GACETA OFICIAL del Acuerdo de Cartagena

Año XXV - Número 1679

Lima, 10 de diciembre de 2008

SUMARIO

Comisión de la Comunidad Andina

Pág.

Decisión 699.- Elaboración de Indicadores Ambientales en la Comunidad Andina..... 1

DECISION 699

Elaboración de Indicadores Ambientales en la Comunidad Andina

LA COMISION DE LA COMUNIDAD ANDINA,

VISTOS: Los Artículos 1, 3 y 128 del Acuerdo de Cartagena; el Capítulo 10 del Anexo 1 de la Decisión 488, que contiene el Programa Estadístico Comunitario; la Decisión 523 sobre la Estrategia Regional de Biodiversidad; la Decisión 436 sobre el Registro y Control de Plaguicidas Químicos de uso agrícola; la Decisión 391 sobre el Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos; y la Decisión 591 para la Prevención y Atención de Desastres; y,

CONSIDERANDO: Que la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, comprende un objetivo relacionado con el tema ambiental, el cual se refiere a "garantizar la sostenibilidad del Medio Ambiente", para lo cual es necesario efectuar un seguimiento de las denominadas Metas del Milenio, mediante la disponibilidad de información estadística de base, que posibilite el cálculo de los indicadores propuestos, su evolución periódica, y su comparabilidad en el ámbito internacional.

Que los Indicadores de Desarrollo Sostenible (IDS), propuestos por la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas buscan facilitar la evaluación del progreso de los Países y regiones hacia el desarrollo sostenible, como herramientas que apoyan el trabajo de diseño y evaluación de la política pública, fortaleciendo decisiones informadas, dando así impulso hacia el desarrollo sostenible;

Que los Países Miembros de la Comunidad Andina requieren información para promover el desarrollo equilibrado y armónico en condiciones de equidad, mediante la integración y la cooperación económica y social de la Subregión, adoptando, entre otras, medidas para la conservación, aprovechamiento y sostenibilidad del patrimonio natural;

Que el Proyecto "Sistema de Información de Medio Ambiente", financiado por la OEA y desarrollado por los Países Miembros de la Comunidad Andina, ha ejecutado un conjunto de actividades encaminadas a obtener información estadística oportuna, confiable y representativa, necesaria para la toma de decisiones;

Que en materia de indicadores ambientales es necesario normalizar y armonizar los métodos de medición, para que los resultados en la Comunidad Andina sean comparables;

Que es necesaria una acción de la Comunidad Andina encaminada hacia la adopción de políticas y estrategias que contribuyan a mejorar la calidad de vida de sus pobladores y la salud pública; que incluyan el aprovechamiento sostenible de los ecosistemas, el acceso al agua potable, el manejo integrado de los recursos hídricos garantizando su calidad y disponibilidad, enfrentar los efectos del cambio climático y la prevención de desastres naturales; y,

Que es necesario proporcionar a la Comisión informaciones objetivas, fiables y comparables a nivel de la Comunidad Andina que les permitan tomar las medidas necesarias para proteger el Medio Ambiente, evaluar su aplicación y garantizar una buena información al público sobre la situación del Medio Ambiente;

DECIDE:

Artículo 1.- Objetivo general. Los Países Miembros informarán a la Secretaría General de la Comunidad Andina acerca de las estadísticas e indicadores comunitarios sobre el Medio Ambiente referidas a:

a) Recursos Hídricos;
b) Atmósfera y Clima;
c) Tierra y suelo;
d) Ecosistemas, Coberturas Vegetales y Recursos Biológicos.

Dicha información estadística deberá contener los indicadores relacionados al Gasto Público Ambiental, los indicadores ambientales de las Metas del Milenio y los indicadores ambientales del Desarrollo Sostenible.

Artículo 2.- Objetivos específicos. Los objetivos específicos de la presente Decisión son:

i) Establecer en colaboración con los Países Miembros la recolección, el tratamiento y el análisis de datos, en especial en los ámbitos mencionados en el Anexo 1 (Programa de Armonización de los Indicadores Ambientales en la Comunidad Andina);

ii) Proporcionar a los órganos competentes del Sistema Andino de Integración y a los Países Miembros de la Comunidad Andina la información objetiva necesaria para elaborar y aplicar políticas eficaces en materia de Medio Ambiente;

iii) Registrar, cotejar y evaluar los datos relativos al Medio Ambiente, así como elaborar informes de expertos sobre su estado, calidad y sensibilidad, y las presiones que se ejercen sobre éste, tales como la acción de los océanos, bosques, fenómenos climatológicos y el consumo de recursos naturales, en el territorio de la Comunidad Andina. Facilitar criterios uniformes de evaluación proporcionando indicadores armonizados relativos al Medio Ambiente en los Países de la Comunidad Andina. Los órganos competentes del Sistema Andino de Integración utilizarán dicha información en su tarea de garantizar una adecuada aplicación de la legislación comunitaria en materia de Medio Ambiente;

iv) Contribuir a garantizar la comparabilidad de los datos relativos al Medio Ambiente a nivel andino y fomentar, por las vías adecuadas, la armonización de los métodos de medición;

v) Integrar las informaciones andinas relativas al Medio Ambiente en programas internacionales de vigilancia del Medio Ambiente como los establecidos en el Marco de la Organización de las Naciones Unidas y de sus organismos especializados.

Artículo 3.- Los Países Miembros deberán producir los Indicadores Ambientales conforme a las características y plazos previstos en el Anexo 1 de la presente Decisión.

Artículo 4.- Ámbito de aplicación. Los indicadores ambientales establecidos en el Anexo 1, serán producidos de acuerdo con métodos objetivos: censos, encuestas por muestreo, registros administrativos o una combinación de los mismos. También a través de análisis y estimaciones tomando como referencia los indicadores básicos, los indicadores derivados o herramientas de la geoestadística, sin desmedro de la producción estadística ambiental de interés nacional.

Artículo 5.- Marco conceptual y metodológico. Los indicadores ambientales serán producidos según las normas y procedimientos operativos expresados en el Manual de Indicadores Ambientales contenidos en el Anexo 2 y utilizando el significado de los términos precisados en el Glosario de Términos contenido en el Anexo 3.

Artículo 6.- Programas de acciones conjuntas. Para la instrumentación de la presente Decisión, la Secretaría General de la Comunidad Andina elaborará programas de cooperación horizontal, capacitación, misiones de evaluación y asistencia técnica con apoyo de la cooperación internacional.

Artículo 7.- Organismos nacionales responsables.
Cada País Miembro deberá instalar, a más tardar dentro de los tres meses siguientes a partir de la entrada en vigencia de la presente Decisión, un Comité Técnico Interinstitucional de Estadísticas Ambientales.

Este Comité deberá ser constituido por un representante de cada servicio nacional productor de estadísticas ambientales, uno de la máxima autoridad en Medio Ambiente y uno de la máxima autoridad de estadística de cada País Miembro.

Artículo 8.- El Comité Técnico Interinstitucional de Estadísticas Ambientales tendrá, entre otras, las siguientes responsabilidades:

i) Elaborar el plan de trabajo y el cronograma para la producción de los indicadores ambientales contenidos en la presente Decisión;

ii) Designar la entidad que ejercerá la coordinación nacional del Comité;

iii) Velar por la calidad, contenido y oportunidad en la producción de los indicadores del Anexo 1.

Artículo 9.- El Coordinador Nacional del Comité desarrollará, entre otras, las siguientes tareas:

i) Convocar, presidir y establecer los mecanismos necesarios para el funcionamiento del Comité Técnico Interinstitucional de Estadísticas Ambientales;

ii) Comunicar a la Secretaría General de la Comunidad Andina el listado de las instituciones responsables de la producción de cada uno de los indicadores ambientales del Anexo 1 de la presente Decisión;

iii) Compilar los datos de los indicadores establecidos en el Anexo 1 y transmitirlas a la Secretaría General de la Comunidad Andina, con la periodicidad establecida en el Artículo 3 de la presente Decisión.

Artículo 10.- Reuniones. El Grupo de Expertos Gubernamentales en Estadísticas Ambientales, integrado por los Coordinadores Nacionales de los Comités Interinstitucionales, se reunirá de manera ordinaria al menos una vez por año. Extraordinariamente podrá reunirse cada vez que sean convocados por la Secretaría General de la Comunidad Andina para emitir opinión técnica sobre el tema que se trate, en el marco de lo establecido en las Decisiones 471 y 597.

Artículo 11.- La Secretaría General de la Comunidad Andina, en coordinación con los Países Miembros, es la encargada de difundir los resultados de los indicadores ambientales comunitarios contenidos en el Anexo 1, a través de la Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena, la página web de la Secretaría General y los medios disponible para estos fines.

Artículo 12.- La Secretaría General de la Comunidad Andina, en coordinación con los Países Miembros, debe ocuparse de una amplia difusión de informaciones oficiales sobre el Medio Ambiente. En este sentido publicará, además, cada tres años, un informe sobre la situación del Medio Ambiente en la Subregión, elaborado con base en los indicadores propuestos en el artículo primero de la presente Decisión.

Artículo 13.- La Secretaría General de la Comunidad Andina, en consulta con los Expertos Gubernamentales en Estadísticas Ambientales, adoptará, mediante Resolución, las normas de desarrollo de la presente Decisión, en particular las referidas a:

i) Modificar los anexos en los casos que sea necesario;

ii) Fijar los mecanismos para la armonización de la información dentro de los plazos y normas establecidas;

iii) Adoptar metodologías, clasificaciones y definiciones específicas para la producción de los indicadores ambientales comunitarios establecidos en el Anexo 1 y otras complementarias;

iv) Establecer los mecanismos para la transmisión de la información de los Países Miembros a la Secretaría General.

Artículo 14.- Los Países Miembros comunicarán a la Secretaría General de la Comunidad Andina, el texto oficial de la legislación nacional que adopten en el ámbito regulado por la presente Decisión.

Artículo 15.- La presente Decisión entrará en vigencia al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena.

DISPOSICIÓN TRANSITORIA ÚNICA

Si un País Miembro no se encuentra en condición de elaborar la totalidad de las estadísticas de acuerdo a los grupos establecidos en el Artículo 3, solicitará a la Secretaría General de la Comunidad Andina, por única vez, un aplazamiento transitorio no mayor a dos años adicionales dentro de un convenio que mencione el calendario para alcanzar esta meta, indicando el ó las estadísticas de que se trate.

Dada en la ciudad de Lima, Perú, a los diez días del mes de diciembre del año dos mil ocho.

ANEXO 1

PROGRAMA DE ARMONIZACIÓN DE LOS INDICADORES AMBIENTALES EN LA COMUNIDAD ANDINA

Tema: Recursos Hídricos

Tema	Estadística /Indicador	Cod.		Unidad de medida	Plazo de producción	Periodicidad	Cobertura Geográfica
Balance Hídrico-Oferta							
	Precipitación	RH01		mm	C (3 años)	Anual	Cuencas
	Precipitación **1/**	RH01		mm	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Escorrentías	RH02		m^3/s	C (3 años)	Anual	Cuencas
	Evapotranspiración	RH03		mm	C (3 años)	Anual	Cuencas
	Volumen de almacenamiento	RH04		mm	C (3 años)	Anual	Cuencas
	Caudal de resistencia y protección	RH05		m^3/s	C (3 años)	Anual	Cuencas
	Extracción anual de aguas subterráneas y de superficie como porcentaje del agua disponible 2/	RH06	**IDS**	**%**	**B**	**Anual**	**Nute 2**
Balance Hídrico - Demanda							
	usos según actividades	RH07		mm^3	C (3 años)	Anual	Cuencas
Indice de escasez	Indice de escasez	RH08		%	C (3 años)	Anual	Cuencas
Calidad de agua continental	pH	RH09		n°	A	Anual	Cuencas disponibles
	Nitrógenos Totales	RH10		mg/l	A	Anual	Cuencas disponibles
	Fósforos Totales	RH11		mg/l	A	Anual	Cuencas disponibles
	Demanda bioquímica de oxígeno en las masas de agua. **3/**	RH12	IDS	mg/l de oxígeno consumido	A	Anual	Cuencas disponibles
	Oxígeno Disuelto	RH13		mg/l	A	Anual	Cuencas disponibles
	Total de sólidos en suspensión	RH14		mg/l	A	Anual	Cuencas disponibles
	Concentración de bacterias coliformes fecales en agua dulce. **4/**	RH15	IDS	% de recursos de aguas dulces que contienen concentración de bacterias fecales mayor a las recomendadas por OMS	A	Anual	Cuencas disponibles
Calidad de agua de mar	Demanda bioquímica de oxigeno en las masas de agua. **3/**	RH16	IDS	mg/l de oxígeno consumido	A	Anual	Cuenca Marina
Cobertura de agua potable y Saneamiento Ambiental	Número de la población/ viviendas con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua **5/ 7/**	RH17	IMM	n° y %	A	ANUAL	NUTE 4
	Porcentaje/Número de la población/viviendas con acceso a saneamiento mejorado **6/ 8/**	RH18	IMM	n°	A	ANUAL	NUTE 4
Tratamiento de aguas residuales domésticas	Volumen tratado de aguas residuales **9/**	RH19	IDS	l/s	C	ANUAL	Ciudad
	Demanda química de Oxígeno	RH20		mg/l	C	ANUAL	Ciudad
	Total de sólidos disueltos	RH21		mgsst/l	C	ANUAL	Ciudad
	Coliformes fecales	RH22		UFC/100ml	C	ANUAL	Ciudad

1/ Pertenece a Cambio Climatológico (Meteorología).
2/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. No se encontraba en el PAEA.
3/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. En el PAEA se denominaba Demanda bioquímica de oxígeno.
4/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. En el PAEA se denominaba Coliformes totales.
5/ Símil a la denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. En el PAEA se denominaba Población con acceso a agua potable.
6/ En el PAEA se denominaba Población con acceso a alcantarillado.
7/ Aprobado en acuerdo Comunitario sobre Censos de Población y Vivienda. SG/di 604. Símil al Indicador de las Metas del Milenio. En el PAEA se denominaba Porcentaje de la población con acceso a agua potable.
8/ Aprobado en acuerdo Comunitario sobre censos de Población y Vivienda. SG/di 604. Símil al Indicador Metas del Milenio. Símil a la denominación del IDS. En el PAEA se denominaba Porcentaje de la población con acceso a alcantarillado.
9/ Símil al Indicador de Desarrollo Sostenible.
IMM = Indicador Metas del Milenio.
IDS = Indicador Desarrollo Sostenible.

Tema: Atmósfera y Clima

Tema	Estadística o Indicador	Cod.		Unidad de Medida	Plazo de producción	Periodicidad	Cobertura Geográfica
Emisión de gases de efecto invernadero	Emisiones de dióxido de Carbono (per cápita) **1/**	AC01	IMM, IDS	ton/ total hab.	A	Quinquenal	Nacional por sectores
	Consumo de sustancias agotadoras de la capa de Ozono 2/	AC02	**IDS**	ton ponderadas	**B**	**Anual**	**Nute 2**
Emisiones de fuentes fijas	Emisiones de CO_2 por fuentes fijas	AC03		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de SO_2 por fuentes fijas	AC04		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de CO por fuentes fijas	AC05		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de NO_2 por fuentes fijas	AC06		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de PTS por fuentes fijas	AC07		g/m^3	B	Anual **3/**	Principales ciudades
Emisiones de fuentes móviles	Emisiones de CO_2 por fuentes móviles	AC08		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de SO_2 por fuentes móviles	AC09		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de CO por fuentes móviles	AC10		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de NO_2 por fuentes móviles	AC11		Ggr	B	Anual	Principales ciudades
	Emisiones de PTS por fuentes móviles	AC12		Ggr	B	Anual 3/	Principales ciudades
Cambio Climatológico (Metereología)	Temperatura media	AC13		° C	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Temperatura máxima	AC14		° C	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Temperatura mínima	AC15		° C	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Velocidad del viento	AC16		m/s	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Humedad Relativa	AC17		%	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Brillo solar	AC18		Horas / día	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Presión Atmosférica	AC19		mb	A	Mensual	Ciudades disponibles
Calidad de aire	Indice de calidad de aire	AC20		n°	B	Mensual	Ciudades disponibles
	Concentración de SO_2 en aire	AC21		ug/m^3	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Concentración de CO en aire	AC22		ug/m^3	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Concentración de NO_2 en aire	AC23		ug/m^3	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Concentración de PTS en aire	AC24		ug/m^3	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Concentración de PM10 en aire	AC25		ug/m^3	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Concentración de PM2,5 en aire	AC26		ug/m^3	A	Mensual	Ciudades disponibles
	Concentración de contaminantes en el aire ambiente de las zonas urbanas 4/	AC27	**IDS**	ppmm excepto monóxido de carbono que es ppm	**B**	**Anual**	**Nute 2**
Gestión de Residuos Sólidos	Generación de residuos sólidos domésticos (Ton/Año). **5/**	AC28	IDS	ton/año	A	Anual	Nute2
	Disposición final de residuos sólidos domésticos registrados (Ton/año). **5/**	AC29	IDS	ton/año	A	Anual	Ciudades disponibles
Balance Energético (equilibrio Oferta-utilización)	Proporción de la población (y viviendas) que utiliza combustibles sólidos **6/**	AC30	IMM	%	A	Anual	Nacional **7/**
	Gas Natural	AC31		b/año , gj	A	Anual	Nacional **7/**
	Petróleo	AC32		b/año , gj	A	Anual	Nacional **7/**
	Fuentes Renovables	AC33		ton , gj	A	Anual	Nacional **7/**
	Energía Eléctrica	AC34		mwh , gj	A	Anual	Nacional **7/**
	Otros	AC35		gj	A	Anual	Nacional **7/**
	Total del Balance	AC36		gj	A	Anual	Nacional **7**/
	Suministro de Energía (consumo aparente, equivalente en Kg de petróleo) X 1 000 $ PIB 8/	AC37	**IMM**	**Kg petróleo por 1000 dólares PBI**	**B**	**Anual**	**Nute 2**

1/ Denominación del Indicador de las Metas de Milenio. Símil a la denominación del IDS. En el PAEA se denominaba Emisión de gases de efecto invernadero en CO_2 equivalente.
2/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. No se encontraba en PAEA.
3/ Bolivia no cuenta con el dato.
4/ Denominación de Indicador de Desarrollo sostenible. No se encontraba en PAEA.
5/ Símil a las denominaciones de IDS.
6/ Denominación del Indicador de las Metas del Milenio. No se encontraba en PAEA.
7/ La producción debe presentarse a nivel NUTE2 y SIG.
8/ Aprobado en acuerdo Comunitario sobre censos de Población y Vivienda. SG/di 604. Indicador Metas del Milenio. En el Programa de Armonización se denominaba Combustibles Sólidos.

Nota: Precipitación se ha eliminado por estar en Balance Hídrico-Oferta.
IMM = Indicador Metas del Milenio.
IDS = Indicador Desarrollo Sostenible.

Indicadores
Tema: Uso Sustentable de Tierra y Suelo

Tema	Sub-tema	Estadística o Indicador	Cod.		Unidad de Medida	Plazo de producción	Periodicidad	Cobertura Geográfica
Uso del Suelo	Agrícola	Hectáreas de cobertura nacional/total de superficie de territorio nacional.	TS01		%	A	Anual	Nute 2
	Forestal	Proporción de la superficie de tierras cubiertas por bosques.**1/**	TS02	IMM, IDS	%	B	Anual	Nute 2
	Minería	Superficie dedicada a la actividad minera metálica / total de superficie de territorio nacional	TS03		%	B	Anual	Nute 2
		Superficie dedicada a la actividad minera No metálica / total de superficie de territorio nacional	TS04		%	B	Anual	Nute 2
Asenta-mientos Humanos	Urbano	Área urbana / total de superficie de territorio nacional	TS05		%	C	Anual	Nute 2
		Municipios con planes de ordenamiento territorial	TS06		n° , %	C	Anual	Nute 2
		Superficie y población de los asentamientos urbanos autorizados y no autorizados. 2/	TS07	**IDS**	**km^2, n° hab.**	**C**	**Anual**	**Nute 2**
		Porcentaje del total de población viviendo en áreas costeras. 3/	TS08	**IDS**	**%**	**B**	**Anual**	**Nute 2**
	Derecho a la tenencia	Proporción de la población con vivienda propia **4**/	TS09	IMM	%	C	Anual	Nacional
Conserva-ción	Areas protegidas	Superficie de las tierras protegidas para mantener la diversidad biológica / total de superficie de territorio nacional. **5/**	TS10	IMM, IDS	%	A	Anual	Nacional
		Variación anual de la superficie de áreas protegidas	TS11		%	A	Anual	Nacional
Actividades Antrópicas	Actividades Forestales	Superficie deforestada / total de superficie de territorio	TS12		%	B	Quinquenal	Nute 2
		Superficie reforestada con fines de producción/ total de superficie de territorio nacional	TS13		%	C	Anual	Nute 2
		Superficie reforestada con fines de protección / total de superficie de territorio nacional	TS14		%	C	Anual	Nute 2
		Intensidad de explotación maderera. **6/**	TS15	IDS	%	C	Anual	Nute 2
	Actividades Agrícolas	Uso de plaguicidas (pesticidas) en la agricultura. **7/**	TS16	IDS	Toneladas por 10 km^2 de tierras de cultivo	B	Anual	Nute 2
		Uso de abonos (fertilizantes) .**8/**	TS17	IDS	Toneladas por 10 km^2 de tierras de cultivo	B	Anual	Nute 2
COPS 9/	**Actividades Agropecuarias**	**Existencias de plaguicidas COP's. 10/**	TS18		**tn**	**C**	**Anual**	**Nute 2**
	Actividad Industria Manufac-turera	**Cantidad de Dioxinas y Furanos**	TS19		**Equivalente tóxico por año**	**C**	**Anual**	**Nute 2**
		Identificación y cuantificación Bifenilos ploriclorados (PCB) por sector	TS20		**tn**	**C**	**Anual**	**Nute 2**
Erosión		Superficie afectada por erosión / total de superficie de territorio nacional	TS21		%	C	Decenal	Nacional
Desertifica-ción		**Tierras afectados por la desertificación. 11/**	TS22	**IDS**	**km^2 , %**	**C**	**Anual**	**Nute 2**
Amenazas Naturales		Número de sismos > 5 en la escala Ritcher	TS23		n° de eventos	A	Anual	Nute 2
		Áreas afectadas por deslizamientos	TS24		ha	A	Anual	Nute 2
		Áreas afectadas por sequías	TS25		ha	A	Anual	Nute 2
		Área afectada por inundaciones	TS26		ha	A	Anual	Nute 2
		Personas afectadas por tipo de amenaza natural	TS27		n°	A	Anual	Nute 2

1/ Denominación del Indicador de las Metas del Milenio. En el PAEA se denominaba Superficie forestal nacional/total de superficie de territorio nacional. Símil al indicador IDS.
2/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. No se encuentra en los Indicadores de PAEA.
3/ Símil al Indicador de desarrollo Sostenible. No se encuentra en PAEA.
4/ Aprobado en acuerdo comunitario sobre Censos de Población y Vivienda. Símil al Indicador de Metas del Milenio. En el PAEA se denominaba Proporción de la población con derecho seguro a la tenencia de tierra.
5/ Indicador de las Metas del Milenio. En el PAEA se denominaba Superficie del áreas protegidas / total de superficie de territorio nacional. Símil a la denominación del IDS.
6/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. En el PAEA se denominada Intensidad de explotación maderera.

7/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. En el PAEA se denominaba Uso de pesticidas.
8/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. En el PAEA se denominaba Uso de fertilizantes.
9/ Contaminantes Orgánicos Persistentes.
10/ PNUMA establece 8 plaguicidas COP's los cuales son: Hexaclorobenceno (HCB), Endrin, Mirex, Toxafeno, Clordano, Heptacloro, DDT, Aldrin y Dieldrin.
11/ Denominación del Indicador de Desarrollo sostenible. No se encuentra en los Indicadores de PAEA.
Nota: Se ha eliminado Explotación maderera por su similitud a Intensidad de explotación maderera.
IMM = Indicador Metas del Milenio.
IDS =Indicador Desarrollo Sostenible.

Tema: Ecosistemas, Cobertura Vegetales y Recursos Biológicos

Tema	Estadística o Indicador	Cod.		Unidad de medida	Plazo de producción	Periodicidad	Cobertura Geográfica
Ecosistemas	Índice de fragmentación de ecosistemas **1/**	EB01		n° , ha, %, m	C	Quinquenal	Nute 2
	Area de ecosistemas claves seleccionados por tipo **2/**	EB02		ha, %,%	C	Quinquenal	Nute 2
Biodiversidad	Cantidad de especies registradas y/o clasificadas y almacenadas / Nº total de especies estimadas	EB03		%	C	Anual	Nacional
	Abundancia de especies claves	EB04		n°	C	Anual	Nacional
Producción Pesquera	Captura máxima permisible del sector pesquero **3/**	EB05	IDS	%	A	Anual	Nute 2
	Producción total de acuicultura marina y continental	EB06		tn	A	Anual	Nute 2
	Indice de algas 4/	EB07	**IDS**	**Cantidad de algas por litro**	**B**	**Anual**	**5/ Nute 2**
Investigación y Desarrollo **6/**	Gasto público ambiental/PIB.	EB08	IDS	%	A	Anual	Nacional
	Gasto en investigación y desarrollo ambiental/PIB.	EB09	IDS	%	A	Anual	Nacional

1/ Compuesto por 4 índices: n° de fragmentos de un ecosistema, Tamaño medio de los fragmentos, Coef. de variación del tamaño medio de los fragmentos, Distancia media al vecino más cercano. Unidades expresadas respectivamente en ese orden.
2/ Compuesto por 3 índices: Area total del ecosistema, Porcentaje de ecosistema en un área de interés, Porcentaje de ecosistema en el área de interés, sobre la superficie total del ecosistema en un área de análisis. Unidades expresadas respectivamente en ese orden.
3/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. En el PAEA se denominaba Producción total de pesca marina y continental.
4/ Denominación del Indicador de Desarrollo Sostenible. No se encuentra en PAEA.
5/ Para el caso de Bolivia será a nivel de lagos.
6/ En base a la Decisión 488, similares a indicadores IDS.
Nota: Se han eliminado los Indicadores Mundiales Acumulación de la capa de Ozono y Acumulación de gases de efecto invernadero por no ser posible realizarlo a nivel de la comunidad.
IMM = Indicador Metas del Milenio.
IDS =Indicador Desarrollo Sostenible.

Abrev.	Unidades de Medida
mm	Milímetros
m^3/s	Metros cúbicos por segundo
mg/m^3	Miligramos por metros cúbicos
mg/l	Miligramos por litros
%	Porcentaje
mm^3	Miles de metros cúbicos
Ggr	Gigagramos
gj	Gigajoules
mwh	Mega watts hora
b/año	Barriles por año
tn	Toneladas

Abrev.	Unidades de Medida
mb	Milibares
ug/m^3	Microgramos por m^3
mg/l	Miligramos por litro
l/s	Litros por segundo
gr/m^3	Gramos por metro cúbico
ppmm	Partes por mil millones
ppm	Partes por millón
ha	Hectáreas
mgsst/l	Miligramos de sólidos suspendidos por litro
NMP/100ml	Número más probable

ANEXO 2

MANUAL DE ESTADÍSTICAS AMBIENTALES

ÍNDICE

INTRODUCCION 10

1. RECURSOS HÍDRICOS 12
1.1 BALANCE HÍDRICO-OFERTA 13
Indicador Nº 1: Precipitación 13
Indicador Nº 2: Escorrentía 15
Indicador Nº 3: Evapotranspiración 18
Indicador Nº 4: Volumen de almacenamiento 21
Indicador Nº 5: Caudal de resistencia y de protección 23
Indicador Nº 6: Extracción anual de aguas subterráneas y de superficie como porcentaje del agua disponible 24
1.2 BALANCE HÍDRICO-DEMANDA 26
Indicador Nº 7: Uso según actividades 26
1.3 ÍNDICE DE ESCASEZ 29
Indicador Nº 8: Índice de escasez 29
1.4 CALIDAD DE AGUA CONTINENTAL 33
Indicador Nº 9: pH 33
Indicador Nº 10: Nitrógenos totales 34
Indicador Nº 11: Fósforos totales 36
Indicador Nº 12: Demanda bioquímica de oxígeno en las masas de agua 37
Indicador Nº 13: Oxígeno Disuelto 40
Indicador Nº 14: Total de sólidos en suspensión 41
Indicador Nº 15: Concentración de bacterias coliformes fecales en agua dulce 42
1.5 CALIDAD DEL AGUA DE MAR 45
Indicador Nº 16: Demanda bioquímica de oxígeno en masas de agua 45
1.6 COBERTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO AMBIENTAL 47
Indicador Nº 17: Porcentaje/Número de la población/viviendas con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua 47
Indicador Nº 18: Porcentaje/Número de la población/viviendas con acceso a saneamiento mejorado. 48
1.7 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS 50
Indicador Nº 19: Volumen tratado de aguas residuales 50
Indicador Nº 20: Demanda química de oxígeno 52
Indicador Nº 21: Total de sólidos disueltos 53
Indicador Nº 22: Coliformes fecales 55

2. ATMÓSFERA Y CLIMA 57
2.1 EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 58
Indicador Nº 23: Emisiones de dióxido de carbono (per cápita) 58
Indicador Nº 24: Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono 60
2.2 EMISIONES DE FUENTES FIJAS 61
Indicador Nº 25: Emisiones de CO_2 por fuentes fijas 61
Indicador Nº 26: Emisiones de SO_2 por fuentes fijas 63
Indicador Nº 27: Emisiones de CO por fuentes fijas 64
Indicador Nº 28: Emisiones de NO_2 por fuentes fijas 66
Indicador Nº 29: Emisiones de PTS por fuentes fijas 67
2.3 EMISIONES DE FUENTES MÓVILES 69
Indicador Nº 30: Emisiones de CO_2 por fuentes móviles 69
Indicador Nº 31: Emisiones de SO_2 por fuentes móviles 70
Indicador Nº 32: Emisiones de CO por fuentes móviles 71
Indicador Nº 33: Emisiones de NO_2 por fuentes móviles 73
Indicador Nº 34: Emisiones de PTS por fuentes móviles 74

2.4 CAMBIO CLIMATOLÓGICO (METEOROLOGÍA) 76
Indicador Nº 35: Temperatura media 76
Indicador Nº 36: Temperatura máxima 77
Indicador Nº 37: Temperatura mínima 78
Indicador Nº 38: Velocidad del viento 80
Indicador Nº 39: Humedad relativa 81
Indicador Nº 40: Brillo solar 83
Indicador Nº 41: Presión atmosférica 84
2.5 CALIDAD DEL AIRE 85
Indicador Nº 42: Índice de la Calidad del Aire 85
Indicador Nº 43: Concentración de SO_2 en el aire 87
Indicador Nº 44: Concentración de CO en el aire 89
Indicador Nº 45: Concentración de NO_2 en el aire 91
Indicador Nº 46: Concentración de PTS en el aire 92
Indicador Nº 47: Concentración de PM_{10} en el aire 94
Indicador Nº 48: Concentración de $PM_{2,5}$ en el aire 96
Indicador Nº 49: Concentración de contaminantes en el aire ambiente de las zonas urbanas 97
2.6 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS 102
Indicador Nº 50: Generación de residuos sólidos domésticos (tn/año) 102
Indicador Nº 51: Disposición final de residuos sólidos domésticos registrados (tn/año) 103
2.7 BALANCE ENERGÉTICO (EQUILIBRIO OFERTA-UTILIZACIÓN) 105
Indicador Nº 52: Proporción de la población (y viviendas) que utiliza combustibles sólidos 105
Indicador Nº 53: Gas natural 106
Indicador Nº 54: Petróleo 108
Indicador Nº 55: Fuentes renovables 109
Indicador Nº 56: Energía eléctrica 111
Indicador Nº 57: Otros 112
Indicador Nº 58: Total del Balance 113
Indicador Nº 59: Producto Interno Bruto por unidad de utilización de energía 114

