6. *Parámetros en función de temas prioritarios e inclusión en el SNICC*

Tema	Parámetros prioritarios de informes del país	Propuesta para el SNICC	Protocolo
Ciencias del Clima	• Escenarios de cambio climático • Tendencias en la productividad de la tierra • Cambios en la distribución de zonas de vida • Cambios en la distribución de especies • Riesgo de inundación • Cambios en la disponibilidad hídrica • Cambios en el Índice de Aridez • Riesgo de Sequía	• Escenarios de cambio climático • Impacto potencial del cambio climático en los cultivos • Impacto potencial del cambio climático en las zonas de vida Holdridge	✓ ✓ ✓
		• Índice Integrado de Amenazas Climáticas	✓
Vulnerabilidad	• Personas afectadas por eventos climáticos • Infraestructura crítica dañada por eventos extremos • Pérdidas producción granos básicos y otros rubros agropecuarios • Morbilidad por dengue, malaria, diarrea y neumonía • Influencia de actividades antrópicas en la vulnerabilidad al CC • Situación actual y escenarios vulnerabilidad sanitaria • Índice de Desarrollo Humano • Población que vive por debajo del umbral de pobreza • Contribución recursos naturales al bienestar económico • Índice de Calidad del Agua • Índice de Uso del Agua / Disponibilidad Hídrica	• Daños y pérdidas por eventos extremos • Incidencia de enfermedades vectoriales • Índice de Influencia Humana ("Huella Humana") • Índice de Desarrollo Humano • Composición de la Riqueza • Índice de Calidad del Agua • Índice de Uso del Agua	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
	• Superficie manejada con enfoque agroecológico • Cobertura de áreas protegidas • Infraestructura con estándares de construcción de CC • Municipalidades con reglamento de construcción • Agua tratada para consumo humano • Acceso a agua potable y saneamiento • Eficiencia en el uso del agua	• Cobertura de áreas protegidas • Índice de Gestión Municipal • Accesibilidad de centros urbanos bajo condiciones normales y durante eventos hidro-meteorológicos extremos • Agua tratada para consumo humano • Acceso a agua potable y saneamiento • Acceso a seguros	✓ ✓ ✓
Mitigación	• Emisiones y absorciones de GEI (totales y por sector) • Uso de fuentes renovables para producción de energía eléctrica (agua, solar, eólica, otras) • Emisiones causadas por deforestación y degradación por incendios y stock de carbono (niveles de referencia) • Dinámica e intensidad del uso de la tierra - degradación • Dinámica cobertura forestal • Cobertura proyectos REDD+, incentivos forestales e iniciativas de restauración forestal • Residuos urbanos con colecta adecuada • Reciclaje de residuos sólidos	• Emisiones y absorciones de GEI (totales y por sector) • Desacople de emisiones de GEI y crecimiento económico • Producción de electricidad renovable • Consumo de energía renovable • Emisiones causadas por deforestación y degradación por incendios y stock de carbono (niveles de referencia) • Puntos de calor (incendios forestales y quemas agrícolas) • Intensidad de uso de la tierra • Dinámica cobertura forestal • Cobertura proyectos REDD+, incentivos forestales e iniciativas de restauración forestal • Proporción de residuos colectados • Reciclaje de residuos sólidos urbanos	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓
	• Presupuesto asignado a mitigación y adaptación (total y con respecto al PBI)	• Inversión pública para implementación de acciones para hacer frente al cambio climático (total y con respecto al PBI)	✓
Mitigación y Adaptación			

Sección 2. Elementos de los protocolos

Este documento busca proveer la información básica para la presentación de los parámetros del SNICC para las unidades de análisis (tanto administrativas, por ejemplo, país, departamento, municipios; como ambientales, como ecosistemas, cuencas, paisajes) y su categorización por temas, para una fácil interpretación.

Los protocolos contienen ocho secciones o elementos, a saber:

Importancia: Esta sección responde a la pregunta ¿por qué es importante incluir este indicador o índice en el SNICC y para qué sirve? Asimismo, también describe por qué es importante para el sector productivo o de vulnerabilidad o adaptación.

Sector(es): Esta sección del protocolo especifica si el parámetro es multisectorial o general o si está relacionado con un sector específico. En el caso de ciencias del clima, adaptación y vulnerabilidad estos sectores son: i) recursos hídricos, ii) salud humana, iii) zonas marino-costeras, iv) agricultura, ganadería y seguridad alimentaria, v) recursos forestales, ecosistemas y áreas protegidas y vi) infraestructura; en el caso de mitigación son: i) energía, uso de la tierra y silvicultura, iii) residuos, iv) transporte, v) industria, y vi) agropecuario

Tema(s): Se refiere a los subsistemas del SNICC.

Cálculo y umbrales: Esta sección resume cómo se estima o mide el parámetro, mencionando los modelos que utiliza (en el caso de parámetros de ciencias del clima) o las variables utilizadas (en el caso de los otros parámetros).

Esta sección contiene también la propuesta de clasificación de los resultados del indicador, considerando diferentes casos:

- Existencia de una meta oficial (ver, por ejemplo, la meta para producción de electricidad renovable), umbrales establecidos por algún organismo de gobierno (ver, por ejemplo, los umbrales establecidos para el Índice Integrado de Amenazas Climáticas), o umbrales definidos por literatura técnica (ver, por ejemplo, incidencia de enfermedades vectoriales o Índice de Uso del Agua)
- Propuestas de umbrales en función a la distribución de los resultados para las unidades de medición en cuartiles, es decir la distribución de municipios u otras unidades en cuatro categorías o grupos, cada uno con un número similar de municipios u unidades, según el valor del parámetro obtenido (ver, por ejemplo, las categorías para índice de Desarrollo Humano). El número de categorías puede variar (se pueden utilizar diferentes percentiles). Esta opción es transparente desde el punto de vista estadístico y ayuda a visualizar en mapas cuáles son y dónde las unidades en estado más crítico para orientar la toma de decisiones.
- No existen umbrales sino elementos para interpretar tendencias del parámetro. En ese caso se han incluido las gráficas necesarias en la sección “Ejemplo” (ver, por ejemplo, Composición de la Riqueza e Índice de Desacople).

Interpretación: Esta sección presenta hipótesis sobre el desempeño del parámetro, de tal manera de facilitar su lectura a tomadores de decisiones.

Limitaciones o supuestos: Esta sección menciona las principales limitaciones en cuanto a la información disponible o limitaciones propias del parámetro. Una limitación común, y por lo tanto no mencionadas recurrentemente en los protocolos es la capacidad de los parámetros de reflejar logros a corto plazo. Otra limitación común a los índices es la de agrupar los resultados de diferentes mediciones (medidas compuestas) lo cual puede enmascarar así desigualdades dentro de las unidades analizadas. Por eso en la presentación de resultados (ver ejemplos) se presenta el índice como tal y la desagregación de sus componentes (ver, por ejemplo, índice de Desarrollo Humano) lo cual puede apoyar en su interpretación y en la toma de decisiones.

Ejemplo: Para cada parámetro se ha desarrollado un ejemplo de medición utilizando las siguientes fuentes de información para Guatemala, que representa ya un esfuerzo de implementación. Para desarrollar estos ejemplos se ha usado preferentemente series de tiempo proporcionadas por organismos gubernamentales a nivel municipal. En algunos casos se ha recurrido a fuentes no oficiales, como organismos de cooperación y academia; mediciones puntuales o unidades de análisis mayores.

Ya sea porque no se pudo acceder a fuentes oficiales o porque el parámetro no es aún medido en el país, pero es de alta importancia para el SNICC, se muestran ejemplos de otros países (ver Índice de Calidad del Agua).

La sección de ejemplo debe ser leída considerando los umbrales propuestos para su interpretación en la sección Cálculo y Umbrales o gráficos incluidos en la sección ejemplos.

Referencias: Se incluye las referencias de documentos revisados para la elaboración del protocolo, tanto para su descripción como las fuentes para la construcción del ejemplo.

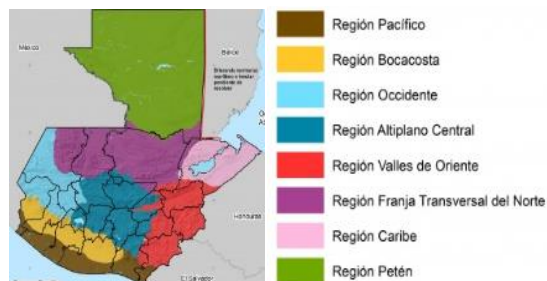
Sección 3. Ejemplos de Protocolos

Escenarios de cambio climático

Importancia	Un escenario climático es una representación simplificada de un posible clima futuro, basada en el entendimiento de cómo funciona el clima y de los distintos factores que lo influyen. Por lo tanto, los escenarios climáticos sirven para evaluar los posibles efectos del impacto del cambio climático sobre los sistemas naturales y sociales ¹ .										
Sector(es)	Multisectorial										
Tema(s)	Ciencias del clima										
Cálculo	Los escenarios climáticos se elaboran con modelos matemáticos que consideran: i) la forma en que se comportarán las emisiones de gases de efecto invernadero (escenarios de emisiones de GEI), ii) el comportamiento de procesos físicos que configuran el sistema climático y iii) un horizonte de tiempo de referencia. La generación de escenarios climáticos parte de una línea base que considere registros históricos de al menos 30 años (generalmente las últimas décadas del siglo XX). Se debe definir también el periodo de interés (por ejemplo, los periodos 2020 – 2049 llamado “2030s”, ó 2040 – 2069 llamado “2050s”), los escenarios de emisiones de GEI bajo los cuales se hará la modelación y el modelo de circulación que mejor se ajuste a la región. Actualmente los más utilizados son las Trayectorias de Concentración Representativas (RCP por sus siglas en inglés). Los grupos de escenarios de emisiones de GEI propuestos por el IPCC son: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Cuarto informe IPCC (2007)</th><th>Quinto Informe IPCC (2014)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A1 Población máxima a mediados del s. XXI, desarrollo económico y tecnológico muy alto.</td><td>RCP2.6 Concentraciones de CO₂ al año 2100 llegan a 421 ppm.</td></tr> <tr> <td>A2 Población continua en incremento, desarrollo tecnológico y económico bajo.</td><td>RCP4.5 Concentraciones de CO₂ al año 2100 llegan a 538 ppm.</td></tr> <tr> <td>B1 Población máxima a mediados del s. XXI, desarrollo tecnológico y económico alto.</td><td>RCP6.0 Concentraciones de CO₂ al año 2100 llegan a 670 ppm.</td></tr> <tr> <td>B2 Población en incremento, desarrollo tecnológico y económico medio.</td><td>RCP8.5 Concentraciones de CO₂ al año 2100 llegan a 936 ppm.</td></tr> </tbody> </table> Hay varios modelos de circulación elaborados por instituciones académicas o centros de investigación. Algunos ejemplos utilizados para generar escenarios para Guatemala son el modelo cesm1_cam5(1) elaborado por el Centro Euro-Mediterráneo per i Cambiamenti Climatici y el HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model versión 3) desarrollado por el Hadley Centre for Climate Prediction and Research de Reino Unido.	Cuarto informe IPCC (2007)	Quinto Informe IPCC (2014)	A1 Población máxima a mediados del s. XXI, desarrollo económico y tecnológico muy alto.	RCP2.6 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 421 ppm.	A2 Población continua en incremento, desarrollo tecnológico y económico bajo.	RCP4.5 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 538 ppm.	B1 Población máxima a mediados del s. XXI, desarrollo tecnológico y económico alto.	RCP6.0 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 670 ppm.	B2 Población en incremento, desarrollo tecnológico y económico medio.	RCP8.5 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 936 ppm.
Cuarto informe IPCC (2007)	Quinto Informe IPCC (2014)										
A1 Población máxima a mediados del s. XXI, desarrollo económico y tecnológico muy alto.	RCP2.6 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 421 ppm.										
A2 Población continua en incremento, desarrollo tecnológico y económico bajo.	RCP4.5 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 538 ppm.										
B1 Población máxima a mediados del s. XXI, desarrollo tecnológico y económico alto.	RCP6.0 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 670 ppm.										
B2 Población en incremento, desarrollo tecnológico y económico medio.	RCP8.5 Concentraciones de CO ₂ al año 2100 llegan a 936 ppm.										
Interpretación	La información generada en los escenarios de precipitación y temperatura es usualmente presentada en número netos, es decir la temperatura o precipitación esperada para un horizonte temporal específico y en términos de anomalía, lo cual consiste en generar la diferencia entre el valor de la línea base y lo esperado según los escenarios (presentado en número netos para temperatura y en proporción del cambio para precipitación). Ambos valores deben ser interpretados en contraste con la línea base y considerando las implicaciones prácticas de los valores esperados según las características de la variable.										
Limitaciones o supuestos	- Los modelos señalan tendencias a largo plazo, no reflejan la variabilidad interanual. - El subregistro de datos meteorológicos a escalas temporales y espaciales (poca densidad de estaciones meteorológicas a nivel nacional con información de al menos 30 años) limita la calibración de los modelos. - La información utilizada generalmente tiene resolución espacial adecuada para el análisis nacional, más no local.										

Ejemplo

Considerando los registros históricos del periodo 1970 – 2000 como línea de base, los escenarios de emisiones GEI A2 y B1 y el modelo de circulación HadCM3, el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) ha desarrollado escenarios de precipitación y temperatura para diferentes periodos de interés² y regiones climáticas³.

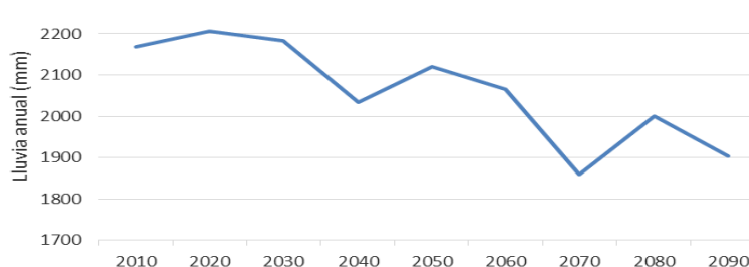


Regiones climáticas de Guatemala, tomado de INSIVUMEH

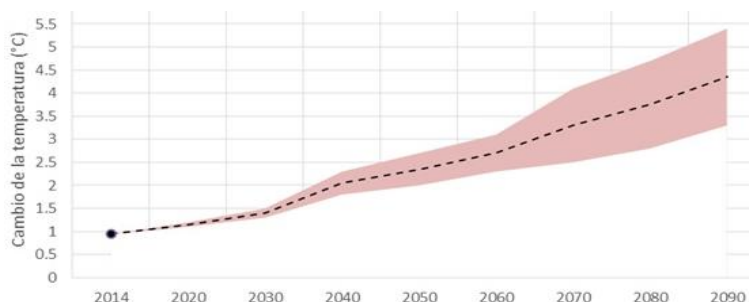
Anomalías de precipitación y temperatura estimadas para los periodos de interés 2030s y 2050s por región climática de Guatemala, usando el escenario de emisiones A2. Tomado de MARN 2015.

Región climática	Precipitación anual (mm) línea base	Anomalía de precipitación total (%)		Temperatura anual (°C) línea base	Anomalía de temperatura media (°C)	
		2030s	2050s		2030s	2050s
Pacífico	1579.6	-6.3	-8.1	26.8	1.5	2.8
	1519.6	-7.1	-9.7	27.4	1.6	2.9
Bocacosta	3271.8	-5.3	-7.1	24.1	1.5	2.7
	3725.5	-3.1	-4.8	26	1.4	2.7
Occidente	884.5	-7.4	-10.3	14	1.4	2.6
	1046.3	-4	-4.8	17.8	1.3	2.6
Altiplano Central	1204.5	-18.3	-25.4	20	1.3	2.3
	1067.6	-16	-21.5	16.4	1.4	2.4
Valles del Oriente	758.3	-14.7	-20.7	27.5	1.5	2.8
	1378.1	-8.5	-11.9	26.8	1.6	2.9
Franja Transversal	2203.2	-7.8	-12.5	18.8	1.3	2.3
Caribe	3267.9	-6.9	-13.5	25.8	1.5	2.6
Petén	1739.3	-5.6	-10.6	25.9	1.6	3.1

Los resultados de estos escenarios permiten apreciar que la precipitación total anual a nivel nacional tiende a disminuir, mientras que la temperatura media tiende a aumentar.



Tendencia de la precipitación anual a nivel nacional, escenario de emisiones A2



Tendencia de la temperatura media anual a nivel nacional, escenario de emisiones A2

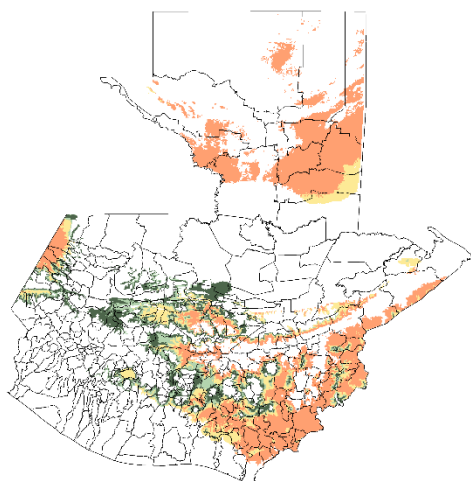
Referencias

1. Cifuentes-Jara, M. ABC del cambio climático en Mesoamérica. (2010).
2. MARN. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. (2015).
3. INSIVUMEH. Mapa de regiones climáticas de Guatemala. Disponible en: http://www.insivumeh.gob.gt/?page_id=982. Acceso: 31 julio 2018)

Impacto potencial del cambio climático en los cultivos

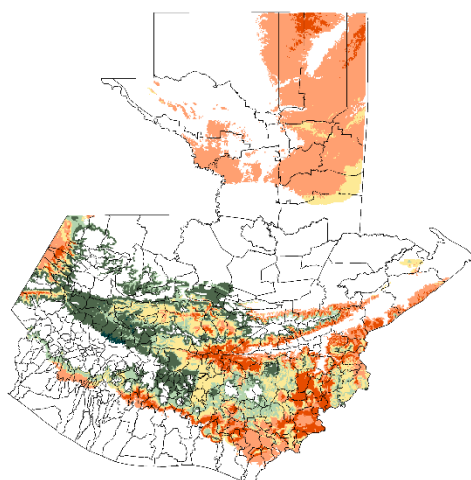
Importancia	La agricultura, un pilar de las economías rurales y de la seguridad alimentaria de los sectores más pobres del país, es uno de los sectores más vulnerables al cambio climático. Los cambios estimados en la precipitación y temperatura futuras pueden ser combinados con las características de granos básicos, café y otros cultivos relacionados con la seguridad alimentaria y empleo rural, para así conocer los impactos esperados del cambio climático en estos cultivos. En general, se esperan mayores temperatura y reducción de la disponibilidad de agua para los cultivos, y estos cambios conllevarán cambios en la aptitud de los diferentes municipios para sostener sus principales cultivos. La proyección de estos cambios puede servir de punto de partida para identificar medidas de adaptación del sector.
Sector(es)	Agricultura y seguridad alimentaria
Tema(s)	Ciencias del clima
Cálculo	El indicador forma parte de un proyecto realizado por el Centro de Investigación en Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) para América Central. El proyecto usó el modelo Ecocrop y parámetros de cultivos prioritarios (café, frijol y maíz, entre otros) para determinar la respuesta de estos cultivos a cambios en la precipitación y la temperatura. El cálculo de aptitud climática se hace para el periodo de referencia (últimas décadas del siglo pasado y un periodo futuro). La modelación de la aptitud climática para el periodo futuro emplea 19 modelos climáticos globales del escenario A2 del cuarto informe de evaluación del IPCC, mientras que la del periodo de referencia utiliza datos de WorldClim. Mayor descripción del cálculo puede revisarse en Bouroncle y colaboradores (2017) ¹.
Interpretación	Cuanto mayor es el valor negativo del indicador, mayor es la pérdida de aptitud climática del territorio para sostener el cultivo. Cuanto mayor es el valor positivo del indicador, mayor es la ganancia del territorio de aptitud climática para el cultivo.
Limitaciones o supuestos	- El modelo Ecocrop no considera los efectos de sequías, lluvias extremas, tormentas tropicales y otros fenómenos relacionados con la variabilidad climática en los cultivos. - El modelo puede descartar de la modelación zonas importantes para los cultivos, al asumir que no hay aptitud climática para su desarrollo. Esto se ve, por ejemplo, en el mapa de cambio de aptitud climática para el cultivo de café (ver ejemplo). El mapa no incluye municipios de departamentos donde el cultivo del café es importante, como San Marcos y Quetzaltenango. - Finalmente, los datos que alimentan las variables climáticas del modelo provienen son relativamente gruesos, y capturan necesariamente el detalle de los cambios a una escala fina. Por eso, este indicador debe considerarse como la muestra de una tendencia a nivel municipal. - La ganancia de aptitud climática debe tomarse con precaución. Por ejemplo, los territorios que ganan aptitud climática para el cultivo de café en las zonas altas y menos cálidas pueden ya estar ocupados por otros usos del suelo como zonas urbanas y áreas protegidas importantes para la recarga y provisión de agua.
Ejemplo	Los cambios de temperatura y precipitación medias que se prevén para el año 2030 tendrán impactos en la agricultura de todo el país. Por ejemplo, es probable que las áreas aptas para el cultivo del café y del frejol cambien en el futuro. Algunos municipios aganarán aptitud productiva para su cultivo, sobre todo en las zonas más altas, otros la perderán. La capacidad de las familias agricultoras para adaptarse a estos cambios, tanto si representan una pérdida o una ganancia, dependerá de su acceso a diferentes recursos que les permita innovar y la capacidad de mantener ecosistemas saludables ² .

En los mapas se aprecia cómo dos cultivos tienen diferente sensibilidad al impacto potencial del cambio climático.



Cambios de aptitud climática proyectada para el periodo 2020 – 2049 (2030s) considerando el escenario de emisiones A1B, café (arriba) y frejol (abajo)

categorías	cambio aptitud climática (%)
pérdida mayor	-40 o menos
pérdida media	-40 a -20
pérdida menor	-20 a 0
ganancia menor	0 a 20
ganancia media	20 a 40
ganancia mayor	40 o más



cambio medio de aptitud climática (%)	# municipios	
	café	frejol
pérdida mayor (-60 a -40)		7
pérdida media (-40 a -20)	47	63
pérdida menor (-20 a 0)	58	59
ganancia menor (0 a 20)	47	58
ganancia media (20 a 40)	66	74
municipios no abarcados por el modelo	113	70

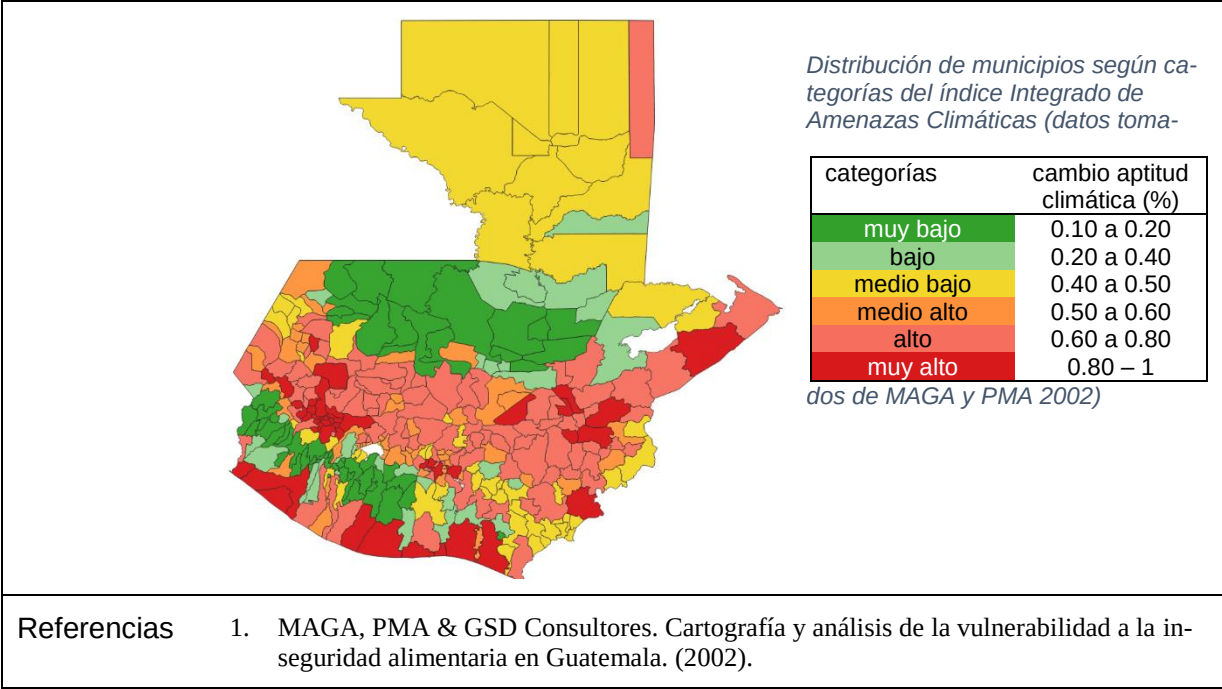
Número de municipios que pierden o ganan aptitud climática para el cultivo de café y frejol, considerando proyecciones de cambios de temperatura y precipitación medias en los 2030s, escenario de emisiones A1B

Referencias

1. Bouroncle, C. et al. Mapping climate change adaptive capacity and vulnerability of smallholder agricultural livelihoods in Central America: ranking and descriptive approaches to support adaptation strategies. *Clim. Chang.* 141, 123–137 (2017).
2. Bouroncle, C. et al. La agricultura de Guatemala y el cambio climático: ¿dónde están las prioridades para la adaptación? 8 (2015).