3. TIERRA Y SUELOS 116
3.1 USO DEL SUELO 117
3.1.1 Agrícola 117
Indicador Nº 60: Hectáreas de cobertura nacional agrícola/total de superficie de territorio nacional 117
3.1.2 Forestal 118
Indicador Nº 61: Proporción de la superficie de tierras cubiertas por bosques 118
3.1.3 Minería 120
Indicador Nº 62: Superficie dedicada a la actividad minera metálica/ total de superficie de territorio nacional 120
Indicador Nº 63: Superficie dedicada a la actividad minera no metálica/total de superficie de territorio nacional 121
3.2 ASENTAMIENTOS HUMANOS 123
3.2.1 Urbano 123
Indicador Nº 64: Área urbana/total de superficie de territorio nacional 123
Indicador Nº 65: Municipios con planes de ordenamiento territorial 124
Indicador Nº 66: Superficie y población de los asentamientos urbanos autorizados y no autorizados 125
Indicador Nº 67: Porcentaje del total de población viviendo en zonas costeras 127
3.2.2 Derecho a la Tenencia 129
Indicador Nº 68: Proporción de la población con vivienda propia 129
3.3 CONSERVACIÓN 130
3.3.1 Áreas Protegidas 130
Indicador Nº 69: Superficie de las tierras protegidas para mantener la diversidad biológica 130
Indicador Nº 70: Variación anual de la superficie de áreas protegidas 131
3.4 ACTIVIDADES ANTRÓPICAS 133
3.4.1 Actividades Forestales 133
Indicador Nº 71: Superficie deforestada/total de superficie de territorio nacional 133

Indicador Nº 72: Superficie reforestada con fines de producción/total de superficie de territorio nacional 134
Indicador Nº 73: Superficie reforestada con fines de protección/total de superficie de territorio nacional 136
Indicador Nº 74: Intensidad de explotación maderera 137
3.4.2 Actividades Agrícolas 139
Indicador Nº 75: Uso de plaguicidas (pesticidas) en la agricultura 139
Indicador Nº 76: Uso de abonos (fertilizantes) 140
3.5 COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES (COPS) 142
3.5.1 Actividades Agropecuarias 142
Indicador Nº 77: Existencia de plaguicidas COPs 142
3.5.2 Actividad Industria Manufacturera 144
Indicador Nº 78: Cantidad de dioxinas y furanos 144
Indicador Nº 79: Identificación y cuantificación bifenilos policlorados (PCB) por sector 146
3.6 EROSIÓN 148
Indicador Nº 80: Superficie afectada por erosión/total de superficie de territorio nacional 148
3.7 DESERTIFICACIÓN 150
Indicador Nº 81: Tierras afectadas por la desertificación 150
3.8 AMENAZAS NATURALES 152
Indicador Nº 82: Número de sismos >5 en la escala Richter/número de años 152
Indicador Nº 83: Áreas afectadas por deslizamientos 154
Indicador Nº 84: Áreas afectadas por sequías 156
Indicador Nº 85: Áreas afectadas por inundaciones 157
Indicador Nº 86: Personas afectadas por tipo de amenaza natural 158

4. ECOSISTEMAS, COBERTURA VEGETAL Y RECURSOS BIOLÓGICOS 161
4.1 ECOSISTEMAS 162
Indicador Nº 87: Índice de fragmentación de Ecosistemas 162
Indicador Nº 88: Área de ecosistemas claves seleccionados por tipo 165
4.2 BIODIVERSIDAD 167
Indicador Nº 89: Cantidad de Especies Registradas y/o Clasificadas y Almacenadas/ número total de especies estimadas 167
Indicador Nº 90: Abundancia de Especies Claves 168
4.3 PRODUCCIÓN PESQUERA 170
Indicador Nº 91: Captura máxima permisible del sector pesquero 170
Indicador Nº 92: Producción total de pesca marina y continental 173
Indicador Nº 93: Índice de algas 175
4.4 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO 177
Indicador Nº 94: Gasto Público Ambiental/PBI 177
Indicador Nº 95: Gasto en investigación y desarrollo ambiental/PBI 178

INTRODUCCIÓN

La administración y utilización de los recursos naturales así como la gestión ambiental requieren de información y evaluación oportuna, de tal forma que el conocimiento de las características del ambiente, permanezca actualizado y la toma de decisiones se vea facilitada, mediante la observación de las respuestas a las acciones de prevención y de protección.

En este sentido, Los aspectos principales relacionados con el medio ambiente son actualmente relevantes y ocupan la atención de los seres humanos, por lo que, los diversos países vienen comprometiéndose en mejorar las condiciones ambientales a través de convenios, convenciones y congresos. De los cuales, deben emanar acciones que tiendan a prevenir y mitigar los impactos ambientales que vienen poniendo en riesgo la vida en el planeta. De continuarse las actividades económicas, sin tomar en consideración las condiciones naturales de vida, se iría progresivamente hacia un inminente deterioro del medio ambiente.

Todos estos aspectos arriba mencionados, generan el problema de cómo la brecha entre la carencia o insuficiencia de la información ambiental existente y la demanda creciente de la misma tiende a

ensancharse. Por ello, el presente Manual de Estadísticas Ambientales, tiene como propósito principal orientar a los tomadores de información ambiental en captar de manera racional los datos que necesiten, para determinar los Indicadores Ambientales, que les servirán para la adopción de políticas de protección ambiental y de explotación racional de recursos naturales.

Sobre el particular, el capítulo 40 de la Agenda XXI señala que existe "deficiencia generalizada en la capacidad de los países en desarrollo, y en muchas esferas en el plano internacional, para la reunión y la evaluación de datos, su transformación en información útil y su divulgación. Además, es preciso mejorar la coordinación entre las actividades de información y los datos ecológicos y de desarrollo.

Desde hace más de una década, se está propendiendo hacia la existencia de un modelo de clasificación de las estadísticas del medio ambiente, que cuente con un marco metodológico y conceptual. Sin embargo gracias a los trabajos que desde fines de los setenta ha venido desarrollando la División de Estadísticas de las Naciones Unidas sobre el tema, se dispone ahora de un esquema para la elaboración de las estadísticas del medio ambiente, concebido para describir las causas y efectos de los fenómenos ecológicos y ambientales. Asimismo, el Sistema de información del Medio Ambiente (SIMA), está logrando en la Comunidad Andina organizar y sistematizar las estadísticas ambientales, sirviendo de materia prima importante para los tomadores de decisiones. De allí la necesidad de contar con un manual en estadísticas ambientales dirigido a aquellas personas responsables de la toma de datos en campo.

Por ello, la información de mayor desarrollo para nuestro ámbito de análisis lo constituyen los esfuerzos realizados por las Naciones Unidas y en particular para la región, por la CEPAL, los mismos que clasifican detalladamente el espectro ambiental en dos tipos de estadísticas del medio ambiente: las referidas al ambiente natural (flora, fauna, atmósfera, agua, tierra y suelos) y las de carácter artificial, o también denominadas de asentamientos humanos.

El mayor interés puesto en el presente manual es que se constituya en uno de los fundamentos para el establecimiento en la Región de un modelo de enseñanza basado en un sistema integrado de estadísticas ambientales. Sobre el particular, la instrumentación de este sistema, requiere, no solo de la participación de las instituciones que compilan y organizan la información ambiental, principalmente el Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (INE), Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia, Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Ecuador, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) del Perú y el Instituto Nacional de Estadística (INE) de Venezuela, sino de un proceso de adaptación y desarrollo de metodologías de evaluación y medición, clasificación, definición, almacenamiento, procesamiento y difusión de la información.

JUSTIFICACIÓN

Los países requieren de la elaboración de estadísticas ambientales para implementar medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales generados por los diversos proyectos sociales y de inversión, para ello se requiere contar con personal capaz de captar y organizar la información ambiental, siendo de necesidad contar con una herramienta guía para la eficiente toma de datos; de allí, la importancia de la elaboración del presente Manual.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Elaborar un Manual de Estadísticas Ambientales que contenga, entre otros, conceptos y metodologías básicas para reforzar y desarrollar capacidades técnicas nacionales en la gestión de estadísticas e indicadores ambientales en los países para su consideración en los planes anuales de capacitación de cada país.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- *Dar a conocer un amplio sistema de indicadores ambientales, a fin de generar una base conceptual común sobre estadísticas ambientales en los países andinos.*

- *Incorporar conceptos, definiciones e instrumentos de información ambiental para la estandarización de datos e indicadores estadísticos ambientales en los países.*
- *Incorporar las Fichas Técnicas proporcionadas por los países andinos en la metodología, con criterios de comparabilidad, respetando la autonomía de cada institución y su fuente de datos.*
- *Incorporar los indicadores ambientales de la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), de CEPAL u otro organismo internacional, considerando los métodos de cálculo, la pertinencia, periodicidad, etc.*
- *Incluir metodologías y estudios elaborados por el Proyecto, como: Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial, Calidad de los Recursos Hídricos y Gasto en Protección Ambiental, entre otros.*

1. RECURSOS HIDRICOS

La hidrósfera es parte integral del medio natural y en ella existe una gran proporción de las formas de vida del planeta, donde se realiza prácticamente toda la actividad humana. En esta esfera se presenta uno de los elementos esenciales para la vida y el desarrollo de la sociedad: el agua.

El conocimiento, información, interpretación y seguimiento de los procesos en los ecosistemas del país y, la estimación de los componentes del balance hídrico, son una base fundamental en la evaluación y cuantificación de la oferta y disponibilidad hídrica a diferentes escalas, para determinar la variación en el tiempo y su distribución espacial, analizar las tendencias, condiciones de calidad, alteración y sostenibilidad del recurso. Así mismo, son el soporte de los análisis de vulnerabilidad de los sistemas hídricos y de las evaluaciones de los efectos del cambio climático global o fenómenos extremos como el cálido y el frío del Pacífico. Todo esto como insumo fundamental para generar escenarios que orienten la formulación de políticas ambientales y sectoriales, la planificación del desarrollo y la gestión ambiental.

Es importante anotar que la estructuración y desarrollo de la mayoría de los indicadores e índices seleccionados tienen como soporte los datos e información proveniente de las series hidrometeorológicas, información, investigaciones y estudios ambientales previos, particularmente del ámbito nacional.

En síntesis y en relación con la hidrología y recurso hídrico se incluyen 18 indicadores que se relacionan con la cantidad de agua superficial y subterránea y su distribución espacial y variación en el tiempo; la calidad de agua en las corrientes y almacenamientos superficiales, sus capacidades naturales de depuración de materia orgánica y la producción y transporte de sedimentos en suspensión; la calidad de las aguas marinas y costeras para la preservación de flora y fauna, para la recreación y, para la recepción de vertimientos.

Texto tomado de:

Colombia. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

1.1 BALANCE HÍDRICO-OFERTA

Indicador N° 1: Precipitación

1. Concepto

Fenómeno meteorológico por el cual el vapor de agua se condensa y llega al suelo en forma de nieve, granizo, rocío y principalmente agua lluvia.[1]

El agua es importante para la existencia de los seres vivos y para el ecosistema; el conocimiento de la distribución de la precipitación permite mejorar la planificación, contar con un calendario agrícola, conocer la disponibilidad de agua o escasez de agua en una localidad, etc. En los diferentes países, los principales factores que condicionan la precipitación son la presencia de la cordillera de los andes, el anticiclón del Pacífico Sur, la corriente de Humboldt y las perturbaciones de la Circulación General de la Atmósfera. [2]

La precipitación ocurre cuando el vapor de agua se condensa en el aire y cae como líquido o sólido a la superficie del suelo. Todas las formas de precipitación se miden sobre la base de una columna vertical de agua que se acumularía sobre una superficie a nivel si la precipitación permanece en el lugar donde cae.[2]

2. Definición Operativa [2]

Cuantificación de la lluvia para un intervalo de tiempo específico:

A continuación se describirán los tres métodos más usados de cálculo

Fórmula N° 1

a. Promedio Aritmético

El método aritmético da una buena estimación si los pluviómetros están uniformemente distribuidos en la cuenca, si el área de la cuenca es plana y la variación de las medidas entre los pluviómetros es pequeña ó despreciable.

$$P = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i$$

Donde:

P = Precipitación media (mm)
n = Número de pluviómetros
P_i *= Precipitación registrada en el pluviómetro i (mm)*

b. Polígonos de Thiessen

Este método proporciona un promedio ponderado de los registros pluviómetros de las estaciones que tienen influencia sobre el área.

Para asignar el grado de influencia ó ponderación en un mapa de la cuenca se unen los puntos de las estaciones mediante líneas rectas a las cuales se les traza las mediatrices formando polígonos. Los lados de los polígonos conforman el límite de las áreas de influencia de cada estación.

---

1 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS)/Organización Mundial de la Salud (OMS).

2 Comunidad Andina. Fichas técnicas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n}(A_i P_i)}{\sum_{i=1}^{n} A_i}$$

Donde:

P = Precipitación media (mm)
n = Número de pluviómetros
P_i = Precipitación registrada en el pluviómetro
A_i = Área de influencia correspondiente al pluviómetro i, resultante del método de polígonos de Thiessen.

c. Curvas Isoyetas

Es el método más preciso. Las isoyetas son líneas que unen puntos de igual precipitación; se trazan usando información de estaciones localizadas dentro y fuera de la cuenca, la metodología del trazado de estas curvas es similar a la usada para las curvas de nivel, pero aquí la altura de agua precipitada reemplaza la cota del terreno.

Este método promedia la precipitación de dos isoyetas consecutivas y se le asigna un peso ó ponderación proporcional a la sub – área entre las dos isoyetas.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{P_i + P_{i+1}}{2}\right)A_{i,i+1}}{\sum_{i=1}^{n-1} A_{i,i+1}}$$

Donde :

P = Precipitación media (mm)
n = Número de curvas de igual precipitación.
P_i = Precipitación correspondiente a la curva de igual precipitación i.
P_{i+1} = Precipitación correspondiente a la curva de igual precipitación i+1
$A_{i,i+1}$ = Área entre las curvas de igual precipitación i e i+1

3. Unidad de Medida [3]

Milímetros (mm).

4. Cobertura

Cuencas, ciudades disponibles (para fines de estudio de Cambio Climático)

5. Metodología [4]

La cantidad de precipitación se mide con el pluviómetro que cuentan con una probeta graduada, o con el pluviógrafo que tiene una banda registradora.

---

3 Comunidad Andina. Fichas técnicas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

4 Comunidad Andina. Fichas técnicas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

6. Fuente de Información [4]

Servicios Nacionales de Metereologías y/ó Hidrologías.

7. Periodicidad

Anual, mensual (para fines de estudio de Cambio Climático).

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [4]

- *Finalidad*

Evaluar la situación y tendencia de la cantidad acumulada de precipitación pluvial caída, a través de series históricas; asimismo, muestra los cambios que ocurren en el largo plazo dentro del sistema climático, particularmente los relacionados con el ciclo hidrológico.

Establecer los días, meses, épocas y años lluviosos en un determinado lugar.

Cuantificar la lluvia es importante para el balance hídrico.

Es un indicador de cambio climático.

- *Interpretación*

La precipitación es un parámetro muy útil, necesario para el diseño y planificación de obras civiles, optimización de manejo de embalses y captaciones de agua potable, entre otros.

Este indicador se mide con fines de pronósticos y alertas hidrometeorológicas. En agricultura es de suma importancia, la lluvia ejerce sobre el terreno influencia mecánica, fertilizante, física y química, factores que en ocasiones favorecen o nó las labores agrícolas.

La interpretación del indicador es la siguiente: La cantidad de lluvia de 15 mm equivale a 15 lt/m^2; físicamente significa que en una localidad ha precipitado 0.013 m^3 de agua por cada m^2 de área. En lo que respecta a la nieve, un centímetro (1 cm) de nieve fresca es equivalente a un milímetro (1 mm) de lluvia, pero esta proporción depende mucho del espesor y textura de la nieve.

9. Limitaciones [4]

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones y enlaces de telecomunicaciones (comunicaciones a destiempo).

Indicador N° 2: Escorrentía superficial

1. Concepto [5]

La Oferta hídrica superficial total es aquella porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evapo-transpiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales, alimenta lagos, lagunas y reservorios, confluye con otras corrientes y llega directa ó indirectamente al mar. Usualmente esta porción de agua que escurre por los ríos es denominada por los hidrólogos como ***escorrentía superficial.***

[5] Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.

2. Definición Operativa [5]

La escorrentía puede ser expresada en términos de lámina de agua, en milímetros, lo que permite una comparación rápida con la precipitación y la evapotranspiración que tradicionalmente también se expresan en milímetros. En este caso la escorrentía se calcula como:

Fórmula N° 2

$$Y = \frac{\overline{Q}T}{A10^3}$$

Donde:

Y = Escorrentía superficial expresada en términos de lámina (mm);
$\overline{Q}$ *= Caudal modal para el período de agregación seleccionado (m^3/s);*
T = Cantidad de segundos en el período de agregación (s);
A = Área aferente al nodo de mediciones (km^2)

En algunos casos la escorrentía superficial puede ser expresada en términos de rendimiento hídrico y entonces es calculada como:

$$M = \frac{\overline{Q}x10^3}{A}$$

Donde:

M = Escorrentía superficial expresada en términos de rendimiento hídrico ($lt/s.Km^2$);

La escorrentía superficial en términos de lámina refleja la cantidad de agua escurrida por el nodo de mediciones durante el periodo de agregación en análisis distribuida uniformemente sobre el área aferente al nodo de mediciones. Paralelamente, la escorrentía superficial expresada en términos de rendimiento hídrico representa la cantidad de litros de agua escurrida durante un segundo por un kilómetro cuadrado en la unidad hidrológica en análisis.

Para las formulas antes establecidas se emplea una variable fundamental que es el valor modal de los caudales para el periodo de agregación en estudio.

Para estimar el ***valor modal de los caudales*** *se debe aplicar el análisis estadístico clásico que se usa en los cálculos hidrológicos. Este consiste en la caracterización estadística de la serie de tiempo de caudales y en el ajuste de una curva teórica a la función de distribución empírica que los describe. Por lo general esta función de distribución teórica se busca entre las curvas de la familia de Pearson y en muchos casos en el subgrupo de la curva de distribución de tres parámetros.*

El valor del caudal es medido de diferentes modos, si se desea una sola medición son de utilidad unos dispositivos llamados correntómetros, pero si se desean obtener valores frecuentes del indicador, es preferible establecer estaciones de aforo (medición del caudal) donde se instalan limnímetros (medidas puntuales) o limnígrafos (para mediciones continuas) regulares.

3. Unidad de Medida

Escorrentía superficial expresada en términos de lámina en milímetros (mm) ó escorrentía superficial expresada en términos de rendimiento hídrico ($lt/s.Km^2$).

4. Cobertura

Cuencas.

5. Metodología [6]

Una vez obtenida la escorrentía superficial para todos los nodos de monitoreo, (según lo anteriormente explicado) es necesario generalizarla espacialmente para convertirla en un campo continuo sobre el dominio de evaluación del índice de escasez.

Para lograr este tipo de generalizaciones se aplican los métodos de interpolación, desde el de interpolación lineal hasta los de interpolación óptima. La decisión sobre cual método de interpolación utilizar se toma con base en la disponibilidad de información (número de nodos para interpolar) y las características del método de interpolación.

*A la **metodología de interpolación** óptima se le conoce como el método de Gandin para el cual existe un caso particular que deriva en el denominado método de Kriging. El método de Gandin hace mayor uso de la información existente en las serie de tiempo, por lo tanto se recomienda en caso se disponga de herramientas computacionales para aplicarlos.*

Los resultados de la interpolación dependen de la calidad y densidad de los valores a interpolar. Es necesario formar dominios de interpolación homogéneos desde el punto de vista del régimen climático y las características orográficas de la región en estudio.

Para aquellos dominios espaciales en los que la densidad de la red de mediciones hidrométricas no es suficiente para aplicar los métodos de interpolación óptima con toda su rigurosidad es posible seleccionar cuencas no instrumentadas como nodos ficticios de observación. Para estas cuencas la magnitud de la escorrentía superficial debe definirse por métodos indirectos, entre los que se pueden enumerar los siguientes:

a) Relaciones escorrentía versus parámetros morfométricos.- Debe existir trabajos de regionalización hidrológica.

b) Balance hídrico.- Para cuencas escogidas como nodos ficticios (estaciones virtuales) se puede aplicar el balance hídrico postulando como incógnita la escorrentía superficial:

$$X - Y - E \pm \xi = \frac{\partial W}{\partial T}$$

Donde:

X = Precipitación (mm);
Y = Escorrentía superficial (mm);
E = Evapotranspiración Real (mm);
ξ = Término residual de convergencia (MM);
W = Volumen de los almacenamientos durante el período de cálculo del balance hídrico (mm).

Dado que el período de cálculo del balance hídrico debe contener la misma cantidad de períodos de alta y baja humedad se asume que el término de cambio en los almacenamientos tiende a cero ($\frac{\partial W}{\partial T} \rightarrow 0$) lo que permite transformar la ecuación en las siguiente expresión:

$$X - Y - E = \pm\xi$$

±ξ : Suma de los errores en la definición de las precipitaciones y la evaporación, entonces la escorrentía superficial se define como

$$Y = X - E \pm\xi$$

[6] Comunidad Andina (CAN). Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.

c) Modelos lluvia-escorrentía

El Servicio de Conservación de Suelos de Estados Unidos (Soil Conservation Service – SCS), desarrolló un método para el cálculo de las abstracciones iniciales de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detección superficial y la infiltración denominada número de curva de escorrentía.

La escorrentía en función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía o CN. Este método es aplicable para cuencas menores de 250 km^2 y se puede aplicar para conocer la escorrentía mensual y generar mapas de isolíneas de escorrentía como ayuda para el cálculo de la oferta hídrica superficial.

6. Fuente de Información [7]

Servicios Nacionales de Metereologías y/ó Hidrologías.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

La escorrentía es necesario determinarla con la finalidad de conocer la disponibilidad de agua superficial para su utilización en diversas actividades, como son: la agricultura, la industria, abastecimientos a ciudades, actividades mineras, entre otras.

- *Interpretación*

Porción de agua que después de haberse precipitado sobre la cuenca y satisfecho las cuotas de evado-transpiración e infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal escurre por los cauces mayores de los ríos y demás corrientes superficiales.

9. Limitaciones

La escorrentía superficial definida por el método del balance, exige se utilice la mejor información posible en cuanto a precipitaciones y evapotranspiración se refiere.

La escorrentía superficial definida por el método indirecto de la Relación escorrentía versus parámetros morfométricos exige la existencia de trabajos de regionalización hidrológica.

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones y enlaces de telecomunicaciones (comunicaciones a destiempo).

Indicador N° 3: Evapotranspiración

1. Concepto [8]

La evapotranspiración es la combinación de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. El volumen de agua que se ha evapotranspirado entra a formar parte de la humedad atmosférica como vapor y representa una pérdida de agua en el balance hídrico de una cuenca.

---

7 Comunidad Andina. Fichas técnicas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA)

8 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Metodología de Cálculo del Índice de Escasez. Bogotá D.C 2004

Los factores que interviene en la evapotranspiración son los mismos que afectan la evaporación a saber: el suministro de energía, el transporte de vapor y la humedad de la superficie.

La evapotranspiración potencial, es la pérdida de agua observada en una superficie líquida ó sólida saturada, por evaporación y por transpiración de las plantas, que ocurriría en caso de existir un adecuado abastecimiento de humedad de agua al suelo en todo momento.

La evapotranspiración real es la pérdida de agua observada en una superficie líquida ó sólida en las condiciones atmosféricas y de humedad del suelo dominante, por fenómenos de evaporación y transpiración.

2. Definición Operativa [9]

Para un área determinada la evapotranspiración potencial es mayor a la evapotranspiración real siempre y cuando no se suministre agua a la superficie para reemplazar la que ya se evaporó. Es decir:

Fórmula N° 3

$$ETR = k\ ETP$$

Donde:

ETR = Evapotranspiración real (mm)
K = Coeficiente que depende de la distribución temporal de las lluvias en el mes y de la capacidad del suelo para almacenar humedad. Su valor oscila entre 0.5-0.9.
ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)

La evapotranspiración puede ser definida en función de la evaporación potencial en el área de estudio.

Existen una gran variedad de métodos, entre los cuales están: el de Budyko, el de Kristensen y Jensen, el deTurc, el de Thornthwaite y Mather, el de Penman. En cada caso se debe escoger el método que mejor represente las condiciones físicas y geográficas de la región en estudio y para el cual exista la información requerida.

A continuación se cita unos métodos prácticos y de fácil aplicación sobretodo en áreas con poca información climatológica y de usos del suelo la cual es necesaria en la mayoría de los métodos para estimar la evapotranspiración (radiación, humedad relativa del suelo, horas de luz, tipo de vegetación, etc).

a. Ecuaciones de TURC

Como una ayuda para verificar la ETR en regiones con deficiencia de información se utiliza la fórmula de TURC. Esta ecuación calcula directamente la evapotranspiración real teniendo en cuenta la temperatura y la precipitación. Este es un método de cálculo aproximado y además de fácil aplicación puesto que no requiere parámetros difíciles de medir, cuya expresión es la siguiente:

$$ETR = \frac{P}{(0.9 + \frac{P^2}{L(t))^2})^{0.5}}$$

Donde:

ETR = Evaporación Real media anual (mm)
P = Precipitación media anual (mm)

[9] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Metodología de Cálculo del Índice de Escasez. Bogotá D.C 2004

L(t) = Parámetro heliotérmico expresado así: 300 + 25t + 0.05 t^2
t = Temperatura media anual (° C)

$$Si \ \frac{P^2}{(L(t))^2} \leq 0.1 \ \Rightarrow ETR = P$$

Para obtener los valores de precipitación y temperatura de una forma densa en todo un territorio, se superpone sobre el mapa de isoyetas el correspondiente de isotermas y los cruces de estas dos isolíneas serán los datos para obtener la ETR en ese punto. Identificados así todos los cruces se elaborarán las isolíneas de ETR mediante la ecuación de TURC.

b. Ecuación de TURC modificada

Por intermedio de la ecuación de TURC modificado se calcula la evapotranspiración potencial, cuya expresión está en función de la temperatura, radiación, humedad relativa y una constante que depende del mes ó periodo considerado.

Para la humedad relativa media mensual superior al 50% se aplica la ecuación:

$$ETP = k \ (\frac{T}{T+15})(Rg + 50)(I + \frac{50 - Hr}{70})$$

Nota: El término de corrección $(I + \frac{50 - Hr}{70})$ *interviene sólo en caso de climas desérticos ó subdesérticos.*

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial expresada en mm / mes
K = Es la constante igual a 0.4 para meses de 30 a 31 días y 0.37 para el mes de febrero y 0.13 para período de diez días.
T = Temperatura media mensual en grados centrígrados.
Rg = Radiación solar global incidente del mes considerado expresada en cal/cm^2/día.

3. <u>Unidad de Medida</u>

Milímetros (mm)

4. <u>Cobertura</u>

Cuencas.

5. <u>Metodología</u> [10]

Para la estimación de la evapotranspiración se citan dos métodos indirectos de cálculo, los cuales son: Ecuación de TURC y la Ecuación de TURC modificada.

6. <u>Fuente de Información</u> [11]

Servicios Nacionales de Metereologías y/ó Hidrologías

---

[10] Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.
[11] Comunidad Andina. Fichas técnicas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente“ (SIMA)

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Determinar las necesidades hídricas de los cultivos para su correcto desarrollo. Es un componente para establecer la oferta hídrica superficial.

- *Interpretación*

A través del indicador se calcula la cantidad de agua que se evapora del suelo y de la cubierta vegetal.

9. Limitaciones

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones y enlaces de telecomunicaciones.

Al depender, el cálculo de la evapotranspiración de una serie de factores, la aproximación de valores más reales depende de la confiabilidad de los datos y del tipo de fórmula más adecuada a aplicar en determinada zona.

Indicador N° 4: Volumen de almacenamiento

1. Concepto [12]

El volumen de almacenamiento ó la variación del almacenamiento de agua en el suelo se mide como dos componentes separados: la zona saturada y la zona no saturada. Se requieren mediciones del nivel de la capa freática (primera capa de agua subterránea que se encuentra al realizar una perforación) en pozos y de la humedad del suelo en la zona no saturada.

El nivel de la capa freática puede ser determinado midiendo la distancia que existe entre puntos de referencia determinados y la superficie del agua en pozos, al final de cada período de tiempo para el cual la evapotranspiración va a ser calculada.

Los perfiles de humedad del suelo desde el nivel de saturación (o desde un punto de humedad constante en regiones áridas) hasta la superficie del suelo, deben medirse al final de cada período de cálculo en diversos puntos de la cuenca o parcela. Se puede calcular así la ganancia o la pérdida de humedad del suelo durante el período en cuestión.

2. Definición Operativa [12]

La variación en el volumen de almacenamiento de agua es igual al cambio medio del nivel de agua en los pozos multiplicado por el rendimiento específico de la formación y por el área de la cuenca o parcela en la que se efectúa la medición.

Fórmula N° 4

$$VVA = \Delta [NA \times REF \times AC]$$

Donde:

VVA = Variación en el volúmen de almacenamiento de agua.
NA = Nivel de agua en los pozos
REF = Rendimiento específico de la formación.

[12] Organización Metereológica Mundial (OMM). Guía de Prácticas Hidrológicas. Quinta Edición.

AC = Area de la cuenca ó parcela en la que se efectúa la medición.

3. Unidad de Medida

Milímetros (mm)

4. Cobertura

Cuencas.

5. Metodología [13]

En hidrometría práctica se emplean varios tipos de limnímetros para las mediciones del nivel. Los limnímetros más utilizados son los siguientes:

a) escala vertical graduada;
b) escala inclinada o de rampa;
c) indicador de alambre y pesa instalado en una estructura por encima de la corriente;
d) varilla, cinta o alambre graduado, para medir la distancia hasta la superficie del agua.

6. Fuente de Información

Servicios Nacionales de Metereologías y/ó Hidrologías.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

La finalidad de obtención del indicador es determinar la disponibilidad de agua para las plantas, siendo un componente del balance hídrico de una determinada zona, calcula los superávits o déficits de agua en una determinada cuenca hidrográfica.

- *Interpretación*

La medida de la capacidad de almacenamiento de agua y de la humedad que efectivamente existe en el terreno reviste capital importancia, tanto en las regiones húmedas como en las áridas.

El hecho de que algunos suelos de climas húmedos produzcan cosecha a pesar del intervalo de muchos días y a veces semanas transcurridas entre periodos lluviosos, es una muestra evidente de su capacidad para almacenar agua aprovechable por las plantas.

En las zonas de regadío reviste esencial importancia el conocimiento de la capacidad de los suelos para almacenar agua, ya que el volumen de agua en cada riego y el intervalo entre cada riego, están condicionados por la necesidad de las plantas.

9. Limitaciones

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones y enlaces de telecomunicaciones.

---

[13] Organización Metereológica Mundial (OMM). Guía de Prácticas Hidrológicas. Quinta Edición.

Indicador N° 5: Caudal de resistencia y de protección

1. Concepto [14]

El caudal mínimo, ecológico ó caudal mínimo remanente es el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y la fauna de una corriente de agua.

2. Definición Operativa [14]

En primer lugar, la caracterización de la corriente implica conocer los caudales máximos, mínimos y medios registrados en la estación limnimétrica.

Fórmula N° 5

$$Q = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Q_i$$

Donde:

Q = Caudal medio (m^3/s)
Q_i = Caudal medio en el período de estudio
N = Número total de datos de caudal (suficientemente grande)

3. Unidad de Medida

Metros por segundo (m^3/s).

4. Cobertura

Cuencas.

5. Metodología [14]

Existen diversas metodologías para conocer los caudales ecológicos.

- *Hidrológicas: Se basan en el comportamiento de los caudales en los sitios de interés, para lo cual es necesario el conocimiento de series históricas de caudales.*
- *Hidráulicas: Consideran la conservación del funcionamiento ó dinámica del ecosistema fluvial a lo largo de la distribución longitudinal del río, es decir que el caudal de reserva que se deje en los distintos tramos permita que el río siga comportándose como tal.*
- *Simulación de los hábitat: Estiman el caudal necesario para la supervivencia de una especie en cierto estado de desarrollo.*

***Mínimo Histórico:** Caudal promedio multianual de mínimo 5 a máximo 10 años que permanece el 75% del tiempo y cuyo periodo de recurrencia es de 2.33 años.*

***Porcentaje de Descuento:** 25% del caudal medio mensual multianual más bajo de la corriente en estudio.*

La autoridad ambiental debe escoger entre las anteriores metodologías de acuerdo con la información disponible y las características regionales particulares.

6. Fuente de Información

Servicios Nacionales de Metereologías y/ó Hidrologías.

---

[14] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Metodología de Cálculo del Índice de Escasez. Bogotá, D.C., 2004.

7. Periodicidad

Anual

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

El indicador tiene por finalidad, dar a conocer el caudal requerido para el sostenimiento del ecosistema, la flora y fauna de una corriente de agua.

- *Interpretación*

Es necesario exigir la existencia de un caudal mínimo ecológico con el fin de garantizar la vida en los cuerpos de agua superficiales de escorrentía; considerando las eventuales sequías que se pueden producir por manifestaciones inusuales del ciclo hidrológico.

9. Limitaciones

Existe dificultad en determinar los caudales mínimos de las corrientes ya que está debe partir del registro de varias mediciones diarias de las descargas.

Es necesario cubrir la mayor cantidad de cursos de agua en el país, lo cual representa una gran inversión.

Indicador N° 6: Extracción anual de aguas subterráneas y de superficie como porcentaje del agua disponible

1. Concepto

Volumen anual total de aguas subterráneas y de superficie extraídas para ser utilizadas, incluidas las pérdidas durante el traslado, el consumo y las corrientes de retorno, como porcentaje del volumen total de agua dulce disponible en promedio anualmente.[15]

***Aguas subterráneas:** Agua dulce que se encuentra debajo de la superficie terrestre (por lo general en acuíferos) y que alimenta a los pozos y manantiales. Dado que las aguas subterráneas son la fuente principal del agua potable, cada vez preocupa más la infiltración de contaminantes agrícolas e industriales o sustancias almacenadas en tanques subterráneos. También se denomina aguas freáticas.*[16]

***Aguas de superficie:** Todas las aguas expuestas naturalmente a la atmósfera, como ríos, lagos, embalses, corrientes de agua, estanques, mares, estuarios, etc. La expresión abarca también manantiales, pozos u otros colectores de aguas que están directamente influenciados por las aguas de superficie. También se denomina aguas superficiales.*

***Agua dulce:** Agua natural que presenta una baja concentración de sales. En general se considera apropiada para su extracción y tratamiento con el fin de producir agua potable.*

***Agua disponible:** Los recursos renovables totales de agua se definen como la suma de recursos renovables internos de agua y el flujo ó caudal entrante originado fuera del país, tomando en consideración la cantidad de flujo reservado río arriba y río abajo por acuerdos ó tratados formales ó informales con países y reducción del flujo debido a retiros río arriba. Esto da la cantidad teórica máxima de agua actualmente disponible en el país. Los recursos renovables internos de agua se definen como el*

---

15 Comisión de Desarrollo Sostenible_Naciones Unidas (UN). Indicadores de Desarrollo Sostenible Marco y Metodologías, 2001.

16 Naciones Unidas (UN). Glosario de Términos Ambientales.

flujo ó caudal anual medio de ríos y las recarga de aguas subterráneas generadas de precipitaciones endógenas. Para recursos renovables totales de agua, ninguna diferenciación se ha hecho entre agua superficial y agua subterránea. Este enfoque trae varias limitaciones que se describen abajo.[17]

2. Definición Operativa

El indicador mide la extracción total de agua dividida por el agua disponible.

Fórmula N° 6

$$ADD = \frac{EAT}{AD} \times 100$$

Donde:

ADD = Porcentaje de agua dulce disponible anualmente proveniente de la extracción anual de aguas subterráneas y superficiales.
EAT = Volumen de extracción anual total. Incluye aguas subterráneas y superficiales.
AD = Volumen total de agua dulce disponible

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [17]

La información se obtiene de estadísticas de captación de aguas superficiales y extracción de aguas subterráneas en las diversas cuencas para destinarlas a los diversos tipos de uso e integrar la información al nivel de cobertura establecido.

Es imprescindible establecer la disponibilidad de los recursos superficiales y subterráneos para determinar el porcentaje de aprovechamiento de los recursos hídricos anualmente.

Los datos necesarios para establecer el indicador son: Extracciones ó tomas anuales de agua divididas por el promedio anual de los recursos hídricos disponibles. Es necesario conocer los usos corrientes del agua.

6. Fuente de Información

Servicios Nacionales de Meteorología y/o Hidrológicos del país, empresas que brindan servicios de suministro de agua.

7. Periodicidad

Anual.

[17] Comisión de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas (UN). Indicadores de Desarrollo Sostenible Marco y Metodologías, 2001.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [18]

- *Finalidad*

Mostrar en que grado se están explotando los recursos hídricos disponibles para atender las demanda de agua del país. Se trata de una medida importante de la vulnerabilidad de un país a la escasez de agua.

- *Interpretación*

El indicador puede poner de manifiesto la medida en que se utilizan los recursos de agua dulce y la necesidad de ajustar la política de ordenación del suministro. Puede reflejar el alcance de la escasez de recursos hídricos a medida que aumenta la competencia y surgen conflictos entre los distintos usos y usuarios del agua. Poca disponibilidad de agua puede repercutir negativamente en la sostenibilidad, frenar el desarrollo económico y regional, provocar la pérdida de la diversidad biológica, con degradación de los sistemas ecológicos de agua dulce.

9. Limitaciones [18]

El indicador adolece de varias limitaciones importantes, relativas, en su mayoría, a la forma de calcular el agua disponible. Los datos exactos y completos son escasos. Los países pueden utilizar un volumen considerable de aguas subterráneas fósiles no renovables a un ritmo sostenible. Las aguas disponibles son internas, procedentes de precipitaciones endógenas, o compartidas y externas, procedentes del exterior del país. Salvo en algunos casos, no se tiene en cuenta el reciclado o el doble cómputo de los recursos hídricos compartidos. La aguas disponibles pueden incrementarse gracias al desarrollo de los recursos hídricos (presas reguladoras del caudal, trasvases entre embalses, desarrollo de las aguas subterráneas, etc.) y medidas de política (asignación y fijación de precios), y deben evaluarse en función de consideraciones económicas y ambientales y de la capacidad institucional.

Una consideración adicional surge respecto al concepto de agua disponible. El agua que corre en los ríos no está totalmente disponible para su uso porque hay variaciones estacionales y por la ocurrencia de inundaciones. Mas aun, parte del agua que corre hacia un país vecino puede ser reservada por tratados o convenios y, por lo tanto, no puede ser considerada como disponible para el uso en el país aguas arriba. La disponibilidad de aguas subterráneas está sujeta a la capacidad de extracción del país (FAO).

1.2 BALANCE HÍDRICO-DEMANDA

Indicador N° 7: Uso según actividades [19]

1. Concepto

Es el volumen de agua usada para el desarrollo de actividades socioeconómicas en un espacio y tiempo determinado.

2. Definición operativa

Sumatoria de demandas sectoriales

Fórmula N° 7

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Donde:

---

[18] Comisión de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas (UN). Indicadores de Desarrollo Sostenible Marco y Metodologías, 2001.

[19] Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.

DT = Demanda Total de agua
DUD = Demanda de agua para uso doméstico
DUI = Demanda de agua para uso industrial
DUS = Demanda de agua para el sector servicios
DUA = Demanda de agua para uso agrícola
DUP = Demanda de agua para uso pecuario

3. Unidad de Medida

Miles de metros cúbicos (mm^3)

4. Cobertura

Cuencas.

5. Metodología

A continuación se presentan tres escenarios:

Escenario 1: Cuando existe información medida

Corresponde a la sumatoria de las demandas sectoriales.

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Donde:

DT = Demanda Total de agua
DUD = Demanda de agua para uso doméstico.
DUA = Demanda de agua para uso agrícola
DUP = Demanda de agua para uso pecuario.
DUI = Demanda de agua para usos industrial.
DUS = Demanda de agua para el sector servicios.

Escenario 2: Cuando existe Información medida, pero esta información es insuficiente

Frente a esta situación se debe aprovechar la información medida y por otra parte la información inexistente debe complementarse utilizando la metodología expuesta en el tercer escenario de este documento.

Escenario 3: Cuando no existe información

En este escenario se debe estimar potencialmente el volumen de agua a nivel sectorial. Estas estimaciones se basan principalmente en la asociación de dos variables: El volumen de producción sectorial y un factor de consumo de agua por tipo de bien, con el limitante de que estas estimaciones no contemplan las pérdidas de los sistemas de conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución del agua en el suministro de agua potable y a nivel tecnológico, los métodos de producción limpia y el uso que del agua hace la industria extractiva.

$$DT = DUD + DUI + DUS + DUA + DUP$$

Donde:

DT = Demanda Total de agua
DUD = Demanda de agua para uso doméstico
DUI = Demanda de agua para uso industrial
DUS = Demanda de agua para el sector servicios
DUA = Demanda de agua para uso agrícola

DUP = Demanda de agua para uso pecuario

DUD = Es la cantidad de agua consumida por la población urbana y rural para suplir sus necesidades. El cálculo de la demanda de agua para consumo humano se realiza utilizando la siguiente expresión.

*DUD = Demanda per cápita urbana * número de habitantes urbanos + Demanda per cápita rural * número de habitantes rurales*

DUI = Es la cantidad de agua consumida por los diferentes sectores de la industria manufacturera y extractiva. El cálculo de la demanda para uso industrial se realiza multiplicando el volumen de producción por tipo de producto utilizando la clasificación (CIIU a 4 dígitos) por un factor de consumo:

$$DUI = \sum_{i=1}^{n} VP_i \, x \, FCI_i$$

Donde:

DUI = Demanda de agua para uso industrial

VP_i = Volumen de producción según sector económico.

FCI_i = Factor de consumo según sector económico

DUS = Es la cantidad de agua consumida por el sector servicios que incluye entre otros; comercio, transporte y almacenamiento, comunicaciones, bancos, seguros y servicios a empresas, alquileres de vivienda, servicios personales y servicios del gobierno. Para cada tipo de establecimiento se ha estimado un factor de consumo de agua de acuerdo con el tipo de servicio que brinda.

El cálculo de la demanda para el sector servicios se realiza utilizando la siguiente expresión:

$$DUS = \sum_{i=1}^{n} N_i \, X \, FCS_i$$

Donde:

DUS = Demanda de agua para el sector servicios.

N_i = Número de establecimientos por tipo de servicio.

FCS_i = Factor de consumo por tipo de servicio.

DUA = La principal fuente de agua para la agricultura es la precipitación, los volúmenes adicionales necesarios para el desarrollo de cultivos, deben ser previstos por sistemas de riego. Cuando la precipitación es menor que el uso consutivo de un cultivo $(ETP*Kc)^5$ el agua debe ser suministrada a través de sistemas de riego.

Con el uso de información SIG, se asocian los datos fisiográficos del área de estudio sobre cultivos, precipitación y evapotranspiración. A estos valores se adiciona el coeficiente de uso de agua por tipo de cultivo obtenido teóricamente del informe de la FAO 33. Una vez construida una tabla de valores de variables asociadas, se estima la demanda de agua a partir de la expresión:

$$DUA = [\, P \, (ETP*Kc)]*HA$$

Donde:

DUA = Demanda de agua para el sector agrícola

P = Precipitación

ETP = Evapotranspiración potencial

Kc = Coeficiente de uso de agua del cultivo

HA = Número de hectáreas cultivadas

DUP = Es el resultado de multiplicar el volumen de producción de animales de importancia comercial, por un factor de consumo promedio aproximado, el cual está determinado teniendo en cuenta el tipo de animal, el tipo de producción y el consumo de materia seca y alimento requerido.

Como tipo de animales de importancia comercial se clasifican: bovinos carne, leche y doble propósito, aves de corral y porcinos. Los factores de consumo para la producción.

$$DUI = \sum_{i=1}^{n} VPA_i \times FCA$$

Donde:

DUP = Demanda de agua para uso pecuario.
VPA_i = Volumen de producción por tipo de animal industrial.
FCA = Factor de consumo según tipo de producción animal.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales y/ó relacionadas con el manejo de recursos naturales.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

La finalidad del indicador es establecer:

- *Prioridades de gestión con base en el volumen y el tipo de uso del recurso.*
- *Relaciones en aspectos como patrones de consumo, crecimiento económico y nivel de ingresos.*
- *Ubicación espacial de los usuarios por volumen y tipo de uso.*
- *Relaciones con la oferta hídrica para obtener el índice de escasez.*

- *Interpretación*

El conocimiento de la cantidad de agua necesaria para satisfacer las necesidades socioeconómicas del país es fundamental para la planificación y ordenamiento del recurso agua.

9. Limitaciones

Los factores teóricos para consumo de agua no contemplan la tecnología utilizada en los diferentes sectores.

En todos los cálculos en donde se usan factores reportados, es necesario ir ajustándolos a medida que se va obteniendo información real para el país sobre dichos consumos.

1.3 ÍNDICE DE ESCASEZ

Indicador N° 8: Índice de escasez de agua superficial [20]

1. Concepto

El agua, además de su valioso papel como elemento de consumo y bienestar de los seres vivos, actúa como materia prima ó medio de producción de los distintos sectores socieconómicos, por ello es importante contar con un indicador de estado que refleje no sólo la magnitud de la oferta de agua disponible en las distintas unidades hidrológicas sino también la relación de esta oferta con la demanda de agua existente en las distintas fuentes abastecedoras. En calidad de este indicador resulta natural

[20] Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.

utilizar la relación porcentual entre la demanda de agua del conjunto de actividades económicas y la oferta hídrica disponible en las fuentes abastecedoras.

El índice de escasez refleja la relación entre la oferta y demanda de agua incluyendo las reducciones necesarias para mantener la salud de la fuente abastecedora.

2. Definición Operativa

Fórmula N° 8

$$I_e = \frac{D}{O_n} x100\%$$

Donde:

I_e *= Índice de escasez (%)*
D = Demanda de agua (m^3)
O_n = Oferta hídrica superficial neta (m^3)

A su vez la oferta hídrica superficial neta resulta de la siguiente expresión:

$$O_n = O_t X R_e x R_f$$

Donde:

O_t = Oferta hídrica superficial total (m^3)
R_e = Factor de reducción para mantener la el régimen de estiaje ó caudales mínimos.
R_f = Factor de reducción para protección de fuentes frágiles.

En la realidad es evidente que la oferta hídrica total también se ve afectada por el estado de degradación de la calidad de agua, sin embargo, debido a la menor densidad de los sistemas de seguimiento de calidad del agua y con el fin de garantizar la aplicabilidad del indicador, no se incluye elementos de reducción relacionados directamente con la calidad in situ y de facto del recurso.

***Oferta hídrica superficial total**: Una vez generalizado en el espacio la escorrentía superficial, la definición de la oferta hídrica total se resume a la definición del volumen de agua escurrido por el área de la cuenca en el intervalo de tiempo de período de agregación del índice de escasez.*

***Factor de reducción para mantener el régimen de estiaje ó caudales mínimos:** Para ello se establece el valor modal de los caudales durante el período de estiaje ó de aguas bajas. El caudal promedio de periodo de aguas bajas se calcula como el promedio aritmético de los caudales que son superados el 75% del tiempo durante el año. Con estos valores se conforma el conjunto estadístico que caracteriza al régimen de estiaje de la fuente abastecedora. Este conjunto estadístico se caracteriza por su función de distribución empírica, la cual se obtiene, al ordenar los caudales mínimos promedios de mayor a menor y aplicando la siguiente fórmula para calcular la probabilidad de excedencia p:*

$$P = \left(\frac{m}{n+1} \right) x100$$

Donde:

m = Número de orden del caudal en la serie ordenada.
n = Longitud de la serie de caudales mínimos.

A la distribución empírica se le debe ajustar una distribución teórica que cumpla por lo menos con dos de los criterios de bondad de ajuste anunciados a continuación:

a) Criterio de Kolmogorov;
b) Criterio de Smirnov.
c) Criterio de Pearson

La hipótesis nula sobre la concordancia de las funciones de distribución empírica y teórica se debe aprobar como mínimo con niveles de significancia del 5 y 10%.

De la función de distribución teórica se extrae el caudal con probabilidad de excedencia del 97.5%. Luego se determina la reducción para mantener el régimen de estiaje de la fuente abastecedora de agua mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$R_e[\%] = 100 \times \frac{Q_{97.5\%}}{\overline{Q}}$$

La definición del ***factor de reducción para protección de fuentes frágiles*** *es una función de las magnitudes del valor modal de la escorrentía ($\overline{Q}$), su coeficiente de variación (C_v), su coeficiente de asimetría (C_s) y de la persistencia (D) de los caudales diarios expresados a través de la memoria de la función de autocorrelación de los caudales diarios de la fuente abastecedora.*

Para tener una idea de la forma analítica ó tabulada de la función $R_e = f(\overline{Q}, C_v, C_s, D)$ es necesario evaluar todos los parámetros independientes en todos los puntos de evaluación del índice de escasez con el fin de realizar una clasificación de todas las combinaciones posibles de $\overline{Q}$, C_v, C_s, D que permita distribuir entre ellos valores de reducción desde el 0 hasta el 50%.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%)

4. Cobertura

Cuencas

5. Metodología

El índice de escasez requiere de la definición y metodología individual de sus componentes.

6. Fuente de Información

Oferta hídrica: Instituciones que estudian las condiciones hidrometeorológicas de determinado país y otras entidades de suministro de agua.

Demanda hídrica: Instituciones ambientales. Entidades encargadas del suministro de agua.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [21]

- *Finalidad*

Calcular las condiciones hidrológicas medias y secas, la situación de la disponibilidad de agua actual y con las proyecciones futuras del abastecimiento a nivel nacional y regional, de tal manera que los

[21] Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.

organismos del Estado involucrados en la gestión ambiental y en los recursos hídricos tomen las medidas necesarias para que los planes de ordenamiento del uso de los recursos naturales y manejo sostenible de las cuencas hidrográficas tengan en cuenta zonas que presentan índices de escasez con niveles preocupantes y otras características desfavorables.

- *Interpretación*

Este indicador representa la demanda de agua que ejercen en su conjunto las actividades económicas y sociales para su uso y aprovechamiento frente a la oferta hídrica disponible (neta).

Escala de valoración del Índice de escasez

Se registra escasez de agua cuando la cantidad de agua tomada de las fuentes existentes es tan grande que se suscitan conflictos entre el abastecimiento de agua para las necesidades humanas, las ecosistemáticas, las de los sistemas de producción y las de las demandas potenciales.

Categoría del Índice de Escasez	***Porcentaje de la Oferta hídrica utilizada***	***Explicación***
Alto	*> 40%*	*Existe fuerte presión sobre el recurso hídrico, denota una urgencia máxima para el ordenamiento de la oferta y la demanda. En estos casos la baja disponibilidad de agua es un factor limitador del desarrollo económico.*
Medio	*20 – 40%*	*Cuando los límites de presión exigen entre el 20 y el 40% de la oferta hídrica disponible es necesario el ordenamiento tanto de la oferta como de la demanda. Es menester asignar prioridades a los distintos usos y prestar particular atención a los ecosistemas acuáticos para garantizar que reciban el aporte hídrico requerido para su existencia. Se necesitan inversiones para mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos*
Moderado	*10-20%*	*Indica que la disponibilidad de agua se está convirtiendo en un factor limitador del desarrollo.*
Bajo	*< 10%*	*No se experimentan presiones importantes sobre el recurso hídrico.*

9. <u>Limitaciones</u> [22]

El índice de escasez presentado aquí concierne solo al recurso hídrico superficial, en aquellas regiones donde prevalece el uso del recurso subterráneo puede arrojar respuestas contradictorias sobre la disponibilidad de agua.

Con relación a la oferta:

- *El factor de reducción de la oferta está dado de forma global al no disponerse de resultados sobre los factores de reducción específicos para cada sector usuario y para cada región.*

[22] Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.

- *Es necesario detallar los modelos hidrogeológicos conceptuales para que representen las condiciones locales de los sitios de captación.*

Con relación a la demanda:

- *Los factores de consumo de agua en la industria por tipo de actividad económica, son teóricos y tomados de fuentes secundarias.*
- *Los factores teóricos para consumo de agua no contemplan la tecnología utilizada en los diferentes sectores.*
- *Las estimaciones de demanda de agua en la industria no contemplan los usos de este recurso en la industria extractiva.*
- *El indicador no tiene en cuenta la demanda de agua para la generación eléctrica por medio de hidroeléctricas.*
- *En todos los cálculos donde se usan factores reportados es necesario ajustarlos a medida que se obtenga información real sobre dichos consumos para el país.*

1.4 CALIDAD DE AGUA CONTINENTAL

Indicador N° 9: PH

1. Concepto

Valor absoluto del logaritmo decimal de la concentración de ion hidrógeno (actividad) en miliequivalentes por litro de solución, generalmente se expresa en unidades de pH. Usado como indicador de acidez (pH < 7) o de alcalinidad (pH > 7). [23]

El pH de la mayoría de fuentes de agua natural fluctúa entre 6,5-8,5.

Los cambios en el pH son causados por la lluvia ácida, por los desechos industriales, el drenaje de la minería o por el lavado de minerales. El pH es un criterio importante de la calidad del agua, porque limita la posibilidad de vida acuática y muchos de los usos del agua.

2. Definición Operativa [24]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los registros con los datos técnicos de las muestras analizadas en los diferentes puntos de muestreo del río ó lago de estudio.

El pH es la relación de la suma de los pH de los puntos de muestreo sobre el número de puntos de muestreo realizados de un determinado río ó lago.

Fórmula N° 9

$$PH = \frac{\Sigma\ PH\ pm(i)}{Npm}$$

Donde:

PH = Promedio del Potencial hidrógeno por río ó lago
PHpm (i) = Potencial Hidrógeno por punto de muestreo (i)
Npm = Número de puntos de muestreo

---

[23] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Glosario de términos.
[24] Comunidad Andina. Fichas técnicas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente“ (SIMA).

3. Unidad de Medida

Unidades de pH (N°).

4. Cobertura

Cuencas disponibles.

5. Metodología [25]

El método de análisis utilizado es el Electrométrico (APHA-AWWA-WPCF.1992. Estándar Methods for Examination of Water and Wastewater).

6. Fuente de Información

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos Hídricos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [26]

- *Finalidad*

Evaluar el estado de la calidad del agua en los principales ríos y lagos.

La concentración de iones hidrógeno es importante en las aguas naturales, pues la existencia de gran parte de la vida biológica sólo es posible dentro de los estrechos límites de variación de ésta variable.

- *Interpretación*

El pH es una de las mediciones más comunes de laboratorio dado que muchos de los procesos químicos dependen del valor de pH. Con frecuencia, la velocidad o el ritmo de las reacciones químicas pueden ser alterados significativamente por el pH de la solución. La solubilidad de muchos agentes químicos en solución y su disponibilidad biológica dependen del pH.

9. Limitaciones [27]

Las mediciones de esta variable dependen de la disponibilidad presupuestal y coordinación logística para realizar monitoreos en las corrientes del país (medición en campo).

Antigüedad de los equipos de laboratorio

Escaso recurso asignados a los programas de vigilancia de la calidad de los recursos hídricos.

No se tiene información completa de los ríos.

Indicador N° 10: Nitrógenos Totales

1. Concepto

El nitrógeno total es una medida de todas las varias formas de nitrógeno que se encuentran en una muestra de agua. El nitrógeno es un nutriente necesario para el crecimiento de plantas acuáticas y algas.

---

[25] Comunidad Andina. Metodología Estadística para la Medición de la Calidad de los Recursos Hídricos.
[26] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales del Sistema de Información del Medio Ambiente (SIMA).

No todas las formas de nitrógeno pueden ser utilizadas fácilmente por las plantas acuáticas y las algas, especialmente el nitrógeno vinculado con materia orgánica disuelta o partículas. El símbolo químico para el nitrógeno es N, y el símbolo para el nitrógeno total es TN. El nitrógeno total consiste en formas inorgánicas y orgánicas. Las formas inorgánicas incluyen el nitrato (NO_3^-), nitrito (No_2^-), el amoníaco (NH_4) no ionizado, no incluye el amoníaco ionizado (NH_3^+), y gas del nitrógeno (N_2). Los aminoácidos y las proteínas son formas orgánicas naturales de nitrógeno. Todas las formas de nitrógeno son inofensivas a los organismos acuáticos excepto el amoníaco no ionizado y el nitrito, que puede ser tóxico para los peces. El nitrito no es generalmente un problema en los cuerpos de agua, sin embargo, porque (si hay bastante oxígeno disponible en el agua para que se oxide) el nitrito será convertido fácilmente a nitrato.[27]

Por otro lado, los nitratos son una forma de nitrógeno que todas las plantas necesitan para crecer. En los campos, y también en los jardines, se usan los fertilizantes con nitrógeno para enriquecer el suelo. Desafortunadamente, los nitratos pueden contaminar los acuíferos de las aguas subterráneas y superficiales.

2. Definición Operativa [28]

La información sobre Nitrógenos Totales puede ser calculado por la suma de los valores de nitratos, nitritos, amonio, y nitrógeno orgánico. Gas nitrógeno disuelto en agua no es incluido. Todos los componentes individuales deben ser expresados como mg/l N. Cuando los componentes inorgánicos son expresados como iones, la siguiente ecuación debe ser usada.

Fórmula N° 10

$$0.23(NO_3^-) + 0.30(NO_2^-) + 0.78(NH_4^+) + \text{orgánico N} = \text{Nitrógenos totales N (mg/l)}$$

3. Unidad de Medida

Miligramos por litro (mg/l) N

4. Cobertura

Cuencas disponibles.

5. Metodología [29]

Método Colorímetro:
Una muestra se preserva en el campo a 4° C. En un autoanalizador, una parte alícuota de la muestra es aireada, acidificada e irradiada en una bobina de cuarzo por una lámpara UV. La muestra se hace alcalina y el proceso de irradiación es repetido. Esta solución se mezcla con una solución del EDTA (disodium dihydrogen ethylenediaminw tetracetate) y los nitratos son reducidos a nitritos a través de una columna de relleno de cadmio. Una solución del sulphanilamide, seguida por una solución de N-1-Naphthylethylenediamine dihydrochloride, se agrega a la muestra para formar un tinte azo. La intensidad del tinte es medida espectrométricamente en 550mμ, y comparado a soluciones estándares de NO3 y vacías.

Otro método es el Digestión Alcalina de Persulfato:
Una muestra es preservada en campo a 4° C. El nitrógeno de la muestra alícuota es oxidado a nitrato en una solución alcalina de persulfato. El nitrato entonces es reducido al nitrito en una solución alcalina de sulfato de hydrazine, conteniendo cobre como un catalizador. Los nitritos resultantes, bajo condiciones ácidas, reaccionan con sulphanilamine para formar un componente diazo y pareja con naphthylethylenediamine para formar un tinte azo.

La intensidad del color es proporcional a la concentración del nitrógeno, medido espectrométricamente en 520nm y comparado a soluciones estándares idénticamente-preparado y soluciones en blanco.

---

27 Universidad de Florida-EEUU. Plant Management in Florida Waters.
28 Conference of European Statistics.Reading in Internacional Environment Statistics, United Nations.
29 United Nations Environment Programme (UNEP). Analytical Methods for Environment Water Quality.

6. Fuente de Información [30]

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos hídricos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Establecer la calidad sanitaria del parámetro de interés en cada uno de los puntos de monitoreo del recurso hídrico vigilado.

Evitar eutrotificación de aguas superficiales.

- *Interpretación*

La medición de este indicador, permitirá establecer políticas, normas sobre calidad del agua.

9. Limitaciones

Antigüedad de los equipos.
Escasos recursos destinados a los programas de vigilancia de la calidad del agua.
No se tiene información completa de los ríos.

Indicador N° 11: Fósforos Totales

1. Concepto

Este indicador representa la suma de los componentes del Fósforo. El Fósforo es un elemento esencial para la vida como un factor clave limitador de nutritientes, sin embargo contribuye junto con el Nitrógeno a la eutrotificación de lagos y otros cuerpos de agua. [31]

El fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condesados (piro-, meta-, y otros polifosfatos) y fosfatos orgánicos. El análisis de fósforo envuelve dos pasos generales; (a) conversión de la forma de fósforo de interés a ortofosfato disuelto, y (b) determinación colorimétrica del ortofosfato disuelto.[32]

Las formas de fósforo en una muestra pueden determinarse como total (sin filtración), disuelto (en el filtrado de una muestra pasada a través de un filtro de 0.45 mm de diámetro de poro) y en suspensión (en el residuo de filtración si existe la suficiente cantidad de fósforo para garantizar tal consideración) y comprenden en cada caso: Fósfor total (P): todas las formas de fósforos presentes, se determina después de digestión con persultado.

2. Definición Operativa [31]

Fórmula N° 11

$$mg\ P/L = \frac{mg\ P\ (\text{en aproximadamente 58 mL de volumen final})}{\text{x 1 000 ml muestra}}$$

[30] Comunidad Andina. Metodología Estadística para la Medición de la Calidad de los Recursos Hídricos.
[31] United Nations Environment Programme. UNEP. Questionnaire 2004 on Environment Statistics.
[32] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). Temas Ambientales. Fósforos Totales.

Donde:

mg P/L = Miligramos de fósforo total por litro.
mg P = Miligramo de fósforo total en aproximadamente 58 ml de volumen total.
ml muestra = Mililitros de muestra

3. Unidad de Medida

Miligramos por litro (mg/l).