Índice Integrado de Amenazas Climáticas

Importancia	Más allá de los eventos extremos, las amenazas de origen hidrometeorológico son rasgos biofísicos permanentes del país que afectan recurrentemente a la población y sus actividades productivas. El IIAC, elaborado por el MAGA en colaboración con el Programa Mundial de Alimentos (PMA) en 2002 ¹ , combina las amenazas a la seguridad alimentaria provocada por heladas, inundaciones y sequías, señalando las zonas del país más expuestas a estas condiciones.
Sector(es)	Agricultura y Seguridad Alimentaria
Tema(s)	Ciencias del clima
Cálculo y umbrales	El IIAC considera una media ponderada de índices de tres amenazas por municipio: - Amenazas por sequías (60%): considera el índice de aridez, la precipitación y la evapotranspiración media anual y la susceptibilidad a sequías (probabilidad) - Amenazas por inundaciones (20%): considera años con eventos de inundación y el número de eventos por inundación - Amenazas por heladas (20%): considera la susceptibilidad a heladas (probabilidad) MAGA y PMA (2002) señalan que la sequía tiene un mayor peso en el índice porque tiene ciclos más prolongados que el ciclo agrícola y tiende a aumentar en severidad y cobertura geográfica. Ver detalles del cálculo en el Anexo 1 de MAGA y PMA (2002). El IIAC puede tener valores entre 0 y 1, donde 1 representa el máximo nivel de amenazas climáticas usando los criterios mencionados. MAGA y PMA establecen seis categorías o niveles de amenaza: Muy Bajo (0. – 0.2), Bajo (0.2 – 0.4), Medio bajo (0.4 – 0.5), Medio alto (0.5 – 0.6), Alto (0.6 – 0.8) y Muy alto (0.8 – 1).
Interpretación	A mayor Índice Integrado de Amenazas Climáticas, mayor exposición de la agricultura y de la seguridad alimentaria de la población del municipio a los efectos del cambio climático.
Limitaciones o supuestos	- Es importante evaluar si el cálculo del IIAC puede ser actualizado con los datos disponibles actualmente. - Puede subvalorar la exposición de algunos territorios propensos a inundaciones
Ejemplo	El mapa muestra los municipios del país clasificados según las diferentes categorías del Índice Integrado de Amenazas Climáticas. Este mapa muestra altos focos de amenazas climáticas en la costa del Pacífico (por influencia de sequías e inundaciones), en las zonas altas de Occidente - San Marcos, Quetzaltenango y Huehuetenango (por heladas, y sequías en algunos municipios), y en municipios de Oriente, principalmente por sequías e inundaciones. Según este índice, la producción agrícola de estos municipios está más expuesta a estas amenazas climáticas. Los resultados del análisis, resumidos por los autores señala que aproximadamente un tercio de los municipios del país están en las categorías de muy alta y alta vulnerabilidad.



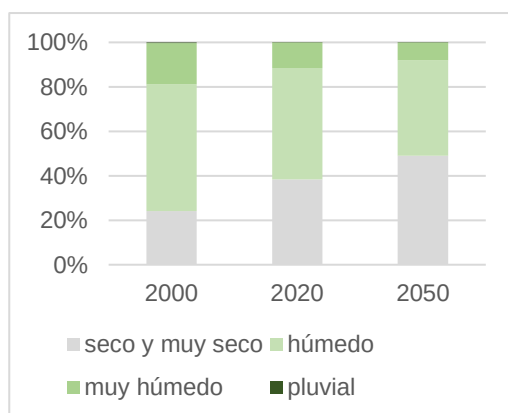
Impacto potencial del cambio climático en las zonas de vida de Holdridge

Importancia	En Guatemala se esperan cambios en la precipitación (tanto en cantidad total anual como en distribución temporal a lo largo del año) y en la temperatura (ver protocolo “Escenarios climáticos”). ¿Cuáles van a ser los impactos del cambio climático en los sistemas naturales? ¹ . Para responder esta pregunta, se relacionan los escenarios de cambios en el clima con clasificación de zonas de vida propuestas por Holdridge (la cual considera la temperatura y precipitación como variables centrales) a través una modelación climática ² . Con los resultados, se puede comparar la distribución de las zonas de vida (ecosistemas de Guatemala) actuales, con su distribución futura.
Sector(es)	Biodiversidad, Forestal
Tema(s)	Ciencias del clima
Cálculo	Se usa el mapa de zonas de vida de Holdridge actual como línea de base, el cual usa información climática histórica, biotemperatura y regiones latitudinales e identifica 15 zonas de vida de acuerdo con el diagrama triangular propuesto por Holdridge. Para estimar los cambios en la distribución espacial de las zonas de vida en Guatemala se generan distintos escenarios de precipitación y temperatura para distintos horizontes temporales futuros y se genera nuevos mapas de distribución de las zonas de vida. El estudio realizado por el IARNA ² usó los escenarios de cambio climático A2 y B2 propuestos por el IPCC en 2007, el modelo de circulación del clima global HADCM3 del Hadley Center del Reino Unido e utiliza información climática de la base de datos mundial WorldClim con resolución espacial de 1 km. Finalmente, se calculan los cambios de distribución espacial de las zonas de vida y la proporción que ocupan.
Interpretación	Los cambios del clima implican que las zonas de vida relacionadas con climas calientes y secos se expanden en el futuro, mientras los ecosistemas húmedos se reducen. Esto tiene múltiples implicaciones no solo para la biodiversidad sino también para los servicios que esta provee a la sociedad, como la recarga y regulación hídrica ³ .
Limitaciones o supuestos	- La clasificación de ecosistemas por zonas de vida de Holdridge no considera factores (climáticos y no climático) como: cambios de dióxido de carbono en la atmósfera, estacionalidad y variabilidad climática o la dinámica local de la cobertura de suelo ². - La clasificación de zonas de vida es objetiva ya que: i) parte de datos cuantitativos y georreferenciados, ii) está basada en los principios de clasificación climática y de vegetación, iii) refleja el efecto de factores que controlan los ecosistemas (clima principalmente tres factores: biotemperatura media anual, precipitación pluvial anual y evapotranspiración anual, aportes del suelo, geomorfología y factores biótico), iv) versatilidad para trabajar en diferentes escalas, entre otras razones ².
Ejemplo	El estudio elaborado por el IARNA en 2012 estima los cambios en la proporción de superficie bajo las distintas zonas de vida en Guatemala según año base 2000 y escenarios A2 y B2. En este ejemplo presentamos los resultados para los años 2020 y 2050 considerando el escenario A2. Algunos aspectos más saltantes de sus resultados son: - Actualmente el bosque húmedo premontano tropical es la zona de vida con mayor cobertura. - Para 2020 se estima que la zona de vida con mayor cobertura será el bosque tropical seco, el cual ocupa la tercera posición en importancia por cobertura en el año 2000. - A mediados de siglo la zona de vida bosque tropical seco ocuparía la mayor parte del territorio, y desaparecerían dos zonas de vida: bosque húmedo montano tropical y bosque pluvial montano.

- Las zonas de vida muy húmedas disminuyen y aumentan las secas y muy secas.

Zona de vida	2000 (%)	2020s (%)	cambio	2050s (%)	cambio
Bosque muy seco tropical	0.8	1.6	0.8	2.9	2.1
Bosque seco tropical	19.9	32.2	12.3	41.0	21.1
Bosque seco premontano tropical	3.3	4.0	0.6	4.6	1.3
Bosque seco montano bajo tropical	0.1	0.7	0.7	0.5	0.4
Bosque húmedo tropical	21.0	22.9	1.9	22.1	1.6
Bosque húmedo premontano tropical	25.0	18.4	6.7	14.3	10.7
Bosque húmedo montano bajo tropical	11.0	8.8	2.3	6.5	4.6
Bosque húmedo montano tropical	≤ 0.1	≤ 0.1	0.02		0.04
Bosque muy húmedo tropical	1.3	1.0	0.2	1.9	0.6
Bosque muy húmedo premontano tropical	12.8	8.1	4.6	5.2	7.6
Bosque muy húmedo montano tropical	2.1	1.1	1.0	0.5	1.7
Bosque muy húmedo montano bajo tropical	2.4	1.1	1.2	0.6	1.8
Bosque pluvial premontano tropical	0.3	0.1	0.2	≤ 0.1	0.3
Bosque pluvial montano tropical	≤ 0.1	≤ 0.1	0.02	≤ 0.1	0.03
Monte pluvial subalpino tropical	≤ 0.1	≤ 0.1	0.03		0.03

Proporción del territorio nacional ocupado por diferentes zonas de vida de Holdridge en el presente, y en dos horizontes de tiempo futuro según el escenario de emisiones A2. En negritas se muestran valores de proporción ocupada por la zona de vida predominante y en rojo las reducciones con respecto al año base (Tomado de IARNA 2012).



Proporción del territorio nacional ocupado por diferentes grupos de zonas de vida en el presente, 2020 y 2050 según el escenario de emisiones A2. Elaborado con datos de IARNA 2012.

Algunos efectos previsibles del cambio climático sobre los ecosistemas naturales son los siguientes ¹:

- Expansión de zonas de vida secas y muy secas, simplificación de sus ecosistemas, aumento de condiciones inflamables de la vegetación, pérdida de carbono del suelo.
- Reducción significativa de zonas de vida húmedas y muy húmedas por debajo de 1000 msnm, probabilidad de ocupar rangos altitudinales superiores, simplificación de sus ecosistemas, disminución de biomasa y aumento de condiciones inflamables.
- Zonas de vida muy húmedas por encima de 1000 msnm: especies ocuparan rangos altitudinales mayores, especies con mayor tolerancia a sequía mantienen nichos ecológicos.
- Zonas de vida pluviales: disminución en los niveles de nubosidad, significativa reducción de los ecosistemas típicos de esta zona de vida, irrupción de especies invasoras.

Los mapas de zonas de vida bajo escenarios de emisiones A2 y B2 para los diferentes horizontes temporales pueden consultarse en el documento elaborado por IARNA (2011).

Referencias

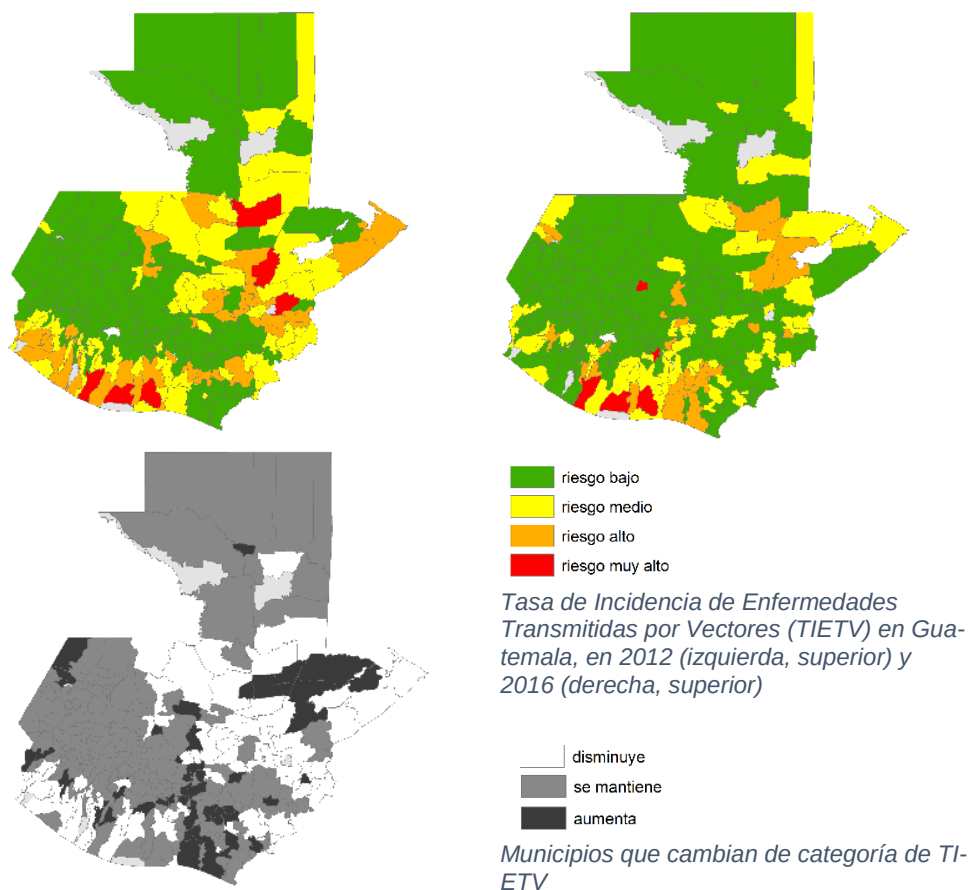
- IARNA. Estudio de caso, en Perfil Ambiental de Guatemala 2010- 2012 (2012).
- IARNA. Evaluación de los impactos del cambio climático en los ecosistemas de Guatemala, en Cambio climático y biodiversidad (2011).
- Jiménez, M., Chain, A. & Locatelli, B. Efectos del cambio climático en la distribución de zonas de vida en Centroamérica. *Recur. Nat. y Ambient.* 59–60, 32–40 (2010).

Incidencia de enfermedades vectoriales

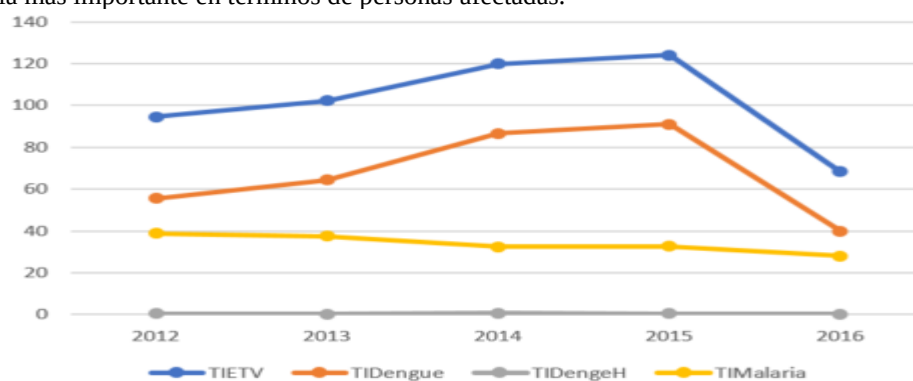
Importancia	El cambio climático constituye una importante amenaza para la salud pues los cambios locales en temperatura y precipitación pueden alterar la distribución de enfermedades transmitidas por el agua y vectores. Condiciones más cálidas y húmedas favorecen el desarrollo de distintos insectos vectores como mosquitos, sin embargo, la propagación de las enfermedades transmitidas por vectores (ETV) depende de la combinación de una amplia gama de factores tanto sociales como ecológicos ². La presencia de cinco ETV es monitoreada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala (MSPAS), estas son: Chikunguña, dengue, dengue hemorrágico, malaria y zika. Conocer los cambios en su distribución espacial y población afectada a través del tiempo proporciona información de importancia en el contexto de cambio climático.										
Sector(es)	Salud pública										
Tema(s)	Vulnerabilidad										
Cálculo y umbrales	La Tasa de Incidencia de ETV (TIETV) puede ser monitoreada por municipio. Para comparar la presencia por unidades que generalmente tienen distintos tamaños, se utiliza la razón simple entre el número de afectados, reportados a través del Sistema de Información Gerencial de Salud (SIGSA²) y la población total por unidad geográfica. Se expresa en términos de cada 100,000 habitantes. $TIETV = \left(\frac{A1 + A2 + A3 + \dots + An}{población\ total\ municipio} \right) \times 100,000$ A= casos nuevos de personas afectadas en el periodo de referencia (generalmente anual) n= Enfermedades monitoreadas Los municipios se clasifican de acuerdo con las categorías propuestas por la Organización Panamericana de Salud en su estudio sobre incidencia del Dengue en las Américas (citado por Romero- Ruíz et al. 2016³). A pesar de que estos rangos son establecidos para monitoreo de dengue se asume el principio precautorio y se utiliza para este índice general. Cuando son analizadas de manera individual cada ETV pueden tener umbrales distintos, de acuerdo con lo establecido por el MSPAS. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categoría</th><th>Tasa de Incidencia afectados / por cada 100,000 hab.</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Riesgo muy alto</td><td>> 1,000</td></tr> <tr> <td>Riesgo alto</td><td>201 – 1,000</td></tr> <tr> <td>Riesgo medio</td><td>51 - 200</td></tr> <tr> <td>Riesgo bajo</td><td>0 - 50</td></tr> </tbody> </table>	Categoría	Tasa de Incidencia afectados / por cada 100,000 hab.	Riesgo muy alto	> 1,000	Riesgo alto	201 – 1,000	Riesgo medio	51 - 200	Riesgo bajo	0 - 50
Categoría	Tasa de Incidencia afectados / por cada 100,000 hab.										
Riesgo muy alto	> 1,000										
Riesgo alto	201 – 1,000										
Riesgo medio	51 - 200										
Riesgo bajo	0 - 50										
Interpretación	La expansión de enfermedades transmitidas por vectores expresa el aumento de la vulnerabilidad de la población.										
Limitaciones o supuestos	- Las estadísticas de salud son comparables entre los distintos años de medición y no hay subregistro en áreas rurales remotas. - El aumento en la tasa de incidencia no solo está en función del cambio en distribución de los agentes vectores o el aumento de estos, sino también en función de acciones sociales de prevención y erradicación de los vectores. Por lo tanto, el índice incluye el efecto de todos estos factores, pero no es posible desagregarlos.										

Ejemplo

La TIETV disminuye entre el año 2012 y 2016 (mapas superiores), sin embargo, algunos municipios pasan de una categoría de bajo riesgo a mediano o alto (municipios en gris oscuro).



En los años 2014 y 2015 hay mayor incidencia de enfermedades vectoriales siendo el dengue la más importante en términos de personas afectadas.



Evolución de las Tasas de Incidencia de Enfermedades de Transmisión Vectorial (TIETV) y de las tasas de tres ETV principales.

Referencias

1. MARN. Segunda Comunicación Nacional sobre de Cambio Climático. (2015)
2. SIGSA. <http://sigsa.mspas.gob.gt/datos-de-salud/morbilidad/enfermedades-transmitidas-por-vectores>

3. Romero-Ruíz y otros. 2016. Sistema Nacional de Indicadores de Adaptación al CC: propuesta de protocolos de indicadores incluidos en el sistema. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2016).

Daños y pérdidas por eventos extremos

Importancia	La ubicación del país en el Istmo Centroamericano hace que esté muy expuesto a eventos hidrometeorológicos extremos, como lluvias y sequías, que causan daños y pérdidas principalmente en varios sectores.		
Sector(es)	Agricultura y Seguridad Alimentaria, Recursos Hídricos, Transporte, Infraestructura - Urbanización		
Tema(s)	Vulnerabilidad		
Cálculo y umbrales	Las estadísticas de riesgo y desastres naturales de Guatemala consideran como riesgos naturales hidrometeorológicos los huracanes, inundaciones, sequías y granizadas ¹. Esta clasificación estadística considera daños a personas, viviendas, puentes y carreteras y escuelas según el siguiente esquema: <table> <tr> <td> - personas - viviendas - puentes y carreteras - escuelas </td><td> - en riesgo - afectadas - damnificadas - evacuadas - albergadas - desaparecidas - heridas - evacuadas - fallecidas - con daño leve - dañadas - destruidas - tramos dañados - tramos destruidos - puentes destruidos - con daño leve - dañadas - destruidas </td></tr> </table> A este esquema se debe sumar al menos los daños y pérdidas de cultivos principales recogidos por el MAGA. Es posible reportar el impacto económico en viviendas y otro tipo de infraestructura de los eventos extremos en términos de PIB nacional (ver ejercicio realizado por IARNA – URL para eventos naturales seleccionados en el periodo 1994 – 2010 en Guatemala ²).	- personas - viviendas - puentes y carreteras - escuelas	- en riesgo - afectadas - damnificadas - evacuadas - albergadas - desaparecidas - heridas - evacuadas - fallecidas - con daño leve - dañadas - destruidas - tramos dañados - tramos destruidos - puentes destruidos - con daño leve - dañadas - destruidas
- personas - viviendas - puentes y carreteras - escuelas	- en riesgo - afectadas - damnificadas - evacuadas - albergadas - desaparecidas - heridas - evacuadas - fallecidas - con daño leve - dañadas - destruidas - tramos dañados - tramos destruidos - puentes destruidos - con daño leve - dañadas - destruidas		
Interpretación	A mayores daños y pérdidas causados por eventos hidrometeorológicos, mayor vulnerabilidad de las personas y diferentes sectores al cambio climático. Además, los costos de remediación implican gastos al país que podrían ser invertidos en prevención – adaptación.		
Limitaciones o supuestos	No identificados.		
Ejemplo	La pérdida de vidas humanas y de viviendas, así como las viviendas dañadas y las personas afectadas por cada 100 mil habitantes, tuvieron una tendencia creciente durante el periodo 1990-2011. Las tormentas tropicales del año 2010 (Agatha y Alex) intensificaron esta ten-		

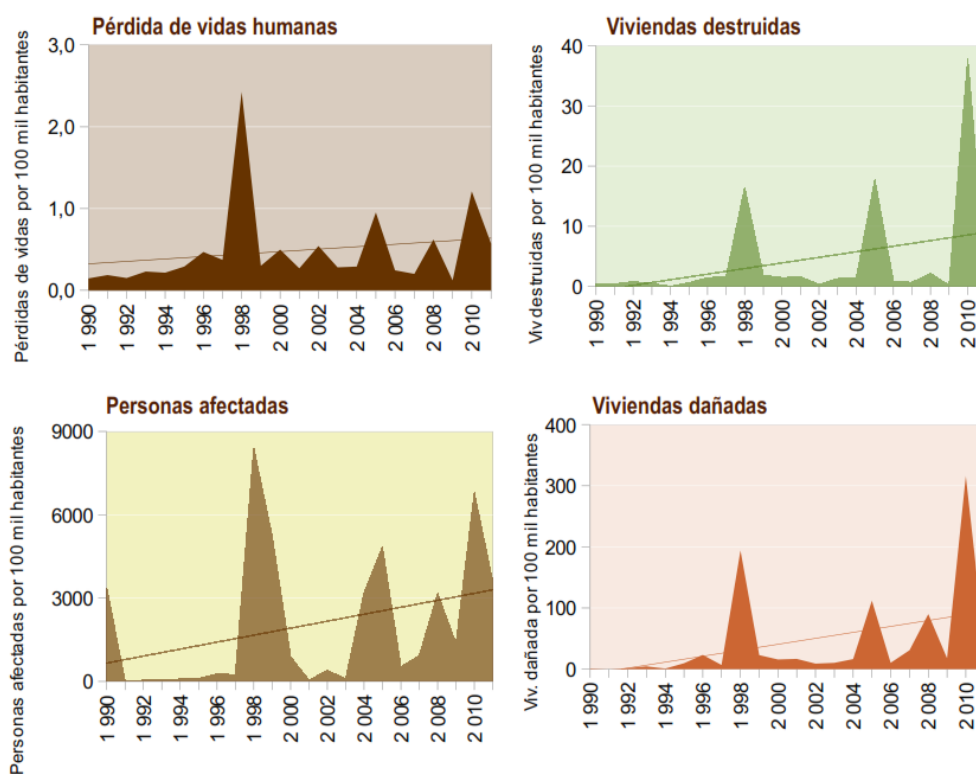
dencia. Las tendencias crecientes de los daños y pérdidas estuvieron estrechamente relacionadas con la gran cantidad de impactos extensivos que generaron el Huracán Mitch en 1998, la Tormenta tropical Stan en 2005 y las Tormentas Tropicales Agatha y Alex en 2010.

Con estos últimos desastres se pasó de un promedio de 29 viviendas dañadas y 1658 personas afectadas por cada 100 mil habitantes en el periodo 1990-2009, a 315 viviendas dañadas y 6789 personas afectadas por cada 100 mil habitantes, en el año 2010 (Texto y gráfico tomados literalmente de UNISDR y Corporación OSSO 2013)³.

Los gráficos muestran una tendencia creciente de datos y pérdidas relacionadas con eventos extremos.

Daños y pérdidas por cada 100 mil habitantes, eventos hidrometeorológicos y climáticos, 1990 - 2011

Manifestaciones extensivas del riesgo



Referencias

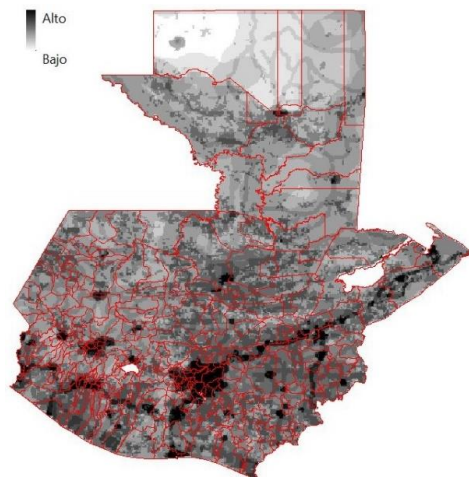
1. INE. Compendio Estadístico Ambiental 2011. (2011).
2. IARNA-URL. Perfil Ambiental de Guatemala 2010 - 2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. (2012).
3. UNISDR & Corporación OSSO. Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe, 1990-2011. (2013).