4. Cobertura

Cuencas disponibles.

5. Metodología [33]

Para la determinación del indicador se utiliza un equipo especializado de laboratorio llamado Espectrofotómetro (ácido ascórbico), el Espectrofotómetro sirve para determinar mediante el paso de ondas electromagnéticas la concentración de determinadas sustancias como es el caso de las sustancias fosfatadas (APHA-AWWA-WPCF.1992. Methods for Examination of Water and Wastewater).

6. Fuente de Información

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos hídricos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Establecer la calidad sanitaria del parámetro de interés en cada uno de los puntos de monitoreo.

- *Interpretación*

La medición de este indicador, permitirá establecer políticas, normas sobre calidad de agua y planificar la sostenibilidad del parámetro.

9. Limitaciones

Antigüedad de los equipos.

Escasos recursos destinados a los programas de vigilancia de la calidad del agua.

No se tiene información completa de los ríos.

Indicador N° 12: Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) en las masas de agua

1. Concepto [34]

La descarga de materia orgánica contaminante en una masa de agua crea una acción de purificación natural a través del proceso de oxidación bioquímica. La oxidación bioquímica es un proceso microbial

[33] Comunidad Andina. Metodología Estadística para la Medición de la Calidad de los Recursos Hídricos.
[34] Organización Metereológica Mundial (OMM). Guía de Prácticas Hidrológicas.

que utiliza las sustancias contaminantes como una fuente de carbón, mientras consume el oxígeno disuelto en el agua para la respiración.

La tasa de purificación depende de muchas condiciones, incluida la temperatura y la naturaleza de la materia orgánica. La cantidad de oxígeno disuelto consumido por un cierto volumen de una muestra de agua, para los procesos de oxidación bioquímica durante un período de cinco días a 20° ha sido establecido como un método de medición de la calidad de la muestra, y es conocida como prueba de ***demanda bioquímica de oxígeno o DBO****.*

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno necesaria ó consumida para la descomposición microbiológica (oxidación) de la materia orgánica en el agua, se define como la cantidad total de oxígeno requerido por los microorganismos para oxidar la materia orgánica descompuesta.

2. Definición Operativa [35]

Relación de la suma de la demanda bioquímica de oxígeno de los puntos de muestreo sobre el número de puntos de muestreo de un determinado río ó lago.

Fórmula N° 12

$$DBO_{(i)} = \frac{\sum DBO_{(i)pm}}{Npm}$$

Donde:

DBO = Promedio de la demanda Bioquímica de oxígeno.
DBOpm (i) = Sumatoria Demanda Bioquímica de Oxígeno por punto de muestreo (i).
Npm = Número puntos de muestreo.

3. Unidad de Medida

Miligramos por litro de oxígeno consumido (mg/lt).

4. Cobertura

Cuencas disponibles.

5. Metodología [36]

Para la determinación de este indicador los laboratorios aplican metodologías probadas como el Método Estándar APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation).

La DBO es una prueba empírica que mide el nivel de materia orgánica en una masa de agua. La prueba entraña la incubación de una muestra diluida durante un período de cinco días a temperatura constante de 20°C. La muestra se diluye a fin de adaptarla a los parámetros operacionales del procedimiento de prueba. La prueba es un procedimiento normalizado de laboratorio al que suele referirse como prueba de la DBO_5.

Los microorganismos utilizan el oxígeno que hay en el agua para oxidar mediante un proceso bioquímico la materia contaminante, que es su fuente de carbono.

El método de medición utilizado consiste en llenar completamente una botella hermética del tamaño especificado con la muestra de agua que se va a analizar. A continuación se incuba a temperatura

---

[35] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente“ (SIMA).
[36] Organización Metereológica Mundial (OMM). Guía de Prácticas Hidrológicas.

constante durante cinco días. El oxígeno disuelto se mide antes y después de la incubación. La DBO_5 se calcula a partir de la diferencia entre la lectura inicial y final de oxígeno disuelto.

6. Fuente de Información

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos hídricos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad* [37]

La proliferación de bacterias que agotan el oxígeno tiene como consecuencia que algunas especies de peces y otros seres vivos ya no pueden vivir en estas aguas por la falta de oxigeno.

Permite evaluar el estado de la calidad de aguas en ríos y lagos.

Evaluar la calidad del agua de que disponen los consumidores en los municipios o comunidades para satisfacer sus necesidades básicas y comerciales.

Establecer relaciones con otras variables para la definición de otros indicadores.

Medir la eficacia del proceso de tratamiento, controlar el cumplimiento de limitaciones de los vertidos y dimensionar las instalaciones de tratamiento.

- *Interpretación*

El desarrollo sostenible depende en gran medida de la disponibilidad de agua idónea para toda una serie de usos que abarcan desde el suministro doméstico al suministro industrial. Se han establecido unas normas estrictas sobre la calidad del agua para proteger a los usuarios de los riesgos para la salud y de otras consecuencias adversas de la mala calidad del agua. La DBO como indicador de contaminación fecal puede restringir el uso de agua y el desarrollo o exigir un tratamiento costoso. Los problemas de salud derivados de deficiencias de la calidad del agua pueden reducir la capacidad laboral y afectar al crecimiento y a la educación de los niños. Por consiguiente, es importante vigilar la contaminación orgánica para detectar las amenazas para la salud, identificar las fuentes de contaminación, garantizar un tratamiento adecuado, y proporcionar información que sirva de base al proceso de adopción de decisiones con miras a incrementar la sostenibilidad del agua.[38]

9. Limitaciones

La principal limitación propia del indicador es que proporciona resultados empíricos y no absolutos. Permite realizar comparaciones adecuadas entre muestras, pero no proporciona una medida exacta de la concentración de un contaminante determinado. Es importante seguir estrictamente los procedimientos de laboratorio para obtener resultados coherentes. El principal inconveniente operacional de este indicador es que requiere un plazo de cinco días para obtener resultados.

Antigüedad de los equipos.

Escasos recursos destinados a los programas de vigilancia de la calidad del agua.

No se tiene información completa de los ríos.

---

[37] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

[38] Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

Indicador N° 13: Oxígeno Disuelto

1. Concepto

Cantidad efectiva de oxígeno gaseoso (O2) en el agua, expresada en términos de su presencia en el volumen de agua (miligramos de O, por litro) ó de su proporción en el agua saturada (porcentaje). [39]

La concentración de oxígeno disuelto es importante para evaluar la calidad del agua superficial y para el control del proceso de tratamiento de desechos.

2. Definición Operativa

Fórmula N° 13

$$OD = \frac{\sum OD_{pm}}{Npm}$$

Donde:

OD = Promedio del Oxígeno Disuelto.
ODpm = Sumatoria Oxígeno Disuelto por punto de muestreo.
Npm = Número puntos de muestreo.

3. Unidad de Medida

miligramos por litro (mg/l).

4. Cobertura

Cuencas disponibles.

5. Metodología [40]

Método de análisis Yodométrico de Winkler. Procedimiento estándar (APHA_AWWA_WPCF: 1992 Estándar Methods for Examination of water and Wastewater). Se trata de Instrumental por medio de botellas nisky a diferentes profundidades y cálculo por medio de la técnica de Winkler (Volumetría).

6. Fuente de Información

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos hídricos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad* [41]

Conocer la variabilidad de la distribución de oxígeno, para la evaluación de la calidad del agua.

El oxígeno es un elemento crítico para la supervivencia de las plantas y animales acuáticos y la falta de oxígeno disuelto, además de ser un indicador de polución, es dañino para los peces. Algunas especies acuáticas son más sensibles que otras a la falta de oxígeno.

---

39 Naciones Unidas (UN). Glosario de Términos Ambientales.
40 Comunidad Andina. Metodología Estadística para la Medición de la Calidad de los Recursos Hídricos.
41 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

- *Interpretación*

El oxígeno disuelto –OD– es uno de los factores más asociados a la vida acuática, al incidir en casi todos los procesos químicos y biológicos; las condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno) favorecen la diversidad de especies deseables como los peces (que en general pueden subsistir a concentraciones de OD superiores a 4 mg/l). La medida de OD puede usarse como indicador del grado de contaminación orgánica, de la tasa de degradación de sustancias orgánicas e inorgánicas susceptibles de ser oxidadas) y de la capacidad de autodepuración de corrientes superficiales. [42]

Las descargas de vertimientos con alto contenido de materia orgánica y nutrientes, conducen al descenso de la concentración de oxígeno, por el incremento de la demanda para su degradación. En los casos en que la reducción de los niveles de oxígeno es severa se llega a condiciones anaerobias (déficits de OD superiores a 40%), especialmente en las zonas más profundas del cauce. [41]

9. Limitaciones [41]

Presupuestales y además, su determinación en campo depende de la calibración y mantenimiento adecuados del oxímetro y del cuidado del analista que toma la muestra (no se debe oxigenar por manipulación) o realiza el ensayo y de la precisión de los equipos que miden elevación y temperatura en el sitio.

Si el sitio de monitoreo tiene una pendiente alta el dato puede ser engañoso, pues la reaireación simula un mejor estado del recurso.

Antigüedad de los equipos.

Escasos recursos destinados a los programas de vigilancia de la calidad del agua.

No se tiene información completa de los ríos.

Indicador N° 14: Total de sólidos en suspensión [43]

1. Concepto

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) es la cantidad de residuo retenido en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de un micrón y hace referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual.

2. Definición Operativa

Miligramos de sólidos suspendidos totales por litro.

Fórmula N° 14

$$mgr.\ sólidos\ suspendidos\ totales\ (SST)/L = (A - B) \times 1000 / vol\ muestra(l)$$

Donde:
A = peso de filtro en mgr + residuo seco en mgr.
B = peso del filtro en mgr

3. Unidad de Medida

Miligramos por litro (mg/l).

---

42 Colombia. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

43 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales "Sistema de Información del Medio Ambiente" (SIMA).

4. Cobertura

Cuencas disponibles.

5. Metodología

Para la determinación de este parámetro, agencias internacionales han establecido el Método Estándar APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation).

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST) hacen referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. Se determinan mediante método gravimétrico.

La información básica proviene de mediciones puntuales de las estaciones de monitoreo.

6. Fuente de Información

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos hídricos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Permite evaluar el estado de la calidad de agua en ríos y lagos.

Evaluar la calidad del agua disponible para los consumidores en los municipios ó comunidades.

Establecer relaciones con otras variables para la definición de indicadores.

Medir la eficacia del proceso de tratamiento, controlar el cumplimiento de limitaciones de los vertidos y dimensionar las instalaciones de tratamiento.

- *Interpretación*

Representa la cantidad de material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual.

9. Limitaciones

Antigüedad de los equipos.
Escasos recursos destinados a los programas de vigilancia de la calidad del agua.
No se tiene información completa de los ríos.

Indicador N° 15: Concentración de bacterias coliformes fecales en agua dulce

1. Concepto

Los coliformes fecales, están formados por el grupo bacterias gramnegativas presentadas en el tracto intestinal de vertebrados de sangre caliente que fermentan la lactosa con producción de ácido, aldehido y gas. [44]

[44] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente“(SIMA).

Es difícil encontrar en un único organismo todas las características que debería tener el indicador ideal de contaminación fecal. No obstante, la E.coli y, en menor medida, las bacterias coliformes termotolerantes reúnen muchas características útiles. Por ese motivo, la E.coli suele ser el indicador de contaminación fecal preferido/recomendado. Los estreptococos fecales satisfacen algunos de los criterios y se suelen utilizar como indicadores suplementarios de contaminación por heces humanas y animales.[45]

La concentración de bacterias coliformes fecales en las masas de agua dulce es un indicador indirecto de contaminación por excrementos humanos y animales. El agua contaminada por bacterias coliformes fecales supone un grave riesgo para la salud y, por consiguiente, no es adecuada para el consumo humano si no se desinfecta (cloración). Los indicadores de contaminación fecal siguen siendo el medio más sensible y específico de evaluar la calidad higiénica del agua. Los indicadores de este tipo que se utilizan más frecuentemente son la Escherichia coli (E. las bacterias termotolerantes y otras bacterias coliformes, los estreptococos fecales y las esporas de clostridium reductoras del sulfito; de todos los indicadores el más específico es la E. coli. Se determinan así las situaciones que requieren tratamiento ó en las que éste se ha de mejorar para garantizar la seguridad del agua. A medida que aumenta la densidad de población y/o más personas dependen del sistema de suministro de agua, más fundamental resulta disponer de agua potable segura.[46]

Las enfermedades diarreicas, que son en gran medida consecuencia de la contaminación fecal del suministro de agua potable, se consideran causantes de alrededor del 80% de la morbilidad/mortalidad en los países en desarrollo. Una comunidad sana es uno de los requisitos del desarrollo. La mala salud no sólo reduce la capacidad laboral de los miembros de la comunidad, sino que la frecuencia de los episodios diarreicos interrumpe la educación de los niños, lo que a largo plazo puede tener graves consecuencias para el desarrollo sostenible.[46]

2. Definición Operativa [46]

Porcentaje (%) de recursos de aguas dulces que contienen concentración de bacterias fecales mayor a las recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en las guías para la calidad de agua potable.

La concentración de bacterias coliformes se determina: NMP /100 ml (NMP=número más probable)

Fórmula N° 15

$$PRADF = \frac{RADF}{TRAD} \times 100$$

Donde:

PRAD = Porcentaje de recursos de aguas dulce que contienen concentración de bacterias fecales mayor a las recomendadas por la OMS.
RAD = Total (en número) de recursos de agua dulce que contienen concentración de bacterias fecales mayor a las recomendadas por la OMS.
TRAD = Total (en número) de recursos de agua dulce.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%)

4. Cobertura

Cuencas disponibles.

---

[45] Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

[46] Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

5. Metodología

El examen microbiológico es el medio más sensible, aunque no el más rápido, de detectar la contaminación fecal del agua. Dado que el medio de desarrollo y las condiciones de incubación, así como la naturaleza y el tiempo de la muestra de agua pueden influir en los análisis microbiológicos, el grado de exactitud de los resultados puede resultar variable. Ello significa que es sumamente importante normalizar los métodos y los procedimientos de laboratorio. Las Guías para la calidad del agua potable de la OMS han establecido métodos uniformes. [47]

El primer paso importante del examen es determinar el volumen de la muestra. La fuente de la muestra es un factor que influye en la concentración de organismos. En condiciones normales, el volumen de una muestra tomada en un lago o depósito debería ser de alrededor de 100 ml., mientras que en el caso de las aguas negras municipales sólo se requeriría 0,001 ml. Si se tomaran muestras de mayor volumen el número de organismos sería demasiado grande para proceder a su recuento. El tiempo empleado en el traslado de las muestras tiene a menudo una influencia importante, y se pueden reducir al mínimo los cambios en las características bacteriológicas de las muestras evitando la exposición de éstas a la luz y manteniéndolas preferiblemente entre 4 y 10°C. Esas precauciones son especialmente importantes en los climas tropicales en los que la temperatura ambiente es elevada y la luz solar (radiación ultravioleta) más intensa. [47]

Tabla del número más probable. Se determina por el método estándar APHA-AWWA-WPCF 1992, para el análisis bacteriológico de aguas y desagües. [48]

Se toman muestras estadísticamente significativas de agua y efluentes y se realiza determinación de la variable en laboratorio por el método de tubos múltiples o filtro membrana, basada en métodos estándar aceptados. [49]

6. Fuente de Información

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos hídricos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Determinar la concentración de coliformes fecales en el agua dulce para evaluar el grado de contaminación de origen doméstico y calidad microbiológica.

La concentración de bacterias coliformes fecales en las masas de agua dulce es un indicador indirecto de contaminación por excrementos humanos y animales. El agua contaminada por bacterias coliformes fecales supone un grave riesgo para la salud y, por consiguiente, no es adecuada para el consumo humano si no se desinfecta (cloración).

- *Interpretación*

El resultado nos proporciona una evidencia positiva de contaminación y de la posible presencia de bacterias patógenas provenientes de exoneraciones intestinales.

---

47 Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

48 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

49 Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guías para la Calidad del Agua Potable.

9. Limitaciones

Si bien se trata de una medición sencilla, existen dificultades presupuestarias que no permiten a la evaluación continua de esta variable.

Antigüedad de los equipos.
Escasos recursos destinados a los programas de vigilancia de la calidad del agua.

1.5 CALIDAD DEL AGUA DE MAR

Indicador N° 16: Demanda bioquímica de oxígeno en masas de agua

1. Concepto

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mide la cantidad de oxígeno necesaria ó consumida para la descomposición microbiológica (oxidación) de la materia orgánica en el agua.[50]

2. Definición Operativa [51]

La DBO_5 en efluente por dilución se calcula:

Fórmula N° 16

$$DBO_5 \text{ (mg/l)} = (ODf - ODi)/FD1.\ FD2$$

Donde:

DBO_5 = Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (mg/l)
ODi = Concentración de oxígeno disuelto inicial (mg/l) en la muestra diluida.
ODf = Concentración de oxígeno disuelto final (mg/l) en la muestra replica incubada hasta el 5to día.
FD1 = VM/VT = Razón entre el volumen de la muestra empleada (10 ml) y el volumen total de dilución (1000 ml).
FD2 = A/VT = Razón entre la alícuota (ml) tomada de la dilución (D-l) y el volumen total de dilución (1000 ml).
VM = Volumen vertido de la muestra.
VT = Volumen total de la dilución
A = Alícuotas.

La DBO_5 en el cuerpo receptor se calcula en dos casos:

- *Sin dilución:*

$$DBO_5 \text{ (mg/l)} = (C1 - C2)$$

Donde:

DBO_5 = Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (mg/l)
C1 = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra, tiempo inicial, en mg/l.
C2 = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra, tiempo = 5 días en mg/l.

---

50 Naciones Unidas (UN)_Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

51 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

- *Con dilución simple:*

$$DBO_5 \text{ (mg/l)} = (C1 - C2)/FD$$

Donde:

DBO_5 = Demanda Bioquímica de Oxígeno a 5 días (mg/l)
C1 = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra diluida, tiempo inicial.
C2 = Concentración de oxígeno disuelto de la muestra diluida, tiempo = 5 días.
FD = (A/VT) = Fracción volumétrica decimal de la muestra empleada en la dilución.
A = Alícuota de la muestra empleada para preparar la dilución (ml).
VT = Volumen final en el frasco de dilución (300 ml)

3. Unidad de Medida

Miligramos por litro (mg/l) de oxígeno consumido.

4. Cobertura

Cuenca marina.

5. Metodología [52]

Se toman las muestras de agua estadísticamente significativa de agua y se determina la variable en el laboratorio por incubación de cinco días, basada en métodos estándar aceptados (APHA-AWWA-WPCF. 1992 Standard Methods for Examination of Water and Wastewater).

6. Fuente de Información

Instituciones responsables de la vigilancia y control de la calidad de los recursos hídricos marinos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Diagnóstico permanente del ámbito marino
Protección de áreas costeras y saneamiento ambiental.

- *Interpretación*

Se realiza de acuerdo con las reglamentaciones de estándares de calidad ambiental en cada país.

9. Limitaciones

No se cuenta con toda la información sobre calidad del agua de la zona marino-costera.
Si bien se trata de una medición sencilla, existen dificultades presupuestarias que no permiten a la evaluación continua de esta variable.

[52] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

1.6 COBERTURA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

Indicador N° 17: Número y porcentaje de población/viviendas con acceso sostenible a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua (urbano y rural).

1. Concepto

Abarca las viviendas localizadas en los ámbitos urbano y rural que tiene acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua.

Las tecnologías "Mejoradas"[53] de abastecimiento de agua son: cañería dentro de la vivienda, torre de depósito de agua pública o estanque, pozo de perforación protegido con tubería o bomba, manantial protegido, recolección de agua de lluvia.

Las tecnologías "No mejoradas" [53] son: Pozo desprotegido, manantial desprotegido, proveedor-vendedor de agua, agua embotellada, carro repartidor de agua.

Se asume que si el usuario tiene acceso a una fuente mejorada entonces sería probable que tal fuente le proporcione 20 litros de agua per cápita por día a una distancia no mayor de 1000 metros. [53]

Urbano-Rural: [54] Debido a la dificultad de armonizar estos conceptos a nivel comunitario, se acordó mantener los conceptos nacionales; y, para efectos de las comparaciones internacionales, clasificar las áreas geográficas en las siguientes:

1. *Población dispersa y centros poblados de menos de 2 000 habitantes*
   Localidades y centros poblados:
2. *De 2 000 a menos de 5 000 habitantes.*
3. *De 5 000 a menos de 10 000 habitantes.*
4. *De 10 000 a menos de 20 000 habitantes.*
5. *De 20 000 a menos de 50 000 habitantes.*
6. *De 50 000 a menos de 100 000 habitantes.*
7. *De 100 000 a menos de 200 000 habitantes.*
8. *De 200 000 a menos de 500 000 habitantes.*
9. *De 500 0 a menos de 1 000 000 habitantes.*
10. *Más de 1 000 000 habitantes*

2. Definición Operativa

Se determina el número de viviendas/población que tienen acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua, también el porcentaje con respecto al total.

El indicador será medido tanto para personas como para viviendas, y además será calculado tanto para la zona urbana como rural en forma separada (indicadores derivados de los censos y de las encuestas a hogares en los Paises Miembros de la Comunidad Andina según acuerdos comunitarios).

Fórmula N° 17

$$PAFM = \frac{AFM}{T} \times 100$$

Donde:

PAFM = Porcentaje de la población o viviendas con acceso a fuentes mejoradas de agua.
AFM = Número de personas o viviendas con acceso a fuentes mejoradas de agua.
T = Población total ó total de viviendas con ocupantes presentes.

---

[53] Naciones Unidas. Definiciones de los Indicadores del Milenio.
[54] Acuerdos Comunitarios sobre los Censos de Población y Vivienda de la década 2000. SG/di 604.

3. Unidad de Medida

Número (N°), Porcentaje (%)

4. Cobertura

NUTE 4.

5. Metodología

La captación de información es a través de encuestas utilizando un cuestionario estructurado como instrumento para la toma de la información y/ó a través de registros administrativos. [55]

6. Fuente de Información

Los institutos de estadística y las empresas de servicio de agua potable de los países.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [55]

- *Finalidad*

Evaluar la situación y tendencias en el acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua, este indicador puede asociarse con otros de naturaleza sociodemográfica, tales como: tasa de crecimiento demográfico, densidad de población, tasa de crecimiento de la población, tomas anuales de agua subterránea y superficial y porcentaje de tierras cultivables de regadío.

- *Interpretación*

Es un indicador de la salud de la población y de la capacidad del país con acceso a fuentes mejoradas de abastecimiento de agua.

9. Limitaciones

Regularmente se carece de información al nivel de desagregación establecido, si se considera además las diferentes modalidades de tecnologías mejoradas de abastecimiento de agua (cañería dentro de la vivienda, torre de depósito de agua pública o estanque, pozo de perforación protegido con tubería o bomba, manantial protegido, recolección de agua de lluvia).

Indicador N° 18: Número y porcentaje de población/viviendas con acceso a saneamiento mejorado (urbano y rural).

1. Concepto

Abarca las viviendas localizadas en los ámbitos urbano y rural que tiene acceso a saneamiento mejorado.

Las tecnologías "Mejoradas" [56] *de saneamiento son: la conexión a una alcantarilla pública, conexión a un sistema séptico, limpiado de excusado con chorro de agua, letrina simple de hoyo, letrina mejorada ventilada de hoyo.*

---

55 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales "Sistema de Información del Medio Ambiente" (SIMA).
56 Naciones Unidas. Definiciones de los Indicadores del Milenio.

El sistema de eliminación de excretas es considerado adecuado si es privado o compartido (pero no público) y si separa los excrementos del contacto humano de forma higiénica[56].

Las tecnologías "No mejoradas"[56] son: servicio o retretes de cubo (donde los excrementos se quitan manualmente), retretes públicos, retretes con un hoyo abierto.

Urbano-Rural:[57] Debido a la dificultad de armonizar estos conceptos a nivel comunitario, se acordó mantener los conceptos nacionales; y, para efectos de las comparaciones internacionales, clasificar las áreas geográficas en las siguientes:

1. *Población dispersa y Centros poblados de menos de 2 000 habitantes*
   Localidades y centros poblados:
2. *De 2 000 a menos de 5 000 habitantes.*
3. *De 5 000 a menos de 10 000 habitantes.*
4. *De 10 000 a menos de 20 000 habitantes.*
5. *De 20 000 a menos de 50 000 habitantes.*
6. *De 50 000 a menos de 100 000 habitantes.*
7. *De 100 000 a menos de 200 000 habitantes.*
8. *De 200 000 a menos de 500 000 habitantes.*
9. *De 500 0 a menos de 1 000 000 habitantes.*
10. *Más de 1 000 000 habitantes*

2. Definición Operativa

Se determina el número de viviendas/población con acceso a tecnologías mejoradas de saneamiento, también el porcentaje con respecto al total.

El indicador será medido tanto para personas como para viviendas, y además será calculado tanto para la zona urbana como rural en forma separada (indicadores derivados de los censos y de las encuestas a hogares en los Paises Miembros de la Comunidad Andina según acuerdos comunitarios).

Fórmula N° 18

$$PATM = \frac{ATM}{T} \times 100$$

Donde:

PATM = Porcentaje de la población o viviendas con acceso a tecnologías mejoradas de saneamiento.
ATM = Número de personas o viviendas con acceso a tecnologías mejoradas de saneamiento.
T = Población total ó total de viviendas con ocupantes presentes.

3. Unidad de Medida

Número (N°).

4. Cobertura

NUTE 4.

5. Metodología

La captación de información es a través de encuestas utilizando un cuestionario estructurado como instrumento para la recogida de la información, ó a través de registros administrativos. [58]

---

[57] Acuerdos Comunitarios sobre los Censos de Población y Vivienda de la década 2000. SG/di 604.
[58] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales "Sistema de Información del Medio Ambiente" (SIMA).

6. Fuente de Información

Los institutos de estadística y las empresas de servicio de saneamiento y/o alcantarillado de cada uno de los países.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [58]

- *Finalidad*

Permite evaluar la situación y tendencias en el acceso a tecnologías mejoradas de saneamiento, este indicador puede asociarse con otros de naturaleza sociodemográfica, tales como: tasa de crecimiento demográfico, densidad de población, tasa de crecimiento de la población urbana.

- *Interpretación*

Es un indicador de la salud de la población y de la capacidad del país con acceso a saneamiento mejorado.

9. Limitaciones

Regularmente se carece de información al nivel de desagregación establecido, si se considera además las diferentes modalidades de saneamiento mejorado (la conexión a una alcantarilla pública, conexión a un sistema séptico, limpiado de excusado con chorro de agua, letrina simple de hoyo, letrina mejorada ventilada de hoyo).

1.7 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Indicador N° 19: Volumen tratado de aguas residuales

1. Concepto [59]

El tratamiento de las aguas residuales puede definirse como la recogida de las aguas residuales de las viviendas, los locales comerciales, lugares públicos y su traslado a un centro en el que reciben tratamiento suficiente como para permitir su descarga en el medio ambiente sin efectos perjudiciales para la salud humana y el ecosistema.

El volumen de aguas residuales tratadas es el volumen de agua consumida y devuelta al medio ambiente conforme a unos criterios y normas que garantizan que no se perjudica al Medio Ambiente en detrimento del desarrollo sostenible. En ese contexto, el tratamiento puede incluir una amplia gama de procesos, incluidos el simple filtrado, la sedimentación, procesos biológicos y químicos, o unos sistemas adecuados de descarga en el mar.

2. Definición Operativa [59]

Volumen de aguas residuales generadas por la comunidad que reciben un nivel aceptable de tratamiento antes de ser descargadas.

Los datos que se requieren son las capacidades de la zonas de servicio; y el rendimiento de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales; información de los laboratorios encargados del control de las aguas residuales.

---

[59] Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

3. Unidad de Medida

Miles de metros cúbicos (miles de m^3).

4. Cobertura

Ciudad.

5. Metodología

Los datos obtenidos provienen de registros de la planta de tratamiento mediante el uso de sensores de nivel y caudal (Medición in situ).[60]

También el volúmen de aguas residuales domésticas (aguas cloacales) tratadas en las zonas urbanas puede determinarse a partir de la capacidad de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. [61]

Por lo que se refiere a la eficacia del tratamiento, sólo puede determinarse cotejando la información sobre los resultados de cada planta de tratamiento de aguas residuales con los criterios sobre descarga establecidos.

6. Fuente de Información

Institutos de estadística o empresa prestadora de servicios (Planta de tratamiento de aguas residuales) en su estación de monitoreo.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [61]

- *Finalidad*

El indicador evalúa el nivel potencial de contaminación procedente de fuentes domésticas y comerciales, que entran en el medio ambiente acuático, y permite vigilar los progresos hacia la reducción de ese potencial dentro de un marco de ordenación integrada de los recursos hídricos. Contribuye a identificar a las comunidades en las que se requieren medidas para tratar las aguas residuales a fin de proteger el ecosistema.

- *Interpretación*

En muchos países la mayor parte de las aguas residuales se descarga en el medio ambiente sin haber sido tratadas o no habiéndolo sido suficientemente. Se trata de una situación insostenible desde un punto de vista económico, social y ambiental, especialmente habida cuenta de la creciente demanda de recursos hídricos finitos, del rápido crecimiento de la población, especialmente en las zonas urbanas, de la expansión industrial y de la necesidad de ampliar la agricultura de regadío. La mala calidad del agua reduce la disponibilidad de recursos hídricos para fines concretos, en particular para las necesidades domésticas, y tiene consecuencias adversas para la salud pública. Por consiguiente, el tratamiento de las aguas residuales es uno de los requisitos fundamentales de la sostenibilidad. La situación es especialmente grave en los países en desarrollo que no disponen de suficientes recursos.

9. Limitaciones

La principal limitación de este indicador estriba en el esfuerzo que requiere recoger y cotejar la información. Ello podría evitarse, por lo menos hasta cierto punto, mediante el uso de estimaciones. El

---

60 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

61 Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

indicador facilita información sobre el volumen de tratamiento; sin embargo, no tiene en cuenta el nivel de tratamiento necesario para satisfacer las necesidades de los distintos ecosistemas.

Indicador N° 20: Demanda química de oxígeno

1. Concepto

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo. [62]

Esta información nos permite conocer el equivalente de oxígeno para estabilizar la materia orgánica presente.

2. Definición Operativa [62]

Datos obtenidos de los muestreos realizados en las plantas de tratamiento.

Fórmula N° 19

$$DQO \text{ como mg } O2/L = (A - B) \times M \times 8000 / mL \text{ de muestra}$$

Donde:

DQO = Demanda Química de Oxígeno
A = ml SAF (sulfato de amonio ferroso) utilizado para el blanco
B = ml SAF utilizados para la muestra
M = molaridad del SAF

3. Unidad de Medida

Miligramos por litro (mg/l).

4. Cobertura

Ciudad.

5. Metodología

Para el análisis de este indicador, los laboratorios aplican metodologías probadas, como el Método Estándar APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Polution Control Federation). [63]

El método de análisis utilizado es de Reflujo abierto, titrimétrico, colorimétrico. [64]

El método de reflujo abierto consiste en lo siguiente:

Las sustancias orgánicas e inorgánicas oxidables presentes en la muestra, se oxidan mediante reflujo en solución fuertemente ácida (H_2SO_4) con un exceso conocido de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en presencia de sulfato de plata ($AgSO_4$) que actúa como agente catalizador, y de sulfato mercúrico ($HgSO_4$) adicionado para remover la interferencia de los cloruros. Después de la digestión, el remanente de $K_2Cr_2O_7$ sin reducir se titula con sulfato ferroso de amonio, se usa como indicador de punto final el

---

62 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). Temas Ambientales. Demanda Química de Oxígeno.
63 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales "Sistema de Información del Medio Ambiente" (SIMA).
64 Comunidad Andina. Metodología Estadística para la Medición de la Calidad de los Recursos Hídricos.

complejo ferroso de ortofenantrolina (ferroína). La materia orgánica oxidable se calcula en términos de oxígeno equivalente. [65]

El aparato utilizado para el análisis de las muestras tiene el nombre de equipo de reflujo [65]

6. Fuente de Información

Empresas de saneamiento y plantas de tratamientos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [66]

- *Finalidad*

Caracterización de las descargas generadas en las plantas de potabilización.

Medir la eficacia del proceso de tratamiento, controlar el cumplimiento de limitaciones de los vertidos y dimensionar las instalaciones de tratamiento.

- *Interpretación*

Esta información nos permite conocer el equivalente de oxígeno para estabilizar la materia orgánica presente.

Es uno de los parámetros que nos indica si se encuentra en la norma o sobre el límite máximo permisible que establece la ley de gestión ambiental para descargas residuales.

El resultado permite visualizar el comportamiento en las diferentes fases de tratamiento para emprender nuevos estudios e investigaciones.

9. Limitaciones

Las mediciones de esta variable dependen de la disponibilidad presupuestal y coordinación logística para realizar monitoreos en las plantas de tratamientos.

Indicador N° 21: Total de sólidos disueltos

1. Concepto

Material orgánico e inorgánico desintegrado en el agua. Cuando existen cantidades excesivas de sólidos disueltos, el agua no es apta para beber ni se puede usar en procesos industriales. [67]

2. Definición Operativa [67]

Peso total de los componentes orgánicos e inorgánicos.

---

65 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). Temas Ambientales. Demanda Química de Oxígeno.

66 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

67 Naciones Unidas (UN). Glosario de Términos Ambientales.

Fórmula N° 20

Mg. de sólidos /l = (A- B) x 1000 / volumen de muestra (ml).

Donde:

A = peso de residuo seco + placa Mg.
B = peso de la placa Mg.

3. Unidad de Medida

Miligramos de sólidos suspendidos totales por litro (mgSST/l).

4. Cobertura

Ciudad.

5. Metodología [68]

Los datos son obtenidos de los muestreos realizados en las plantas de potabilización en el momento de descarga de los sedimentadores (mantenimiento). Para el análisis de este indicador, los laboratorios aplican metodologías probadas, como el método estándar APHA-AWWA-WPCF (American Public Health Association, American Water Works Association, Water Polution Control Federation).

Se analiza utilizando el Método de Desecación a 180° C.

6. Fuente de Información

Empresas de saneamiento y plantas de tratamientos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Caracterización de las descargas generadas en las plantas de potabilización.

Medir la eficacia del proceso de tratamiento, controlar el cumplimiento de limitaciones de los vertidos y dimensionar las instalaciones de tratamiento.

- *Interpretación*

Es uno de los parámetros que nos indica si se encuentra en norma o sobre el límite máximo permisible que establece la ley de gestión ambiental para descargas que van hacia el alcantarillado.

9. Limitaciones

Las mediciones de esta variable dependen de la disponibilidad presupuestal y coordinación logística para realizar monitoreos en las plantas de tratamientos.

---

[68] Comunidad Andina. Metodología Estadística para la Medición de la Calidad de los Recursos Hídricos.

Indicador N° 22: Coliformes fecales

1. Concepto [69]

Se definen los coliformes fecales como un bacilo gramnegativo, no esporulado que fermenta la lactosa con producción de ácido y gas a una temperatura de 44,5° C en 24 horas. Son indicadores de contaminación fecal que se encuentra en las heces de origen humano y animal, se hayan en aguas residuales, efluentes tratados, etc. Los coliformes fecales están representados por Escherichia coli que se caracteriza por poseer encimas β-galactosidasa y β-D-glucuronidasa, es termo resistente.

En suma, los coliformes fecales están formados por bacterias gramnegativas presentadas en el tracto intestinal de vertebrados de sangre caliente que fermentan la lactosa con producción de ácido, aldehido y gas.

2. Definición Operativa [70]

Número más probable por cada 100 mililitros

Fórmula N° 21

$$CF = NMP /100\ ml$$

Donde:

CF = Bacterias coliformes fecales
NMP = Número más probable

3. Unidad de Medida

Número más probable por cada 100 mililitros (NMP/ml).

4. Cobertura

Ciudad.

5. Metodología

Las muestras para el control de la calidad se recolecta a la salida de la planta de tratamiento, si ésta va directamente a uno ó más reservorios (siempre y cuando el reservorio no reciba agua de otra fuente), el muestreo en la planta puede ser omitido, de manera que se podrían tomar las muestras correspondientes sólo en el reservorio (si hay uno) ó los reservorios (si hay varios).[70]

El examen microbiológico es el medio más sensible, aunque no el más rápido, de detectar la contaminación fecal del agua. Dado que el medio de desarrollo y las condiciones de incubación, así como la naturaleza y el tiempo de la muestra de agua pueden influir en los análisis microbiológicos, el grado de exactitud de los resultados puede resultar variable. Ello significa que es sumamente importante normalizar los métodos y los procedimientos de laboratorio. Las Guías para la calidad del agua potable de la OMS han establecido métodos uniformes. [71]

El primer paso importante del examen es determinar el volumen de la muestra. La fuente de la muestra es un factor que influye en la concentración de organismos. En condiciones normales, el volumen de una muestra tomada en un lago o depósito debería ser alrededor de 100 ml, mientras que en el caso de las aguas negras municipales sólo se requeriría 0,001 ml. Si se tomaran muestras de mayor volumen el número de organismos sería demasiado grande para proceder a su recuento. El tiempo empleado en el

---

69 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales "Sistema de Información del Medio Ambiente" (SIMA).
70 Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento del Perú (SUNASS). Guía sobre Control de Agua.
71 Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

traslado de las muestras tiene a menudo una influencia importante, y se pueden reducir al mínimo los cambios en las características bacteriológicas de las muestras evitando la exposición de éstas a la luz y manteniéndolas preferiblemente entre 4 y 10° C. Esas precauciones son especialmente importantes en los climas tropicales en los que la temperatura ambiente es elevada y la luz solar (radiación ultravioleta) más intensa. [71]

Tabla del número más probable. Se determina por el método estándar APHA-AWWA-WPCF 1992, para el análisis bacteriológico de aguas y desagües.

Las muestras significativamente estadísticas se examinan en el laboratorio, por el método de tubos múltiples o filtro membrana, basada en métodos estándar aceptados. [72]

6. Fuente de Información

Empresas de saneamiento y plantas de tratamientos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Caracterización de las descargas generadas en las plantas de potabilización.

- *Interpretación*

El resultado nos proporciona evidencia de contaminación y de la posible presencia de bacterias patógenas provenientes de exoneraciones intestinales.

9. Limitaciones

La concentración de Escherichia coli en una muestra de agua sólo refleja una parte de los aspectos relacionados con la calidad del agua. Para evaluar la situación general del agua en la fuente y en la red de suministro de agua potable, es necesario combinar la información de ese indicador con datos complementarios sobre la calidad física y química. La E. Coli es un indicador, pero no es un organismo patógeno en sí. [73]

Las mediciones de esta variable dependen de la disponibilidad presupuestal y coordinación logística para realizar monitoreos en las plantas de tratamientos.

---

[72] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

[73] Naciones Unidas (UN). Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

2. ATMÓSFERA Y CLIMA

Atmósfera

La atmósfera, capa que cubre el planeta Tierra y que se compone de una mezcla de gases (aire), aerosoles y nubes, es el medio en el que se desarrollan diferentes procesos en el sistema Tierra, en el cual habita la sociedad humana, con sus procesos socioeconómicos. La atmósfera, con su composición, se constituye en un elemento ambiental esencial para la vida en el planeta.

Los ecosistemas, los animales y vegetales, así como el ser humano, se han adaptado a una composición atmosférica que ha predominado durante miles de años. Por ello, los seres vivos se desarrollan normalmente dentro de ciertos umbrales de concentración de gases que componen el aire.

En la medida en que estos umbrales se mantienen, se considera que el aire es de buena calidad. Cuando las concentraciones se salen de este umbral o, cuando al aire ingresan nuevos componentes que pueden resultar perjudiciales para la salud humana, animal, vegetal, de los ecosistemas o del patrimonio cultural de la sociedad, se dice que el aire es de mala calidad o contaminado. De esta manera, la calidad del aire se constituye en un factor ambiental de suma importancia para el ser humano y para la vida en el planeta en general.

Por lo anterior, resulta importante hacer el seguimiento de la composición de la atmósfera y, en particular, del aire. Este seguimiento se debe hacer sobre los componentes que tienen mayor variación y que juegan un papel importante en el funcionamiento del ecosistema planetario, en la vida y en el desarrollo de las actividades de la sociedad.

En esta agrupación de 6 indicadores, se presenta la situación del país en lo relacionado con la columna total de ozono y la radiación ultravioleta sobre el territorio colombiano, así como sobre las emisiones de diferentes gases y material particulado por parte de la industria y los grandes centros urbanos.

Clima

El clima, que se puede definir como las condiciones atmosféricas predominantes en un lugar o región durante un período determinado, es un factor ambiental de importancia que influye en el desarrollo de diversas actividades socioeconómicas.

En la medida en que determinadas condiciones climáticas se constituyen en ambiente óptimo para el confort humano, como el adecuado funcionamiento del organismo o, pueden favorecer el desarrollo de diversas actividades como agricultura, ganadería, recreación, etc., el clima se puede considerar un recurso natural.

Cuando ocurren alteraciones en el clima, se afecta este recurso y se generan problemas ambientales que producen impactos socioeconómicos. Los cambios en el clima pueden ser generados por manifestaciones extremas de la variabilidad climática o por el cambio climático. La variabilidad climática es la fluctuación de las variables climatológicas alrededor de las condiciones predominantes y, el cambio climático se define como el cambio de las condiciones predominantes. Estas variaciones se presentan en escalas espaciales, que van

desde lo local a lo mundial y, en escalas temporales, desde algunos meses a decenios y períodos mayores.

Sin embargo, las alteraciones de la variabilidad climática (como las asociadas a los fenómenos de El Niño o de La Niña) o, del cambio climático, pueden impactar negativamente los ecosistemas o la sociedad y, generar o agudizar los problemas ambientales y el desarrollo de las actividades socioeconómicas.

Texto Tomado de:

Colombia. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

2.1 EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Indicador N° 23: Emisiones de dióxido de carbono (per cápita)

1. Concepto

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero expresada en CO_2 equivalente, es la cantidad total de dióxido de carbono equivalente emitido en un país como consecuencia de actividades humanas (producción y consumo), dividido por la población del país.[1]

Uno de los aspectos más importantes relacionados con el deterioro del patrimonio natural, y en especial con la calidad del recurso aire, son las emisiones atmosféricas generadas por las diferentes actividades antrópicas. [2]

Dichas emisiones generan una diversidad de problemas a diferentes escalas: en el ámbito global, se relacionan con el efecto invernadero, el calentamiento global, la destrucción de la capa de ozono y la lluvia ácida; en el ámbito regional, con los fenómenos de oxidación fotoquímica que generan el smog; y en el ámbito local, son responsables de enfermedades respiratorias en la población. [2]

2. Definición Operativa [2]

Fórmula N° 22

Las emisiones de dióxido de carbono per cápita son calculados, dividiendo las emisiones de dióxido de carbono entre el número de personas en la población nacional. Las emisiones de gases diferentes al CO2 se convierten a CO2 equivalente mediante el Potencial de Calentamiento Global.

$$E_i = \sum_{j=1}^{n} [(P_j * FE_{ij}) * (1- R_{ij})] / PT$$

Donde:

1 Naciones Unidas (UN). Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals, 2003.
2 Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia, Julio 2002.

E = Emisión atmosférica en toneladas de CO2 equivalente per cápita.
P = Parámetro asociado a la actividad económica en términos de número de empleados, volumen de producción, valor de producción, consumo de combustible ó valor agregado.
FE = Factor de emisión
R = Coeficiente de reducción de emisiones
i = Subíndice que representa el tipo de contaminante
J = Subíndice que representa el tipo de actividad económica.
PT = Población total nacional.

3. Unidad de Medida [3]

Toneladas por la totalidad de habitantes (Tn / total hab).

4. Cobertura

Nacional por sectores.

5. Metodología [4]

Variable 1

P = Parámetro asociado a la actividad económica
Datos para cada actividad económica sobre número de empleados, volumen de producción, valor de producción, consumo de combustible ó valor agregado.

Variable 2

FE = Factor de emisión
Los datos para esta variable se analizan a través de fuentes de información indirecta, a partir de estimaciones utilizando factores de emisión referidos a la actividad económica. Se recomienda la metodología de cálculo del IPCC. El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan GEI (Gases de efecto invernadero) y proporciona factores de emisión.

Variable 3

R = Coeficiente de reducción de emisiones
Está asociado a cambios tecnológicos, toma valores mayores a cero a medida que se implementa mejor tecnología en la actividad económica. Cuando no se cuenta con información acerca del cambio tecnológico se asume un valor igual a cero.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales. La información se obtiene del sector industrial de cada país.

7. Periodicidad

Quinquenal.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

---

3 Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales del Sistema de Información del Medio Ambiente (SIMA).
4 Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia, Julio 2002.

- *Interpretación*

Este indicador permite, entre otros, evaluar el impacto potencial de las emisiones atmosféricas originadas por la actividad económica, establecer lineamientos de política en torno al recurso aire y prioridades de gestión para la reducción de las emisiones generadas por el sector industrial. [4]

9. Limitaciones [5]

El indicador está fundamentado en estimaciones de las cargas contaminantes mediante métodos de cálculo con factores de emisión y no en mediciones directas de dichas cargas contaminantes. Sin embargo, la metodología de factores de emisión es ampliamente utilizada a nivel mundial debido a los elevados costos financieros, humanos y técnicos para determinar las cargas contaminantes mediante métodos de medición directa.

El indicador sólo mide emisiones atmosféricas de la industria, no mide este tipo de emisiones para las demás fuentes fijas ni para fuentes móviles. En este caso, el indicador mide únicamente emisiones atmosféricas, pero no refleja la incidencia de dichas emisiones sobre la calidad del aire, sus efectos sobre la salud humana ó el entorno biofísico.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes a nivel nacional y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 24: Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono

1. Concepto [6]

Por sustancia que agota la capa de ozono se entiende cualquier sustancia orgánica que contenga Cloro o Bromo, que destruye la capa de ozono de la estratósfera. Por consumo se entiende la suma de la producción nacional más las importaciones menos las exportaciones, menos sustancias destruidas, menos las recicladas o reutilizadas.

2. Definición Operativa [6]

Consumo total en toneladas de las sustancias que agotan la capa de ozono, las cuales se están tratando de eliminar como resultado del Protocolo de Montreal.

Fórmula N° 23

$$Consumo = \Sigma((Pn + Imp - Exp - Sd - Rec)*Pa)$$

Donde:

Consumo = Sumatoria del consumo de cualquier sustancia que contenga Cloro o Bromo.
Pn = Producción nacional.
Imp = Importaciones
Exp = Exportaciones
Sd = Sustancias destruidas
Rec = Sustancias recicladas ó reutilizadas
Pa = Potencial de agotamiento de ozono

3. Unidad de Medida

Toneladas (tn) ponderadas.

---

5 Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia, Julio 2002.

6 Naciones Unidas (UN). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, 1995.

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [7]

El consumo nacional anual de CFCs (clorofluorcarbonados) es la suma de los pesos en toneladas (consumo en toneladas métricas) multiplicado por el potencial de agotamiento de ozono estimado de los CFCs individuales.

El potencial de agotamiento de ozono es un índice relativo a la capacidad de una sustancia de causar el agotamiento del ozono. Este se calcula de los modelos matemáticos que consideran factores tales como la estabilidad del producto, índice de difusión, cantidad de agotamiento de átomos por molécula, y del efecto de la luz ultravioleta y de otras radiaciones en las moléculas.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales. Entidad gubernamental encargada de atender los asuntos del cumplimiento del Protocolo de Montreal en cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [7]

- *Finalidad*

Este indicador refleja el compromiso de los países de suprimir las sustancias que agotan la capa de ozono.

- *Interpretación*

La eliminación de las sustancias que agotan la capa de ozono, y su sustitución por sustancias menos dañinas, dará lugar a la recuperación de la capa de ozono y a la utilización de productos más sostenibles. El ozono de la estratósfera absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta dañina desde un punto de vista biológico. Sin la acción de filtro de la capa de ozono, puede penetrar en la atmósfera más radiación, lo que puede tener graves efectos para la salud humana, los animales, las plantas, los microorganismos, la vida marina, los materiales, los ciclos bioquímicos y la calidad del aire.

9. Limitaciones

La capacidad de un país para utilizar este indicador dependerá de la disponibilidad de datos y de su exactitud, así como de su pronta notificación. El indicador en sí no facilita información sobre la evolución actual del deterioro de la capa de ozono porque los efectos en los ecosistemas no son inmediatos.

2.2 EMISIONES DE FUENTES FIJAS

Indicador N° 25: Emisiones de CO_2 por fuentes fijas

1. Concepto [8]

El dióxido de carbono es un gas incoloro, inodoro y no venenoso que se desprende de la combustión de combustibles fósiles y normalmente forma parte del aire ambiente. También se produce durante la

[7] Naciones Unidas (UN). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, 1995.
[8] Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales del Sistema de Información “Medio Ambiente“ (SIMA).

respiración de los organismos vivos (plantas y animales) y se le considera el principal gas de efecto invernadero, al contribuir a los cambios del clima. También se denomina anhídrido carbónico.

El CO2 es el producto normal de las combustiones de todos los compuestos orgánicos, siendo representado por coeficiente de emisión por combustión en fuentes estacionarias que puede ser clasificada por sectores.

En esta categoría se agrupan las industrias energéticas y manufactureras, la minería/metalurgia, residencial, comercial e institucional y otros; en el sector agrícola son generadas por la quema de residuos provenientes de las cosechas y quema de sabanas y otros espacios como páramos.

2. Definición Operativa [8]

La emisión de CO2 para una actividad específica se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad.

Fórmula N° 24

$$\text{Emisiones de } CO_2 = \text{Consumo Tipo combustible x Factor de emisión}$$

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [8]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores) a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

6. Fuente de Información

Instituciones Ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [9]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.

9. Limitaciones [9]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

También es una limitante la carencia o deficiencia en el marco legal.

No se cuenta con laboratorios acreditados, habiendo además, incumplimiento en las metodologías de monitoreo.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes a nivel nacional y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 26: Emisiones de SO_2 por fuentes fijas

1. Concepto

Es un gas pesado incoloro de olor acre e irritante, formado principalmente por la quema de combustibles fósiles. Es perjudicial para los seres humanos y la vegetación y contribuye a la acidez de las precipitaciones. [9]

Los esfuerzos hechos para controlar sus emisiones se han dirigido a la remoción del azufre de los combustibles o la eliminación de dióxido de azufre en la fuente de combustión. Los niveles excesivos de dióxido de azufre en el aire están asociados con aumento considerable en enfermedades respiratorias crónicas y agudas. Las refinerías, fábricas de pulpa y papel, fundidoras, plantas químicas, acereras y generadoras de energía son las fuentes primarias de emisión de este gas.

2. Definición Operativa [10]

La emisión de SO2 para una actividad específica se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad.

Fórmula N° 25

Emisiones de SO2 = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

3. Unidad de Medida [10]

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores) a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

---

9 Naciones Unidas (UN). Glosario de Términos Ambientales.

10 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiental” (SIMA).

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [11]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.

9. Limitaciones [11]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

También es una limitante la carencia o deficiencia en el marco legal.

No se cuenta con laboratorios acreditados, habiendo además, incumplimiento en las metodologías de monitoreo.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes a nivel nacional y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 27: Emisiones de CO por fuentes fijas

1. Concepto

Gas incoloro, inodoro y venenoso producido por la combustión incompleta de combustibles fósiles. El monóxido de carbono se combina con la hemoglobina de los seres humanos, reduciendo su capacidad para transportar oxígeno, lo que tiene efectos dañinos en la salud. [12]

En esta categoría se agrupan las Industrias energéticas, las industrias manufactureras, la mineria/metalurgia, residencial, comercial e institucional, y otros; en el sector agrícola sus emisiones principales provienen por quema incompleta de los residuos de las cosechas; también son generados por la quema prescrita de sabanas y páramos. [12]

2. Definición Operativa [13]

La emisión de CO para una actividad específica se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad.

Fórmula N° 26

Emisiones de CO = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

---

[11] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
[12] Naciones Unidas (UN). Glosario de Términos Ambientales.
[13] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [13]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores) a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [14]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.

Permite conocer los volúmenes de emisiones que genera los diferentes sectores del país y las eventuales medidas de mitigación y/o corrección que deban ser implementadas a fin de contribuir a minimizar sus efectos globales en los diversos sectores y población en general.

9. Limitaciones [14]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

También es una limitante la carencia o deficiencia en el marco legal.

No se cuenta con laboratorios acreditados, habiendo además, incumplimiento en las metodologías de monitoreo.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes a nivel nacional y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

---

[14] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

Indicador N° 28: Emisiones de NO_2 por fuentes fijas

1. Concepto

El dióxido de nitrógeno es un gas pardo-rojizo, no inflamable y tóxico que se forma, principalmente, por la oxidación atmosférica del monóxido de nitrógeno producido en los sistemas de combustión. [15]

El origen del monóxido de nitrógeno puede ser natural, y se da en procesos biológicos de suelos, en las tormentas, y por la oxidación del monóxido de nitrógeno natural. En cuanto a las fuentes antropogénicas, la oxidación del nitrógeno presente en el aire y en el combustible durante los procesos de combustión a alta temperatura, así como la fabricación de ácido nítrico y diversos procesos de nitración industrial son las más importantes. La fuente principal de NO (óxido nítrico) antropogénico en zonas urbanas es la oxidación incompleta del nitrógeno atmosférico en los motores de combustión interna, y por ello, en dichas áreas los automóviles son los principales culpables de las emisiones de este contaminante. [16]

En esta categoría se agrupan las Industrias energéticas, las industrias manufactureras, la minería/metalurgia, residencial, comercial e institucional, y otros; en el sector agropecuario sus emisiones principales provienen por quema de sabanas y páramos, fermentación entérica y manejo del estiércol, también son generados por los cultivos anegados. [16]

2. Definición Operativa [16]

La emisión de NO2 para una actividad específica se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondien a dicha actividad.

Fórmula N° 27

Emisiones de NO2 = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores) a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

---

15 Junta de Andalucía. Consejería del Medio Ambiente. España.
16 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad* [17]

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

Los resultados permiten conocer el cumplimiento con los valores de norma por actividad productiva y sector, niveles de intervención.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.[17]

El dióxido de nitrógeno, puede presentar riesgos para la salud. La concentración de óxido nítrico presente en la atmósfera no se considera peligroso para la salud; sin embargo, si se oxida a dióxido de nitrógeno, sí presenta características nocivas. Los problemas que ocasionan están relacionados con el sistema respiratorio; pueden producir irritación nasal, incomodidad respiratoria y dolores respiratorios agudos, aunque éstos precisan concentraciones superiores a las normalmente encontradas en la atmósfera.[18]

9. Limitaciones [17]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

No se cuenta con laboratorios acreditados e incumplimiento en la metodología de monitoreo.

La calidad del indicador incorpora la incertidumbre del mismo, calculado bajo las metodologías de las buenas prácticas y manejo de incertidumbres del IPCC.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes al nivel establecido y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 29: Emisiones de Partículas Totales en Suspensión (PTS) por fuentes fijas

1. Concepto

Las partículas totales en suspensión son partículas sólidas o líquidas de polvo, hollín y pequeñas gotas de vapores, en cantidades que sobrepasan el límite permitido ocasionan la disminución en la capacidad respiratoria y generan problemas cardiovasculares, ocasiona además mala visibilidad en la ciudad e impide la adecuada llegada de los rayos solares, factor fundamental para la existencia de vegetación.[19]

Se entiende que las partículas procedentes de las fuentes fijas proceden principalmente de las emisiones de contaminantes de chimeneas de procesos industriales, así como de chimeneas de instalaciones de combustión.

2. Definición Operativa [19]

La emisión de PTS para una actividad específica se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad.

---

17 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
18 Junta de Andalucía. Consejería del Medio Ambiente. España.
19 Organización Mundial de la Salud (OMS).

Fórmula N° 28

Emisiones de PTS = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

3. Unidad de Medida

Gramos por metro cúbico (g/m^3).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [20]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores)a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [20]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se producen por la actividad desarrollada.

9. Limitaciones [21]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

No se cuenta con laboratorios acreditados e incumplimiento en la metodología de monitoreo.

La calidad del indicador incorpora la incertidumbre del mismo, calculado bajo las metodologías de las buenas prácticas y manejo de incertidumbres del IPCC.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes al nivel establecido y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

[20] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

2.3 EMISIONES DE FUENTES MÓVILES

Indicador N° 30: Emisiones de CO_2 por fuentes móviles

1. Concepto

El dióxido de carbono es un gas incoloro, inodoro y no venenoso que se desprende de la combustión de combustibles fósiles y normalmente forma parte del aire ambiente. También se produce durante la respiración de los organismos vivos (plantas y animales) y se le considera el principal gas de efecto invernadero, al contribuir a los cambios del clima. También se denomina anhídrido carbónico.[21]

La emisión de CO2 para fuentes móviles se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad. Se calcula para transporte terrestre (carretera y ferroviario), aéreo y acuático. [22]

2. Definición Operativa [22]

El indicador se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad.

Fórmula N° 29

Emisiones de CO2 = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [23]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores) a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [23]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

---

[21] Naciones Unidas. Glosario de Términos Ambientales.
[22] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
[23] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.

9. Limitaciones [23]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

No se cuenta con laboratorios acreditados e incumplimiento en la metodología de monitoreo.

La calidad del indicador incorpora la incertidumbre del mismo, calculado bajo las metodologías de las buenas prácticas y manejo de incertidumbres del IPCC.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes al nivel establecido y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 31: Emisiones de SO_2 por fuentes móviles

1. Concepto

Es un gas pesado incoloro de olor acre e irritante, formado principalmente por la quema de combustibles fósiles. Es perjudicial para los seres humanos y la vegetación y contribuye a la acidez de las precipitaciones. [24]

Se ha encontrado que los óxidos de azufre perjudican el sistema respiratorio, especialmente de las personas que sufren de asma y bronquitis crónica. Los efectos de los óxidos de azufre empeoran cuando el dióxido de azufre se combina con partículas ó la humedad del aire. El efecto que causa mayor preocupación es la contribución de óxidos de azufre en la formación de lluvia ácida. [25]

Se conoce en principio su irritabilidad para la mayoría de los tejidos animales. La presencia de SO_2 hace particularmente grave el smog, tipo ácido, formado sobre grandes aglomeraciones humanas. Un efecto notable del dióxido de azufre es su acción sobre los vegetales (acción fitotóxica), provocando lesiones localizadas, sin efectos generales sobre la planta. [25]

Las fuentes móviles de contaminación provienen principalmente del sector transportes, y dentro de éste, los subsectores terrestre, aéreo, ferroviario, fluvial-lacustre [26]

2. Definición Operativa [26]

La emisión de SO2 para fuentes móviles se estima multiplicando el Nivel de Actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad. Se calcula para transporte terrestre (carretera y ferroviario), aéreo y acuático.

Fórmula 30

$$\text{Emisiones de SO2} = \text{Consumo tipo de combustible} \times \text{Factor de emisión}$$

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

---

[24] Naciones Unidas (UN). Glosario de Términos Ambientales.
[25] Consejo Nacional del Ambiente. Perú (CONAM). Contaminantes del Aire.
[26] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [26]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores)a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [27]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.

9. Limitaciones [27]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

No se cuenta con laboratorios acreditados e incumplimiento en la metodología de monitoreo.

La calidad del indicador incorpora la incertidumbre del mismo, calculado bajo las metodologías de las buenas prácticas y manejo de incertidumbres del IPCC.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes al nivel establecido y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 32: Emisiones de CO por fuentes móviles

1. Concepto

Gas incoloro, inodoro y venenoso producido por la combustión incompleta de combustibles fósiles. El monóxido de carbono se combina con la hemoglobina de los seres humanos, reduciendo su capacidad para transportar oxígeno, lo que tiene efectos dañinos en la salud. [28] *La exposición al monóxido puede exacerbar las enfermedades del corazón y del pulmón.*

---

[27] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
[28] Naciones Unidas (UN). Glosario de Términos Ambientales.

Las fuentes móviles de contaminación provienen principalmente del sector transportes, y dentro de éste, los subsectores terrestre, aéreo, ferroviario, fluvial-lacustre.[28]

2. Definición Operativa [27]

La emisión de CO para fuentes móviles se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad. Se calcula para transporte terrestre (carretera y ferroviario), aéreo y acuático.

Fórmula N° 31

Emisiones de CO = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [29]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores)a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [29]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.

Permite conocer los volúmenes de emisiones de gases de efecto invernadero (CO) que genera los diferentes sectores del país y las eventuales medidas de mitigación y/o corrección que deban ser implementadas a fin de contribuir a minimizar sus efectos globales en los diversos sectores y población en general.

---

29 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

9. Limitaciones [30]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

No se cuenta con laboratorios acreditados e incumplimiento en la metodología de monitoreo.

La calidad del indicador incorpora la incertidumbre del mismo, calculado bajo las metodologías de las buenas prácticas y manejo de incertidumbres del IPCC.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes al nivel establecido y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 33: Emisiones de NO_2 por fuentes móviles

1. Concepto

El dióxido de nitrógeno es un gas pardo-rojizo, no inflamable y tóxico que se forma, principalmente, por la oxidación atmosférica del monóxido de nitrógeno producido en los sistemas de combustión. [31]

El origen del dióxido de nitrógeno puede ser natural, y se da en procesos biológicos de suelos, en las tormentas, y por la oxidación del monóxido de nitrógeno natural. En cuanto a las fuentes antropogénicas, la oxidación del nitrógeno presente en el aire y en el combustible durante los procesos de combustión a alta temperatura, así como la fabricación de ácido nítrico y diversos procesos de nitración industrial son las más importantes. La fuente principal de NO (óxido nítrico) antropogénico en zonas urbanas es la oxidación incompleta del nitrógeno atmosférico en los motores de combustión interna, y por ello, en dichas áreas los automóviles son los principales culpables de las emisiones de este contaminante.[31]

En esta categoría se agrupa a todas los gases nitrogenados que genera el sector transporte en los subsectores terrestre, aéreo, ferroviario, fluvial-lacustre.[30]

2. Definición Operativa [30]

La emisión de NO2 para fuentes móviles se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad.