Índice de Influencia Humana (“Huella Humana”)

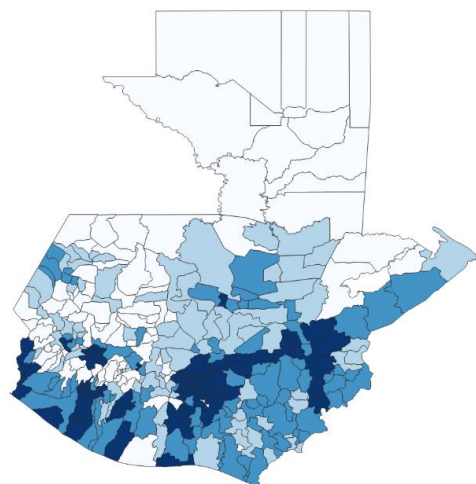
Importancia	El Índice de Influencia Humana (IIH), elaborado por la Sociedad para la Conservación de la Vida Silvestre y el Centro para la Red Internacional de Información de Ciencias de la Tierra (CIESIN) en la Universidad de Columbia (WCS y CIESIN respectivamente), es una medida de la influencia humana directa en los ecosistemas terrestres. El índice cuantifica el efecto antrópico en los ecosistemas considerando diferentes factores: presión por población humana, accesibilidad, transformación del paisaje e infraestructuras de energía eléctrica. El IIH es un insumo para medir la vulnerabilidad del país o la probabilidad de ser transformada en un futuro cercano. El uso de esta medida está justificado especialmente como insumo para ordenar el uso y la ocupación del territorio con el propósito de satisfacer las expectativas y aspiraciones de la población y los objetivos económicos, sociales, culturales y ambientales del desarrollo ¹.
Sector(es)	Biodiversidad / Ecosistemas y Áreas Protegidas
Tema(s)	Vulnerabilidad
Cálculo y umbrales	El IIH se produce a través de una superposición de capas de datos que representan la ubicación espacial de factores que presuntamente influyen en la vulnerabilidad de los ecosistemas. El cálculo define puntuaciones para los píxeles de 1 km² de ocho capas de información según categorías establecidas para las siguientes variables: - Densidad de población - Distancia a línea férrea - Distancia a carreteras principales - Distancia a ríos navegables - Distancia a línea costera - Estabilidad de luces nocturnas - Polígonos urbanos - Cobertura del suelo El IIH puede tener valores entre 0 y 64. El valor cero representa la ausencia de influencia humana y 64 representa la máxima influencia humana posible usando los criterios mencionados. Las categorías y los puntajes utilizados en el cálculo se muestran en el cuadro al final de este protocolo. La estimación del IIH reportada por ECS y CIESIN para el periodo 1995 -2004 en formato ráster para el área del país sirve como base para el cálculo de una media del IIH para cada municipio usando herramientas de Análisis Espacial de programas SIG. Los municipios pueden entonces ordenarse de acuerdo con su valor medio de IIH y distribuirse en cuartiles.
Interpretación	A mayor IIH, mayor efecto antrópico en los ecosistemas, y por lo tanto mayor degradación y capacidad de recuperación, por lo que se asume mayor vulnerabilidad de los ecosistemas al cambio climático.
Limitaciones o supuestos	- Los conjuntos de datos se seleccionaron por su cobertura, consistencia, disponibilidad y relevancia, pero proporcionan una descripción incompleta de la influencia humana en la naturaleza. Por ejemplo, el análisis está limitado al ámbito terrestre, porque se necesitaría un conjunto diferente de datos para mapear la influencia humana en los océanos. Los efectos de la contaminación, el calentamiento global, el aumento de la exposición a la radiación ultravioleta y otros fenómenos mundiales, aunque tienen consecuencias importantes para los ecosistemas terrestres, no están incluidos (Sanderson et al 2002). - El Índice tiene solo una medición correspondiente al periodo 1995 – 2004.

Ejemplo

La versión disponible del IIH muestra para Guatemala, tanto en la versión ráster (mapa superior) como en la clasificación de municipios según su IIH en cuartiles (mapa inferior), una alta huella humana en los ecosistemas del sur y centro del país, principalmente alrededor de centros urbanos y corredores económicos.



Distribución de valores de IIH en el territorio nacional. Elaborado con datos de WCS, CIESIN – Columbia University, 2005 ².



Municipios según categorías de valores medios del IIH. Elaborado con datos de WCS, CIESIN – Columbia University, 2005.

Categorías	Rango IIH
Menor	6.4 – 21.9
Medio inferior	21.9 – 25.4
Medio superior	25.4 – 28.8
Mayor	28.8 – 53.6

Referencias

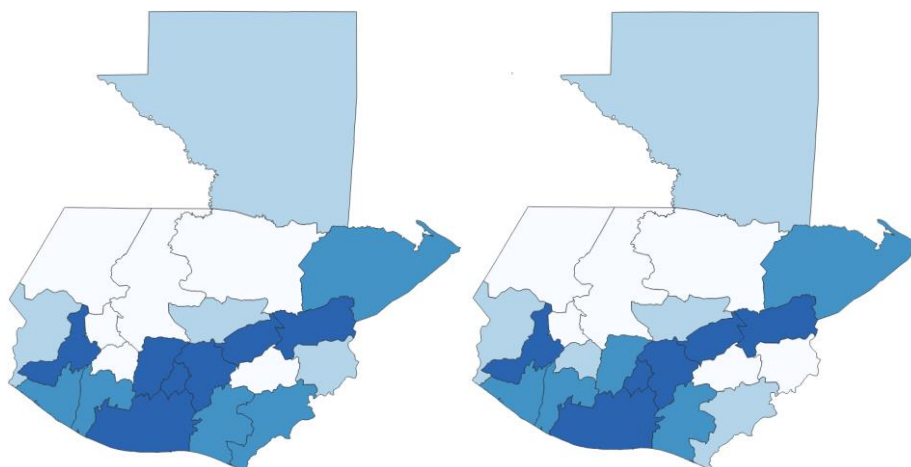
1. Sanderson, E. W. et al. The Human Footprint and the Last of the Wild. Bioscience 52, 891 (2002).
2. WCS & CIESIN - Columbia University. Last of the Wild Project, Version 2, 2005 (LWP-2): Global Human Influence Index (HII) Dataset (IGHP). Palisades, NY: NASA Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). (2005). <http://dx.doi.org/10.7927/H46W980H>. (Acceso: 13th julio 2018)

Variables, categorías y puntajes usados para el cálculo del Índice de Influencia Humana

Variable	Categoría	Puntaje
Densidad de población	0 - 0.5	
	0.6 - 1.5	1
	1.6 - 2.5	2
	2.6 - 3.5	3
	3.6 - 4.5	4
	4.6 - 5.5	5
	5.6 - 6.5	6
	6.6 - 7.5	7
	7.6 - 8.5	8
	8.6 - 9.5	9
	> 9.5	10
Distancia a línea férrea	Dentro de 2 km de ferrocarriles	8
	Más allá de 2 km de vías férreas	0
Distancia a carreteras principales	Dentro de 2 km de carreteras principales	8
	Dentro de 2 a 15 km de carreteras principales	4
	Más allá de 15 km de carreteras principales	0
Distancia a ríos navegables	Dentro de 15 km de ríos navegables	4
	Más allá de 15 km de ríos navegables	0
Distancia a línea costera	Dentro de 15 km de costas	4
	Más allá de 15 km de costas	0
Estabilidad de luces nocturnas	0	0
	1-38	3
	39 - 88	6
	> = 89	
Polígonos urbanos	Dentro de los polígonos urbanos	10
	Fuera de polígonos urbanos	0
Cobertura del suelo	Zonas urbanas	10
	Agricultura de regadío	8
	Agricultura de secano	3
	Otros tipos de cobertura, incluidos los bosques, la tundra y los desiertos	0

Índice de Desarrollo Humano

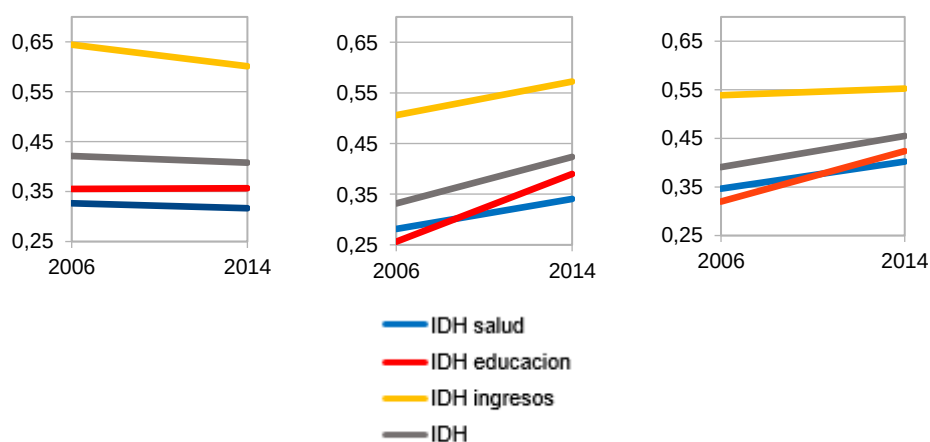
Importancia	El Índice de Desarrollo Humano (IDH) elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) señala que la ampliación de las oportunidades de las personas debe ser el criterio más importante para evaluar los resultados en materia de desarrollo. El IDH mide el progreso en tres dimensiones básicas del desarrollo humano: disfrute de una vida larga y saludable, acceso a educación y vida digna.
Sector(es)	• Transversal
Tema(s)	• Vulnerabilidad
Cálculo y umbrales	Los subíndices utilizados en los informes de IDH realizados por PNUD en Guatemala en los años 2000, 2006, 2011 y 2014 son: • Salud en los hogares: protección de salud, número de personas por dormitorio, tipo de acceso a agua y saneamiento y tipo de piso en la vivienda. • Educación: incluye la esperanza educativa en niños y la escolaridad alcanzada por adultos mayores de 25 años. • Nivel de vida: incluye el ingreso laboral y no laboral familiar, ajustado a precios internacionales (en dólares PPA per cápita). Ingresos laborales y no laborales per cápita. El cálculo considera la media geométrica de los tres subíndices, en donde cada subíndice es igual a la media de los valores normalizados de cada indicador (ver detalles en PNUD 2016¹). El IDH puede tener valores entre 0 y 1. Las mediciones del IDH a nivel departamental reportadas por PNUD para 2006 y 2014 se basan en las Encuestas Nacionales de Condiciones de Vida (ENCOVI). Siguiendo la metodología global, los departamentos se ordenan de acuerdo con el valor de su IDH y se distribuyen en cuartiles. Los umbrales de los cuartiles varían de una medición a otra (ver ejemplo).
Interpretación	Cuanto mayor es el IDH de la población de un departamento, mayor es su capacidad para tomar acciones efectivas para la adaptación.
Limitaciones o supuestos	• Se compone de resultados de desarrollo humano a largo plazo. Por lo tanto, no refleja los logros de desarrollo humano a corto plazo. • Tiene las limitaciones de las medidas compuestas, pero es importante mantenerlo simple para garantizar su aceptabilidad, comprensión y predictibilidad. • Al ser una medida promedio, enmascara desigualdades dentro de las unidades analizadas. La desagregación del IDH en términos de género, regiones y grupos étnicos puede desenmascarar el IDH y puede para la formulación de políticas.
Ejemplo	Los reportes de IDH para los departamentos de Guatemala permiten distribuirlos en cuatro grupos (cuartiles) siguiendo la metodología a nivel global. Existen amplias diferencias en estas mediciones. Por ejemplo, en 2006, el IDH de Guatemala (0.65) casi duplica el de Alta Verapaz (0.34).



Categorías	IDH 2006	IDH 2014
Menor	0.33 – 0.39	0.37 – 0.44
Medio inferior	0.39 – 0.42	0.44 – 0.46
Medio superior	0.42 – 0.47	0.46 – 0.51
Mayor	0.47 – 0.65	0.51 – 0.61

Departamentos de Guatemala según categorías del Índice de Desarrollo Humano, 2006 (izquierda) y 2014 (derecha) (Elaborado con datos de PNUD 2016 ²)

También hay cambios entre ambos años. Quiché permaneció en el cuartil más bajo, pero subió su índice de 0.33 a 0.42; mientras Sololá aumentó su índice de 0.39 a 0.46, pasando del cuartil 4 (el de menor IDH) al 3. En ambos casos, el aumento del IDH se debe principalmente a un mejor desempeño del subíndice de educación.



Evolución del IDE y sus componentes en los departamentos de Chiquimula (izquierda), Quiché (centro) y Sololá (derecha) (elaborado con datos de PNUD 2016 ²)

Referencias

1. PNUD. Más allá del Conflicto, Lucha por el Bienestar: Informe Nacional de Desarrollo Humano 2015/2016. (2016).
2. PNUD. Estadísticas – Desarrollo Humano. Guatemala. (2016). Disponible en <http://desarrollohumano.org.gt/estadisticas/estadisticas-desarrollo-humano/indice-de-desarrollo-humano-por-departamento-segun-componentes/>.

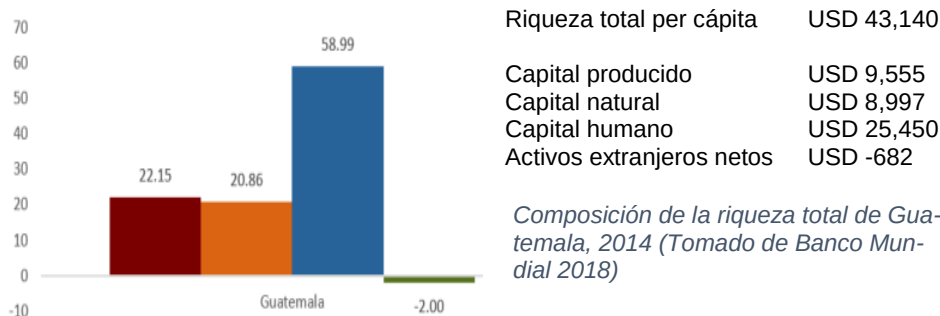
Composición de la Riqueza

Importancia	El Banco Mundial ha desarrollado distintos estudios para estimar la riqueza y sus componentes en el largo plazo ¹⁻³ . La composición de la riqueza, que incluye los capitales naturales y humanos, complementa al Producto Interno Bruto (PIB), el cual no considera aspectos de sostenibilidad.															
Sector(es)	• Transversal															
Tema(s)	• Vulnerabilidad															
Cálculo y umbrales	La riqueza total es igual a la suma de la riqueza estimada de cuatro capitales, expresada dólares estadounidenses ³. <i>Capitales utilizados en la composición de la riqueza, de acuerdo con Banco Mundial 2018</i> <table><tr><th>Capital</th><th>Definición</th><th>Cómo se mide</th></tr><tr><td>Capital producido y tierras urbanas</td><td>Incluye maquinaria, edificios, equipos y tierras urbanas (residenciales y no residenciales)</td><td>A valores de mercado, utilizando el método de inventario perpetuo para capital producido. El valor de tierras urbanas se asume como una proporción constante del capital producido</td></tr><tr><td>Capital natural</td><td>Energía (aceite, gas, carbón) y minerales, tierra agrícola (cultivos y pastizales), bosques (productos maderables y no maderables), áreas protegidas terrestres</td><td>Suma del valor presente descontado de los beneficios económicos sobre la vida del recurso. El valor presente del ingreso esperado por extracción del recurso hasta que el recurso sea agotado (vida útil).</td></tr><tr><td>Capital humano</td><td>Valor descontado de ingresos futuros de la fuerza laboral de un país, es considerado un activo que generará futuros beneficios económicos.</td><td>Valor presente de futuros ingresos de la fuerza laboral.</td></tr><tr><td>Activos financieros netos en el extranjero</td><td>Suma de los activos y pasivos externos del país poseídos por residentes de país.</td><td>Valor total de activos menos valor total de pasivos extranjeros.</td></tr></table> La composición de la riqueza consiste en la proporción que aporta cada capital a la riqueza total. Para mayor detalle sobre cómo se calcula cada uno de los rubros consultar el Anexo A (Resumen metodológico) de la publicación de 2018 del Banco Mundial ³.	Capital	Definición	Cómo se mide	Capital producido y tierras urbanas	Incluye maquinaria, edificios, equipos y tierras urbanas (residenciales y no residenciales)	A valores de mercado, utilizando el método de inventario perpetuo para capital producido. El valor de tierras urbanas se asume como una proporción constante del capital producido	Capital natural	Energía (aceite, gas, carbón) y minerales, tierra agrícola (cultivos y pastizales), bosques (productos maderables y no maderables), áreas protegidas terrestres	Suma del valor presente descontado de los beneficios económicos sobre la vida del recurso. El valor presente del ingreso esperado por extracción del recurso hasta que el recurso sea agotado (vida útil).	Capital humano	Valor descontado de ingresos futuros de la fuerza laboral de un país, es considerado un activo que generará futuros beneficios económicos.	Valor presente de futuros ingresos de la fuerza laboral.	Activos financieros netos en el extranjero	Suma de los activos y pasivos externos del país poseídos por residentes de país.	Valor total de activos menos valor total de pasivos extranjeros.
Capital	Definición	Cómo se mide														
Capital producido y tierras urbanas	Incluye maquinaria, edificios, equipos y tierras urbanas (residenciales y no residenciales)	A valores de mercado, utilizando el método de inventario perpetuo para capital producido. El valor de tierras urbanas se asume como una proporción constante del capital producido														
Capital natural	Energía (aceite, gas, carbón) y minerales, tierra agrícola (cultivos y pastizales), bosques (productos maderables y no maderables), áreas protegidas terrestres	Suma del valor presente descontado de los beneficios económicos sobre la vida del recurso. El valor presente del ingreso esperado por extracción del recurso hasta que el recurso sea agotado (vida útil).														
Capital humano	Valor descontado de ingresos futuros de la fuerza laboral de un país, es considerado un activo que generará futuros beneficios económicos.	Valor presente de futuros ingresos de la fuerza laboral.														
Activos financieros netos en el extranjero	Suma de los activos y pasivos externos del país poseídos por residentes de país.	Valor total de activos menos valor total de pasivos extranjeros.														
Interpretación	A mayor riqueza total per cápita, mayor disponibilidad de recursos para la adaptación. A mayor equidad entre las proporciones en que cada uno de los capitales aporta a la riqueza total, mayor sostenibilidad en la generación de recursos y mayor capacidad adaptativa.															
Limitaciones o supuestos	• El Banco Mundial recolecta regularmente la información para generar series de tiempo de este índice utilizando fuentes de información globales, las cuales pueden no ser tan precisas como las fuentes de datos nacionales. • Hay vacíos en la información para generar el índice de composición de la riqueza, especialmente en el capital natural, donde se trabaja para incluir en próximas ediciones contaminación del aire, pesquerías y servicios ecosistémicos ³. • La interpretación del índice como una medida de sustentabilidad debe ser abordado con cautela, debido a limitaciones en la información utilizada (por ejemplo, la información de los bosques, de los cuales se tiene información de cobertura forestal, pero no de su condición ni del potencial impacto del cambio climático.															

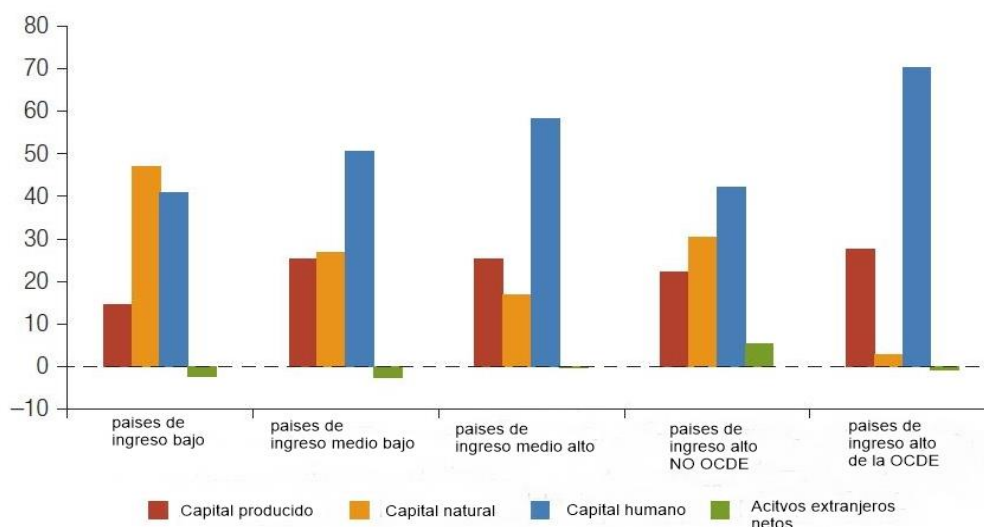
- El crecimiento de la riqueza se debe en parte al uso más eficiente del capital y la inversión de las ganancias producidas con recursos del capital natural en infraestructura y educación. Además, la presencia de recursos por sí sola no garantiza el desarrollo: la institucionalidad fortalecida y la buena gobernanza son necesarias para asegurar que los ingresos se inviertan y no se usen completamente para el consumo ³.

Ejemplo

Según el informe de Banco Mundial presentado en 2018 ³, en Guatemala, el capital humano contribuyó al 60% de la riqueza total del país en 2014, mientras los capitales producido y natural contribuyeron cada uno cerca al 20%.



Aunque Guatemala está entre los países de ingreso medio – alto, la composición de su riqueza es similar a la de los países de ingreso medio- bajo, principalmente por la proporción de su capital producido y la contribución negativa de los activos extranjeros; además, su riqueza total per cápita también está por debajo del promedio del de las economías de ingreso medio alto (USD 112,798 /per cápita).