Fórmula N° 32

Emisiones de NO2 = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [32]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

---

30 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
31 Junta de Andalucía. Consejería del Medio Ambiente. España.
32 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores)a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.[32]

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada. [32]

El dióxido de nitrógeno, puede presentar riesgos para la salud. La concentración de óxido nítrico presente en la atmósfera no se considera peligroso para la salud; sin embargo, si se oxida a dióxido de nitrógeno, sí presenta características nocivas. Los problemas que ocasionan están relacionados con el sistema respiratorio; pueden producir irritación nasal, incomodidad respiratoria y dolores respiratorios agudos, aunque éstos precisan concentraciones superiores a las normalmente encontradas en la atmósfera.[33]

9. Limitaciones [32]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

No se cuenta con laboratorios acreditados e incumplimiento en la metodología de monitoreo.

La calidad del indicador incorpora la incertidumbre del mismo, calculado bajo las metodologías de las buenas prácticas y manejo de incertidumbres del IPCC.

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes al nivel establecido y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

Indicador N° 34: Emisiones de PTS por fuentes móviles

1. Concepto

Las partículas totales en suspensión son partículas sólidas o líquidas de polvo, hollín y pequeñas gotas de vapores, en cantidades que sobrepasan el límite permitido, ocasionan la disminución en la capacidad respiratoria y generan problemas cardiovasculares, ocasiona además mala visibilidad en la ciudad e impide la adecuada llegada de los rayos solares, factor fundamental para la existencia de vegetación.[34]

En la categoría de fuentes móviles se agrupa el sector transporte en los subsectores terrestre, aéreo, ferroviario, fluvial-lacustre. [35]

---

33 Junta de Andalucía. Consejería del Medio Ambiente. España.
34 Organización Mundial de la Salud (OMS).
35 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente”. (SIMA).

2. Definición Operativa [35]

La emisión de para fuentes móviles se estima multiplicando el nivel de actividad (consumo de combustible) por el factor de emisión correspondiente a dicha actividad. Se calcula para transporte terrestre (carretera y ferroviario), aéreo y acuático.

Fórmula N° 33

Emisiones de PTS = Consumo tipo de combustible x Factor de emisión

3. Unidad de Medida

Gigagramos (Ggr).

4. Cobertura

Principales ciudades.

5. Metodología [35]

Calculado sobre la base de la metodología para inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). El IPCC especifica una clasificación de actividades que generan gases de efecto invernadero y proporciona factores de emisión.

El indicador se construye a través de cálculos sucesivos (método por sectores)a partir del consumo del tipo de combustible y la estimación del factor de emisión nacional teórico que toma en cuenta los poderes caloríficos netos de cada uno de los tipos de combustibles correspondientes.

6. Fuente de Información

Instituciones ambientales de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [36]

- *Finalidad*

Permite contar con un referente de emisiones a objeto de desarrollar políticas y estrategias para encarar los problemas ambientales.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se produce por la actividad desarrollada.

9. Limitaciones [36]

Puede recaer en la insuficiente capacidad operativa institucional para la medición del citado indicador.

No se cuenta con laboratorios acreditados e incumplimiento en la metodología de monitoreo.

La calidad del indicador incorpora la incertidumbre del mismo, calculado bajo las metodologías de las buenas prácticas y manejo de incertidumbres del IPCC.

---

[36] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente”(SIMA).

Los niveles de actividad se obtienen de los reportes sectoriales. Sin embargo, no reportan la totalidad de las empresas existentes al nivel establecido y se tienen que extrapolar los valores calculados al universo del sector.

2.4 CAMBIO CLIMATOLÓGICO (METEOROLOGÍA)

Indicador N° 35: Temperatura media

1. Concepto

La temperatura es entendida como el estado térmico de una sustancia con respecto a su capacidad de transmitir calor y la temperatura media alcanzada en el mes es el promedio entre la sumatoria de las temperaturas máxima y mínima registradas en el mismo periodo. [36]

Para propósitos climatológicos, es más usada la temperatura media diaria y de la cual se obtienen los valores mensuales y anuales.

2. Definición Operativa [37]

La temperatura media alcanzada en el mes, es el promedio entre la sumatoria de las temperaturas máxima y mínima registradas en el mismo periodo.

Fórmula N° 34

$$Tmedm = \frac{\Sigma\ T\ máx.\ d}{\Sigma\ T\ mín.\ d}$$

Donde:

Tmedm = Temperatura media mensual
Tmáxd = Sumatoria de temperaturas máximas diarias registradas
Tmínd = Sumatoria de temperaturas mínimas diarias registradas

3. Unidad de Medida

Grados centígrados (° C).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [37]

Información procesada de los datos proviene de las lecturas del termómetro y de los termómetros extremos (máximos y mínimos) y/o del sensor de la estación automática.

6. Fuente de Información

Servicios meteorológicos de cada país.

7. Periodicidad

Mensual.

[37] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [37]

- *Finalidad*

Determinar pronósticos y alertas hidrometeorológicas, trabajos de investigación y estudios en climatología, clasificación climática y agroclimática, modelamiento, pérdidas de láminas de agua, etc.

Realizar comparaciones sobre la base de datos históricos, permitiendo establecer condiciones de cambio de calentamiento ó enfriamiento del aire.

Obtener la temperatura media del aire en un lugar determinado.

- *Interpretación*

Es un indicador de cambio climático. La sostenibilidad de los procesos en una región en el largo plazo puede verse afectada por este fenómeno.

Permite obtener la temperatura media del aire en un mes determinado y evaluar la situación y tendencias de las temperaturas medias del aire, este indicador puede asociarse con otros de naturaleza climática, tales como: humedad relativa, precipitación pluvial, velocidad de vientos.

La temperatura media es un indicador térmico muy utilizado, ya que dá el resultado del balance energético en la superficie terrestre, reflejado por el movimiento de rotación y traslación de la tierra.

9. Limitaciones [38]

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones y enlaces de telecomunicaciones.

Indicador N° 36: Temperatura máxima

1. Concepto

La temperatura máxima es la mayor temperatura registrada durante el día.[38]

2. Definición Operativa [38]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los registros con los datos técnicos de temperatura máxima por la unidad de meteorología, sacando los promedios mensuales.

Fórmula N° 35

$$Tmáxm = \frac{\Sigma\ T\ máx.\ d}{N\ días\ m}$$

Donde:

Tmáxm = Temperatura máxima mensual
Tmáxd = Sumatoria de temperaturas máximas diarias registradas
Ndíasm = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Grados centígrados (° C).

[38] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [38]

La temperatura máxima alcanzada durante el día, es registrada mediante el uso de termómetros de corriente de mercurio, en que una contracción en el tubo capilar, sólo permite el ascenso de la columna mercurial.

6. Fuente de Información

Servicio meteorológico de cada país.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [39]

- *Finalidad*

Conocer la temperatura máxima promedio registrada en un mes determinado y establecer mediante estadísticas mensuales, las épocas calurosas. En otras palabras, conocimiento de los meses de mayor calor, con la finalidad de realizar estudios y aplicaciones futuras.

Realizar pronósticos y alertas hidrometeorológicas (alertar a la población sobre posibles olas de calor), además los datos brindan información para diversos estudios en climatología.

Evaluar la situación y tendencias de las temperaturas máximas medias del aire, este indicador puede asociarse con otros de naturaleza climática, tales como: humedad relativa, precipitación pluvial, velocidad de vientos, etc.

- *Interpretación*

El registro de este parámetro nos proporciona la temperatura máxima en promedio que se registró en un determinado mes.

A mayor temperatura registrada, se tiene mayor sensación térmica.

9. Limitaciones

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones, enlaces de telecomunicaciones y costos de instrumentos.

Indicador N° 37: Temperatura mínima

1. Concepto

Es el valor más bajo de la temperatura del aire registrada durante un periodo de observación (cada 24 horas).[39]

La temperatura mínima es uno de los elementos más importantes del tiempo, que ejerce gran influencia en la vida humana, en los animales y plantas. Es un elemento determinante de las condiciones de vida y productividad en las diversas regiones del país.

---

39 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

2. Definición Operativa [40]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los registros con los datos técnicos de temperatura mínima por la unidad de meteorología, sacando los promedios mensuales

Fórmula N° 36

$$Tmínm = \frac{\Sigma\ T\ mín.\ d}{N\ días\ m}$$

Donde:

Tmínm = Temperatura mínima media mensual
Tmínd = Sumatoria de temperaturas mínimas diarias registradas
Ndíasm = Número de días mes registradas.

3. Unidad de Medida

Grados centígrados (° C).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [40]

Los datos son obtenidos por la lectura del observador en el termómetro de mínima.

La temperatura mínima alcanzada en el día, es registrada diariamente, mediante el uso de termómetros de corriente de mercurio, en que una contracción en el tubo capilar, sólo permite el descenso de la columna mercurial.

6. Fuente de Información

Servicio meteorológico de cada país.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [40]

- *Finalidad*

Conocer la temperatura mínima promedio registrada en un mes determinado y establecer mediante estadísticas mensuales, épocas frías. En otras palabras, conocimiento de los meses de mayor frialdad, con la finalidad de realizar estudios y aplicaciones futuras.

Realizar pronósticos y alertas hidrometeorológicas, ocurrencia de "friajes", heladas meteorológicas y agronómicas, trabajos específicos e investigación en climatología.

Evaluar la situación y tendencias de las temperaturas mínimas medias del aire, este indicador puede asociarse con otros de naturaleza climática, tales como: humedad relativa, precipitación pluvial, velocidad de vientos, etc.

---

[40] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales "Sistema de Información Medio Ambiental" (SIMA).

- *Interpretación*

El registro de este parámetro nos proporciona la temperatura mínima en promedio que se registró en un determinado mes.

Es un indicador de cambio climático. La sostenibilidad de los procesos en una región en el largo plazo puede verse afectada por este fenómeno.

9. Limitaciones [41]

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones, enlaces de telecomunicaciones y costos de instrumentos.

Indicador N° 38: Velocidad del viento

1. Concepto

El viento es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la tierra y de la atmósfera. Las masas de aire más caliente tienden a ascender, y su lugar es ocupado entonces por las masas de aire circundante, más frío y, por tanto, más denso. Se denomina propiamente "viento" a la corriente de aire que se desplaza en sentido horizontal, reservándose la denominación de "corriente de convección" para los movimientos de aire en sentido vertical.[42]

La velocidad del viento es la relación de la distancia recorrida por el aire con respecto al tiempo empleado en recorrerla. La velocidad instantánea corresponde al caso de un intervalo infinitamente pequeño. La velocidad media corresponde al caso de un intervalo de tiempo finito.[42]

2. Definición Operativa [41]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los registros con los datos técnicos de velocidad del viento por la unidad de meteorología, sacando los promedios mensuales.

Fórmula N° 37

$$VVm = \frac{\Sigma\ VVd}{N\ días\ m}$$

Donde:

VVm = Velocidad del viento media mensual
VVd = Velocidad del viento diaria registrada
Ndíasm = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Metros por segundo (m/s).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

---

[41] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
[42] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Perú (SENAMHI).

5. Metodología [43]

Este elemento se obtiene mediante la lectura de instrumentos como la veleta de Wild (estimación), anemómetros (directa), sus observaciones se realizan de acuerdo a requerimientos; sin embargo, está establecido que las observaciones se realizan cada 3 horas diarias y todos los días.

Los datos son obtenidos por estimación y por lectura directa de la veleta y anemómetro, respectivamente.

6. Fuente de Información

Servicio meteorológico de cada país.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [43]

- *Finalidad*

Establecer la velocidad del recorrido del aire que circula en un determinado lugar.

Realizar pronósticos y alertas hidrometeorológicas y calidad del aire.

Obtener la velocidad del desplazamiento del aire con respecto a un marco de referencia, además de evaluar la situación y tendencias de la velocidad de los vientos, este indicador puede asociarse con otros de naturaleza climática, tales como: temperaturas, precipitaciones pluviales, cambios climáticos.

- *Interpretación*

El viento es la variable de estado de movimiento del aire. El viento es causado por las diferencias de temperatura existentes al producirse un desigual calentamiento de las diversas zonas de la tierra y de la atmósfera.

9. Limitaciones [43]

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones, enlaces de telecomunicaciones y costos de instrumentos.

Falta de energía del instrumento de medición ó falta de personal.

Indicador N° 39: Humedad Relativa

1. Concepto [44]

La humedad relativa es el porcentaje de humedad que contiene el aire con respecto al total que es capaz de contener como función de su temperatura y su presión. En otras palabras, humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua que tiene el aire y el máximo que podría contener a una temperatura y presión determinada.

2. Definición Operativa [44]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los registros con los datos técnicos de humedad relativa por la unidad de meteorología, sacando los promedios mensuales.

---

[43] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
[44] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

Fórmula N° 38

$$HRm = \frac{\Sigma\ HRd}{Ndíasm}$$

Donde:

HRm = Humedad relativa media mensual
HRd = Humedad relativa diaria registrada
Ndíasm = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [44]

El registro de la humedad relativa diaria se realiza en forma diaria con los instrumentos de medición: Higrómetro y el Higrógrafo que van en valores de 1 al 100%.

6. Fuente de Información

Servicio meteorológico de cada país.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [44]

- *Finalidad*

Permite evaluar la situación y tendencias de la humedad relativa a través de series históricas, este indicador puede asociarse con otros de naturaleza climática, tales como: la velocidad del viento, temperatura, precipitación pluvial.

- *Interpretación*

Es un indicador de cambio climático. La sostenibilidad de los procesos en una región en el largo plazo puede verse afectada por el cambio climático.

9. Limitaciones

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones, enlaces de telecomunicaciones y costos de instrumentos.

Asimismo, no se cuenta con los recursos económicos suficientes como para reparar las estaciones averiadas.

Indicador N° 40: Brillo Solar

1. Concepto [45]

Es la cantidad de radiación solar recibida en un determinado tiempo.

2. Definición Operativa [45]

El brillo solar se obtiene mediante registros en bandas de duración del día, de acuerdo a la posición del sol con respecto a la Tierra.

Fórmula N° 39

$$BSm = \frac{\Sigma\ BSd}{N\ días\ m}$$

Donde:

BSm = Brillo solar medio mensual
BSd = Brillo solar diario registrado
Ndíasm = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Horas por día (h/d).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [45]

El dato se obtiene por el espacio de banda que ha sido quemada por el sol; este registro se anota diariamente a las 19H00 local. El instrumento que registra el brillo solar es el Heliofanógrafo.

La banda registradora consta de divisiones de 30 minutos y los espacios quemados de esta banda se suman para dar horas y minutos de brillo solar que ha existido desde las 06H00 hasta las 19H00.

6. Fuente de Información

Servicio meteorológico de cada país.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [46]

- *Finalidad*

Establecer si las condiciones del cielo estuvieron cubiertas, semicubiertas ó despejadas de nubes, como consecuencia de esto se obtiene las horas sol.

[45] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
[46] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

- *Interpretación*

El registro de este parámetro nos proporciona la cantidad de horas de brillo solar que ha existido en un determinado día.

9. Limitaciones

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones y enlaces de telecomunicaciones.

Indicador N° 41: Presión atmosférica

1. Concepto

Se entiende como la presión ejercida por la atmósfera como resultado de la atracción de gravitación ejercida sobre una columna de aire reposada justo encima del punto en cuestión.[47]

La presión atmosférica es un elemento climático cuya existencia se debe a la presencia de la masa atmosférica, varía en forma temporal y espacial. La variación horizontal es una consecuencia inmediata de la distribución térmica, expresada como "gradiente de presión" que genera la fuerza de gradiente de presión, la presencia de esta fuerza genera a su vez el movimiento del aire, denominado viento.[46]

Se entiende por presión atmosférica la presión que ejerce la atmósfera que rodea la tierra (barométrica) sobre todos los objetos que se hallan en contacto con ella.

2. Definición Operativa [46]

Se registra el valor observado del barómetro (lectura directa) o del barógrafo (bandas).

Fórmula N° 40

$$PAm = \frac{\Sigma\ PAd}{Ndíasm}$$

Donde:

PAm = Presión atmosférica media mensual
PAd = Presión atmosférica diaria registrada
Ndíasm = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Milibares (mb).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [48]

En términos prácticos, La presión atmosférica se obtiene directamente del barómetro y se registra sus variaciones en el barógrafo.

Barómetro.- la lectura directa del barómetro y de la temperatura del termómetro adjunto más la corrección del instrumento, se obtienen la presión atmosférica de un lugar determinado.

---

47 Sociedad Americana de Meteorología (AMS).
48 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales "Sistema de Información Medio Ambiental" (SIMA).

Barógrafo.- Registro permanente en bandas barográficas.

El barómetro y el barógrafo proporcionan los datos de la presión atmosférica, el primero de los cuales es observado cada tres horas durante todos los días y el segundo es de registro continuo; ambos son registrados por el observador.

6. Fuente de Información

Servicio meteorológico de cada país.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [48]

- *Finalidad*

Establecer las condiciones de presión existente en la localidad, a fin de relacionarlo con los demás parámetros meteorológicos para determinar el estado del tiempo.

- *Interpretación*

La presión en un lugar determinado es ó se puede expresar como si fuera la suma de los pesos de las diferentes capas de aire que sobre él descansan. Si varía la densidad de esas capas y, por tanto su peso, se modifica también la presión junto al suelo. Estas variaciones pueden deberse a causas térmicas o mecánicas. Así tenemos, que al calentarse una porción de la superficie terrestre en grado mayor que la circundante da lugar a que se produzca un movimiento convectivo de aire originando, al mismo tiempo, un movimiento centrífugo en las capas superiores. La consecuencia es que se produce una variación de la presión tanto en altura como en superficie. Asimismo, los movimientos circulares de aire (ciclones y anticiclones), los movimientos ondulatorios y el estrechamiento ó ensanchamiento del pasaje entre montañas por donde circula una corriente de aire modifican notablemente la presión.

9. Limitaciones [49]

Puede recaer en la insuficiente red de estaciones, enlaces de telecomunicaciones y costos de instrumentos.

2.5 CALIDAD DEL AIRE

Indicador N° 42: Índice de la Calidad del Aire [49]

1. Concepto

Representa el estado de la calidad del aire en una determinada localidad y sus efectos en la salud humana.

Este índice (PM10; O3; NO2, CO, SO2) es de fácil aplicación en culaquier país y para los elementos que se deseen evaluar.

2. Definición Operativa

Fórmula N° 41:

$$ICA = \{(CEV)_i / Norma_i \}*10$$

[49] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

Donde:

ICA = Índice calidad del aire
$(CEV)_i$ = Concentración medida del contaminante a evaluar
$Norma_i$ = Norma para cada uno de los contaminantes
i = Contaminante a evaluar

El ICA es el máximo de los valores calculados, mediante la ecuación anterior, para cada contaminante registrado por sector, relacionado con la norma de calidad de aire de la siguiente manera concentración promedio de PM_{10} y SO_2 durante 24 horas y concentración máxima de CO, NO_2 y O_3 durante una hora. La norma utilizada para calcular el ICA es como se indica en la siguiente tabla.

Contaminante	***Periodo***	***Norma***	***Unidad***
Partículas Suspendidas	*24 horas*	*170*	*µg/m3*
Oxido de Azufre	*24 horas*	*14*	*ppb*
Oxido de Nitrógeno	*1 hora*	*168*	*ppb*
Monóxido de Carbono	*1 hora*	*39*	*ppm*
Oxidante Fotoquímico	*1 hora*	*83*	*ppb*

Para determinar el ICA la ciudad se divide, por ejemplo, en 5 sectores. De cada sector se toma la información sobre concentración de los contaminantes suministrada por las estaciones de monitoreo. En cada sector se determina un valor de ICA para cada contaminante (PM_{10}, SO_2, NO_2, CO, O_3). El ICA del sector equivale al valor mayor de los obtenidos anteriormente.

A continuación se presenta la categorización de los valores de ICA:

Entre 0 y 1,25 es calificado como Bueno y no evidencia ningún efecto en la salud humana. Se representa con el color verde.

Entre 1,26 y 2,5 se califica como Moderado y no tiene ningún efecto sobre la población en general se representa con el color amarillo.

Entre 2,51 y 7,50 es Insalubre y se asocia a un aumento en las molestias de personas con padecimientos respiratorios y cardiovasculares, además de aparición de ligeras molestias en la población en general. Se representa con el color naranja.

Entre 7,51 y 10 es considerado como Muy Insalubre y evidencia un agravamiento significativo de la salud en personas con enfermedades cardíacas o respiratorias. Además afecta a la población sana. Se representa con el color rojo.

Definición de cada variable de la fórmula

Variable 1

[(CEV)i]= Concentración medida del contaminante a evaluar: Es la concentración en microgramos de cada contaminante en un metro cúbico de aire (µg/m3), partes por billón (ppb) o partes por millón (ppm) de cada contaminante analizado. Estos valores son suministrados por la red de monitoreo de la calidad del aire.

Variable 2

[Normai]= Norma para cada uno de los contaminantes: Valor de concentración máxima para cada contaminante. Para el PM_{10} y el SO2 se utiliza la norma para 24 horas y para el CO, el NO_2 y el O_3 se utiliza la norma para 1 hora.

3. Unidad de Medida

El indicador se expresa como un número (N°) y posee una escala de 0 a 10 la cual depende del grado de contaminación del aire.

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología

Se realiza el monitoreo para las estaciones seleccionadas, ubicadas en los puntos más críticos de la ciudad y se determina el nivel de contaminación dividiendo la concentración de cada contaminante por su respectiva norma y multiplicar por 10.

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Establecer el estado de la calidad del aire en una determinada ciudad, con respecto a los límites locales (norma de calidad del aire). El comportamiento de la calidad del aire representado está asociado directamente con el grado de afectación a la salud humana.

- *Interpretación*

Es un indicador que simplifica los reportes de contaminación del aire para que pueda ser comprendido por el público en general.

9. Limitaciones

Aunque las categorías de calidad ambiental del ICA están soportadas en niveles de alerta recomendados a nivel internacional, estas categorías no se encuentran relacionadas con estudios epidemiológicos a nivel local.

El valor de ICA calculado para cada uno de los sectores en que está dividida la ciudad no es representativo de todo el sector, sino de un área cercana a la estación de monitoreo.

Indicador N° 43: Concentración de SO_2 en el aire

1. Concepto [50]

Gas incoloro, ininflamable, que se encuentra en el aire en estado gaseoso ó disuelto en las gotas de agua en suspensión en la atmósfera, irritante para los ojos, las mucosas y las vías respiratorias.

Las principales fuentes de emisión son por combustión de sustancias que contengan azufre, calefacciones, quemadores industriales que emplean carbón y gas óleo y vehículos a diesel, es una

[50] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

sustancia con aplicaciones en la industria química, además, se produce en procesos industriales de combustión.

En la atmósfera es capaz de oxidarse a SO_3 (trióxido de azufre o anhídrido sulfúrico) que a su vez puede reaccionar con el agua para dar ácido sulfúrico (H_2SO_4), uno de los componentes de la lluvia ácida.

2. Definición Operativa [51]

La concentración del dióxido de azufre mensual se calcula respecto al número de días mes registrado.

Fórmula N° 42

$$CSO2\ m = \frac{\Sigma\ SO2}{Ndíasm}$$

Donde:

CSO2 m = Concentración de dióxido de azufre media mensual.
ΣCSO2 = Sumatoria de las concetraciones de dióxido de azufre registradas.
Ndíasm = Número de días en el mes registrados.

3. Unidad de Medida

Microgramos por metro cúbico (µg/m3)

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [52]

Fluorescencia ultravioleta

Principio del método
Se excita las moléculas de SO2 con radiación ultravioleta en el intervalo de longitud de onda de 230 a 190 [nm], las cuales luego decaen a su nivel energético fundamental, emitiendo una radiación fluorescente característica. La radiación fluorescente es detectada por un tubo fotomultiplicador y la intensidad de la radiación emitida es directamente proporcional a la concentración del dióxido de azufre.

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [51]

- *Finalidad*

Permite vigilar los niveles de contaminación, investigar sus causas básicas y definir estrategias de intervención.

Reducir la contaminación atmosférica y preservar la calidad de aire.

---

[51] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
[52] Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se producen por actividades antropogénicas, cuyo valor límite se encuentra en los "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire".

Estos datos se comparan con la norma nacional de calidad de aire.

9. Limitaciones [53]

Falta de recursos eficaces para su determinación, existe deficiencia en la obtención y procesamiento del dato.

Indicador N° 44: Concentración de CO en el aire

1. Concepto [53]

Es un gas incoloro, inodoro, que en concentraciones altas puede ser letal. En la naturaleza se forma mediante la oxidación del metano. La principal fuente antropogénico de monóxido de carbono es la quema incompleta de combustibles como la gasolina.

2. Definición Operativa [53]

La concentración del monóxido de carbono mensual se calcula respecto al número de días en el mes regitrado.

Fórmula N° 43

$$CO\,m = \frac{\Sigma CO\,d}{N\,días\,m}$$

Donde:

CO m = Concentración de dióxido de nitrógeno media mensual en el aire
ΣCO d = Sumatoria de las concentraciones de Dióxido de nitrógeno diaria registradas.
N días m = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Microgramos por metro cúbico (µg/m3).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [54]

Método de fotometría infrarroja no dispersiva

Método de referencia EPA (Environment Protection Agency) 40 CFR Pt. 50 App.C

Principio del método:
La radiación infrarroja se hace pasar a través de una celda conteniendo el gas de muestra que se desea analizar, y la absorción cuantitativa de energía por el CO es medida por un detector apropiado en un

[53] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales "Sistema de Información Medio Ambiental" (SIMA).
[54] Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

fotómetro no dispersivo. El fotómetro es sensibilizado a CO empleando gas CO en un filtro en el camino óptico, con lo cual se limita la medición de absorción sólo a uno o más de las longitudes de onda para las cuales se produce una fuerte absorción por parte del CO. Se puede también usar filtros para limitar la sensibilidad del fotómetro a una banda angosta de interés. Se hace pasar la radiación infrarroja alternativamente por el filtro con CO, produciendo un haz de referencia, y con otro gas, por ejemplo N2, que es transparente a la radiación infrarroja de interés, generándose el haz de medición, que luego es absorbido por el CO de la muestra (esta variante se conoce también con el nombre de método de correlación de filtros). La absorción medida es convertida en un señal eléctrica que es relacionada con la concentración de CO.

Método de cromatografía gaseosa

Principio del método:
Un volumen fijo de muestra de aire se hace pasar por una columna cromatográfica para separación efectiva de monóxido de carbono de los otros gases contenidos en la muestra. Se reduce el CO separado a metano (CH4) haciendo pasar gas arrastrado por hidrógeno por un catalizador de níquel calentado. El metano resultante se pasa a través de un detector de llama ionizante. La señal de salida es proporcional a la cantidad de CO presente en la muestra.

Intervalo de aplicación
Concentración de CO
1) de 0 a 1 ug/m3
2) de 0 a 25 ug/m3
3) puede ser aplicado también para concentraciones hasta 1.000 ug/m3 en aire
Valores para 25 ° C de temperatura y 101,3 kPa de presión.

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [55]

- *Finalidad*

Permite vigilar los niveles de contaminación, investigar sus causas básicas y definir estrategias de intervención.

Reducir la contaminación atmosférica y preservar la calidad de aire.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se producen por actividades antropogénicas, cuyo valor límite se encuentra en los "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire".

Estos datos se comparan con la norma nacional de calidad de aire.

9. Limitaciones [56]

Falta de recursos eficaces para su determinación, existe deficiencia en la obtención y procesamiento del dato.

---

[55] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
[56] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

Indicador N° 45: Concentración de NO_2 en el aire

1. Concepto [56]

Gas de color rojo oscuro que se produce en las combustiones por oxidación del nitrógeno de la atmósfera. Es muy tóxico y uno de los gases generadores de la "lluvia ácida". Entre los contaminantes nitrogenados del aire, los más frecuentes son el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2), que se forman principalmente, sobre todo el NO, en los procesos de combustión a temperaturas muy elevadas.

El dióxido de nitrógeno es un contaminante primario producto de procesos de combustión a altas temperaturas que pueden tener lugar en industrias o en los motores de los vehículos. Se trata de un gas sumamente irritante con efectos sobre el sistema respiratorio humano, haciéndolo más susceptible a infecciones. Los niños, ancianos y personas que padecen asma son especialmente susceptibles.

2. Definición Operativa [56]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los registros con los datos técnicos de la concentración de NO_2 en el aire.

Fórmula N° 44

$$CNO_2\, m = \frac{\Sigma CON_2\, d}{N\ días\ m}$$

Donde:

$CNO_2\, m$ = Concentración de dióxido de nitrógeno media mensual en el aire
$\Sigma CNO_2\, d$ = Sumatoria de las concentraciones de dióxido de nitrógeno diaria registradas.
N días m = Número de días mes registrado

3. Unidad de Medida

Microgramos por metro cúbico (µg/m3).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [57]

***Método de Quimioluminiscencia en fase gaseosa**.*

Método de referencia: ISO - 7996/85. EPA 40 CFR Pt. 50 App. F

Principio del método
Determinación de NO_2. La muestra se pasa por un convertidor (horno a 400 ° C constante) para reducir el NO_2 a monóxido antes de hacerla entrar a la cámara de reacción. La señal eléctrica obtenida en este caso es proporcional a la cantidad total de óxidos de nitrógeno presente en la muestra. La cantidad de dióxido de nitrógeno se obtiene por diferencia entre este valor y el obtenido en la medición de NO.

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2^* + O_2 \rightarrow NO_2 + O_2 + hv$$

Las mediciones de NO y NO+NO_2 pueden hacerse con sistema dual, o cíclicamente con el mismo sistema teniendo en cuenta que los tiempos del ciclo no exceda un minuto. El volumen total se determina midiendo el caudal y el tiempo de colección.

---

[57] Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

Intervalo de aplicación:
Concentración de dióxido de nitrógeno: hasta 19 ug/m3
A 25 ° C de temperatura y 101,3 kPa de presión.

Método de Griess-Saltzman modificado para determinación de NO2

Principio del método:
Se absorbe el dióxido de nitrógeno presente en la muestra haciéndola pasar a través de un reactivo que forma azo colorante (grupo –N=N-), resultando la formación de un color rosado en 15 minutos. Se determina la absorbancia de la solución para una longitud de onda entre 540 y 550 [nm], con un espectrofotómetro apropiado (o colorímetro), evaluando la concentración másica de dióxido de nitrógeno por medio de una calibración gráfica con mezcla de gases de calibración. De acuerdo a la disponibilidad de equipos en el laboratorio puede ser conveniente usar, para pruebas de rutina, soluciones de nitrito de sodio. El tiempo de muestreo puede ser de 10 minutos a 2 horas. Debido al tiempo de estabilidad de la muestra, no debe pasar más de 8 horas desde la toma de la misma y su análisis.

Intervalo de aplicación
Concentración de dióxido de nitrógeno de 0,010 a 20 g/m3.

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [58]

- *Finalidad*

Permite vigilar los niveles de contaminación, investigar sus causas básicas y definir estrategias de intervención.

Reducir la contaminación atmosférica y preservar la calidad de aire.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se producen por actividades antropogénicas, cuyo valor límite se encuentra en los "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire".

Permite una comparación con los estándares nacionales de calidad ambiental de aire.

9. Limitaciones [59]

Recursos para su determinación y cuidados de obtención del dato según metodología empleada.