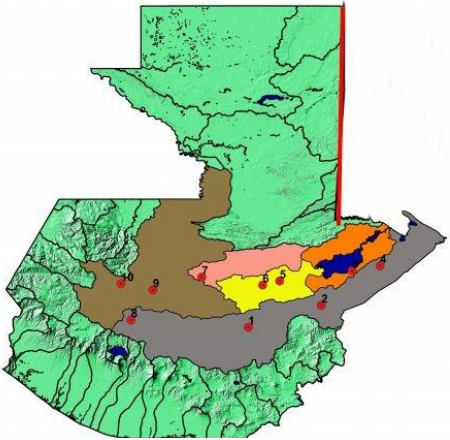
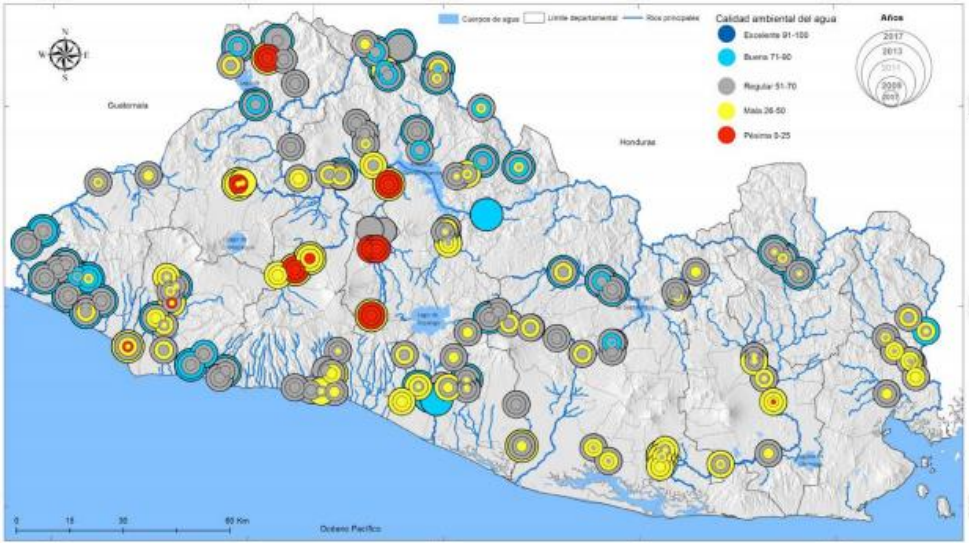


Referencias

1. World Bank. Where is the Wealth of Nations? Measuring Capital for the 21st Century. (2006). doi:10.1596/978-0-8213-6354-6
2. World Bank. The Changing Wealth of Nations: Measuring Sustainable Development in the New Millennium. (2011). doi:10.1596/978-0-8213-8488-6
3. World Bank. The changing wealth of nations 2018: building a sustainable future. (2018). doi:10.1596/978-1-4648-1046-6

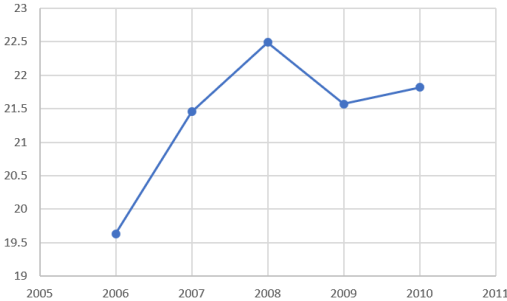
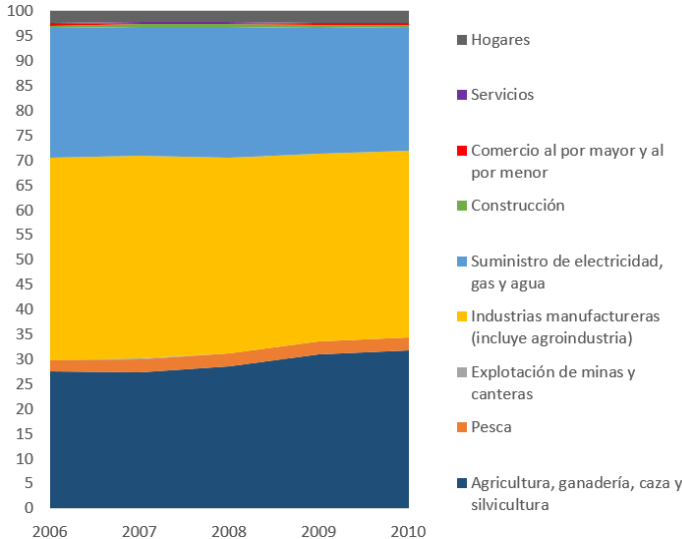
Índice de Calidad del Agua

Importancia	El Índice de Calidad del Agua (ICA) determina si un río (o un tramo de éste) es saludable, y contribuye a evaluar las aptitudes para su uso, ya sea riego, consumo animal, consumo humano y/o recreativo. Asimismo, ayuda a determinar las acciones necesarias para su uso, como la potabilización por métodos convencionales (filtración, cloración y otros) o uso sin restricciones en el caso de consumo humano.																																										
Sector(es)	Gestión de recursos hídricos																																										
Tema(s)	Vulnerabilidad																																										
Cálculo y umbrales	Para calcular el ICA se puede usar la suma lineal ponderada de los subíndices (ICAA) o una función ponderada multiplicativa (ICAm), siendo la última más sensible a los cambios ¹: $ICAA = \sum_{i=1}^9 (Sub_i * w_i)$ ó $ICAm = \prod_{i=1}^9 Sub_i^{w_i}$ W_i= pesos relativos asignados a cada parámetro (Sub_i), y ponderados entre 0 y 1 de tal forma que se cumpla la sumatoria igual a 1. Sub_i= subíndice del parámetro i Los parámetros a medir para el cálculo del ICA son): <table><tr><th>parámetro</th><th>Unidad de medición</th><th>Significado ambiental</th></tr><tr><td>Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5)</td><td>mg/L</td><td>Determina la cantidad de oxígeno que el río requiere para degradar naturalmente la carga orgánica que recibe. Mientras la DBO5 sea mayor, menor será el contenido de OD</td></tr><tr><td>Oxígeno disuelto (OD)</td><td>mg/L</td><td>Un ecosistema saludable tiene alrededor de 7mg/L. para que haya peces el mínimo es 5mg/L.</td></tr><tr><td>Concentración de hidrógeno (pH)</td><td>0 - 14</td><td>Muchos sistemas biológicos funcionan dentro de rango estrecho de pH de 6.5 a 8.5.</td></tr><tr><td>Coliformes totales y fecales</td><td>NMP/g</td><td>Contaminación por descomposición de materia orgánica, aguas servidas y excretas.</td></tr><tr><td>Temperatura</td><td>Grados C</td><td>La solubilidad de los gases disminuye y la solubilidad de los minerales incrementa con el aumento de temperatura.</td></tr><tr><td>Sólidos disueltos</td><td>mg/L</td><td>Partículas coloidales y pequeñas partículas suspendidas.</td></tr><tr><td>Nitratos</td><td>mg/L</td><td>El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de animales y plantas acuáticas</td></tr><tr><td>Fosfatos</td><td>mg/L</td><td>Su presencia se asocia con el uso de detergentes.</td></tr><tr><td>Turbidez</td><td>FAU</td><td>Acumulación de partículas coloidales, como la arcilla, que limitan la actividad fotosintética</td></tr></table> La descripción del cálculo de cada subíndice puede ser consultada en la propuesta metodológica presentada por el Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente de El Salvador y el Servicio Nacional de Estudios Territoriales de este país en 2005², así como la siguiente escala para su interpretación: <table><tr><th>Categorías</th><th>Rango</th></tr><tr><td>pésima</td><td>≤ 25%</td></tr><tr><td>mapa</td><td>26 – 50%</td></tr><tr><td>regular</td><td>51 – 70%</td></tr><tr><td>buena</td><td>71 – 90%</td></tr><tr><td>excelente</td><td>91 - 100%</td></tr></table>	parámetro	Unidad de medición	Significado ambiental	Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	Determina la cantidad de oxígeno que el río requiere para degradar naturalmente la carga orgánica que recibe. Mientras la DBO5 sea mayor, menor será el contenido de OD	Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	Un ecosistema saludable tiene alrededor de 7mg/L. para que haya peces el mínimo es 5mg/L.	Concentración de hidrógeno (pH)	0 - 14	Muchos sistemas biológicos funcionan dentro de rango estrecho de pH de 6.5 a 8.5.	Coliformes totales y fecales	NMP/g	Contaminación por descomposición de materia orgánica, aguas servidas y excretas.	Temperatura	Grados C	La solubilidad de los gases disminuye y la solubilidad de los minerales incrementa con el aumento de temperatura.	Sólidos disueltos	mg/L	Partículas coloidales y pequeñas partículas suspendidas.	Nitratos	mg/L	El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de animales y plantas acuáticas	Fosfatos	mg/L	Su presencia se asocia con el uso de detergentes.	Turbidez	FAU	Acumulación de partículas coloidales, como la arcilla, que limitan la actividad fotosintética	Categorías	Rango	pésima	≤ 25%	mapa	26 – 50%	regular	51 – 70%	buena	71 – 90%	excelente	91 - 100%
parámetro	Unidad de medición	Significado ambiental																																									
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	Determina la cantidad de oxígeno que el río requiere para degradar naturalmente la carga orgánica que recibe. Mientras la DBO5 sea mayor, menor será el contenido de OD																																									
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	Un ecosistema saludable tiene alrededor de 7mg/L. para que haya peces el mínimo es 5mg/L.																																									
Concentración de hidrógeno (pH)	0 - 14	Muchos sistemas biológicos funcionan dentro de rango estrecho de pH de 6.5 a 8.5.																																									
Coliformes totales y fecales	NMP/g	Contaminación por descomposición de materia orgánica, aguas servidas y excretas.																																									
Temperatura	Grados C	La solubilidad de los gases disminuye y la solubilidad de los minerales incrementa con el aumento de temperatura.																																									
Sólidos disueltos	mg/L	Partículas coloidales y pequeñas partículas suspendidas.																																									
Nitratos	mg/L	El nitrógeno es un nutriente importante para el desarrollo de animales y plantas acuáticas																																									
Fosfatos	mg/L	Su presencia se asocia con el uso de detergentes.																																									
Turbidez	FAU	Acumulación de partículas coloidales, como la arcilla, que limitan la actividad fotosintética																																									
Categorías	Rango																																										
pésima	≤ 25%																																										
mapa	26 – 50%																																										
regular	51 – 70%																																										
buena	71 – 90%																																										
excelente	91 - 100%																																										

Interpretación	A menor calidad del agua, menor cantidad efectiva de fuentes de agua para diferentes usos. Un valor inferior a 50% del ICA indica baja calidad del agua y, por lo tanto, la imposibilidad de la fuente de ser utilizada. Dado que el cambio climático afecta la disponibilidad del recurso hídrico, un bajo ICA se traduce en mayor vulnerabilidad de la población y actividades económicas dependientes de agua de calidad.
Limitaciones o supuestos	Actualmente la red de monitoreo de calidad del agua en Guatemala cubre solo algunas cuencas del país (ver figura inserta con los lugares de muestreo de calidad de agua señalados con puntos rojos, provista por el INSIVUMEH). A través de esta red se recogen siete de los nueve parámetros requeridos para la medición del ICA, por lo que actualmente este índice no puede ser reportado para el país. <i>Lugares de toma de muestra para medición de parámetros de calidad del agua, INSIVUMEH 2017</i> 
Ejemplo	 <i>Evolución del Índice de Calidad de Agua (ICA) por cuenca en El Salvador para los años 2007, 2009, 2011, 2013 y 2017. (Tomado de SENET 2017)⁴</i>
Referencias	1. Bonilla, B. et al. in Formulación de una guía metodológica estandarizada para determinar la calidad ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando insectos acuáticos (Editorial Universitaria UES, 2010). 2. MARN El Salvador & SNET. Evaluación de la calidad del agua del río Lempa. (2005). 3. INSIVUMEH. Calidad del agua superficial de varias cuencas de la República de Guatemala, boletín No. 20 (2017) 4. MARN El Salvador. Resumen ejecutivo - Informe de la calidad del agua de los ríos de El Salvador. (2017).

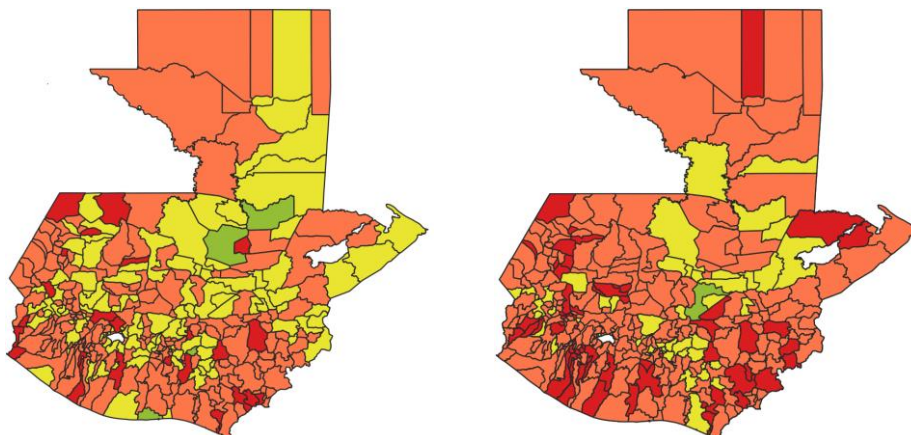
Índice de Uso del Agua

Importancia	Los cambios en los patrones de lluvia y el aumento de eventos extremos y de temperatura podrían afectar negativamente la oferta del recurso hídrico para los distintos sectores. Además, con aumento de la población y su concentración en áreas urbanas, el aumento de zonas industriales y el aumento en las áreas de cultivo que utilizan riego, se espera un aumento en la demanda del recurso. El Índice de Uso del Agua genera información sobre la proporción del agua disponible que está siendo utilizada por distintos sectores (agrícola, doméstico e industria principalmente), respecto al volumen total disponible. Este índice expresa la relación directa entre la extracción de agua y su disponibilidad, por lo que indica el grado de presión sobre el recurso¹.												
Sector(es)	Gestión de recursos hídricos												
Tema(s)	Vulnerabilidad												
Cálculo y umbrales	El Índice de Uso del Agua se calcula en función de la cantidad de agua utilizada por distintos usuarios o sectores, en un periodo y con una unidad espacial de referencia (cuenca, departamento, municipio, etc.), en relación con la oferta hídrica (generalmente superficial) disponible para la misma unidad temporal y espacial. $\text{Proporción utilizada de recursos hídricos} = \frac{\Sigma E_{ud} + E_{ui} + E_{ua}}{DA} \times 100$ E_{ud} = Extracción de agua del sector doméstico (m³ /año) E_{ui} = Extracción de agua del sector industrial (m³ /año) E_{ua} = Extracción de agua del sector agrícola (m³ /año) DA = Disponibilidad de agua (m³ /año) El país no tiene umbrales definidos para el desempeño de este índice. Se puede usar provisionalmente los umbrales propuestos por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) de Colombia². <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías</th><th>Rango</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>muy alto</td><td>> 50%</td></tr> <tr> <td>alto</td><td>20.01 – 50%</td></tr> <tr> <td>moderado</td><td>10.01 – 20%</td></tr> <tr> <td>bajo</td><td>1 – 10%</td></tr> <tr> <td>muy bajo</td><td>≤ 1%</td></tr> </tbody> </table>	Categorías	Rango	muy alto	> 50%	alto	20.01 – 50%	moderado	10.01 – 20%	bajo	1 – 10%	muy bajo	≤ 1%
Categorías	Rango												
muy alto	> 50%												
alto	20.01 – 50%												
moderado	10.01 – 20%												
bajo	1 – 10%												
muy bajo	≤ 1%												
Interpretación	A mayor intensidad del uso del recurso hídrico, mayor presión ejercida por el uso humano sobre el recurso. Un valor de 50% o más indicaría efectos negativos en la sostenibilidad del uso del agua y mayor vulnerabilidad.												
Limitaciones o supuestos	- Las tendencias de extracción del agua tienen patrones de cambio relativamente lentos, y es poco probable que el indicador muestre variaciones significativas de un año a otro. - Los sectores raramente tienen mediciones de extracción de agua, la mayoría usa estimaciones. - El índice debe ser medido por cuencas o a otro nivel subnacional, así como en diferentes condiciones de disponibilidad de agua (por ejemplo, condiciones hídricas medias y												

	condiciones de sequía) para identificar zonas relevantes de sobre uso del recurso hídrico.
Ejemplo	El IUA de Guatemala osciló entre 19.6% y 22.5% entre los años 2006 y 2010. Ese rango de valores del índice representa que el país tiene una extracción de agua entre moderada y alta.  <i>Índice de Uso del Agua a nivel nacional, Guatemala, 2006 – 2010. Datos tomados de IARNA – URL 2012 ¹</i> Del agua utilizada por los distintos sectores en ese periodo, entre el 37.5% y 40.7 % corresponde a la agroindustria, entre 27.5% y 31.8% al uso agrícola y el 2.3% corresponde al uso doméstico. Los datos sugieren una revisión de la eficiencia del agua dentro del sector agricultura en general.  <i>Participación del uso del agua por diferentes sectores, Guatemala, 2006 – 2010. Datos tomados de IARNA – URL 2012 ¹</i>
Referencias	1. IARNA-URL. Perfil Ambiental de Guatemala 2010 - 2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. (2012). 2. IDEAM. Formato Común Hoja Metodológica República de Colombia Índice de uso del agua – IUA- (Proporción de recursos hídricos utilizados). (2008).

Gestión Municipal

Importancia	El Índice de Gestión Municipal (IGM), elaborado por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán) es un mecanismo de autoevaluación municipal vinculado a sus propias competencias. Como tal, es un instrumento para promover mejoras en la gestión municipal. Su alcance se centra en la gestión y no en la medición de resultados de desarrollo o de impacto.												
Sector(es)	Transversal												
Tema(s)	Adaptación												
Cálculo y umbrales	Los subíndices utilizados en los informes de Gestión Municipal realizados por SEGEPLAN en los años 2012, 2013 y 2016 son: - Gestión administrativa - Gestión financiera - Gestión de servicios públicos - Gestión estratégica - Participación ciudadana - Información a la ciudadanía El cálculo considera la media geométrica de los seis subíndices, en donde cada subíndice es igual a la media de los valores normalizados de cada indicador. Los indicadores se muestran en el cuadro de la siguiente página de esta sección. Los municipios son ordenados de acuerdo con el valor de su IGM y distribuidos en las siguientes categorías definidas por Segeplán. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías</th><th>Rango IGM</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Baja</td><td>0 – 0.2000</td></tr> <tr> <td>Media baja</td><td>0.2001 – 0.4000</td></tr> <tr> <td>Media</td><td>0.4001 – 0.6000</td></tr> <tr> <td>Media alta</td><td>0.6001 – 0.8000</td></tr> <tr> <td>Alta</td><td>0.8001 – 1</td></tr> </tbody> </table>	Categorías	Rango IGM	Baja	0 – 0.2000	Media baja	0.2001 – 0.4000	Media	0.4001 – 0.6000	Media alta	0.6001 – 0.8000	Alta	0.8001 – 1
Categorías	Rango IGM												
Baja	0 – 0.2000												
Media baja	0.2001 – 0.4000												
Media	0.4001 – 0.6000												
Media alta	0.6001 – 0.8000												
Alta	0.8001 – 1												
Interpretación	Cuanto mayor es el desempeño de la municipalidad, mayor es su capacidad para tomar acciones efectivas para la adaptación.												
Limitaciones o supuestos	- El ejercicio de medición del IGM ha tenido ajustes por lo que las mediciones de 2012¹, 2013² y 2016³ no tienen los mismos subíndices e indicadores. - Actualmente el índice no incluye elementos de cambio climático (por ejemplo, reglamentos de zonificación o construcción considerando cambio climático)												
Ejemplo	Los mapas muestran los departamentos del país clasificados de acuerdo con las categorías de IGM establecidas por Segeplán considerando los reportes para los años 2012 y 2016. En ambos reportes, los municipios del país se distribuyen en cuatro de las cinco categorías de desempeño. Existen amplias diferencias en estas mediciones. Por ejemplo, en 2012, el IGM de Santa Catalina Pinula, Guatemala (0.738, categoría Media Alta) es once veces mayor que el de Santa María de Jesús, Sacatepéquez (0.066, categoría Baja). Por otra parte, hay cambios entre ambos años. 174 municipios permanecen en las mismas categorías, pero 125 municipios bajaron de categoría (de éstos 13 bajaron dos categorías y el resto una) mientras solo 35 escalonaron una categoría.												



Municipios de Guatemala según categorías del Índice de Gestión Municipal en 2012 (izquierda) y 2016 (derecha)

El subíndice “Municipio saludable”, medido en 2012 fue excluido en este ejemplo para para mantener consistencia entre las diferentes mediciones.

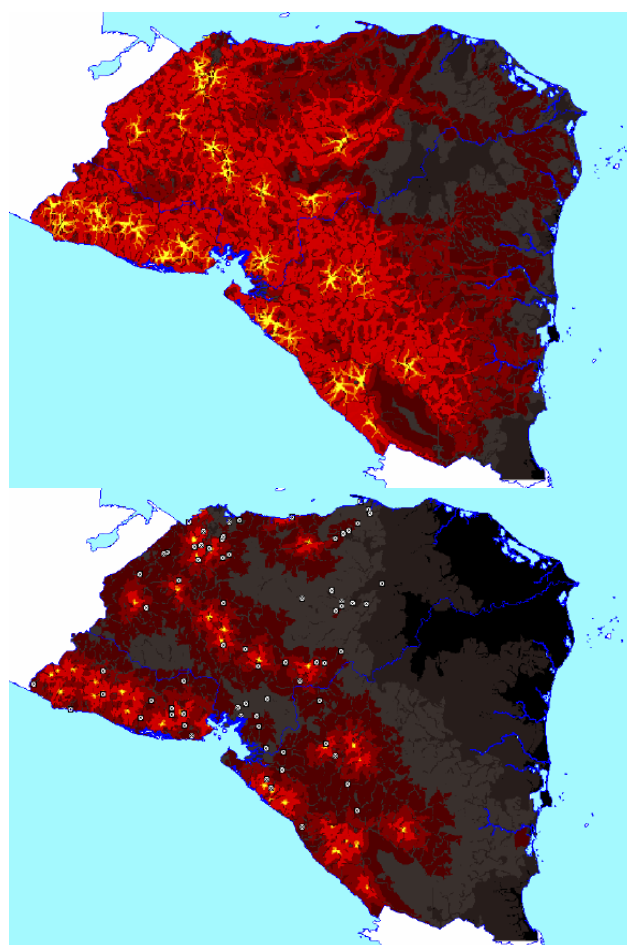
- Referencias**
1. Segeplán & MINFIN. Ranking de la Gestión Municipal Guatemala 2012. (2013).
 2. Segeplán. Ranking de la gestión municipal 2013. Informe ejecutivo. (2015).
 3. Segeplán. Ranking de la gestión municipal 2016. Portal analítico. (2017).
<http://ide.segeplan.gob.gt-sinittablero/>. (Acceso: 1 julio 2018)

Subíndices e indicadores del Índice de Gestión Municipal (Segeplán 2013)

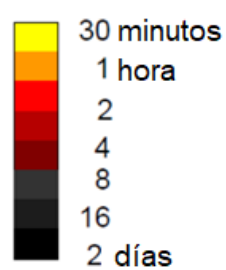
Subíndices	Indicadores	
Gestión administrativa	Existencia de elementos de atención municipal orientada al ciudadano y capacitación del personal en servicios públicos.	Existencia de oficinas municipales con instrumentos de gestión.
Gestión financiera	- Autonomía financiera municipal. - Ingresos propios por habitante –sin regalías. - Peso de IUSI respecto a ingresos propios –sin regalías. - Inversión anual en capital fijo por habitante.	- Inversión anual en capital fijo con ingresos propios - Inversión anual en capital fijo con transferencias - Independencia financiera por endeudamiento público
Gestión de servicios públicos	- Cobertura del servicio público de distribución de agua - Calidad del servicio público de agua - Disposición y tratamiento de aguas residuales	- Cobertura y calidad de la gestión de desechos sólidos - Gestión de servicios públicos municipales
Gestión estratégica	- Ejecución del plan operativo anual. - Relación POA-PDM - Presupuesto vinculado a prioridades nacionales. - Institucionalización de la gestión ordenada del territorio.	- Acciones para la gestión ordenada del territorio. - Análisis de la gestión de riesgo en la formulación de proyectos.
Participación ciudadana	- Número de reuniones del Comude en el año. - Participación de alcaldes y concejales designados en el Comude. - Participación de organizaciones de jóvenes, mujeres, pueblos Mayas, Xincas y Garífunas y otras formas de participación. - Representatividad territorial del Comude.	- Funcionamiento del Comude. - Temas tratados en el Comude y su relación con la problemática y potencialidades definidas en el PDM. - Proyectos propuestos por el Comude que se incluyen en el presupuesto municipal.
Información a la ciudadanía	- Rendición de cuentas cuatrimestrales y anual al Comude enfocadas en resultados. - Información presupuestaria y otra información a la ciudadanía disponible en medios diversos.	- Información pública disponible de acuerdo con la LAIP y uso de internet. - Monto asignado a través de Guatecompras como porcentaje de egresos.

Accesibilidad de centros urbanos

Importancia	La accesibilidad es una función crítica para el desarrollo, ya que afecta el movimiento de personas, bienes, recursos y servicios. La infraestructura deficiente y, en consecuencia, la accesibilidad limitada a los centros urbanos donde se concentra la provisión de servicios implica menos oportunidades para mejorar el estado económico, la salud o la posición social. Sin embargo, mejorar la accesibilidad también puede crear nuevas presiones sobre los recursos naturales, por ejemplo, cuando facilita la explotación de los bosques u otros recursos naturales.
Sector(es)	Infraestructura / Urbanización
Tema(s)	Adaptación
Cálculo y umbrales	El tiempo necesario de viaje por una vía entre dos puntos (que se puede asociar directamente al costo) generalmente se denomina "accesibilidad". La accesibilidad varía según las características de los elementos de la red vial (autopistas, carreteras asfaltadas o pavimentadas, carreteras de terracería y caminos rurales), mantenimiento, pendientes y otras condiciones. Los eventos climáticos son parte de estas condiciones al definir rutas posibles entre dos puntos que consideren, por ejemplo, anegamiento de sectores, pérdida de puentes y otros efectos. Las herramientas de SIG (por ejemplo, la extensión "Spatial Analyst" de ArcGIS) permiten calcular cuánto tiempo se tarda en viajar entre dos puntos y las rutas óptimas en términos de tiempo (y costo) creando un "capa de fricción": por ejemplo, una ruta por una autopista, plana y pavimentada tiene baja fricción, mientras que una ruta por carretera de terracería y con alta pendiente tiene alta fricción. Además, los tiempos de viaje varían si se deben usar rutas alternas para evitar sectores afectados por eventos climáticos. El indicador propone el cálculo de tiempo necesario de viaje entre áreas rurales y los centros urbanos más cercanos con infraestructura crítica para la provisión de servicios. Como alternativa a los centros urbanos, se puede considerar los tiempos de viaje a centros de salud y otras instalaciones médicas u otro tipo de centros para la atención de emergencias, o los tiempos de viaje entre zonas de producción y mercados (centros urbanos y puertos). Las áreas del mapa resultante se clasifican según tiempos de viaje en unidades de tiempo. El ejercicio debe realizarse para condiciones climáticas normales y eventos climáticos como lluvias extremas e inundaciones asociadas.
Interpretación	Cuanto menor es el tiempo de viaje a un centro urbano, mayor es la capacidad de la población habitante en un área rural a recibir atención en caso de emergencia.
Limitaciones o supuestos	No identificados.
Ejemplo	El mapa muestra las áreas rurales de Nicaragua clasificadas de acuerdo a tiempos de viaje a centros urbanos en condiciones climáticas normales y después del Mitch.



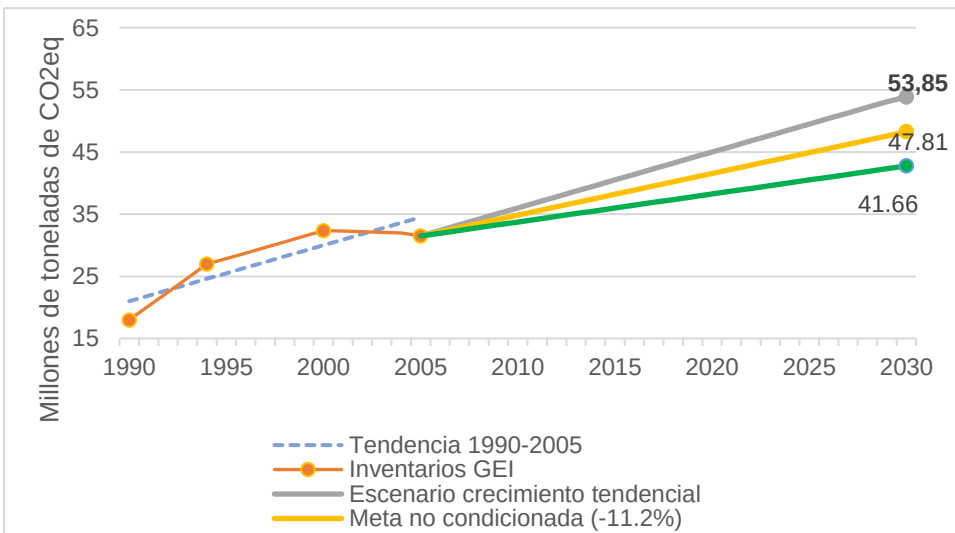
Tiempos de viaje entre zonas rurales y centros urbanos, en condiciones climáticas normales y después del Mitch, Nicaragua, 1999 ¹



Referencias

1. CIAT. Accessibility Modelling in ArcView 3. An extension for computing travel time and market catchment information. (2001)

Emisiones de gases de efecto invernadero

Importancia	Guatemala contribuye con menos del 0.1% de las emisiones de gases de efecto invernadero mundiales, siendo además sus emisiones per cápita considerablemente menores al promedio de Latinoamérica y el Caribe. Sin embargo, la tendencia mostrada en los cuatro inventarios de gases de invernadero realizados señala que en el período 1990-2005 el país ha tenido un crecimiento de emisiones promedio correspondiente a 0.90 millones de toneladas de CO₂ equivalente por año. Aplicando el crecimiento tendencial del período 1990-2005 a las emisiones base del año 2005, se proyectó una emisión total para el año 2030 de 53.85 millones de toneladas de CO₂ equivalente, el valor base sobre el cual se calculan las reducciones propuestas en la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional ¹.																																				
Sector(es)	Todos																																				
Tema(s)	Mitigación																																				
Cálculo y umbrales	Los inventarios para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero para Guatemala se desarrollan con base a las guías del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para inventarios adoptadas en la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC). Para efectos de este indicador, se asumen los factores de conversión para metano (CH₄, 28) y óxido nitroso (N₂O, 265) publicados en el Quinto Informe del IPCC (AR5) en 2013 ². El país define en su Contribución Prevista y Determinada una reducción de hasta 22.6% de sus emisiones GEI totales del año base 2005 proyectado al año 2030. Esta reducción implica que las emisiones en un escenario tendencial de 53.85 millones de toneladas de CO₂ eq para el año 2030, serían reducidas a un valor de 41.66 millones de toneladas de CO₂ eq en ese año¹. La Contribución Prevista y Determinada también señala que los sectores de la economía nacional con mayor necesidad de soporte para la implementación de las políticas y estrategias de reducción de emisiones son: bosques, agricultura y transporte.																																				
<table><caption>Datos del gráfico: Tendencias de emisiones y contribuciones de Guatemala ¹</caption><thead><tr><th>Año</th><th>Tendencia 1990-2005 (Millones de toneladas de CO₂eq)</th><th>Inventarios GEI (Millones de toneladas de CO₂eq)</th><th>Escenario crecimiento tendencial (Millones de toneladas de CO₂eq)</th><th>Meta no condicionada (-11.2%) (Millones de toneladas de CO₂eq)</th><th>Meta condicionada (-22.6%) (Millones de toneladas de CO₂eq)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1990</td><td>~18</td><td>~18</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>1995</td><td>~25</td><td>~25</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2000</td><td>~30</td><td>~30</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr><tr><td>2005</td><td>~32</td><td>~32</td><td>~32</td><td>~32</td><td>~32</td></tr><tr><td>2030</td><td>-</td><td>-</td><td>53.85</td><td>47.81</td><td>41.66</td></tr></tbody></table> <i>Tendencias de emisiones y contribuciones de Guatemala ¹</i>		Año	Tendencia 1990-2005 (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Inventarios GEI (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Escenario crecimiento tendencial (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Meta no condicionada (-11.2%) (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Meta condicionada (-22.6%) (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	1990	~18	~18	-	-	-	1995	~25	~25	-	-	-	2000	~30	~30	-	-	-	2005	~32	~32	~32	~32	~32	2030	-	-	53.85	47.81	41.66
Año	Tendencia 1990-2005 (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Inventarios GEI (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Escenario crecimiento tendencial (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Meta no condicionada (-11.2%) (Millones de toneladas de CO ₂ eq)	Meta condicionada (-22.6%) (Millones de toneladas de CO ₂ eq)																																
1990	~18	~18	-	-	-																																
1995	~25	~25	-	-	-																																
2000	~30	~30	-	-	-																																
2005	~32	~32	~32	~32	~32																																
2030	-	-	53.85	47.81	41.66																																
Interpretación	La reducción de gases de efecto invernadero, principalmente las de los sectores Cambio y Uso de la Tierra y Silvicultura, Agricultura y Transporte acercan al país a cumplir los compromisos adquiridos ante la CMNUCC.																																				

Limitaciones o supuestos

- No incluye gases para los cuales no se ha determinado su potencial de calentamiento

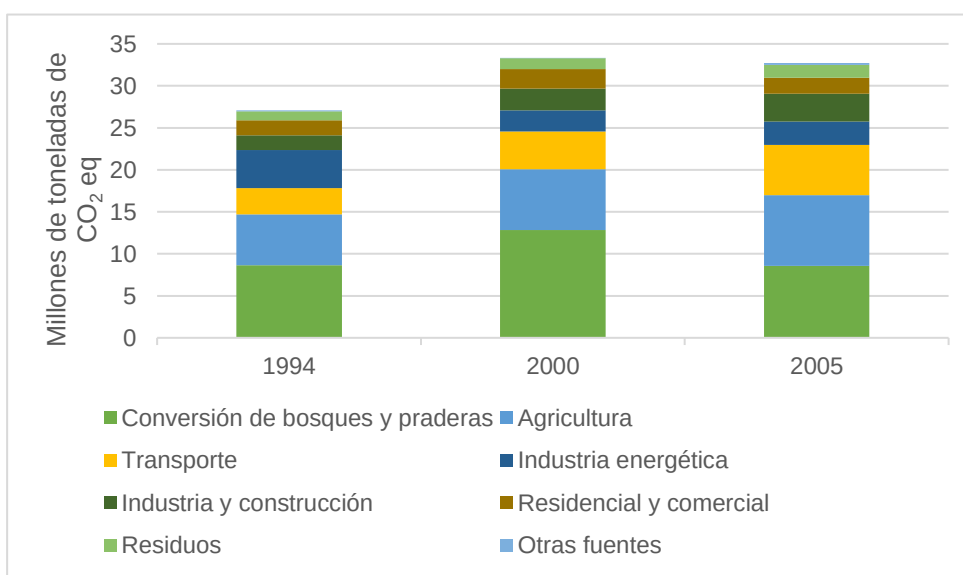
Ejemplo

Las emisiones de dióxido de carbono representan desde 1994 aproximadamente 78% de las emisiones de metano y óxido nitroso también hacen aportes sustanciales al total (13 y 9% respectivamente, en promedio) ³.

GEI	1994	2000	2005	Total
CO ₂	18,585	5,397	3,107	26,979
CH ₄	22,911	5,915	4,479	33,305
N ₂ O	21,039	7,263	4,430	32,732

Emisiones por GEI en millones de toneladas CO₂ Gg eq. Los factores de conversión para metano y óxido nitroso son los publicados en el Quinto Informe del IPCC (AR5). Elaborado con datos de la MARN 2015 ³

Las emisiones de dióxido de carbono del país provienen principalmente de la quema de biomasa (en especial leña para uso doméstico) y combustibles para transporte. Las emisiones de metano y óxido nitroso provienen principalmente de actividades agrícolas, específicamente de las emisiones del ganado y de fertilizantes, respectivamente.



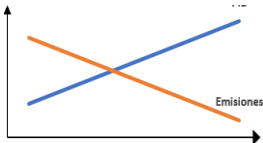
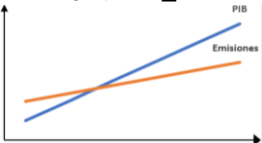
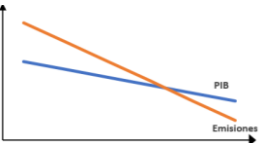
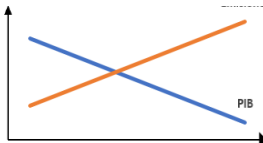
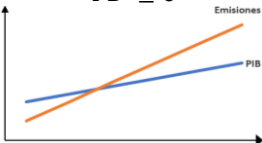
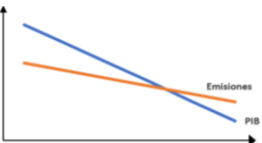
Emisiones de gases de efecto invernadero por sector, según los inventarios nacionales en CO₂ Gg eq. Los factores de conversión para metano y óxido nitroso son los publicados en el Quinto Informe del IPCC (AR5). Elaborado con datos de MARN 2015 ³.

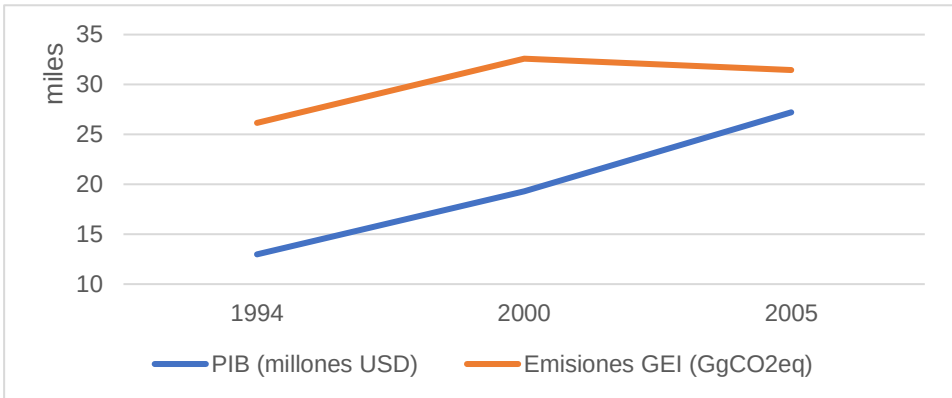
Se observó un incremento de 8% anual de las emisiones entre 1994 y 2000, pero entre 2000 y 2005 se observó ligero decremento atribuido a las variaciones económicas causadas por la crisis mundial. Las tendencias están influenciadas por los grandes cambios de uso de la tierra entre 1994 – 2000 y su reducción posterior ³.

Referencias

- Gobierno de la República de Guatemala. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional. (2015).
- Myhre, G. et al. in Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change 659–740 (2013). doi:10.1017/ CBO9781107415324.018
- MARN. II Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Guatemala. (2015).

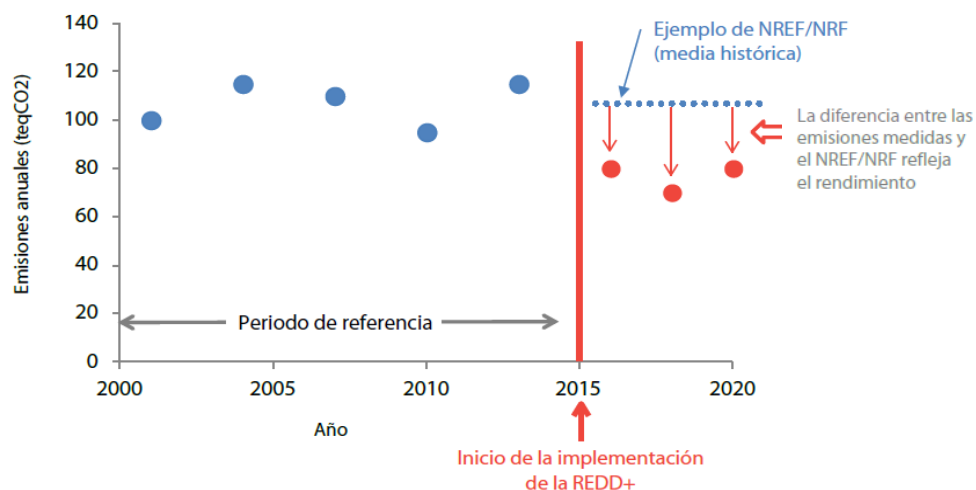
Desacople de emisiones de gases de efecto invernadero y crecimiento económico

Importancia	Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), el desacople se refiere a romper el vínculo entre un daño ambiental y un beneficio económico; el desacople ocurre cuando la tasa de crecimiento de una presión ambiental es menor a la de un bien económico asociado a dicha presión en un periodo de tiempo ¹. El desacople de crecimiento económico y generación de emisiones de GEI puede contribuir a monitorear el avance hacia el desarrollo bajo en emisiones. En el modelo de desarrollo bajo en emisiones las actividades económicas buscan mejorar la eficiencia y la productividad, impulsando el desarrollo social y la competitividad en el marco de la responsabilidad ambiental. En este escenario se busca alcanzar mayores niveles de crecimiento económico (reflejado en el crecimiento del Producto Interno Bruto).
Sector(es)	Todos
Tema(s)	Mitigación
Cálculo y umbrales	El desacople considera el cálculo de dos variables: $\text{razón de desacople} = \frac{\text{emisiones GEI fin periodo} / \text{PIB fin periodo}}{\text{emisiones GEI inicio periodo} / \text{PIB inicio periodo}}$ $\text{factor de desacople (FD)} = 1 - \text{razón de desacople}$ No hay umbrales oficiales para el factor de desacople.
Interpretación	- FD cero o negativo ($FD \leq 0$) implica ausencia de desacople. FD positivo ($0 < FD \leq 1$): implica desacople; el valor máximo 1 implica ausencia de daño ambiental. - El desacople se considera absoluto cuando la generación emisiones se estabiliza o disminuye mientras que el PIB aumenta; y relativo cuando la tasa de crecimiento de emisiones de GEI es positiva pero menor a la tasa de crecimiento del PIB ^{1,3}. - Se puede deducir diferentes tipos de desacople al observar el gráfico de series de tiempo de GEI y PIB (ver gráficos a continuación, adaptados de Grand 2017 ⁴). Valor FD  absoluto negativo positivo $0 < FD \leq 1$  relativo positivo (a) positivo  recesivo negativo (b) negativo Valor FD  No hay desacople positivo negativo $FD \leq 0$  No hay desacople positivo (b) positivo  No hay desacople negativo (a) negativo

	(a) En menor proporción que el cambio de PIB, (b) en mayor proporción que el cambio PIB Una economía en crecimiento con desacople relativo implica aumento en las emisiones, cuando la actividad económica disminuye el desacople no implica desarrollo positivo para la sociedad ¹.																				
Limitaciones o supuestos	- El concepto de desacople no establece la relación con la capacidad del ambiente de mantener, absorber o resistir las presiones ambientales. Para una interpretación completa de la relación entre presiones ambientales y fuerzas económicas se requiere información adicional, como cambios en la escala de la economía y patrones de consumo ¹. - El desacople no considera los flujos de externalidades ambientales que trascienden los bordes del país, entre ellos los GEI asociados a proceso de importación-exportación ¹. - Las mediciones de emisiones de GEI son comparables entre los distintos años de medición y existe congruencia en los gases considerados.																				
Ejemplo	Los datos de emisiones y PBI de 1994 y 2005 señalan que Guatemala tiene un desacople relativo: tanto el PIB como las emisiones de GEI han aumentado, pero la proporción de aumento de los GEI es menor a la del PIB. <table><tr><td></td><td>1994</td><td>2000</td><td>2005</td></tr><tr><td>Emisiones GEI (GgCO₂ eq) ⁵</td><td>26,155</td><td>32,587</td><td>31,445</td></tr><tr><td>PIB (millones USD a precios actuales) ⁶</td><td>12,983</td><td>19,289</td><td>27,211</td></tr><tr><td>Razón de desacople 1994 - 2005</td><td></td><td>0.56</td><td></td></tr><tr><td>Factor de desacople 1994 - 2005</td><td></td><td>0.44</td><td></td></tr></table>  <i>Emisiones de gases de efecto invernadero y Producto Bruto Interno de Guatemala. Elaborado con datos de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático y Banco Mundial</i>		1994	2000	2005	Emisiones GEI (GgCO ₂ eq) ⁵	26,155	32,587	31,445	PIB (millones USD a precios actuales) ⁶	12,983	19,289	27,211	Razón de desacople 1994 - 2005		0.56		Factor de desacople 1994 - 2005		0.44	
	1994	2000	2005																		
Emisiones GEI (GgCO ₂ eq) ⁵	26,155	32,587	31,445																		
PIB (millones USD a precios actuales) ⁶	12,983	19,289	27,211																		
Razón de desacople 1994 - 2005		0.56																			
Factor de desacople 1994 - 2005		0.44																			
Referencias	- OCDE. Indicators to measure Decoupling of Environmental Pressure from Economic Growth. (2002). - Gupta, S. Decoupling: a step toward sustainable development with reference to OECD countries. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. (2015). doi:10.1080/13504509.2015.1088485 - Grand, M. C. Beyond the question “Is there Decoupling? A decoupling ranking. (2017). - MARN. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático Guatemala. (2015). - The World Bank Group. World Development Indicators. (2017). Disponible en http://data.worldbank.org/data-catalog/world-development-indicators. (Revisado el 20 de mayo 2018).																				

Emisiones de dióxido de carbono causadas por deforestación y degradación por incendios y stock de carbono (niveles de referencia)

Importancia	Las emisiones de dióxido de carbono del sector forestal causadas por deforestación, degradación por incendios y stock de carbono forman parte de los niveles de referencia de emisiones forestales (NREF) /niveles de referencia forestal (NRF) para REDD+ de Guatemala. Al elaborar una primera medición (niveles de referencia) se establece la línea base para evaluar la implementación de REDD+ en el país. A través de la comparación de las emisiones de gases de efecto invernadero del periodo de implementación REDD+ y los NRF/NREF, los países pueden demostrar reducción de emisiones de GEI del sector forestal evitadas mediante la implementación de REDD+, estimar la contribución nacional a la mitigación global a través de acciones REDD+ , evaluar el progreso derivado de políticas y acciones de mitigación al cambio climático en el sector forestal y tener acceso a pagos REDD basados en resultados (FAO, PNUD y PNUMA, 2016) ¹.
Sector(es)	• Forestal (Silvicultura)
Tema(s)	• Mitigación
Cálculo y umbrales	Según lo establecido por el Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra (GIMBUT) ², el cálculo de las emisiones de dióxido de carbono del sector forestal se realiza a nivel nacional y subnacional considerando cinco subregiones REDD (ver ejemplo) y se expresa en toneladas de dióxido de carbono equivalentes. El cálculo considera: Emisiones sector forestal = deforestación + degradación (incendios) - incremento en carbono forestal. <i>Deforestación y degradación:</i> Emisiones deforestación/degradación = datos de actividad x factor de emisión Para deforestación, los datos de actividad incluyen las conversiones posibles de tierras forestales a: a) tierras agrícolas, b) café, c) hule, d) palma africana, e) asentamientos y f) otras tierras. Dichas emisiones consideran existencia de carbono en biomasa aérea y subterránea (utilizando el método dos de las directrices del IPCC ³. Los factores de emisión utilizan información de: a) existencia de biomasa antes de la conversión (mapa de estratificación de carbono de bosques de Guatemala) y b) existencia de biomasa después de la conversión (estudios específicos). Para degradación se estiman las emisiones utilizando la metodología SIGMA ⁴, que determina cicatrices de incendios a través de análisis de imágenes Landsat en tierras forestales que permanecen como tales (incendios que causan degradación). Se cuantifican tres GEI a partir de la ecuación 2.27 del IPCC ³ “Estimación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Causa del Fuego”. <i>Aumentos en el contenido de carbono.</i> Estima las absorciones de dióxido de carbono históricas de reforestación y sistemas agroforestales que estén incentivadas por el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) y el Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones (PINPEP). El umbral es el valor promedio de emisiones del periodo de referencia, el cual es considerado como NREF/NRF o línea base.
Interpretación	Cuanto mayor sea la reducción entre las emisiones medidas después del periodo de implementación de acciones de mitigación (proyectos y acciones derivadas de políticas nacionales, etc.) y la línea base (media histórica), mayor el rendimiento de esas acciones.



Tomado de FAO, PNUD & PNUMA (2016)

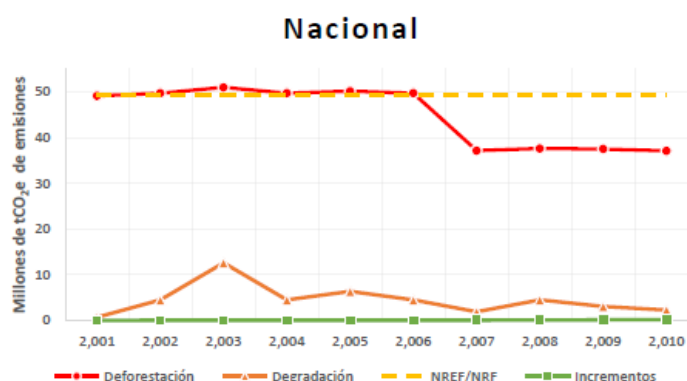
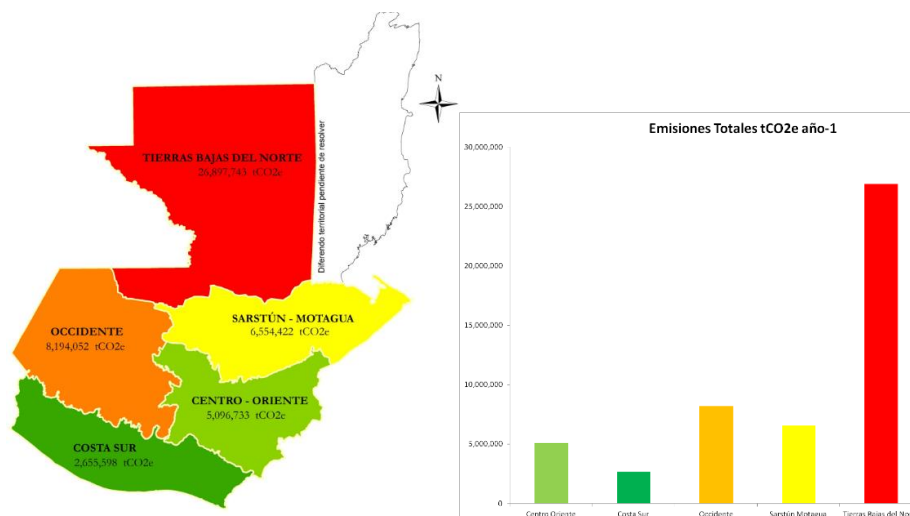
Limitaciones o supuestos

- Se debe asegurar la consistencia en las mediciones a lo largo del tiempo (en términos de metodologías, definiciones y amplitud) y consistencia con los inventarios de GEI.
- Los niveles de referencia para REDD+ buscan establecer la línea base de las cinco actividades REDD: i) la reducción de las emisiones derivadas de la deforestación, ii) la reducción de las emisiones derivadas de la degradación forestal, iii) la conservación de las reservas forestales de carbono, iv) el manejo sostenible de los bosques y v) el incremento de las reservas forestales de carbono. Por el momento para Guatemala se establece línea base para tres actividades.
- La degradación incluye solamente la disminución de existencias de carbono en los bosques derivada de incendios forestales.
- Se integra la información generada con el Sistema Nacional de Monitoreo, Reporte y Verificación de REDD y el Sistema Nacional de Monitoreo de los Bosques.

Ejemplo

Niveles de referencia de emisiones forestales de Guatemala ² estimados para tres actividades REDD priorizadas, por subregiones REDD (ver mapa) : i) reducción de emisiones por deforestación, ii) reducción de emisiones por degradación (incendios), iii) incremento en reservas de carbono forestal.