Indicador N° 46: Concentración de PTS en el aire

1. Concepto [58]

El material particulado en suspensión está compuesto de partículas sólidas y líquidas, a excepción del agua no contaminada, suspendidas y dispersas en el aire, de tamaño mayor al de una molécula pero menor a 100 um.

[58] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

Las propiedades de estas partículas varían en términos de su composición química, morfología (tamaño/forma), parámetros ópticos (color, dispersión de la luz) y características eléctricas (carga, resistencia).

Debido a que son de tamaño, forma y composición variada, para su identificación en cuanto a su tamaño y forma, se ha clasificado en términos de diámetro aerodinámico.

Con frecuencia, los diámetros de las partículas se dan en micras (micra =10-6 m, =10-3 mm). Entre el 10 al 15 % de la masa total contaminante de la atmósfera corresponde a las partículas en suspensión de las cuales, los vehículos contribuyen con el 2.8 %, la industria con un 53 %, las centrales térmicas 12.8 %, las calderas de vapor 21.5 % y la eliminación de basuras y residuos 9.4 %. La concentración de las partículas en suspensión se expresa como la masa total de partículas para un volumen determinado de aire en ug/ m3.

2. Definición Operativa [59]

La concentración de las partículas en suspensión se expresa como la masa total de partículas para un volumen determinado de aire en µg/m^3.

Fórmula N° 45

$$PTS\,m = \frac{\Sigma\ PTS\ d}{N\ días\ m}$$

Donde:

PTS m = PTS media mensual en el aire
PTS d = Sumatoria de los valores de PTS registrados.
N días m = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Microgramos por metro cúbico (µg/m3).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [59]

Método de Referencia Activo de la EPA (Environmental Protection Agency). Capítulo N° 1, CFR 40, Parte 50, Apéndice B.

Para el muestreo de las PTS, se emplea un equipo muestreador de alto volumen con un motor de aspersión de alto flujo (1.5m3/min), el cual succiona el aire del ambiente haciéndolo pasar a través de un filtro de fibra de vidrio.

La concentración de las PTS se calcula:
- *Determinando el peso de la masa recolectada en el filtro en ug. Este cálculo se realiza en Laboratorio por diferencia de pesos (Método Gravimétrico).*
- *Determinando el volumen de aire muestreado en m3.*

El método gravimétrico ó de alto volumen se basa en un principio gravimétrico, entendiéndose por partículas en suspensión en el aire a las que no precipitan con facilidad mediante la acción de la gravedad, y se encuentran sujetas a movimiento browniano.

---

[59] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiental” (SIMA).

Este método emplea un equipo conocido como captador de alto volumen y consiste en recoger las partículas que se encuentran suspendidas en el aire, para esto, la muestra se hace pasar a través de un filtro de fibra de vidrio que retenga las partículas de tamaño superior a 0.1 micras, este filtro antes de efectuarse la prueba deberá ser acondicionado y pesado, lo propio se hará luego de que la muestra ha sido recogida, por diferencia de pesos inicial y final se determina la concentración.

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [60]

- *Finalidad*

Permite vigilar los niveles de contaminación, investigar sus causas básicas y definir estrategias de intervención.

Reducir la contaminación atmosférica y preservar la calidad de aire.

- *Interpretación*

Los valores del indicador señalan la cantidad de emisiones que se producen por actividades antropogénicas, cuyo valor límite se encuentra en los "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire".

Permite una comparación con los estándares nacionales de calidad ambiental de aire.

9. Limitaciones [60]

Falta de recursos eficaces para su determinación, existe deficiencia en la obtención y procesamiento del dato.

Indicador N° 47: Concentración de PM_{10} en el aire

1. Concepto [60]

Materia sólida o líquida dispersa en el aire, de diámetro inferior o igual a 10 micras. Puede proceder de fuentes naturales (erupciones volcánicas o artificiales). Dependiendo de su tamaño, pueden permanecer en suspensión en la atmósfera desde unos segundos a varios meses. Estas partículas son respirables y por ende ingresan a la zona extratoráxica y bronquial del ser humano.

Es un contaminante criterio (llamados así por su capacidad de alcanzar la zona inferior de los pulmones). Son las partículas sólidas o liquidas del aire. En la naturaleza el material particulado se forma por varios procesos como el viento, polinización de plantas e incendios forestales las principales fuentes antropogénicas constituyen la quema de combustibles sólidos como la madera y el carbón, las actividades agrícolas como la fertilización y almacenamiento de granos y la industria de la construcción.

2. Definición Operativa [60]

La concentración de partículas PM10 (menor a diez micras) es determinada dividiendo la masa particulada para el volumen del aire muestreado.

---

[60] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales "Sistema de Información del Medio Ambiente" (SIMA).

Fórmula N° 46

$$PM_{10}\, m = \frac{\Sigma\, PM_{10}\, d}{N \text{ días } m}$$

Donde:

PM10 m = PM10 media mensual en el aire
PM10 d = Sumatoria de los valores de PM10 registrados.
N días m = Número de días mes registrado

3. Unidad de Medida

Microgramos por metro cúbico (µg/m3).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [61]

Método gravimétrico de muestreador de alto volumen equipado con cabezal PM-10 (Hi-Vol)

Método de referencia: EPA (Environmental Protection Agency) 40 CFR Pt. 50 App.J

Principio del método:

El método de referencia está diseñado para medir la porción de material particulado en suspensión en la atmósfera que puede depositarse en la región torácica del sistema de respiración humano. Es aplicable a la medición de concentración másica de material particulado con diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetro en aire ambiente por un período de 24 horas. Tiene una eficiencia de colección del 50 % para partículas con 10 micras.

La muestra de aire es llevada a caudal constante a un equipo de toma de muestra con una entrada de forma especial donde el material particulado en suspensión es separado inercialmente en uno o más fracciones de tamaño dentro de cada intervalo considerado. Cada fracción de tamaño en el intervalo considerado es colectada sobre filtros separados durante períodos específico de muestreo. Cada filtro es pesado, después de secado, antes y después de recoger las muestras y de su diferencia se obtiene el peso del material particulado con diámetro menor de 10 micrómetro. El volumen de aire se determina midiendo el caudal y el tiempo de toma de muestra, corrigiéndolo a condiciones estándares.

Intervalo de aplicación

Para concentraciones de masa de partículas con diámetro menor de 10 micrometro: al menos de 300 ug/m3 durante 24 horas operando dentro de los límites de caudal establecidos.

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Mensual.

---

61 Comisión Nacional del Medio Ambiente. Chile. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [62]

- *Finalidad*

Permite vigilar los niveles de contaminación, investigar las causas básicas y definir estrategias de intervención.

- *Interpretación*

Obtener la concentración de partículas por unidad de volumen de aire (µg/m^3 estándar) y se los compara con la norma de calidad del aire de cada país.

Permite una comparación con los estándares nacionales de calidad ambiental de aire.

9. Limitaciones

Falta de recursos eficaces para su determinación, existe deficiencia en la obtención y procesamiento del dato.

Indicador N° 48: Concentración de $PM_{2,5}$ en el aire

1. Concepto [62]

Son partículas cuyo diámetro es menor o igual a 2,5 µ. Estas partículas se dividen en ultrafinas o de nucleación y las de acumulación. Las de nucleación, tienen diámetros inferiores a 0,08 µ, debido a que rápidamente coagulan con partículas más grandes o sirven de núcleo a gotas de lluvia y neblina. Al rango de diámetro de las partículas finas que corresponde de 0,08 a 2,5 µ, se le conoce con el nombre de acumulación, ya que estas partículas son el resultado de la coagulación de especies volátiles, de la conversión de gas a partículas y de partículas finas a suelos.

Esta clase de partículas que son respirables logran ingresar hasta los alvéolos pulmonares.

2. Definición Operativa [62]

La concentración de partículas PM2.5 (menor a dos y medio micras) es determinada dividiendo la masa particulada para el volumen del aire muestreado.

Fórmula N° 47

$$PM_{2,5}\,m = \frac{\Sigma\, PM_{2,5}\, d}{N \text{ días } m}$$

Donde:

PM2,5 m = PM2,5 media mensual en el aire
PM2,5 d = Sumatoria de los valores de PM2,5 registrados.
N días m = Número de días mes registradas

3. Unidad de Medida

Microgramos por metro cúbico (µg/m3).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

---

62 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).

5. Metodología [63]

Método de Referencia Activo de la EPA (Environmental Protection Agency). Capítulo N° 1, CFR 40, Parte 50, Apéndice J.

El principio de funcionamiento de este equipo es similar al del muestreador de Partículas Totales en Suspensión (PTS), con la excepción de que trabaja a solo 5l/min. y está diseñado para seleccionar y capturar únicamente las partículas menores a 2.5 micras.

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Mensual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Permite vigilar los niveles de contaminación, investigar las causas básicas y definir estrategias de intervención.

- *Interpretación*

Obtener la concentración de partículas por unidad de volumen de aire (µg/m3 estándar) y se los compara con la norma de calidad del aire de cada país.

9. Limitaciones

Falta de recursos eficaces para su determinación, existe deficiencia en la obtención y procesamiento del dato.

Indicador N° 49: Concentración de contaminantes en el aire ambiente de las zonas urbanas

1. Concepto

Concentraciones de contaminantes atmosféricos ambientales, monóxido de carbono, material particulado (PM10, PM2,5, SPM (Material Particulado Suspendido), humo negro), dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles inclusive benceno (VOCs) y plomo.[64]

2. Definición Operativa [65]

Este parámetro se calcula mediante la sumatoria de las concentraciones de contaminación en el aire ambiente monóxido de carbono, material particulado (PM10, PM2,5, SPM (Material Particulado Suspendido), humo negro), dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, monóxido de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles inclusive benceno (VOCs) y plomo.

Fórmula N° 48

$$CCA = \Sigma CCO+CMP+CSO_2+CNO_2+CON+COV+CPB$$

63 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información del Medio Ambiente” (SIMA).
64 Naciones Unidas (UN). Indicators of Sustainable Development Guidelines and Methodologies; 1995.
65 Naciones Unidas (UN). Department of Economic and Social Affairs. Division for Sustainable Development.

Donde:

CCA = Concentración de contaminantes en el aire.
CCO = Concentración de monóxido de carbono.
CMP = Concentración de material particulado.
CSO_2 = Concentración de dióxido de azufre.
CCO_2 = Concentración de dióxido de carbono.
CCO = Concentración de monóxido de carbono.
COV = Concentración de compuestos orgánicos volátiles.
CPB = Concentración de plomo.

3. Unidad de Medida

Partes por mil millones (ppmm) de todos los contaminantes, excepto el monóxido de carbono que es partes por millón (ppm).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [65]

La vigilancia de la contaminación del aire se realiza mediante muestreos aleatorios representativos y análisis químicos de muestras de aire y mediante la comparación de los parámetros estadísticos locales (tales como medias aritméticas o geométricas, percentiles) con las normas ó directrices sobre calidad del aire. Las muestras de aire pueden incluir muestras de aire de espacios abiertos y espacios cerrados.

Métodos de medición:

i) Ozono:

Pasivos

Reactivo	*Producto de reacción*	*Análisis*
1,2, -di-(4-piridil) etileno (DPE); *Carmín índigo;* *NaNO2 + Na2CO3 + glicerina;* *KI (compensado hasta pH 9)*	*Aldehído;* *Nitrato;* *Complejo I*	*Espectrofotometría;* *Reflectancia;* *Cromatografía iónica o espectrofotometría;Espectrofotometría*

Activos

Solución de absorción	*Producto de reacción*	*Análisis*
Yoduro potásico; *5.5'-Ácido sulfónico de índigo*	*Yoduro;*	*Espectrofotometría;Espectrofotometría*

Automáticos: *Quimioluminiscencia, absorción de rayos ultravioletas.*

ii) Monóxido de carbono:

Pasivos

Reactivo	*Producto de reacción*	*Análisis*
Tenax (absorbente de zeolita)		*Desorción térmica GC-FID tras su conversión a metano*

Activos

Solución de absorción	*Producto de reacción*	*Análisis*
		Conductometría

Automáticos: *Absorción de infrarrojos no dispersiva, método de correlación de filtros de gas.*

iii) Partículas suspendidas:

Activos

Método	*Análisis*
Humo negro *Muestras de alto volumen* *Absorción de rayos beta* *Vigilancia del tamaño de las partículas*	*Reflectometría* *Gravidimetría* *Atenuación de rayos beta* *Gravidimetría*

Automáticos*: Absorción de rayos beta.*

iv) Dióxido de azufre:

Pasivos

Reactivo	*Producto de reacción*	*Análisis*
Tetracloromercurato (TCM;West-Gaeke); *TEA (+glicol);* *KOH (+glicerol)* *Na2CO3 (+glicerina);* *TEA + Na2CO3*	*Sulfito;* *Sulfito;* *Sulfato;* *Sulfato;*	*Espectrofotometría (pararosanilina);* *Espectrofotometría (pararosanilina);* *Espectrofotometría (iones de bario + DMSA);* *Cromatografía de cambio de iones;* *Método de Thorin después del cambio de iones*

Activos

Solución de absorción	*Producto de reacción*	*Análisis*
Agua oxigenada; *Tetracloromercurato de sodio;* *Filtro impregnado de hidróxido de potasio*	*Ácido sulfúrico;* *Complejo dicloro- sulfito-mercurato;* *Sulfato*	*Análisis volumétrico con tetraborato de sodio, Cromatografía de cambio de iones; Espectrofotometría Colorimetría;* *Espectrofotometría*

Automáticos: *Conductometría, fluorescencia de la radiación ultravioleta.*

v) Dióxido de nitrógeno:

Pasivos

Reactivo	*Producto de reacción*	*Análisis*
Trietanolamina (TEA); NaI + Na2CO3	*Nitrito* *Nitrito*	*Cromatografía de cambio de iones o espectrofotometría*

Activos

Solución de absorción	*Producto de reacción*	*Análisis*
Solución alcalina; *Trietanolamina, Guaiacol, Metabisulfito de sodio (TGS); Cuentas de vidrio cubiertas de yoduro potásico y arsenito de sodio*	*Nitrito;* *Nitrito;* *Nitrito*	*Espectrofotometría, colorimetría (ácido sulfanílico (+ dihidrocloruro de N-(1-naftil)-etilendiamina) (NEDA); Espectrofotometría (sulfanilamida + sal amónica de ácido 8-anilino-1-naftalensulfónico (ANSA); Espectrofotometría, (ácido sulfanílico + NEDA)*

Automáticos: *Quimioluminiscencia.*

vi) Monóxido de nitrógeno:

Pasivos

Reactivo	*Producto de reacción*	*Análisis*
CrO3 (oxidación), TEA	*Nitrito*	*Espectrofotometría*

Activos

Solución de absorción	*Producto de reacción*	*Análisis*
Oxidación a dióxido de nitrógeno y solución alcalina *Oxidación a dióxido de nitrógeno y trietanolamina,* *Guaiacol, Metabisulfito de sodio (TGS);* *Oxidación a dióxido de nitrógeno y cuentas de vidrio cubiertas de yoduro potásico y arsenito de sodio*	*Nitrito;* *Nitrito;* *Nitrito*	*Espectrofotometría, colorimetría (ácido sulfanílico + dihidrocloruro de N-(1-naftil)-etilendiamina (NEDA);* *Espectrofotometría (sulfanilamida + sal amónica de ácido 8-anilino-1-naftalensulfónico (ANSA));* *Espectrofotometría, (ácido sulfanílico + NEDA)*

Automáticos: *Quimioluminiscencia tras oxidación con dióxido de nitrógeno.*

6. Fuente de Información

La información proviene de entidades ambientales.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [66]

- *Finalidad*

Medir la exposición de las personas a los distintos contaminantes del aire.

El indicador puede ser utilizado para monitorear las tendencias en la contaminación atmosférica como base para priorizar acciones políticas, identificar situaciones críticas o áreas necesitadas de especial atención; estimar la población total expuesta a niveles excesivos de contaminación; controlar los niveles mediante comparación con estándares de calidad; valorar los efectos de las políticas sobre calidad del aire; y ayudar a investigar las asociaciones existentes entre la contaminación atmosférica y la salud.

- *Interpretación*

El porcentaje de la población mundial que vive en zonas urbanas es cada vez mayor. La mayoría de las fuentes de contaminación suelen encontrarse en las zonas urbanas en sus proximidades. Como resultado de ello, el mayor potencial de exposición humana a unas condiciones ambientales perjudiciales y a los consiguientes problemas de salud corresponde a las zonas urbanas. La mejora de la calidad del aire es un aspecto importante de los asentamientos humanos sostenibles.

Es preciso conocer las concentraciones de contaminantes del aire a establecer medidas adecuadas de control de las fuentes de contaminación.

9. Limitaciones

Falta de recursos eficaces para su determinación, existe deficiencia en la obtención y procesamiento del dato.

66 Naciones Unidas (UN). Department of Economic and Social Affairs. Division for Sustainable Development.

2.6 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Indicador N° 50: Generación de residuos sólidos domésticos (tn/año)

1. Concepto

Esta información permite conocer el volumen de los residuos sólidos domésticos generados y estimados en función al número de habitantes.[67]

Los residuos sólidos domésticos, son aquellos generados en las actividades comerciales, limpieza pública y doméstica, constituídos por restos de alimentos, periódicos, botellas, latas, cartón, residuos vegetales; generados en plazas de mercado y limpiezas de calles y otros similares en un período de tiempo específico. [68]

El concepto preciso de residuo sólido es variable, pero puede entenderse básicamente que se trata del material que ha dejado de tener un propósito útil y se descarta. Por consiguiente, se considera que no tiene valor comercial para el productor. Sin embargo, ello no supone que no tenga valor para alguna otra parte.[69]

2. Definición Operativa [70]

El indicador se describe como el valor resultante de la sumatoria, en peso, de los residuos generados por la actividad doméstica en un año (365 días).

Fórmula N° 49

$$RSG = \sum RSU$$

Donde:

RSG = Residuos sólidos de origen doméstico generado a nivel de ciudades disponibles durante un mes.
∑RSU = Sumatoria de los residuos generados por la actividad doméstica en peso durante un año.

3. Unidad de Medida

Toneladas generadas en un año (tn/año).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [68]

Las fuentes de información son de tipo directa e indirecta.

La información directa corresponde a la reportada por la oficina de saneamiento de cada país. La información indirecta es generada a partir de estimaciones con base en las estadísticas socio-demográficas reportadas por el Instituto de Estadística correspondiente, utilizando factores de generación de residuos según su tipo.

6. Fuente de Información

Instituciones municipales que proporcionan información básica sobre la generación de residuos sólidos.

---

67 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
68 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
69 Naciones Unidas (UN), Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de desarrollo Sostenible: Marco y Metodología, 1996.
70 Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC).Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [71]

- *Finalidad*

Este indicador está estrechamente relacionado con otros indicadores socioeconómicos y ambientales, especialmente los relacionados al nivel de ingresos y al crecimiento económico de los países. Entre ellos figuran la tasa de crecimiento de la población urbana, el producto bruto interno (PBI) por habitante, la eliminación de desechos y el reciclado de desechos.

También indica las pautas de consumo de materias primas. Las economías más desarrolladas suelen producir más desechos.

- *Interpretación*

Reflejar la producción de desechos sólidos como resultado de todas las actividades domésticas.

9. Limitaciones [71]

La producción de desechos sólidos resulta cara de medir en la fuente; por consiguiente, es difícil obtener estadísticas coherentes y comparables. Es frecuente que la producción de desechos sólidos se confunda con los desechos sólidos eliminados, que se miden registrando el peso ó el volumen de los desechos conducidos a centros de eliminación o tratamiento.

El volumen de desechos producidos puede verse considerablemente afectado por la presencia de desechos particulares. Por ejemplo, la inclusión de los desechos de construcción en los desechos domésticos afecta a la densidad de desechos y, por consiguiente, al indicador. También afectan a la densidad de desechos el método real de almacenamiento y su contenido de humedad.

En general, los datos están dispersos, resultan difíciles de obtener, y consisten sólo en estimaciones aproximadas. Cuando existen, pueden obtenerse datos sobre desechos municipales de estudios de una muestra representativa de la población.

Resulta difícil medir la producción de desechos en la fuente por lo que respecta a los desechos municipales, salvo realizando estudios intensivos a nivel de las unidades familiares.

Indicador N° 51: Disposición final de residuos sólidos registrados (tn/año)

1. Concepto

Representa la cantidad de residuos sólidos dispuestos, en un periodo de tiempo específico, en instalaciones apropiadas según sus características y tipo de residuo.[72]

2. Definición Operativa [73]

El indicador se describe como el valor resultante de la sumatoria, en peso, de los residuos (generados por la actividad doméstica) dispuestos en el país en instalaciones apropiadas en un periodo de año (365 días).

---

71 Naciones Unidas (UN), Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, 1996.

72 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

73 Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

Fórmula N° 50

$$RSDA = RSR + RST.$$

Donde:

RSDA = Residuos sólidos dispuestos apropiadamente.
RSR = Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario o escombrera.
Incluye los residuos sólidos que han sido dispuestos en rellenos sanitarios o escombreras apropiadas, expresadas en tamaño.
RST = Residuos sólidos dispuestos en sistemas de transformación.
Incluye los residuos sólidos que han sido transformados en instalaciones apropiadas, expresados en tamaño.

Definición de la variable

Residuos sólidos dispuestos en relleno sanitario o escombreras: *Representa la cantidad en toneladas de residuos sólidos domésticos dispuestos en un año en relleno sanitario o escombrera apropiadas, según tipo de residuos.*

El relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población.

Residuos sólidos dispuestos en sistemas de transformación: *Representa la cantidad en toneladas de residuos sólidos domésticos dispuestos en sistemas de transformación apropiados mediante incineración, pirólisis, destilación destructiva o gasificación; o procesamiento de residuos química o biológicamente. Una instalación de transformación no incluye una instalación de compostaje.*

3. Unidad de Medida

Toneladas por año (Tn/año).

4. Cobertura

Ciudades disponibles.

5. Metodología [73]

Se determina el peso de los residuos eliminados dispuestos en instalaciones apropiadas.

La forma más sencilla de establecer este indicador es extraer datos de los registros sobre el número y las cargas de vehículos de recogida de basura del servicio público y de los contratistas privados que recojan desechos y luego son llevados a instalaciones apropiadas. Algunos centros de eliminación de desechos están equipados con básculas puente para controlar el vertido autorizado y que también pueden utilizarse para recoger datos.

6. Fuente de Información

Instituciones municipales que proporcionan información básica sobre la eliminación de residuos sólidos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [74]

- *Finalidad*

Ubicación espacial de los sitios de disposición final de los residuos.
Evaluación del potencial impacto de los residuos sobre el medio ambiente.

- *Interpretación*

El volumen de los desechos eliminados es un indicador que refleja la eficiencia de la prestación de servicios de gestión de desechos.

Las autoridades urbanas que otorgan poca importancia a la gestión de desechos tendrán un nivel muy bajo de eliminación de desechos con respecto al volumen producido, a menos que estén generalizados en el reciclado y la reutilización. En general, una gestión de los desechos adecuada, indica que las autoridades son conscientes del carácter preventivo de esas actividades, que reducen los riesgos para la salud y el medio ambiente.

9. Limitaciones [75]

La información no es actualizada eficientemente.

Falta de conocimiento sobre las técnicas ambientalmente seguras de disposición final de residuos a través de relleno sanitario, escombrera o sistemas de trasformación.

Falta de especificaciones técnicas para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios, escombreras y sistemas de transformación.

Falta de aplicación de criterios sociales y ambientales en la identificación de sitios para las instalaciones de los diferentes sistemas de disposición o transformación de los residuos.

2.7 BALANCE ENERGÉTICO (EQUILIBRIO OFERTA-UTILIZACIÓN)

Indicador N° 52: Proporción de la población (y viviendas) que utiliza combustibles sólidos

1. Concepto [76]

Utilización de combustibles sólidos es el uso de la biomasa (madera, leña, residuos de la cosecha, estiércol y carbón) como fuente primaria de energía doméstica para cocinar y calentar.

2. Definición Operativa

El indicador se calcula como la proporción de hogares que utilizan uno o más combustibles sólidos sin procesar, del total expresado como porcentaje.

Fórmula N° 51

$$PPCS = \frac{PCS}{PT} X100$$

---

[74] Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.
[75] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
[76] Naciones Unidas (UN). Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals 2003.

Donde:

PPCS = Porcentaje de población/viviendas que utilizan uno o más combustibles sólidos sin procesar del total.
PCS = Población/viviendas que utilizan uno o más combustibles sólidos sin procesar
PT = Población/viviendas totales

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 1.

5. Metodología [76]

Los datos pueden derivarse de encuestas a hogares, utilizando preguntas uniformes.

6. Fuente de Información

Institutos Nacionales de Estadística de los países.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [76]

- *Finalidad*

La finalidad del indicador es medir la proporción de población/viviendas que utilizan combustibles sólidos, población expuesta a centenares de contaminantes dañinos para la salud

- *Interpretación*

La combustión incompleta e ineficaz de combustibles sólidos tiene como resultado la emisión de centenares de componentes, muchos de los cuales son contaminantes dañinos para la salud humana ó gases invernaderos que contribuyen al cambio climático global.

9. Limitaciones

Problemas presupuestales y de coordinación, referente a la inclusión de preguntas uniformes, en encuesta a hogares, para la obtención del indicador.

Indicador N° 53: Gas natural

1. Concepto [77]

El gas natural es la fuente de energía fósil con mayor avance desde los años 70 y representa actualmente la quinta parte del consumo energético mundial.

Gracias a sus ventajas económicas y ecológicas, el gas natural resulta cada día más atractivo para muchos países. Las características de este producto, como por ejemplo su reducido intervalo de

[77] Conferencia de las Naciones sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

combustión, hacen de esta fuente de energía una de las más seguras del momento. En la actualidad es la segunda fuente de energía de mayor utilización después del petróleo.

El gas natural es una fuente de energía versátil que puede ser utilizada en ámbitos muy variados. La producción de calefacción y la generación de electricidad son sus principales usos tradicionales. En el futuro, la problemática de la protección del medio ambiente podría conducir a una mayor utilización del gas natural en el sector transporte.

2. Definición Operativa [77]

El cálculo del gas natural extraído se efectúa sumando las cantidades unitarias de las unidades de producción, proporcionados por estas mismas y compiladas por las oficinas de estadística de las instituciones a las que les compete la actividad, obtenida, a su vez, por el Instituto Nacional de Estadística de cada país.

Formula N° 52

$$GN = \sum GNER$$

GNE = Gas natural extraido anualmente
GNER = Gas natural extraido anualmente por reserva

3. Unidad de Medida

Barriles por año (b/a) y su equivalente en Gigajoules (Gj), para ser comparado con otras fuentes de energía.

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología [78]

Las reservas de gas natural están claramente localizadas y los volúmenes de extracción se determinan "in situ", debiendo después integrar la información de detalle, yacimiento por yacimiento.

6. Fuente de Información

Organismos dedicados a la toma de información sobre combustibles fósiles e institutos Nacionales de Estadística de los países.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [78]

- *Finalidad*

La finalidad del indicador es medir la disponibilidad de gas natural y relacionarlo con las demás fuentes de recursos energéticos.

- *Interpretación*

El gas natural es considerado como uno de los combustibles fósiles más limpios y respetuosos con el medio ambiente. Su ventaja comparativa en materia ambiental en comparación con el carbón o con el

[78] Conferencia de las Naciones sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD).

petróleo reside en el hecho de que las emisiones de dióxido de azufre son ínfimas y que los niveles de óxido nitroso y de dióxido de carbono son menores. Una mayor utilización de esta fuente de energía permitiría particularmente limitar los impactos negativos sobre el medio ambiente tales como: la lluvia ácida, la deterioración de la capa de ozono o los gases con efecto de invernadero.

9. Limitaciones

La determinación de las cantidades de gas natural en las explotaciones energéticas no reviste mayor dificultad si se disponen de las estadísticas manejadas por las empresas de inversión y por la autoridad competente que registra mensualmente los volúmenes extraídos.

Indicador N° 54: Petróleo

1. Concepto [78]

El petróleo es un producto constituido de una multitud de moléculas compuestas de átomos de carbono e hidrógeno, hablamos de hidrocarburos.

Estas distintas moléculas son caracterizadas por el número y la estructura de los átomos de carbono. La química mineral distingue cuatro grandes tipos de hidrocarburos en función de la naturaleza de las conexiones atómicas entre átomos de carbono, las cuales son: Los Alcanos, los Alquenos ó Carburos Etilénicos, los Alquinos y las Cadenas Aromáticas.

El estado físico de los compuestos del petróleo en las condiciones normales varía según la longitud de la cadena alifática. En efecto, cuanto más larga es la cadena, más grande es la masa volumétrica del compuesto y más viscoso es el compuesto. Como ejemplo, los compuestos del Metano al Butano (C1 al C4) son gaseosos a temperatura ambiente; a partir de cinco átomos de carbono los compuestos son líquidos y más allá de una quincena de átomos de carbono, son sólidos. Como para toda la molécula, el estado físico de los compuestos varía en función de la temperatura y la presión. Estas propiedades se utilizan con el fin de separar las cadenas de distintas longitudes: la destilación es un ejemplo de separación de las moléculas por el calor.

Por otra parte, evaluar las reservas de petróleo es una cuestión importante con el fin de administrar lo mejor posible este recurso. Sin embargo las reservas evolucionan sin cesar, y contrariamente a lo que se podría pensar las reservas definidas (o probadas) no han sido nunca tan importante que actualmente.

Las reservas de petróleo suelen definirse como las cantidades sobre cuyas posibilidades de extracción en el futuro (en las condiciones económicas y técnicas vigentes), existe cierta seguridad, sobre la base de la información geológica y técnica disponible.[79]

2. Definición Operativa

Se define como la cantidad de barriles de petróleo en un año.

Fórmula N° 53

$$EP = \sum EPR$$

Donde:

EP = Extracción de petróleo anualmente.
EPR = Extracción de petróleo anualmente por reserva.

[79] Naciones Unidas (UN), Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

3. Unidad de Medida

Barriles por año (b/año) y su equivalente en Gigajoules (Gj), para ser comparado con otras fuentes de energía.

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología [79]

La cantidad existente comprobada es el tonelaje que se ha medido y evaluado cuidadosamente y que se considera explotable en las condiciones económicas locales actuales y previstas tomando en cuenta la tecnología disponible. Las reservas recuperables comprobables son el tonelaje de la cantidad existente comprobada que se puede recuperar (extraer en bruto de la tierra) en las condiciones económicas locales presentes y previstas tomando en cuenta la tecnología disponible. La cantidad existente adicional estimada es el tonelaje adicional que se deduce de la cantidad existente comprobada. Las estimaciones se basan en la información geológica y de prospecciones sobre una zona o en la duplicación y el paralelismo de las condiciones geológicas que se dan en otros yacimientos conocidos.

6. Fuente de Información

Ministerio de Energía ó Instituto de Investigación de Energía de cada país. También las Oficinas Nacionales de Estadística.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [80]

- *Finalidad*

La finalidad del indicador es medir la disponibilidad del recurso energético de petróleo.