	<i>NREF def/deg</i> (tCO ₂ e año ⁻¹)	<i>NRF Aum</i> (tCO ₂ e año ⁻¹)	<i>NREF/NRF</i> (tCO ₂ e año ⁻¹)	%
Centro Oriente	5,100,818	-4,085.59	5,096,733	10.3175765
Costa Sur	2,662,366	-6,768.00	2,655,598	5.37586246
Occidente	8,204,602	-10,550.13	8,194,052	16.5876374
Sarstún Motagua	6,556,518	-2,095.55	6,554,422	13.2684507
Tierras Bajas del Norte	26,914,137	-16,394.22	26,897,743	54.4504729
Total	49,438,442	-39,893.49	49,398,548	100

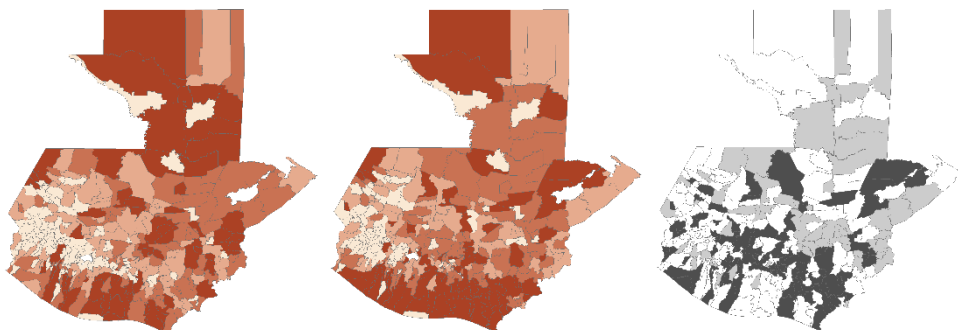


Emisiones nacionales por año (durante el periodo de 2001-2010) y nivel de referencia promedio (cuadro, mapa y gráfico tomados de SIREDD 2018⁵)

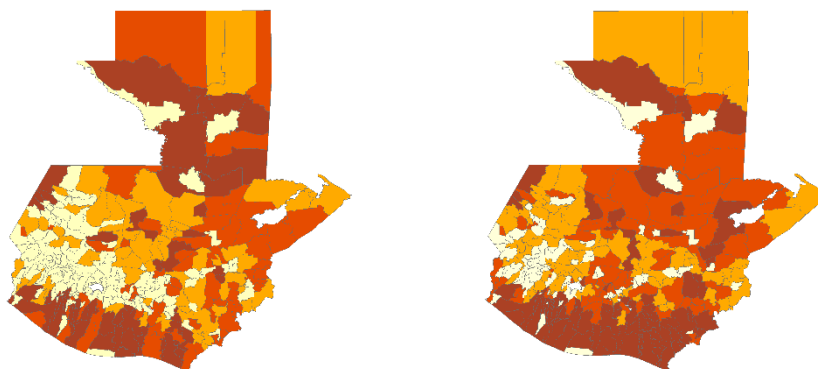
Referencias

1. FAO, PNUD & PNUMA. Consideraciones técnicas para la elaboración de Niveles de referencia de emisiones forestales/Niveles de referencia forestales en el marco de la CMNUCC. (2016).
2. GIMBUT. Niveles de Referencia de Emisiones GEI Forestales de Guatemala. Documento en revisión. Actualizado al 24 de enero de 2018. Estrategia Nacional de Reducción de la Deforestación y Degradación de Bosques en Guatemala (ENDDBG) bajo el mecanismo REDD+. (2018).
3. IPCC. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. In Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (eds. Eggleston, S., Buendía, L., Miwa, K., Ngara, T. & Tanabe, K.) (IGES, 2006).
4. CONAP, INAB, SIPECIF, CONRED & MARN. Sistema de Información Geoespacial para el manejo de incendios en la República de Guatemala - SIGMA I. (2010).
5. MARN, MAGA, CONAP & INAB. Niveles de Referencia, SIREDD+. (2018). Available at: <https://siredd.marn.gob.gt/niveles-gei#>. (Acceso: 31 julio 2018)

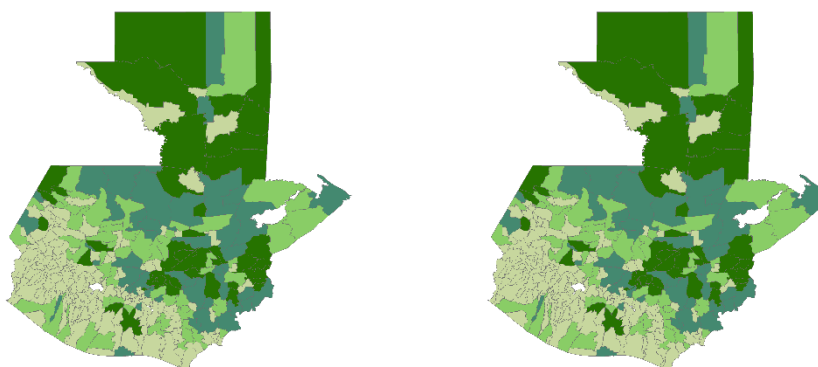
Puntos de calor

Importancia	Los puntos de calor representan puntos en la superficie terrestre que emiten suficiente temperatura, como para que un píxel de una imagen satélite lo reporte con una temperatura elevada. Los puntos de calor reflejan la presencia de incendios forestales y quemas agrícolas y, por lo tanto, fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero ¹ ; además, el cambio climático tiene un impacto en el aumento del número y severidad de incendios, impulsado por condiciones más cálidas ² .																	
Sector(es)	Silvicultura, Cambio de Uso del Suelo, Agricultura																	
Tema(s)	Mitigación																	
Cálculo y umbrales	La presencia de puntos de calor, con el análisis adecuado (por ejemplo, la identificación de fuentes constantes como volcanes activos), es utilizada para su monitoreo ³. La propuesta de cálculo considera la cantidad de puntos de calor identificados entre enero y marzo (época seca) en un año dado y la superficie los municipios. $Densidad\ de\ puntos\ de\ calor = \frac{PCf + PCa + PCo}{SM}$ PCf = puntos de calor en bosques y otros ecosistemas terrestres naturales PCa = puntos de calor en áreas agrícolas PCo = puntos de calor en otros usos SM = superficie municipal (km²) Los municipios se ordenan de acuerdo con su valor de densidad de puntos de calor y se distribuyen en percentiles. Es recomendable presentar la densidad total como desagregada considerando áreas forestales (incendios) y áreas agrícolas (quemas).																	
Interpretación	A mayor incidencia de puntos de calor, mayor volumen de emisiones de GEI																	
Limitaciones o supuestos	- La información de puntos de calor identificados es comparable entre distintos años. - Puede haber subregistros por falta de imágenes o presencia de nubes en ellas.																	
Ejemplo	En la última década hubo un aumento considerable de puntos de calor (PC) en el país, lo que se aprecia en el aumento de los umbrales de las categorías de densidad de puntos, especialmente en la categoría superior (umbral superior 7.14 en 2007, 31.53 en 2017).  <table><tr><th rowspan="2">Categorías</th><th colspan="2">Puntos de Calor / 10 km²</th></tr><tr><th>2007</th><th>2017</th></tr><tr><td>menor</td><td>≤ 0.01</td><td>0.01 – 0.31</td></tr><tr><td>medio inferior</td><td>0.01 – 0.25</td><td>0.32 – 1.35</td></tr><tr><td>medio superior</td><td>0.26 – 0.61</td><td>1.36 – 2.72</td></tr><tr><td>mayor</td><td>0.62 – 7.14</td><td>2.73 – 31.53</td></tr></table> Cambio de grupo hacia uno de menor afectación (disminuye) Sin cambio, permanece en el mismo grupo Cambio de grupo hacia uno mayor afectación (aumenta)	Categorías	Puntos de Calor / 10 km ²		2007	2017	menor	≤ 0.01	0.01 – 0.31	medio inferior	0.01 – 0.25	0.32 – 1.35	medio superior	0.26 – 0.61	1.36 – 2.72	mayor	0.62 – 7.14	2.73 – 31.53
Categorías	Puntos de Calor / 10 km ²																	
	2007	2017																
menor	≤ 0.01	0.01 – 0.31																
medio inferior	0.01 – 0.25	0.32 – 1.35																
medio superior	0.26 – 0.61	1.36 – 2.72																
mayor	0.62 – 7.14	2.73 – 31.53																

Los municipios con mayor incidencia de puntos de calor generados por quemas agrícolas están en la Costa Sur, donde se concentra la producción de caña. Por otro lado, los puntos de calor relacionados con quemas de bosques y otros ecosistemas naturales se concentran en el Petén y el Corredor Seco.



Categorías	PC en áreas agrícolas /10 km ²	
	2007	2017
menor	≤ 0.01	≤ 0.01
medio inferior	0.01 – 0.16	0.01 – 0.54
medio superior	0.17 – 0.44	0.55 – 1.54
mayor	0.45 – 4.46	1.55 – 28.26



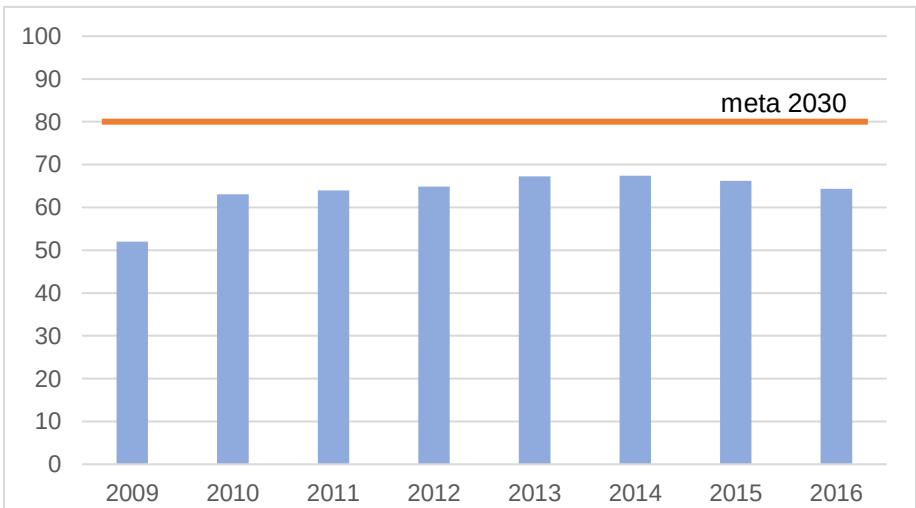
Categorías	PC en áreas con bosques y otros ecosistemas naturales /10 km ²	
	2007	2017
menor	≤ 0.01	≤ 0.01
medio inferior	0.01 – 0.12	0.01 – 0.37
medio superior	0.13 – 0.24	0.38 – 1.07
mayor	0.25 – 1.71	1.08 – 9.11

Los mapas y cuadros han sido elaborados con datos de CONABIO ⁴.

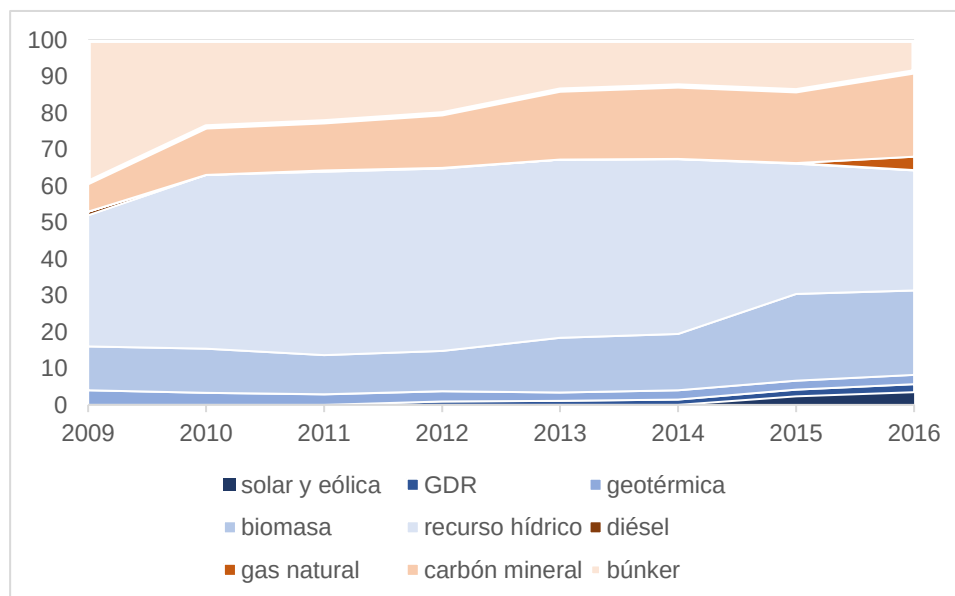
Referencias

1. CONABIO. Sistema de Alerta de Incendios, preguntas frecuentes. (2018). <http://incendios.conabio.gob.mx/>. (Acceso 20 junio 2018)
2. Groot, W., Flannigan, M. & Stocks, B. El cambio climático y los incendios forestales. in IV Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de Incendios Forestales; noviembre 5-11 de 2012; Ciudad de México (2012).
3. Pompa García, M. & Hernández González, P. Determinación de la tendencia espacial de los puntos de calor como estrategia para monitorear los incendios forestales en Durango, México. Bosque (Valdivia) 33, 13–14 (2012).
4. CONABIO. Puntos de calor detectados con imágenes de satélite de Guatemala (2007-2017). (2018). Disponible en: <http://incendios1.conabio.gob.mx/>. (Acceso: 10 julio 2018)

Producción de electricidad renovable

Importancia	El conocimiento y análisis de la matriz de generación de energía eléctrica es un elemento básico para la planificación y aseguramiento de su abastecimiento, así como para comparar el uso de diferentes fuentes de energía utilizadas para su generación en el país a lo largo del tiempo, y su tendencia en el uso de energías renovables y de bajas emisiones de gases de efecto invernadero.																		
Sector(es)	Energía																		
Tema(s)	Mitigación																		
Cálculo y umbrales	El indicador considera el aporte proporcional de diferentes fuentes de energía renovable en la producción de energía eléctrica en un año. Estos datos se reportan en gigawattios hora (GWh) a nivel nacional. Las fuentes de energía renovable reconocidas por el Ministerio de Energía y Minas son: - energía hidráulica - energía geotérmica - energía eólica - energía solar - energía de la biomasa La Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional establece que para el año 2030 la generación de energía eléctrica sea del 80% a partir de fuentes renovables ¹.																		
Interpretación	A mayor proporción de fuentes renovables en la generación de energía eléctrica, menor emisión de GEI.																		
Limitaciones o supuestos	No identificados.																		
Ejemplo	Se estima que el 64% de las fuentes utilizadas para generación de energía eléctrica en 2016 fueron renovables, aumentando más del 10% desde el 52% contabilizado en 2009. Esto es un avance significativo para la meta de 80% establecida para 2030.  <table border="1"> <caption>Proporción (%) de fuentes renovables en la generación de energía eléctrica en Guatemala, 2009 – 2016</caption> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Proporción (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2009</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>2011</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>2012</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>2013</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>2014</td> <td>67</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>2016</td> <td>64</td> </tr> </tbody> </table> <i>Proporción (%) de fuentes renovables en la generación de energía eléctrica en Guatemala, 2009 – 2016 (datos del Ministerio de Energía y Minas ^{2,3} y la Cámara Nacional de Energía Eléctrica ⁴⁻⁶)</i>	Año	Proporción (%)	2009	52	2010	63	2011	64	2012	65	2013	67	2014	67	2015	66	2016	64
Año	Proporción (%)																		
2009	52																		
2010	63																		
2011	64																		
2012	65																		
2013	67																		
2014	67																		
2015	66																		
2016	64																		

Esta proporción aumentó por el creciente aporte de la biomasa a la generación de energía eléctrica. También es importante notar la incorporación de nuevas fuentes de energía renovable, como las fotovoltaicas y eólicas y las comprendidas en la Generación Distribuida Renovable (GDR). Los recursos hídricos se han mantenido como la fuente más importante, aun a pesar de la incidencia de la sequía 2014 – 2016. Sin embargo, la generación por medio de energías no renovables y emisoras de gases de efecto invernadero, como búnker y carbón mineral, mantienen proporciones importantes en este sector.

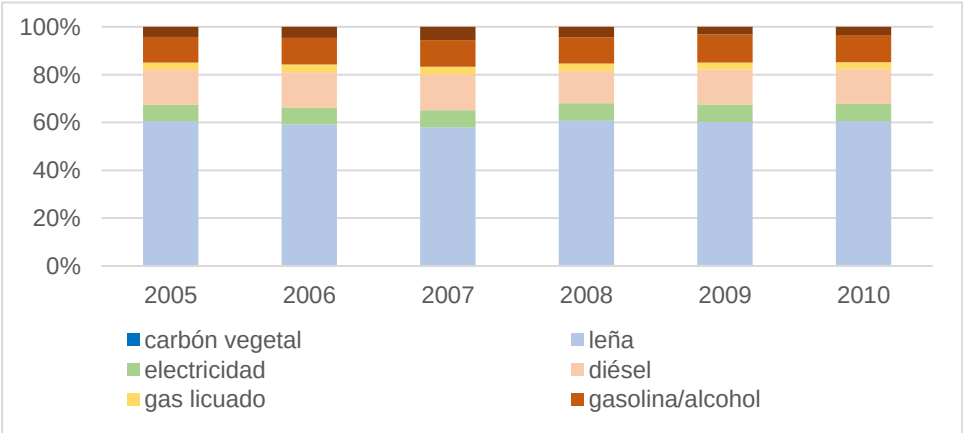


Proporción (%) de diferentes fuentes de energía (renovables en tonos de azul, no renovables en tonos de naranja) en la generación de energía eléctrica en Guatemala, 2009 – 2016 (elaborado con datos del Ministerio de Energía y Minas ^{2,3} y la Cámara Nacional de Energía Eléctrica ⁴⁻⁶)

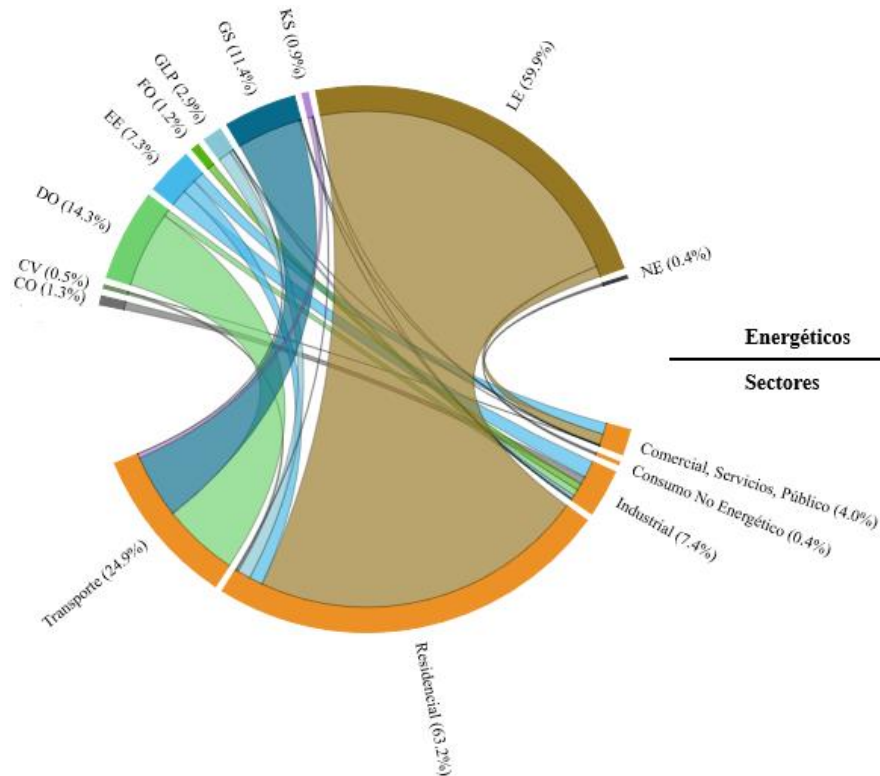
Referencias

1. Gobierno de la República de Guatemala. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional. (2015).
2. MEM. Estadísticas Subsector Eléctrico 2016. (2017).
3. MEM. Estadísticas Subsector Eléctrico 2017. (2018).
4. CNEE. Informe Estadístico 2016. (2017).
5. CNEE. Informe Estadístico 2013. (2013).
6. CNEE. Informe Estadístico 2009. (2010).

Consumo de energía renovable

Importancia	El conocimiento y análisis del consumo final de energía por diferentes sectores es un elemento básico para la planificación y aseguramiento del abastecimiento energético en el país, y es útil para comparar el uso de diferentes fuentes de energía a lo largo del tiempo, y conocer la tendencia en el uso de energías renovables y de bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Aunque la leña se considera una fuente renovable de energía y tiene alta importancia cultural en Guatemala, según el Programa Nacional de Competitividad de Guatemala (PRONACOM) del Ministerio de Economía ¹, en Guatemala está relacionada con más de 5000 muertes al año en el país por enfermedades y quemaduras. Asimismo, es importante considerar que el 49% de la leña consumida procede de bosques naturales sin manejo adecuado, causando y contribuyendo a su degradación y por lo tanto a las emisiones de gases de efecto invernadero.
Sector(es)	Transporte, Energía, Industria.
Tema(s)	Mitigación
Cálculo y umbrales	El indicador considera el aporte proporcional de fuentes de energía renovable en el consumo final en un año. Estos datos se reportan en kilo barriles equivalentes de petróleo (kbep) a nivel nacional. Aunque no establece una meta, la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional ² establece una reducción del uso de leña en el país para el año 2030.
Interpretación	A mayor proporción de fuentes renovables en la generación de energía, menor emisión de GEI.
Limitaciones o supuestos	No identificados.
Ejemplo	En Guatemala se estima que el 60.6% del consumo final de energía en 2010 utilizó fuentes renovables, principalmente leña; el 7.3% utilizó electricidad y el resto (32.1%) utilizó combustibles fósiles (principalmente diésel). Estas proporciones se mantuvieron más o menos estables entre 2005 y 2010, según las estadísticas provistas por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE)³.  Participación (%) de fuentes en el consumo final de energía en Guatemala, 2005 – 2010 (datos de OLADE ³)

La leña abastece principalmente el consumo residencial, sector que representó el 63% del consumo total de energía del país en 2010.



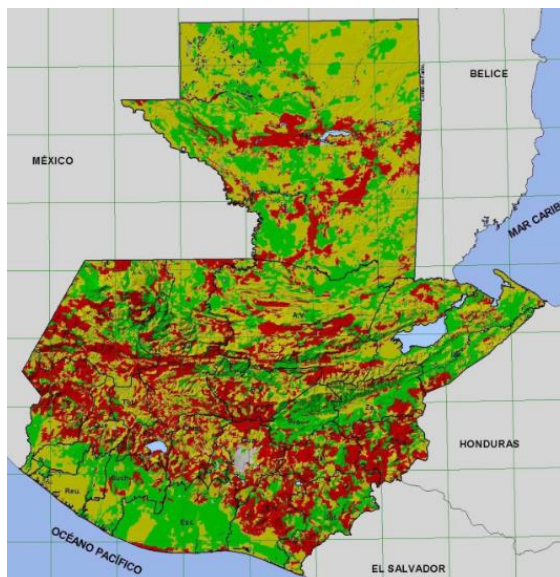
Participación del consumo final por energético y sectores en el consumo final de energía, Guatemala, 2010. CO – coque, CV – carbón vegetal, DO – diésel, EE – electricidad, FO – fuel oil, GLP – gas licuado, GS - gasolina/alcohol, KS - kerosene/Jet fuel, LE – leña, NE - no energético. Fuente: sielac-OLADE ³.

Referencias

1. PRONACOM. NAMA: Uso Sostenible y Eficiente de Leña. (2018). <https://www.pronacom.gt/proyectos/nama>. (Revisado el 4 de septiembre 2018)
2. Gobierno de la República de Guatemala. Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional. (2015).
3. OLADE. Sistema de Información Energética de Latinoamérica y El Caribe. Infogramas energéticos: Participación del consumo por energético y sectores (2018). Disponible en <http://sielac.olade.org/consultas/tablero-participacion-consumo-energetico-sectores.aspx?or=603&ss=2&v=3>. (Revisado el 4 de septiembre 2018)

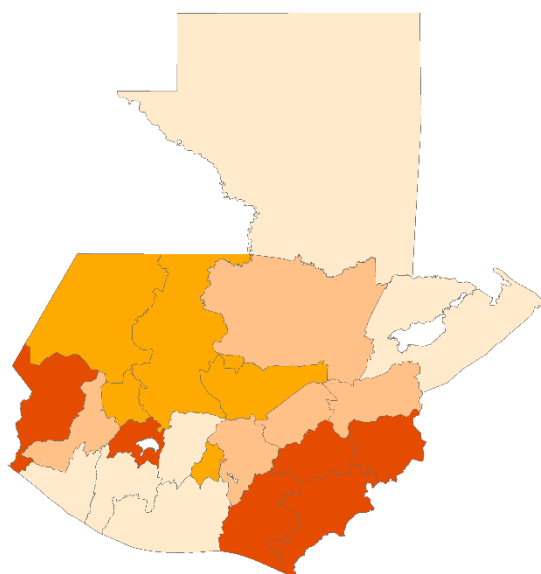
Intensidad de Uso de la Tierra

Importancia	Mostrar la proporción de la superficie municipal con discrepancia entre el uso que se hace actualmente del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones. Cuando no hay conflictos de uso o en uso adecuado la oferta ambiental dominante está acorde con la demanda de la población; el conflicto de uso por subutilización ocurre cuando la demanda es menos intensa que la capacidad productiva; la sobreutilización ocurre cuando se hace un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva. Los conflictos por usos inadecuados ocurren en los páramos que deben ser protegidos y que se encuentran utilizados por actividades agropecuarias de extracción, y pueden afectar la sostenibilidad en grado severo de los recursos naturales renovables como el agua y el suelo.
Sector(es)	• Biodiversidad / Ecosistemas y Áreas Protegidas • Recursos forestales • Gestión de recursos hídricos • Agricultura y seguridad alimentaria
Tema(s)	• Vulnerabilidad
Cálculo y umbrales	La intensidad de uso de la tierra se estima contrastando el mapa de capacidad de uso de la tierra y el mapa de uso actual. Esto da como resultado un mapa con tres categorías principales: uso correcto, subutilizado y sobre utilizado. En Guatemala, el mapa de capacidad de uso se basa en la clasificación de ocho clases agrológicas propuesta por USDA. Para propósito del SNICC interesa principalmente la proporción de áreas clasificadas como “sobre utilizado”. Entonces, para cada municipio se calcula la proporción de área con uso mayor a la capacidad (sobre utilizado). Los municipios pueden entonces ordenarse de acuerdo con esta proporción y distribuirse en cuartiles.
Interpretación	Cuanto mayor es la proporción de territorio sobre utilizado, mayor es la vulnerabilidad del municipio o departamento a eventos extremos y otros procesos relacionados con el cambio climático.
Limitaciones o supuestos	• La información cartográfica de la fuente original (MAGA 2002) está a escala 1:250.000. IARNA e IIA (2006)¹ señala que, aunque existe un mapa de uso de la tierra al año 2003 y a escala 1:50,000 (MAGA 2006), no es posible hacer una nueva estimación de intensidad de uso de la tierra hasta que no se cuente con un mapa actualizado y más detallado acerca de su capacidad de uso. • Hay zonas del mapa que deben revisarse e incluirse en la categoría “sobreutilizado”.
Ejemplo	El sobre uso de la tierra contribuye a su deterioro, en sinergia negativa con la pérdida de cobertura vegetal e incendios ¹ . Los departamentos con mayor proporción de sobre uso están en el Corredor Seco y el Altiplano Occidental, y en general en el centro del país. En parte esto es causado porque según la clasificación propuesta por USDA, la mayor parte de este territorio está dentro de la categoría VII: tierras no cultivables, aptas solo para fines de producción forestal, por relieve quebrado con pendientes muy inclinadas ³ . Sin embargo, es una realidad que esta área concentra las zonas aptas para el cultivo de café y otros cultivos importantes para el país, por lo que este indicador es más bien útil como un marco para la priorización de actividades de adaptación en enfrenten los efectos del cambio climático y reduzcan el deterioro de la tierra (por ejemplo, sistemas agroforestales).



Mapa de intensidad de uso de la tierra. Tomado de MAGA 2002 ³

Categorías de intensidad de uso de la tierra	
	Uso correcto
	Sub utilizado
	Sobre utilizado



Departamentos clasificados según niveles de sobre uso de la tierra. Elaborado con datos de INE 2011 ⁴

Niveles de sobre uso de la tierra	
	5 – 14%
	14 – 26%
	26 – 40%
	40 – 57%

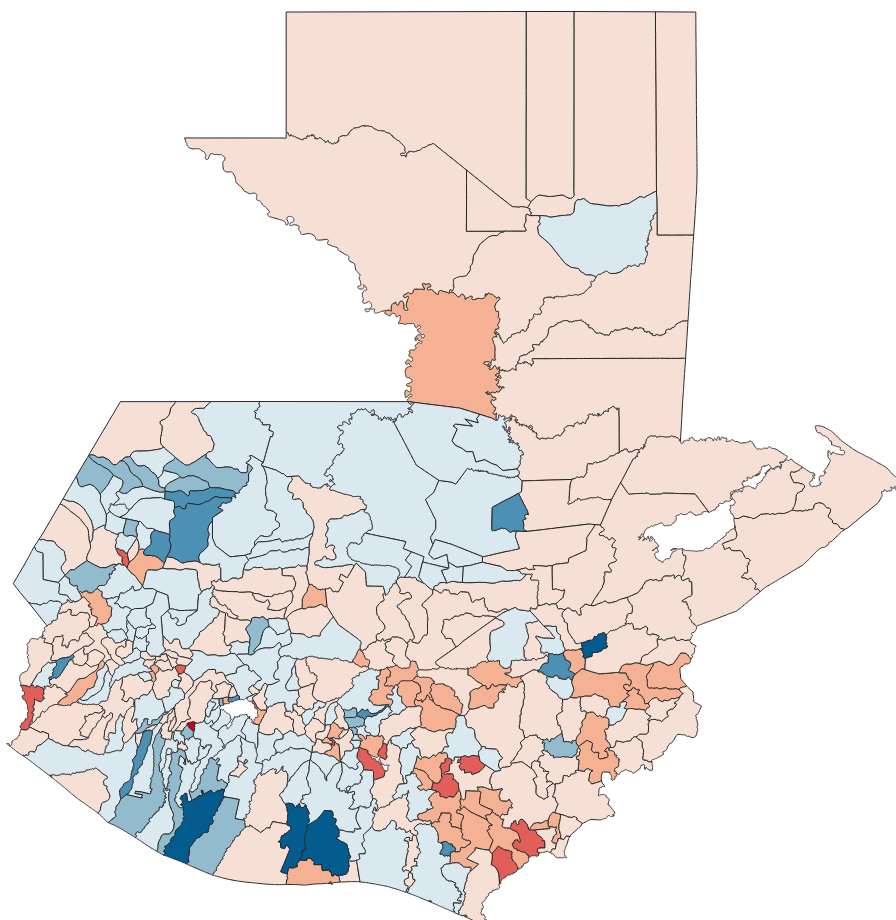
Referencias

1. IARNA-URL & IIA. Perfil Ambiental de Guatemala: Tendencias y Reflexiones sobre la Gestión Ambiental. (2006).
2. MAGA. Mapa de capacidad de uso de la tierra, República de Guatemala. (2002).
3. MAGA. Mapa de intensidad de uso de la tierra, República de Guatemala. (2002).
4. INE. Compendio Estadístico Ambiental 2011. (2011).

Dinámica de la cobertura forestal

Importancia	La tasa anual de cambio neto de cobertura forestal provista por el Instituto Nacional de Bosques (INAB), el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) e instituciones académicas, contribuye a priorizar acciones de manejo donde las coberturas de bosque están disminuyendo o recuperándose, y así a programar acciones eficientemente para reducir las emisiones de gases invernadero provenientes del sector Silvicultura.																		
Sector(es)	Silvicultura, Cambio de Uso del Suelo																		
Tema(s)	Mitigación, Vulnerabilidad																		
Cálculo y umbrales	La tasa anual de cambio neto de cobertura forestal utiliza los mapas de cobertura forestal de Guatemala elaborados con una metodología estándar basados en la interpretación digital de imágenes satélite para todo el territorio nacional, optimizada con información de alta resolución proveniente de ortofotos ¹. El cálculo de la tasa anual asume como bosque, una superficie cubierta por árboles con una cobertura de copa de 30% formando una masa continua de un mínimo de 0.5 ha y ancho mínimo de 60 metros, e incluye las siguientes variables para cada área específica: Cambio neto (ha) = ganancia de bosque (ha) – pérdida de bosque (ha) Cambio neto anual (ha/año) = cambio neto (ha) / intervalo ponderado (años) Tasa de cambio anual = 100 * Cambio neto anual / bosque 2006 Los municipios son distribuidos a categorías de la tasa anual de cambio neto sugeridas por Achard et al. (2014) ² de acuerdo con el análisis que realizaron de las tasas de deforestación tropical entre 1990 y 2010. Se asumen umbrales similares para las categorías de ganancia de cobertura. <table border="1"> <thead> <tr> <th>Categorías</th><th>Rango</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>pérdida mayor</td><td>- 25.01% o menos</td></tr> <tr> <td>pérdida media superior</td><td>-10.01 – -25%</td></tr> <tr> <td>pérdida media inferior</td><td>-5.01 – -10%</td></tr> <tr> <td>pérdida menor</td><td>0.04</td></tr> <tr> <td>ganancia menor</td><td>0.01 - 5%</td></tr> <tr> <td>ganancia media inferior</td><td>5.01 – 10%</td></tr> <tr> <td>ganancia media superior</td><td>10.01 – 25%</td></tr> <tr> <td>ganancia mayor</td><td>25.01% o más</td></tr> </tbody> </table>	Categorías	Rango	pérdida mayor	- 25.01% o menos	pérdida media superior	-10.01 – -25%	pérdida media inferior	-5.01 – -10%	pérdida menor	0.04	ganancia menor	0.01 - 5%	ganancia media inferior	5.01 – 10%	ganancia media superior	10.01 – 25%	ganancia mayor	25.01% o más
Categorías	Rango																		
pérdida mayor	- 25.01% o menos																		
pérdida media superior	-10.01 – -25%																		
pérdida media inferior	-5.01 – -10%																		
pérdida menor	0.04																		
ganancia menor	0.01 - 5%																		
ganancia media inferior	5.01 – 10%																		
ganancia media superior	10.01 – 25%																		
ganancia mayor	25.01% o más																		
Interpretación	Cuanto mayor es la tasa de deforestación, mayores son las emisiones de dióxido de carbono y mayor es la sensibilidad de la vegetación remanente y de los servicios que provee a eventos extremos como sequías y otros procesos relacionados con el cambio climático. Se asume lo inverso para la tasa de regeneración.																		
Limitaciones o supuestos	- Las áreas regeneradas a corto plazo y la reforestación no proveen necesariamente los servicios ambientales relacionados a los bosques naturales. - La deforestación no considera la degradación del bosque. - El indicador no distingue entre tipos de bosque.																		
Ejemplo	El mapa muestra los municipios del país clasificados de acuerdo con las categorías de tasas de cambio neto de cobertura forestal sugeridas, considerando la cobertura estimada para los años 2006 y 2010. El reporte de INAB, CONPA, UVG y URL ¹ resalta lo siguiente:																		

- Pérdida de 500,219 ha y ganancia de 354,107 ha, resultando en 1% de pérdida anual a escala nacional respecto al bosque existente en 2006 (una disminución respecto a las tendencias de deforestación de otros periodos).
- Los municipios con mayor tasa neta de cambio negativa (deforestación) están en diferentes regiones del país, como las Verapaces, Petén, Quiché y la Región Central (Chimaltenango, Guatemala y Santa Rosa).
- Los municipios con mayor tasa neta de cambio positiva (regeneración) se ubican en el norte de Quiché, Huehuetenango, Alta Verapaz y el centro del país.



Municipios de Guatemala según categorías de tasa anual de cambio neto de cobertura arbórea, 2006 – 2010 (elaborado con datos de INAB et al. 2012)

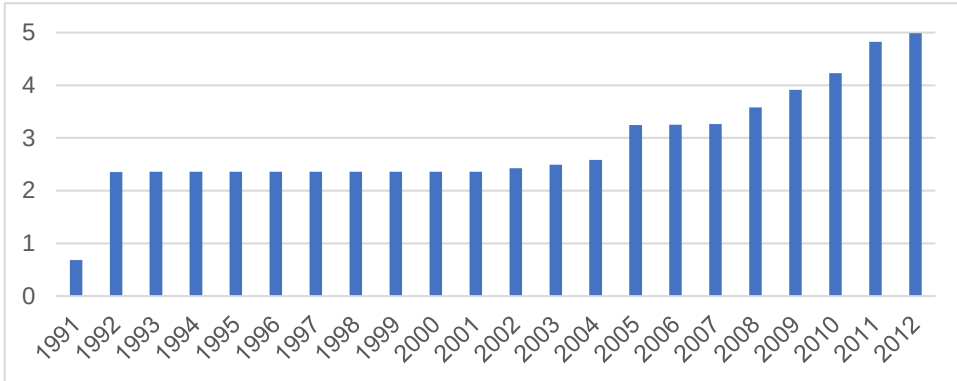
Referencias

1. INAB, CONAP, UVG & URL. Mapa de Cobertura Forestal de Guatemala 2010 y Dinámica de la Cobertura Forestal 2006-2010. (2012).
2. Achard, F. et al. Determination of tropical deforestation rates and related carbon losses from 1990 to 2010. Glob. Chang. Biol. 20, 2540–2554 (2014).

Reciclaje de residuos sólidos urbanos

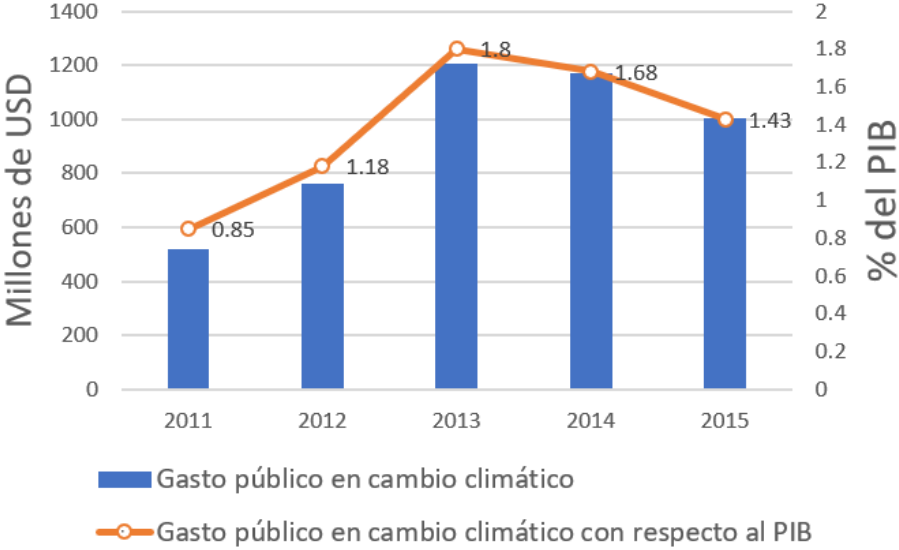
Importancia	En 2005 el sector de gestión de residuos sólidos aportó entre 3 y 5 % de las emisiones de GEI antropogénicas. El sector puede pasar de emitir a ahorrar emisiones, por ejemplo, reduciendo la extracción y fabricación de materias primas; además los beneficios climáticos de la prevención y el reciclado de desechos superan con creces los beneficios de cualquier tecnología de tratamiento de desechos, incluso cuando se recupera energía durante el proceso¹. Adicionalmente, el reciclaje representa una oportunidad para la generación de ingresos en la población vulnerable del país y expresa eficiencia en el uso de recursos y disminución de presión al ambiente². En Guatemala la generación per cápita de residuos sólidos es aproximadamente 1.1 kg/hab/día, incluyendo residuos domiciliarios y urbanos (provenientes de comercios y servicio, entre otras fuentes). Solo el 28% de municipios del país cuenta con planes de manejo de residuos sólidos, lo que muestra un bajo nivel de planificación municipal para el sector. Los datos, como en el resto de los países de la región, son escasos, en parte porque la recuperación de materiales reciclables es realizada principalmente por el sector informal³. Este aspecto, entre otros, es abordado por la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos (2015)⁴.
Sector(es)	• Desechos
Tema(s)	• Mitigación
Cálculo y umbrales	La tasa de reciclaje es la proporción de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) reciclados como una proporción del total de RSU generados en un periodo determinado, generalmente un año. Estos datos se reportan en toneladas métricas y por municipio. Los RSU incluyen residuos producidos por los hogares, comercios, oficinas e instituciones públicas⁵. Las categorías de materiales reciclables propuestas por la guía de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA por sus siglas en inglés, citada por la Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico, 2007⁶) son ¹: • fibras (papel, cartón, periódico, revistas, guías telefónicas) • neumáticos • metal ferroso • metales no ferrosos (latas de aluminio, plomo, baterías de plomo – ácido) • plástico (botellas, bolsas y empaques, mobiliario, plástico de equipo electrónico) • madera (paletas, cajones, madera triturada, madera de mobiliario) • residuos de alimentos • residuos de jardinería • vidrio (botellas, envases, mobiliarios, aplicaciones, vidrio de equipo electrónico) • otros (textiles, lámparas fluorescentes, filtros de aceite, etc.) El Apéndice 1 del último documento citado establece parámetros de qué actividades son consideradas como reciclaje y cuáles no, a fin de facilitar el cálculo. Por ejemplo, el reciclaje de papel considera la generación de nuevos productos, como papel y cartulina, mientras que la incineración de papel para recuperación de energía no es considerada como reciclaje. El cálculo se puede realizar por grupo de actividad económica (ver cálculo para industrias manufactureras, suministro de electricidad y agricultura presentado en Banco de Guatemala e IARNA 2009⁷, p 27). Ese cálculo contribuye también a evaluar la eficiencia del sector productivo en el uso de recursos físicos disponibles.

ⁱ La propuesta de estas categorías es provisional y debe ser reemplazada por las normas guatemaltecas.

	No hay umbrales propuestos para la interpretación de este indicador. Para su establecimiento se recomienda considerar la proporción de RSM susceptibles de ser reciclados.																																														
Interpretación	A mayor tasa de reciclaje de residuos sólidos urbanos, menor emisión de GEI.																																														
Limitaciones o supuestos	• Los datos no son colectados aún a nivel municipal o del gobierno central por lo que aún no es posible medir este indicador. • La tasa de reciclaje no puede ser convertida directamente a unidades de GEI reducidas, ya que involucra diferentes materiales y procesos complejos como extracción de materias primas y consumo de energía, entre otros.																																														
Ejemplo	En México se estima que casi el 40% de los RSU urbanos es aprovechable. Sin embargo, esto no se refleja de manera significativa en la tasa de reciclaje del país. A pesar de que desde 1992 la proporción de residuos sólidos urbanos ha aumentado a un promedio anual de 7.3%, y que, en comparación con ese año, en 2012 se reciclaron cuatro veces más residuos ⁸.  <i>Proporción (%) de residuos sólidos urbanos reciclados en México, 1991 - 2012 (elaborado con datos de OECD ⁹)</i> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Año</th> <th>Proporción (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1991</td><td>0.7</td></tr> <tr><td>1992</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>1993</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>1994</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>1995</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>1996</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>1997</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>1998</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>1999</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>2000</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>2001</td><td>2.3</td></tr> <tr><td>2002</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>2003</td><td>2.4</td></tr> <tr><td>2004</td><td>2.5</td></tr> <tr><td>2005</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>2006</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>2007</td><td>3.2</td></tr> <tr><td>2008</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>2009</td><td>3.8</td></tr> <tr><td>2010</td><td>4.2</td></tr> <tr><td>2011</td><td>4.8</td></tr> <tr><td>2012</td><td>5.0</td></tr> </tbody> </table>	Año	Proporción (%)	1991	0.7	1992	2.3	1993	2.3	1994	2.3	1995	2.3	1996	2.3	1997	2.3	1998	2.3	1999	2.3	2000	2.3	2001	2.3	2002	2.4	2003	2.4	2004	2.5	2005	3.2	2006	3.2	2007	3.2	2008	3.5	2009	3.8	2010	4.2	2011	4.8	2012	5.0
Año	Proporción (%)																																														
1991	0.7																																														
1992	2.3																																														
1993	2.3																																														
1994	2.3																																														
1995	2.3																																														
1996	2.3																																														
1997	2.3																																														
1998	2.3																																														
1999	2.3																																														
2000	2.3																																														
2001	2.3																																														
2002	2.4																																														
2003	2.4																																														
2004	2.5																																														
2005	3.2																																														
2006	3.2																																														
2007	3.2																																														
2008	3.5																																														
2009	3.8																																														
2010	4.2																																														
2011	4.8																																														
2012	5.0																																														
Referencias	1. United Nations Environment Programme. Waste and climate change: Global trends and strategy framework. United Nations Environ. Program. (2010). 2. DANE, Colombia. Hoja metodológica de indicadores - Tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos generados. (2016). 3. BID. Situación de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. (2015). 4. Gobierno de la República de Guatemala. Política Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos. Acuerdo Gubernativo 281-2015. Documento CONPES 3874 I (2016). 5. ISWA, WTER, SWEEPNET, University of Leeds & SWAPI. Waste Atlas 2013 Report. (D-WASTE, 2014). 6. Autoridad de Desperdicios Sólidos de Puerto Rico. Tasa de Reciclaje y Tasa de Desvío. Informe Final 2007. (2007). 7. Banco de Guatemala & IARNA. Cuenta Integrada de Residuos Resultados y análisis. (2009). 8. Góngora Pérez, J. P. El reciclaje en México. Comer. Exter. 64, 4 (2014). 9. OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). OECD.Stat. Municipal waste, generation and treatment. https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MUNW. (Revisado el 3 de septiembre 2018)																																														

Inversión pública para implementación de acciones para hacer frente al cambio climático

Importancia	El financiamiento de las acciones para combatir cambio climático juega un rol clave para disminuir la vulnerabilidad de la población. Además, los países buscan poder comprobar el apalancamiento de recursos para acceder a fondos internacionales que ofrecen apoyo financiero para la implementación de acciones de mitigación y/o adaptación. Por lo anterior resulta fundamental poder responder a la necesidad de reporte de los montos del gasto público destinado a dichas actividades, también referido como gasto climático. Chile ¹ y Ecuador ² han implementado la metodología Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR)³ para responder a la necesidad de reporte en gasto climático. Dicha metodología consta de tres pilares, siendo el tercero el análisis del gasto público para enfrentar el cambio climático para el cual, el principal insumo es la identificación de los gastos relevantes en el tema de cambio climático. En Guatemala se han logrado avances en el diseño del Clasificador Temático de Cambio Climático (Clasificador Climático)⁴ el cual permitirá la recopilación información sobre el presupuesto asignado y ejecutado para implementación de acciones institucionales en el tema de cambio climático, así como identificar qué acciones se ejecutan. La implementación de dicho clasificador climático será la principal fuente de información para reporte sobre gasto climático propuesto en esta ficha.
Sector(es)	• Multisectorial
Tema(s)	• Adaptación y Mitigación
Cálculo y umbrales	Se propone tomar como como guía la metodología CPEIR y generar al menos los siguientes datos para el reporte de este indicador. • El monto total anual presupuestado y ejecutado para la implementación de acciones de cambio climático de acuerdo con el Clasificador Climático, el cual se espera pueda ser desagregado por sectores. • La proporción del gasto presupuestado y ejecutado con respecto al gasto total nacional anual / respecto al PIB. • La proporción del gasto climático destinado a los mecanismos de adaptación y mitigación, además de otros rubros definidos en la estructura del clasificador temático (la propuesta incluye generación de métricas sobre cambio climático) La metodología CPEIR, busca responder un horizonte de preguntas más amplio que los montos destinados al gasto climático, como el origen de los fondos y otros que no se han considerado por el momento en este reporte. La comparación entre periodos identifica aumentos o disminuciones de inversión, además de evaluar el cumplimiento de metas presupuestales establecida por el país y/o sectores. Con la información de este indicador se pueden hacer comparaciones entre gasto destinado a adaptación o mitigación y entre los distintos sectores, con el fin de identificar vacíos o desbalances.
Interpretación	A mayor inversión pública planificada que responda a prioridades geográficas - temáticas, se espera más eficiencia en la adaptación al cambio climático.

Limitaciones o supuestos	• Hay avances en el desarrollo del Clasificador Climático, pero todavía no es implementado. • No considera la inversión privada o la inversión de la cooperación internacional (a menos de que sea aportada para ejecución directa de instituciones gubernamentales) • No se identifica una meta presupuestaria para Guatemala para gasto climático.																		
Ejemplo	El Ministerio de Ambiente de Ecuador ha implementado a manera de piloto la metodología CPEIR. En la gráfica siguiente se presenta un ejemplo de la información generada en dicha experiencia.  <table><tr><th>Año</th><th>Gasto público en cambio climático (Millones de USD)</th><th>Gasto público en cambio climático con respecto al PIB (%)</th></tr><tr><td>2011</td><td>500</td><td>0.85</td></tr><tr><td>2012</td><td>750</td><td>1.18</td></tr><tr><td>2013</td><td>1200</td><td>1.8</td></tr><tr><td>2014</td><td>1150</td><td>1.68</td></tr><tr><td>2015</td><td>1000</td><td>1.43</td></tr></table> Tomado de Ministerio de Ambiente del Ecuador (2018)	Año	Gasto público en cambio climático (Millones de USD)	Gasto público en cambio climático con respecto al PIB (%)	2011	500	0.85	2012	750	1.18	2013	1200	1.8	2014	1150	1.68	2015	1000	1.43
Año	Gasto público en cambio climático (Millones de USD)	Gasto público en cambio climático con respecto al PIB (%)																	
2011	500	0.85																	
2012	750	1.18																	
2013	1200	1.8																	
2014	1150	1.68																	
2015	1000	1.43																	
Referencias	1. Gibbs, M; Fuentes, J; Pinto, F. Proyecto Gasto Climático-CPEIR Chile (2015). Disponible en http://operaciones.pnud.cl/adquisiciones/2017/028-2017/ANEXO%20%20INFORME%20FINAL%20PROYECTO%20GASTO%20CLIMATICO%20CPEIR%20CHILE%202015.pdf 2. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Análisis del Gasto Público y Privado para el Cambio Climático. Caso práctico – Ecuador. (2018) Disponible en http://www.id.undp.org/content/dam/LECB/events/2018/201808-latin-american-climate-finance-dialogue/undp-ndcsp-uruguay-climate-finance-dialogue-ecuador.pdf 3. UNDP-ODI. The Climate Public Expenditure and Institutional Review (CPEIR): a methodology to review climate policy, institutions and expenditure. (2012). https://www.cbd.int/financial/climatechange/g-cpeirmethodology-undp.pdf 4. MINFIN. Clasificadores temáticos (2017). Presentación PPT.																		

Sección 4. Validación y revisión de protocolos

Validación de protocolos propuestos

Entre julio y septiembre se realizaron entrevistas a distintos funcionarios de CONAP, MAGA, MARN, USAID-LEDS, CONRED y SEGEPLAN, entre otras instituciones, para validar los diferentes protocolos de los índices propuestos para el SNICC en su primera y segunda versión (ver Anexos 4a y 4b para propuestas de índices y Cuadro 7 para lista de instituciones visitadas).

Cuadro 7. Instituciones y personas entrevistadas para la validación e implementación del conjunto de índices básicos

Institución	Personas entrevistadas (#)	Índices validados (#)
MARN	8	9
CONRED	1	2
INSIVUMEH	1	2
Banrural	1	2
CONAP	1	2
MAGA	2	4
USAID-LEDS	2	4
SEGEPLAN	2	4
SIINSAN	1	2

Para este objetivo, se utilizó un modelo de encuesta (ver Cuadro 8) validado a su vez para garantizar su comprensión por las personas entrevistadas y su utilidad. Todos los protocolos fueron evaluados positivamente en sus diferentes dimensiones, resultando la mediana de todos los factores en cuatro (máximo valor posible). Las calificaciones más bajas fueron otorgadas al origen de los datos, ya sea porque las mediciones corresponden a estudios puntuales que no son específicos para el país (por ejemplo, impacto potencial del cambio climático en los cultivos) o porque no se cuenta con una fuente nacional del dato (por ejemplo, consumo de energía renovable). Los comentarios recibidos fueron incorporados a esta versión final del documento. El Cuadro 9 resume los resultados de la validación de los protocolos.

Además, como etapa complementaria en la validación e implementación, durante el Taller final de la asistencia técnica, el Grupo 2, trabajo sobre la producción de información en función a la demanda, disponibilidad e intercambio de datos, y obligaciones de monitoreo, reporte y verificación (Cuadro 9). En este contexto se discutió cuáles eran los indicadores del SNICC más importantes para el monitoreo y reporte y cuáles eran los indicadores más difíciles para desarrollar desde el punto de disponibilidad de datos y metodología.

Como resultado del trabajo (Cuadro 10), se validó el esquema de indicadores para cada uno de los cuatro temas del SNICC con algunos ajustes en función de nuevos datos disponibles. Además, se validó las características de uso para cada uno de los temas a saber: 1. Ciencias del clima aporta información sobre variables climáticas y su efecto directo en la biosfera, sobre la base de datos actuales y modelación y sirven para orientar toma de decisiones a largo plazo. 2. Adaptación aporta información sobre las acciones y medidas para asegurar que los servicios provistos por las organizaciones gubernamentales, el sector privado y la sociedad civil organizada para prevenir o disminuir efectos negativos del cambio climático en los ecosistemas y sus servicios ambientales y la población y sus medios de vida. 3. Vulnerabilidad aporta información sobre la condición y estado de la población, y los recursos que los hacen más sensibles a los

efectos del cambio climático, así como expresiones de estos efectos en los ecosistemas, la población y sus medios de vida. 4. Mitigación aporta información sobre el estado y tendencias de las emisiones y captura de GEI. No obstante, se debe anotar la ausencia de indicadores relacionados con los ámbitos marinos y costeros y salud pública.

Cuadro 8. Hoja de encuesta para la validación de índices iniciales propuestos para el SNICC

Encuesta para validación de protocolos de índices e indicadores propuestos para el SNICC		
Fecha: _____		
Nombre: _____		
Institución: _____		
Del conjunto de indicadores o índices para los cuales se ha desarrollado un protocolo de reporte, señale por favor cuáles conoce más o tiene más interés en revisar. (Enumeración de indicadores o índices a revisar)		

Nombre del indicador o índice 1 _____		
Marcar si se identifica como: USUARIO DEL SISTEMA ☐ PROVEEDOR DE INFORMACIÓN ☐		
Responder lo siguiente en una escala de 1 al 4 (1 estoy en completo desacuerdo, 4, estoy completamente de acuerdo).		
Pienso que:		
Este índice es fácil de interpretar		
Estoy de acuerdo con el cálculo propuesto y la categoría propuesta para la interpretación		
Este índice es útil para mi trabajo en la elaboración de informes, reportes		
Me siento seguro usando este índice por el origen de los datos		

Nombre del indicador o índice 2 _____		
(continua hasta terminar con indicadores seleccionados)		
Cierre de la encuesta. Si su institución es proveedor de datos o información utilizados para la elaboración de este índice, por favor indique el nombre de la unidad encargada de distribuirla, persona de contacto y número telefónico o correo.		
Oficina o unidad	Persona de contacto	Datos de contacto (tel. o correo)
¿Conocen otro índice que sea de interés para el SNICC? ¿Cuál es y cuáles son las posibles fuentes de información?		
Comentarios adicionales		

Cuadro 9. Resumen de los resultados del Grupo de trabajo de revisión del conjunto de índices e indicadores del SNICC, taller realizado el 18 y 19 de septiembre en Ciudad de Guatemala

	Índice o indicador	Principales variables	Nivel de medición	Urgencia (ver clave)	Comentarios para su implementación
	Ciencias del Clima				
	Escenarios de temperatura y precipitación	precipitación y temperatura (últimas décadas sXX, cortes s XXI)	país		Incluir disponibilidad hídrica
	Zonas de vida de Holdridge	Extensión y distribución actual y futura	país - departa- mento		
	Aptitud climática de cultivos	Aptitud climática actual y futura de café y frijol	país - departa- mento		
	Índice Integrado de Amenazas Climáticas	Riesgos sequía y granizo, histórico inundaciones	municipio		Actualizar el cálculo
	Inversión pública para investigación. en ciencias del clima	No establecidas	No establecido		Definición de parámetros e imple- mentación
Temas	Adaptación				
Transversal	Índice de Gestión Municipal	Administración, gestión financiera, servi- cios, participación ciudadana, entre otros	municipio		Incluir variables relacionadas con adaptación al CC
Agricultura, In- fraestructura	Seguros de Riesgo Climático	Beneficiarios por tipo de seguro	país – departa- mento - municipio		Datos incipientes de Banguat para seguros agropecuarios
Agricultura, In- fraestructura	Sistemas de Alerta Temprana	No establecidas	municipio		Inclusión en Índice de Gestión Muni- cipal de SEGEPLAN
Transversal	Inversión pública para implementar accio- nes de adaptación	No establecidas, es necesario establecer medidas de adaptación por sector	No establecido		Definición de parámetros e imple- mentación
Temas	Vulnerabilidad				
Población	Índice de Desarrollo Humano	Salud, educación, nivel de vida	departamento		
Recursos Fo- restales y Sue- los	Intensidad de uso de la tierra	Uso potencial y uso actual	departamento		
	Cambio de uso de la tierra	Extensión de territorio bajo diferentes usos	departamento		
Agua	Índice de Uso del Agua	Caudal disponible y uso por sector	país		Importante discriminarlo por munici- pio o cuenca
	Índice de Calidad del Agua	pH, temperatura, OD, DBOS, coliformes, sólidos, nitrógeno, fosfatos, otros	cuencas		Se miden 7 de los 9 parámetros, para algunas cuencas del país.
Agricultura	Disponibilidad de agua para cultivos	No establecidas	municipio		
Salud humana Infraestructura	Histórico y Riesgo de Daños y Pérdidas de Población e Infraestructura Crítica por Eventos Hidrometeorológicos Extremos	Zonas en riesgo de inundación y otros eventos, ubicación infraestructura crítica	municipio		Bases de datos CONRED u otros (zonas susceptibles a inundación y deslizamientos, distribución pobla- ción urbana y rural)
Salud Humana	Incidencia de enfermedades de transmi- sión vectorial	Registros dengue, malaria, zika y otros	municipio		

	Índice o indicador	Principales variables	Nivel de medición	Urgencia (ver clave)	Comentarios para su implementación
Sectores	Mitigación				
Transversal	Emisiones GEI	Inventarios por sectores	país (por sectores)		
	Índice de Desacople	Producto Bruto Interno Emisiones de GEI	país (por sectores)		
Uso tierras, Agricultura, Silvicultura	Puntos de calor	Puntos correspondientes a incendios forestales y quemas agrícolas	municipio		
Silvicultura	Dinámica de cobertura forestal	Áreas con recuperación y pérdida de cobertura forestal	municipio		
	Niveles de referencia	Degradación forestal y deforestación, captura de carbono	regiones REDD		
Energía	Producción de energía eléctrica renovable	Uso de fuentes renovables y no renovables	país		
Energía, transporte, industria	Consumo de energía renovable	Consumo de energía proveniente de fuentes renovables y no renovables	país		
Desechos	Proporción de Residuos Colectados (urbano y rural)	No establecidas	municipio		Inclusión en Índice de Gestión Municipal. Considerar normativa vertederos.
Transversal	Inversión pública para mitigación	No establecidas	No establecido		

Clave: la urgencia se definió en función de la necesidad para el monitoreo y reporte y de los datos disponibles. Verde: información disponible con protocolos de medición establecidos, escala aceptable. Amarillo: información disponible en organizaciones fuera del país, datos muy antiguos o demasiado gruesos. Rojo: sin información

Cuadro 10 Resultados de la validación de los protocolos

Índices o Indicadores evaluados	Utilidad	Cálculo y umbrales	Interpretación	Origen datos	Mediana	Comentarios
Desarrollo Humano (2)	4	4	4	3	4	• Medición por municipio
Composición de la Riqueza (1)	4	3	4	2	3.5	• No queda clara la medición del capital natural. Revisar método alternativo.
Impacto potencial del cambio climático en los cultivos (3)	2	4	4	1	3	• El indicador es útil, pero la fuente de datos para el modelo es muy gruesa y no captura realidad de regiones del país. Está bien para nivel nacional
Índice Integrado de Amenazas Climáticas (2)	3	4	3	4	3.5	• Puede subvalorar la exposición de algunos territorios propensos a inundaciones.
Emisiones de gases de efecto invernadero (2)	4	4	4	4	4	• Considerar en reporte siempre todos los sectores de emisiones.
Desacople de emisiones de gases de efecto invernadero y crecimiento económico (2)	3.5	4	3.5	3.5	3.5	• La iniciativa LEDS proporcionará los datos de desacople por sector.
Consumo de energía renovable (1)	4	4	4	2	4	• El uso de leña es crítico y las acciones están dirigidas a fogones eficientes.
Producción de electricidad renovable (1)	4	4	4	4	4	
Dinámica de la cobertura forestal (1)	4	4	4	4	4	• Cambiar colores, usando los del informe original (azul por verde)
Intensidad de Uso del Agua (1)	4	4	4	4	4	• Debe ser presentado en mapas, por cuencas o utilizando alguna otra unidad espacial.
Intensidad de Uso de la Tierra (1)	4	3	4	4	4	• Hay zonas en el mapa que deberían reclasificarse como "sobre utilizadas", como Punta de Manabique.
Índice de Influencia Humana ("Huella Humana") (1)	3.5	3.5	4	3	3.5	
Accesibilidad de centros urbanos (1)	4	4	4	4	4	

Dentro de contexto interinstitucional, fue muy útil derivar algunos elementos básicos como recomendaciones para la implementación del conjunto básico de índices, a saber:

- ✓ Asegurar la producción de información en función a la demanda, disponibilidad e intercambio de datos, y obligaciones de monitoreo, reporte y verificación.
- ✓ Facilitar la implementación de módulos temáticos sobre la base de iniciativas en curso que disponen de información, por ejemplo, para la temática mitigación el módulo está completo.
- ✓ Es necesario que varios indicadores que componen los índices básicos de los temas de ciencias del clima, adaptación y vulnerabilidad se incluyan en el SNICC, aún con escala gruesa (temporal o geográfica). Esto genera una demanda y uso que permite mejorar la información ya existente.
- ✓ Se debe priorizar y mutualizar presupuestos y actividades para medición y reporte de diferentes índices o indicadores para los cuales no hay datos, pero que son muy importantes.
- ✓ Es necesario que el SNICC incluya algunos índices e indicadores de desempeño y metas de planificación operativa. Se recomienda el uso del Clasificador de Cambio Climático del

MARN como una herramienta que permite clasificar las inversiones y acciones gubernamentales para estimar cuánto presupuesto se dedica a mitigación y a adaptación. Para desempeño ver también los ejemplos de indicadores de salvaguardas del Sistema de Información de la Estrategia Nacional REDD+ (SIREDD+, en <https://siredd.marn.gob.gt/indicadores-sis>)

Desarrollo de protocolos adicionales

Entre agosto y septiembre se realizaron cinco entrevistas a seis funcionarios del MARN, CONRED, INSIVUMEH y Banrural para desarrollar protocolos identificados como importantes, pero que contaban con poca información para su desarrollo. En ese caso no se aplicó la encuesta, sino que se indagó con cada uno por elementos propuestos (utilidad, interpretación, cálculo y origen de los datos). Los protocolos desarrollados con el apoyo de estas entrevistas fueron:

- Escenarios climáticos
- Impacto potencial del cambio climático en las zonas de vida de Holdridge
- Emisiones de dióxido de carbono causadas por deforestación y degradación por incendios y stock de carbono (niveles de referencia)
- Reciclaje de residuos sólidos urbanos
- Índice de Calidad del Agua
- Daños y pérdidas por eventos extremos
- Inversión pública para implementación de acciones para hacer frente al cambio climático

Además, durante las en las entrevistas a diferentes usuarios entre mayo y septiembre se identificaron los siguientes índices alternativos en función de las responsabilidades y hoja de competencias institucionales, que disponen de datos, protocolos y hojas metodológicas:

- Índice de riesgo SEGEPLAN-GIZ: integración de los resultados de los indicadores de peligro y exposición (natural y social), vulnerabilidad y falta de capacidad de respuesta. Cada uno de los indicadores tiene asignado el mismo peso o contribución para el cálculo del índice.
- Índice de intensidad de uso de suelo SEGEPLAN-GIZ: comparación del uso actual de la tierra con capacidad de uso, que permiten determinar las divergencias de uso, con las cuales se identifican las áreas subutilizadas, sobre explotadas y de uso correcto, que dan base para definir las áreas que requieren un cambio de uso o reordenamiento.
- Índice de Pobreza Multidimensional PNUD: integración de indicadores de logro educativo, alfabetismo, asistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia, trabajo infantil, tasa de dependencia económica, empleo informal, aseguramiento en salud, barreras de acceso a servicio de salud, acceso a fuente de agua mejorada, eliminación de excretas, pisos, paredes exteriores, hacinamiento crítico.
- Huella hídrica MARN: Se entiende como huella hídrica o huella del agua de un país o territorio el volumen de agua utilizada directa e indirectamente para la elaboración de productos y servicios consumidos por los habitantes de ese país o territorio.
- Huella carbón MARN: totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de actividades productivas de un país, territorio o sector.

Por último, es necesario reconocer que este conjunto básico de índices debe ser completado en función de las necesidades de monitoreo, reporte y verificación. Es así como señalado anteriormente, varios indicadores que componen los índices básicos de los temas de ciencias del clima, adaptación y vulnerabilidad se deben incluir en el SNICC de manera a responder y generar una demanda y uso que permite mejorar la información ya existente. Además se debe anotar la falta de datos, información e indicadores para los sectores marinos y costeros, pero sobre todo para el sector salud pública, esenciales en todo análisis, evaluación y monitoreo de la vulnerabilidad y las respuestas de adaptación al cambio climático de manera integral. Finalmente se debe asegurar los acuerdos interinstitucionales para facilitar la producción y uso de datos e información, así como manuales de usuario y protocolos para la implementación y operación del SNICC.

Anexo 1. Relación entre elementos propuestos para el SNICC y la propuesta de clasificador sobre cambio climático

SNICC Clasificador sobre CC		Ciencias del clima		Vulnerabilidad al cambio climático			Adaptación al cambio climático		Mitigación del cambio climático		
		Escenarios e investigación sobre variables del clima	Conocimiento para reducir vulnerabilidad o aumentar mitigación	Cuantificación de impactos del cambio climático	Conocimiento vulnerabilidad ante el cambio climático	Tendencias socioeconómicas y de recursos críticos	Medidas de adaptación al cambio climático (medidas puestas en práctica)	Alternativas, promoción y presupuesto para adaptación (desempeño)	Emisiones y absorciones de GEI	Tendencias sectoriales	Normativa, promoción y presupuesto para la mitigación (desempeño)
1. Acciones orientadas a reducir los efectos del CC	1.1 Conocimiento e información de la vulnerabilidad ante el cambio climático										
	1.2 Promoción y mejoramiento de los procesos de adaptación al cambio climático										
	1.3 Reducir la vulnerabilidad sistémica ante el cambio climático										
2 Acciones de la mitigación de los GEI	2.1 Acciones de reducción de emisiones en el sector transporte										
	2.2 Acciones de reducción de emisiones en el sector energía										
	2.3 Acciones de reducción de emisiones en el sector procesos industriales										
	2.4 Acciones de reducción de emisiones en el sector desechos										
	2.5 Acciones de reducción de emisiones en el sector agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra										
3 Métricas sobre CC	3.1 Información sobre la cuantificación de emisiones y absorciones de GEI por sector										
	3.2 Información sobre pérdidas y daños en sectores primarios										
	3.3 Escenarios de cambio climático										
	3.4 Estudios de investigación sobre cambio climático										

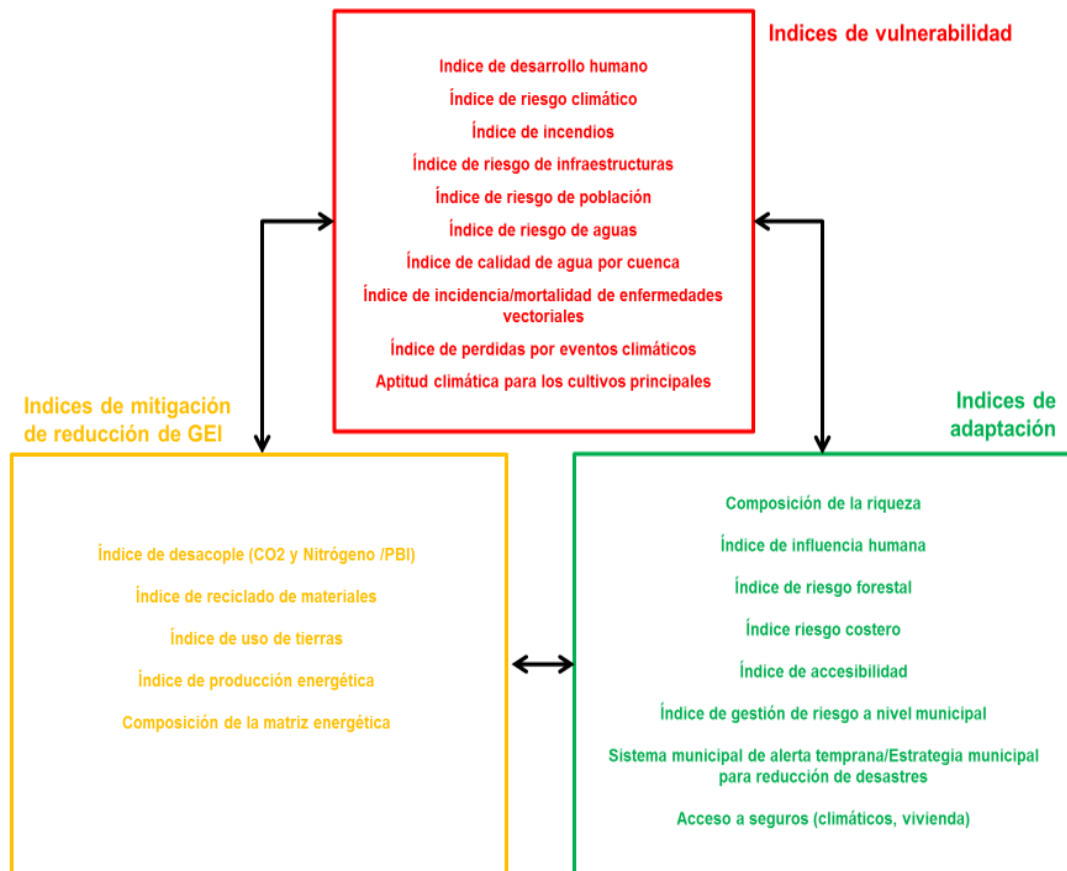
Anexo 2. Elementos para la medición de desempeño, adaptación al cambio climático

Parámetros	Orientaciones para aumento capacidad adaptativa y resiliencia		
	Alternativas	Promoción	Presupuesto
Recuperar, documentar y reproducir los conocimientos culturales y ancestrales útiles para la ACC	Plan K'atun		
Identificación alternativas tecnológicas manejo intensivo de agua	Plan K'atun		
Identificación alternativas energéticas	Plan K'atun		
Sistemas mejoramiento genético de plantas	Plan K'atun		
Sistemas conservación germoplasma vegetal e identificación variedades promisorias	Plan K'atun		
Estudio de enfermedades del ganado relacionadas con CC	Plan K'atun		
Identificación plagas y enfermedades agrícolas emergentes del CC	Plan K'atun		
Recuperación tecnologías agrarias ancestrales	Plan K'atun		
Inclusión del CC en políticas y programas de salud		Plan K'atun	
Prevención y protección ambiental		Plan K'atun	
Sistemas de vigilancia bioclimática para enfermedades priorizadas		Plan K'atun	
Políticas públicas con enfoque integral para la ACC		Plan K'atun	
Sistemas de control en áreas de protección de cuencas para promover sistemas productivos sostenibles.		Plan K'atun	
Sistemas conservación agrobiodiversidad		Plan K'atun	
Programas consolidación nuevos calendarios agrícolas		Plan K'atun	
Programas orientados a impulsar beneficios del CC sobre nuevas áreas con potencial agrícola		Plan K'atun	
Monitoreo sistemas agroalimentarios a partir de observación agrometeorológica		Plan K'atun	
SAT para la seguridad alimentaria		Plan K'atun	
Sistemas de vigilancia fitosanitaria bajo escenarios climáticos		Plan K'atun	
Implementación corredores biológicos como establecimiento áreas escape de especies amenazadas por CC		Plan K'atun	
Alternativas a agricultura de corta quema para evitar incendios forestales y degradación ecosistemas		Plan K'atun	
Cultivos multiestrato y sistemas agroforestales como alternativa para reducción impactos en bosques naturales		Plan K'atun	
Establecimiento viveros forestales y cultivos in vitro para multiplicación de especies que se empleen en forestación, reforestación y restauración ecosistemas		Plan K'atun	
Ordenamiento territorial en planificación de asentamientos en áreas urbanas y rurales		Plan K'atun	
Mejoramiento tecnologías de construcción considerando CC y optimización costos		Plan K'atun	
Integración de información climática en programas de gestión de riesgos y manejo de desastres		Plan K'atun	
Programas mejoramiento vivienda y carreteras considerando CC		Plan K'atun	
Planificación asentamientos en áreas nuevas de colonización		Plan K'atun	
Existencia Ley del Agua		PANCC	
Inserción del CC y sus impactos en políticas recursos hídricos		Plan K'atun	
Implementación política de riego		NDC	
Promoción del uso eficiente de agua de riego		Plan K'atun	
Evaluación calidad de aguas para tratamiento y reutilización		Plan K'atun	
Conservación, protección, restauración y manejo sostenible de zonas de captación y regulación hidrológica		Plan K'atun	
Programas protección en áreas de cabecera de cuenca		Plan K'atun	
Programa mejoramiento sistemas drenaje en áreas propensas a inundación		Plan K'atun	
Sinergias programas manejo cuencas, riego y manejo de agua, entre otros		Plan K'atun	
Presupuesto asignado a adaptación (total y respecto al PIB)			II CNCC
Recursos implementación convención			III CNULD
Creación fondos de adaptación para la reactivación de los sistemas productivos afectados por el CC y eventos extremos			Plan K'atun

Anexo 3. Elementos para la medición de desempeño, mitigación al cambio climático

Parámetros	Orientación reducción GEI	
	Normativa y promoción	Presupuesto
- Establecimiento parámetros emisiones para supervisión y fiscalización de sectores productivos - Incentivos y mecanismos que promuevan la planificación del transporte urbano - Ordenamiento del transporte y la circulación terrestre - Promoción del uso del gas natural - Eficacia mecanismos de inspección - Renovación del parque automotor - Mejora calidad combustibles y tecnología de los vehículos - Incentivos eficiencia iluminación residencial y alumbrado público - Incentivos eficiencia refrigeración sector residencial - Políticas ahorro de energía del sector industria - Promoción estufas ahorradoras leña - Promoción uso tecnologías limpias para la generación de energía de uso industrial - Incentivos establecimiento sistemas agroforestales - mejora- miento alimentación, manejo y productividad ganado - Promoción manejo estiércol y otros residuos pecuarios - Prevención de quemas agrícolas - Prevención de la degradación de tierras - Normas para pago por servicios ambientales - Fomento inversión privada conservación y uso sostenible bosques - Eliminación incentivos perversos que induzcan deforestación y degradación bosques - Fortalecimiento incentivos conservación bosques - Establecimiento mecanismos distribución costos y beneficios REDD+ - Promoción proyectos para evitar deforestación y degradación bosques - Prevención de incendios forestales - Promoción generación electricidad a partir de desechos	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
	Plan K'atun	
- Presupuesto asignado a mitigación total y con respecto al PIB		II CNCC
- Inversiones en eficiencia energética como porcentaje del PIB		ODS
II CNCC: Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, ODS: Metas priorizadas de Guatemala de los Objetivos de Desarrollo Sostenible		
Intersectorial	Energía	Uso de la tierra y silvicultura
Transporte	Industria	Agropecuaria
		Residuos

Anexo 4a. Conjunto inicial de índices por temas



Anexo 4b. Conjunto final validado de índices por temas