- *Interpretación*

La energía es un aspecto clave del consumo y la producción. Este indicador sirve de base para calcular los suministros energéticos futuros, lo que permite la pronta adopción de decisiones con miras a garantizar la utilización eficiente de esos recursos a largo plazo. Las reservas comprobadas constituyen unas existencias básicas que los gobiernos pueden utilizar para alcanzar niveles más elevados de desarrollo sostenible.

9. Limitaciones

No existen mayores limitaciones para la obtención de información de petróleo, por cuanto, los reportes de cada fuente de producción son registrados diariamente.

Indicador N° 55: Fuentes renovables

1. Concepto [80]

Los elementos que comprende este indicador son los llamados recursos renovables, Por recurso renovable se entiende la energía recogida a partir de flujos de energía ambiental o de sustancias

[80] Naciones Unidas (UN), Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

derivadas de éstas. Esta definición comprende la energía derivada de la combustión de biomasa, que se refiere a cualquier materia vegetal utilizada directamente como combustible o convertida en combustible o electricidad y/o calor. Las fuentes de energía renovable son los biocombustibles que están representados por la leña, el carbón vegetal, el bagazo, los desechos, además de la electricidad derivada de la energía solar, la energía eólica, la energía de las olas, hidráulica, los acuíferos geotérmicos y energía nuclear.

2. Definición Operativa

Fórmula N° 54

$$PER = \sum PERF$$

Donde:

PRE = Producción de energía renovable.
PERF = Producción de energía renovable segun fuente

3. Unidad de Medida

Toneladas (ton) y su equivalente a Gigajoules (Gj), para ser comparado con otras fuentes de energía.

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

A través de encuestas y de los reportes de las centrales energéticas correspondientes.

6. Fuente de Información

Las entidades públicas y privadas dedicadas al tema de la deforestación de los bosques y centros de energía en cada país. Así también, pueden obtenerse datos sobre recursos no renovables en las Oficinas Nacionales de Estadística.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [81]

- *Finalidad*

Determinar la explotación de los recursos renovables.

- *Interpretación*

La energía es un aspecto clave del consumo y de la producción. La dependencia de recursos no renovables puede considerarse insostenible a largo plazo. Aunque se descubran nuevas fuentes de combustibles fósiles, su utilización no puede ser aconsejable por motivos económicos. Por otra parte, los recursos renovables pueden suministrar energía continuamente si se aplican prácticas sostenibles de gestión. Téngase en cuenta que la relación entre el consumo de recursos energéticos no renovables y renovables mide la sostenibilidad del desarrollo del país.

[81] Naciones Unidas, Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

9. Limitaciones

Dada la diversidad de recursos renovables y de sus usos, resulta difícil reunir datos al respecto.

Indicador N° 56: Energía Eléctrica

1. Concepto [82]

Energía eléctrica es la proveniente de las centrales hidroeléctricas y térmicas. La función de una central hidroeléctrica es utilizar la energía potencial del agua almacenada, convertirla primero en energía mecánica y luego en eléctrica. Por otro lado se denominan centrales termoeléctricas clásicas o convencionales aquellas centrales que producen energía eléctrica a partir de la combustión de carbón, fuel oil o gas en una caldera diseñada para tal efecto.

2. Definición Operativa [82]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los datos técnicos de la producción de energía eléctrica registrados por las distintas empresas suministradoras de electricidad.

Una vez estimada la cantidad de energía eléctrica, se realiza la sumatoria final para obtener la cantidad total producida en el periodo descrito.

Fórmula N° 55

$$EEP = \sum EEPE$$

Donde

EEP = Energía eléctrica total producida anualmente
EEPE = Energía eléctrica producida anualmente por empresa suministradora de electricidad.

3. Unidad de Medida

Megawatts hora (Mwh) y su equivalente en Gigajoules (Gj), para ser comparado con otras fuentes de energía.

4. Cobertura

NUTE 1.

5. Metodología [82]

La determinación de la energía eléctrica procedente de centrales hidroeléctricas se obtiene de multiplicar 8 veces el caudal (m^3/s) del curso de agua en estudio por la altura de caída (m) desde la llamada cámara de carga hasta las turbinas, el resultado se da en Kilowatts (Kw).

Para el caso de las centrales térmicas se debe saber sólo la cantidad de combustible utilizado en cada una de las centrales, expresado en barriles. Pero se considera que este factor ya es considerado en el indicador petróleo, por ello solo se trabajará en este caso con lo reportado por las centrales hidroeléctricas.

6. Fuente de Información

Empresas eléctricas públicas y/o privadas dedicadas al abastecimiento de energía, así como los Institutos Nacionales de Estadística de cada país.

---

82 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [83]

- *Finalidad*

El indicador evalúa la cantidad de energía eléctrica generada, de forma que satisfagan las necesidades básicas. Este indicador, tiene la cualidad de ser fácil de obtener y permite estimar, la evolución de la actividad económica del país en cuestión.

- *Interpretación*

Permite evaluar la situación actual y tendencia en la producción de energía eléctrica.

9. Limitaciones [83]

No existen mayores limitaciones para la obtención de información de producción de energía eléctrica.

Indicador N° 57: Otros

1. Concepto

Energía contenida en los núcleos de los átomos, que se libera en una reacción nuclear, como fisión, fusión o desintegración radiactiva.[84]

La energía nuclear es la fuente energética de mayor poder, aunque no la más rentable. Sus dos principales problemas son: [85]

- *Desechos radiactivos de larga vida.*
- *Alta potencialidad aniquiladora en caso de accidente.*

2. Definición Operativa

El cálculo del indicador se realiza por la sumatoria de la producción de todos los reactores nucleares del país.

Fórmula N° 56

$$EN = \sum ENR$$

Donde:

EN = Energía Nuclear producida.
ENR = Energía Nuclear producida por reactor.

3. Unidad de Medida

Gigajoules (Gj), para ser comparado con otras fuentes de energía.

4. Cobertura

Nacional.

---

83 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
84 Foro Nuclear de la Industria Española.
85 Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

5. Metodología

La metodología convencional que se sigue para la obtención de la energía atómica es la fisión nuclear, el cual es un proceso en el que un núcleo pesado (número de masa > 200) se divide para formar núcleos más pequeños de masa intermedia y uno o más neutrones. Puesto que el núcleo pesado es menos estable que sus productos, este proceso libera gran cantidad de energía.

6. Fuente de Información

Institutos Nacionales de Energía Nuclear del país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Este indicador permite la determinación de la producción de energía atómica y sirva para conocer su aportación a la energía total producida y compararla con la aportación de otras fuentes de energía.

- *Interpretación*

El indicador mide las cantidades de energía nuclear producida durante un año.

9. Limitaciones

No existe mayor dificultad en conocer la producción de energía atómica, porque además de existir un mínimo de plantas nucleares en los países, su localización es fácilmente accesible.

Indicador N° 58: Total del Balance

1. Concepto

El total del balance energético, es la cantidad de energía –sólida, líquida y gaseosa- producido por el país en un año.[86]

2. Definición Operativa

El cálculo del indicador se realiza por la sumatoria de la producción de todas las fuentes de energía del país.

Fórmula N° 57

$$BE = \Sigma EP$$

Donde:

BE = Balance energético total.
EP = Cantidad de energía producida por tipo específico.

3. Unidad de Medida

Gigajoules (Gj).

[86] Naciones Unidas, Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

Las metodologías para calcular la producción de energía de cada fuente son explicadas en la determinación de los Indicadores del 53 al 57 del presente manual.

6. Fuente de Información

Empresas públicas y privadas productoras de energía, Ministerios de Energía e Institutos Nacionales de Estadística.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [87]

- *Finalidad*

Medir la producción de energía de todas las fuentes.

- *Interpretación*

La producción y uso de la energía son aspectos fundamentales. Tradicionalmente se ha observado que la energía es el motor del progreso económico. Sin embargo, su producción, utilización y subproductos han tenido graves consecuencias para el medio ambiente. Romper la vinculación entre el uso de energía y el desarrollo supone uno de los principales retos del desarrollo sostenible. El objetivo a largo plazo es mantener el desarrollo y la prosperidad mediante la mejora de la eficiencia energética, más que mediante un aumento de la producción.

9. Limitaciones

Las dificultades se circunscriben a la confiabilidad de la información por tratarse, principalmente, de diferentes fuentes de producción de energía y la conversión de unidades.

Indicador N° 59: Uso de energía (equivalente de petróleo) por 1 000 dólares del Producto Interno Bruto.[88]

1. Concepto

El indicador se refiere al costo en unidades del Producto Bruto interno respecto de la cantidad de energía consumida anualmente.

Utilización de energía (equivalente en kilogramos de petróleo) por 1 000 dólares de Producto Bruto Interno, es la energía usada, medida en unidades de petróleo equivalente por 1 000 dólares de Producto Bruto Interno convertido desde moneda nacional usando el cambio de conversión.

El indicador proporciona una medida de la intensidad de energía (inversa de la eficiencia de energía)

Diferencias de estas proporciones en el tiempo y a través de los países reflejan cambios estructurales en la economía, cambios en la eficiencia de la energía de sectores particulares y diferencias en combustibles relacionados.

---

87 Naciones Unidas, Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

88 Naciones Unidas (UN). Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals, 2003.

En principio, a proporción más baja, mejor eficiencia de energía.

2. Definición Operativa [88]

El indicador se calcula por la cantidad de energía consumida por cada 1 000 dólares del PBI.

Fórmula N° 58

$$UE = CEC \text{ por cada } \$ \ 1\,000 \text{ PBI}$$

Donde:

UE = Uso de energía en Kg de petróleo por cada mil dólares del PBI.
CEC = Cantidad de energía consumida.

3. Unidad de Medida

Kg. de petróleo por 1 000 dólares PBI.

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Las metodologías para calcular la producción de energía de cada fuente han sido explicadas anteriormente.

6. Fuente de Información

Las entidades gubernamentales que se dedican al tema de la energía en cada país (cálculo de la energía) y los Bancos Centrales (cálculo del PBI).

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [89]

- *Finalidad*

Medir la producción de energía de todas las fuentes.

- *Interpretación*

El patrón de consumo de energía es importante a fin de evaluar la sostenibilidad, considerando que el aumento o disminución de este indicador está asociado a cambios en la presión sobre los recursos naturales renovables y no renovables, la contaminación atmosférica y el cambio climático.

9. Limitaciones [89]

Para un análisis de sostenibilidad, es necesario contar con información desagregada al nivel establecido sobre consumos de energía.

Es necesario establecer el valor del PBI y los tipos de energía utilizados, proceso que requiere un análisis detallado de diferentes fuentes de información.

---

[89] Naciones Unidas (UN). Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals, 2003.

3. TIERRA Y SUELOS

La disposición natural de los suelos por su conformación, constitución y estructura, genera bienes y servicios, produciendo un equilibrio armónico como función natural en los ecosistemas y que en la mayoría de los casos es sostenible, lo cual se conoce como oferta natural de los suelos.

Los suelos, vistos desde su génesis y evolución, están influenciados por los aspectos ambientales como el clima, la vegetación, el agua en todos sus estados y localizaciones (atmósfera, suelo y subsuelos) y, por todos los elementos bióticos macro y microbiológicos como organismos que descomponen y forman materia orgánica, interactuando con la vegetación, las rocas, formaciones superficiales y el relieve como parte del paisaje considerados en un tiempo determinado. Estos procesos, tanto naturales como inducidos por el hombre, han generado la evolución de los suelos, los cuales se encuentran distribuidos y tipificados en ecosistemas. Esto hace que el suelo como elemento integral de los ecosistemas interacciones dentro de un intercambio energético con los diferentes elementos del ecosistema, brindando diferentes bienes y servicios a la naturaleza y a la comunidad.

La sostenibilidad de los ecosistemas hace referencia al equilibrio que debe mantener el sistema entre las interacciones de los productos que ofrece el sistema y las demandas que requieren los seres para la subsistencia, sin afectarse ninguno de ellos. Siendo el suelo uno de los recursos que ofrece insumos al sistema y que también depende de los otros elementos del sistema para subsistir, es necesario contar con un mecanismo para identificar, conocer y evaluar la calidad de los suelos como recurso de los ecosistemas.

Para tal efecto, se presenta una serie de indicadores de oferta de bienes y servicios del suelo que proporcionan información sobre el estado del suelo y sobre su capacidad de soportar requerimientos de otras fuerzas del sistema. También se presentan otros indicadores que expresan los efectos de degradación del suelo, tanto naturales como inducidos, con el objeto de indicar las presiones donde los ecosistemas cumplen sus funciones.

Así mismo, se introduce el indicador de erosión de la línea de costa, en razón de que el uso y la ocupación de las zonas costeras ha producido impactos negativos sobre los sistemas naturales litorales, los cuales han repercutido en la calidad y la estabilidad de los ecosistemas, los espacios geográficos y la infraestructura construida.

Texto Tomado de:

Colombia. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

3.1 USO DEL SUELO

3.1.1 Agrícola

Indicador N° 60: Hectáreas de cobertura nacional agrícola/total de superficie de territorio nacional

1. Concepto [1]

Superficie de tierras cultivables, es decir, tierras dedicadas a la producción de cosechas de un país sobre el total de superficie del país.

El concepto de tierra cultivable definido en los censos agrícolas a nivel nacional está claro. La tierra cultivable se define oficialmente como "las tierras que se utilizan para cultivos temporales o praderas temporales, para siega ó para pasto, las huertas para uso comercial ó privado, y las tierras temporalmente en barbecho".

Esa definición tiende a equiparar las tierras cultivables con las tierras cultivadas. La definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de tierras cultivadas corresponde a las tierras que se utilizan para cultivos temporales (anuales), aunque algunos países incluyen en las tierras cultivadas los cultivos perennes. Por consiguiente, pueden surgir dificultades para efectuar comparaciones entre los países.

2. Definición Operativa [1]

Es la relación entre la superficie cultivable respecto a la superficie total nacional

Fórmula N° 59

$$PCN = \frac{SC}{STN} \times 100$$

Donde:

PCN= Porcentaje de la superficie cultivable.
SC = Superficie cultivable
ST = Superficie total.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

La información sobre la superficie cultivada es obtenida principalmente mediante censos, encuestas e información teleobservación satelital. La delimitación de áreas bajo cobertura agrícola se obtiene por medio del software Sistema de Información Geográfica (SIG), la interpretación de la información, es calculada por superficie de cobertura, la misma que puede ser comparada a nivel de división política administrativa, cuencas hidrográficas y/o cualquier unidad geográfica que se requiera.

---

[1] Naciones Unidas (UN). Department of Economic and Social Affairs. Division for Sustainable Development.

6. Fuente de Información

Ministerios de Agricultura.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [2]

- *Finalidad*

Este indicador muestra la superficie de tierras cultivables disponible para la producción de alimentos. Para que resulte útil, debe disponerse de series cronológicas de datos.

- *Interpretación*

La capacidad de la agricultura y la tecnología para satisfacer la creciente demanda de alimentos es incierta. La población mundial está creciendo rápidamente, lo que pone en cuestión la capacidad de la sociedad de garantizar la seguridad alimentaria. Además, otros usos, como la extensión de las zonas urbanas, suponen cada vez mayor presión para las tierras agrícolas disponibles. La evolución del valor del indicador a lo largo del tiempo puede poner de manifiesto una mayor/menor presión sobre los recursos de tierras. Este indicador resulta útil para la adopción de decisiones relacionadas con la planificación de la tierra.

9. Limitaciones

La información de superficie cultivada es algunos países es registrada a nivel general o país y no detallada a nivel NUTE 2.

Hay complicaciones económicas en adquirir imágenes de satélite y recorridos de campo.

3.1.2 Forestal

Indicador N° 61: Proporción de la superficie de tierras cubiertas por bosques

1. Concepto [3]

La proporción de territorio cubierto por bosques es la razón entre el área total cubierta de bosques y el territorio total del país menos el área cubierta por aguas tierra adentro, tales como ríos mayores y lagos, el término bosques incluye los ecosistemas con un mínimo de un 10 por ciento de cubierta de copas de árboles y/o bambú y un área de más de 0.5 hectáreas, donde los árboles deben ser de una talla mínima de 5 metros asociado generalmente a una flora y fauna silvestres y condiciones de suelos naturales, sin estar sujetos a prácticas agrícolas. Se excluyen las plantaciones frutales.

Las tierras deforestadas pero las cuales serán reforestadas en un futuro próximo son incluidas.

Los bosques cumplen varias funciones que son esenciales para la humanidad, la provisión de bienes y servicios tales como protección contra la inundación, hábitat para la biodiversidad, secuestro de carbón, protección de la línea divisoria de las aguas y la conservación de suelos.

Por otro lado, los bosques cumplen múltiples funciones ecológicas, socioeconómicas y culturales en muchos países. Figuran entre los ecosistemas más diversos y extensos del mundo. Proporcionan muchos recursos importantes, como los productos de la madera, y cumplen funciones significativa, ya

---

2 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
3 Naciones Unidas (UN). Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals; 2003.

que sirven de lugares de recreo, son hábitat de flora y fauna silvestre, ayudan a conservar el agua y el suelo, y actúan como filtro de contaminantes; de allí la necesidad de determinar la relación entre la superficie bajo régimen de reserva forestal por categorías respecto a la superficie total nacional.

2. Definición Operativa [4]

Para hacer el cálculo del indicador se utilizan los registros con los datos técnicos de las reservas forestales establecidas.

Fórmula N° 60

$$PSFN_{(i)} = \frac{SFN_{(i)}}{STN} \times 100$$

Donde:

$PSFN_{(i)}$ = Porcentaje de superficie forestal (i) por categorías de clasificación de los bosques.
$SFN_{(i)}$ = Superficie bajo régimen forestal (i) por categorías de clasificación de los bosques.
ST = Superficie total.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [4]

Los datos de la superficie de bosques figuran en inventarios forestales nacionales, y se obtienen por muestreo producto de los reconocimientos sobre el terreno, los estudios catastrales y la teleobservación (sensores remotos) imágenes satélites, o mediante la combinación de esos sistemas.

6. Fuente de Información

Ministerios de Agricultura.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [5]

- *Finalidad*

Lograr rendimientos sostenibles y mejorados de los recursos forestales, garantizando la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y el medio ambiente.

Identificar la superficie ocupada por el sector forestal, avance de la frontera agrícola en forma espacial, estructura productiva, seguridad alimentaria.

Mostrar la superficie cubierta de formaciones boscosas en una región/país a lo largo del tiempo.

Suplir la demanda de información respecto a estadísticas forestales.

---

[4] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
[5] Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

- *Interpretación*

Permite evaluar la situación actual y tendencia de la superficie forestal por categorías de clasificación de los bosques.

El indicador provee una medida de la relativa importancia de los bosques en el país. Además de proveer datos para la identificación de la superficie ocupada por el sector forestal, proporciona información sobre el avance de la frontera agrícola en forma espacial, la estructura productiva y la seguridad alimentaria.

Cambios en el área forestal refleja la demanda de tierra para otros usos competitivos.

9. Limitaciones

Altos costos de los trabajos de monitoreo de las áreas forestales, adquisición de imágenes satelitales y recorrido de campo.

3.1.3 Minería

Indicador N° 62: Superficie dedicada a la actividad minera metálica/ total de superficie de territorio nacional

1. Concepto

La minería en la mayoría de países constituye una fuente importante de ingresos para sus economías; además de generar divisas, da trabajo a un buen número de personas y constituyen fuentes de desarrollo regional, trayendo consigo obras complementarias como carreteras, ferrocarriles, centrales hidroeléctricas, promoviendo el desarrollo local. [6]

Son actividades de la industria minera, las siguientes: cateo, prospección, solicitud de un derecho minero, exploración minera y estudio de factibilidad del proyecto, estudio de impacto ambiental, desarrollo y explotación minera, beneficio de extracción, comercialización y transporte minero.[7]

La actividad principal de la minería es la explotación, la cual es la extracción de los minerales contenidos en un yacimiento.[8]

La característica más saltante de los metales es su ductibilidad y maleabilidad, además de ser buenos conductores del calor y de la electricidad. Entre los más explotados se tienen al cobre, hierro, plomo, oro, mercurio, zinc, tungsteno, que tienen múltiples aplicaciones en la industria.[7]

2. Definición Operativa

Se calcula de acuerdo a las hectáreas que piden las personas naturales y/o jurídicas para su dedicación a las actividades mineras y de éstas, las que realmente están en ejercicio.

Fórmula N° 61

$$PSAM = \frac{SAMM}{TSTN} \times 100$$

Donde:

PSAM = Porcentaje de superficie de territorio declarado por personas naturales y/o jurídicas para su dedicación a las actividades mineras (metálicas) las cuales se encuentran en ejercicio.

---

6 Fondo Editorial Navarrete. Gran Atlas Universal y del Perú. 1996.
7 Ministerio de Energía y Minas del Perú.

SAMM = Superficie (hectáreas) de territorio declarado por personas naturales y/o jurídicas para su dedicación a las actividades mineras (metálicas) las cuales se encuentran en ejercicio.
ST = Superficie (hectáreas) de territorio total.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Existe en cada país un catastro minero nacional, donde se actualiza, las áreas nuevas presentadas y los manifiestos de producción.

6. Fuente de Información

Se obtiene de los archivos de las Direcciones Regionales de Minería, en sus expedientes.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Poseer información de las hectáreas mineras que declaran los titulares mineros como manifiesto de extracción, en relación a la superficie total en estudio, conociendo de esta manera el grado de explotación de yacimientos mineros.

- *Interpretación*

Las áreas manifestadas en explotación, nos permiten realizar un control y seguimiento ambiental, también un seguimiento minero de cobre, oro, y demás metales.

9. Limitaciones

La información que llega de las oficinas descentralizadas, no siguen un patrón homogéneo de reportes que dificultan la consolidación de datos a nivel de NUTE 2.

Indicador N° 63: Superficie dedicada a la actividad minera no metálica/total de superficie de territorio nacional

1. Concepto

La mayoría de países cuenta con abundantes minerales no metálicos, de gran utilidad como elementos de progreso y desarrollo. Entre ellos están la sal, de tanta importancia para el consumo humano y para el uso industrial; los minerales fertilizantes, como los fosfatos, que constituyen recursos importantes en la actividad agrícola; los materiales de construcción que existen en cantidades apreciables como arena, grava hormigón, etc. [8]

[8] Fondo Editorial Navarrete. Gran Atlas Universal y del Perú. 1996.

Esta información, nos permite verificar las hectáreas mineras que declaran los titulares de la minería no metálica, como manifiesto de producción.

2. Definición Operativa

Se calcula de acuerdo a las hectáreas que piden las personas naturales y/o jurídicas para su dedicación a la actividad minera no metálica y de éstas las que realmente están en ejercicio.

Fórmula N° 62

$$PSAM = \frac{SAMM}{STN} \times 100$$

Donde:

PSAM = Porcentaje de superficie de territorio declarado por personas naturales y/o jurídicas para su dedicación a las actividades mineras (no metálicas) las cuales se encuentran en ejercicio.
SAMM = Superficie (hectáreas) de territorio que declarado por personas naturales y/o jurídicas para su dedicación a las actividades mineras (no metálicas) las cuales se encuentran en ejercicio.
ST = Superficie de territorio total.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Existe en la actualidad un catastro minero nacional, donde se actualiza, las áreas nuevas presentadas y los manifiestos de producción.

6. Fuente de Información

Se obtiene de los archivos de las Direcciones Regionales de Minería, en sus expedientes.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Poseer información de las hectáreas mineras que declaran los titulares mineros como manifiesto de producción, en relación a la superficie total en estudio, conociendo de esta manera el grado de explotación de yacimientos mineros.

- *Interpretación*

Las áreas manifestadas en producción, nos permiten realizar un control y seguimiento ambiental, también un seguimiento minero en la explotación anual minera no metálica, como la sal, los fosfatos y los materiales de construcción, entre otros.[11]

9. Limitaciones

La información que llega de las oficinas descentralizadas, no sigue un patrón homogéneo de reportes que dificultan la consolidación de datos a nivel NUTE 2.

3.2 ASENTAMIENTOS HUMANOS

3.2.1 Urbano

Indicador N° 64: Área total de las ciudades / total de superficie de territorio nacional

1. Concepto

La superficie de las ciudades corresponde a las áreas cubiertas por estructuras como edificaciones construidas artificialmente conectadas por calles u avenidas, deducidas a partir de la cobertura biofísica tal cual se observa directamente o a través de sensores remotos.[9]

2. Definición Operativa [9]

La relación entre la superficie total nacional establecida en ciudades es la sumatoria de superficies de las ciudades entre la superficie total del país:

Fórmula N° 63

$$PSUNCC = \frac{\Sigma\ STC}{STN} \times 100$$

Donde:

PSC = Porcentaje de la superficie de las ciudades respecto del total.
STC = Superficie total de la ciudad
ST = Superficie total

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

La información es generada mediante la interpretación de imágenes satélitales y mapas cartográficos. [9]

6. Fuente de Información

Institutos Nacionales de Estadística de los Países Miembros.

7. Periodicidad

Anual.

---

9 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [10]

- *Finalidad*

Contar con información actualizada sobre la degradación de los recursos y el impacto de la urbanización, contar con información de la ubicación, características y extensión superficial de las categorías generales de cobertura.

Proporcionar información actualizada sobre la degradación del recurso suelo.

- *Interpretación*

El indicador permite tener conocimiento de la superficie de las ciudades diseminadas en todo el territorio nacional.

9. Limitaciones [11]

La información que llega de las oficinas descentralizadas, no sigue un patrón homogéneo de reportes que dificultan la consolidación de datos a nivel NUTE 2.

Indicador N° 65: Municipios con planes de ordenamiento territorial

1. Concepto

Este indicador evalúa la medida en que los gobiernos han puesto los planes de ordenamiento territorial en manos de las autoridades locales. [11]

El plan de ordenamiento territorial es un instrumento básico del planeamiento físico, jurídico y económico del territorio. Es una herramienta para consolidar el futuro municipal e impulsar la descentralización y la autonomía municipal. [12]

2. Definición Operativa

Número y porcentaje de gobiernos locales a los que se ha traspasado la ordenación del territorio ó que participan en su gestión.

Fórmula N° 64

$$PMPOT = \frac{\sum MPOT}{TM} X\ 100$$

Donde:

PMPOT = Porcentaje de municipios con planes de ordenamiento territorial.
MPOT = Municipios con planes de ordenamiento territorial.
TM = Total de municipios

3. Unidad de Medida

Número (N°) y Porcentaje (%).

---

10 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).
11 Naciones Unidas (UN). Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.
12 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia.

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Mediante técnicas de conteo, determinar los municipios que cuentan con planes de ordenamiento territorial.

6. Fuente de Información

Municipalidades o gobiernos locales.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [13]

- *Finalidad*

Este indicador representa la medida en que la ordenación del territorio está en manos de los tenedores de las tierras ó personas que controlan los recursos locales; también representa parcialmente, la medida en la cual las personas que controlan los recursos locales y otras personas que pueden influir directamente en dichos recursos tienen incentivos para conservarlos.

- *Interpretación*

Está generalizado el conocimiento de que devolver o, cuando menos, compartir, los derechos, la responsabilidad y los beneficios con relación a los recursos es fundamental para que su ordenación sea eficaz. La ordenación del territorio por parte de los municipios entraña la habilitación de ésta, y tiene consecuencias directas para el desarrollo sostenible.

9. Limitaciones [13]

Las limitaciones propias de indicador son las siguientes:

El indicador debe perfeccionarse y ponerse a prueba. El traspaso de poderes no facilita la captura de información sobre la capacidad de los diversos municipios de colaborar en el marco de un modelo descentralizado. La unidad de medición no tiene en cuenta un importante aspecto cualitativo, a saber, en que medida está repartida la ordenación del territorio entre sus usuarios, las comunidades locales y los gobiernos. El indicador no informa si las comunidades locales y los gobiernos conservan realmente los recursos.

Indicador N° 66: Porcentaje (superficie y población) de los asentamientos autorizados y no autorizados, en relacion a la (superficie y población) total de las ciudades.

1. Concepto

Los asentamientos autorizados son los ubicados en suelo clasificado como urbanizable en los planos maestros de la ciudad o integrados por viviendas autorizadas. [14]

Los asentamientos no autorizados son: i) zonas residenciales en las que se ha construido un grupo de viviendas en tierras sobre las que los habitantes no tienen derechos legales, o que ocupan ilegalmente; ii)

---

[13] Naciones Unidas (UN). Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

[14] Naciones Unidas (UN). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies; 1995.

asentamientos y zonas no planificadas, las viviendas no cumplen las normas de planificación y construcción en vigor. [15]

La superficie de las ciudades corresponde a las áreas cubiertas por estructuras como edificaciones construidas artificialmente conectadas por calles u avenidas, deducidas a partir de la cobertura biofísica tal cual se observa directamente o a través de sensores remotos. [15]

2. Definición Operativa

Relación entre la (superficie y población) total de asentamientos humanos autorizados y no autorizados y la (superficie y población) total de las ciudades; expresado en porcentaje.

Fórmula N° 65

$$PAA = \frac{\sum TAA}{TC} X\ 100$$

Donde:

PAA = Porcentaje de asentamientos autorizados por nivel establecido.
TAA = Total de (superficie y población)de asentamientos autorizados.
TC = Total de (superficie y población) de las ciudades.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%)

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [15]

El número de viviendas y población que viven en asentamientos no autorizados suele medirse en los censos. La superficie de esos asentamientos puede evaluarse mediante fotografías aéreas ó mapas del uso de la tierra. Este indicador no abarca las viviendas que se han legalizado ni las construidas en solares respecto de los cuales se han concedido títulos de propiedad ó permisos de arrendamiento u ocupación. Solo abarca las viviendas construidas en terrenos ocupados ilegalmente y/o las viviendas que no cumplen las normas en vigor. Siempre que sea viable, la interpretación y el significado de este indicador debe apoyarse en la comparación de la superficie y la población de los asentamientos no autorizados con el total de la superficie y la población perteneciente a las ciudades.

6. Fuente de Información

Ministerios de vivienda de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

[15] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [16]

- *Finalidad*

Este indicador mide tanto la relación de los asentamientos autorizados y no autorizados con respecto al total de la superficie de las ciudades como la población que vive dentro. Al centrarse en la legalidad de los asentamientos humanos, mide la marginalidad de las condiciones de vida.

- *Interpretación*

Los asentamientos que se caracterizan por la ilegalidad de la tenencia de tierras y por la construcción de viviendas no autorizadas suelen ser marginales y precarios, y no satisfacen las necesidades humanas básicas, como la necesidad de una vivienda asequible. Afectan al desarrollo sostenible de los asentamientos humanos, a la salud humana y al desarrollo socioeconómico.

Por lo general, los habitantes de los asentamientos ilegales viven en un entorno inseguro y precario, carecen de servicios básicos, no tienen derecho sobre la tierra que ocupan y no pueden reclamar en caso de ser desalojados. Además, muchos asentamientos ilegales están ubicados en tierras especialmente expuestas a los desastres naturales. Los asentamientos no autorizados suelen tener una densidad de población mucho mayor que los asentamientos autorizados, y sus condiciones de vida suponen una amenaza para la salud humana.

9. Limitaciones

Las limitaciones propias del indicador son:

El marco jurídico de los asentamientos en el que se basa este indicador difiere de un país a otro. Las viviendas no autorizadas no quedan registradas en las estadísticas oficiales, por lo que la medición de los asentamientos no autorizados carece de precisión. Pueden obtenerse datos procedentes de estudios específicos, aunque ello resulta difícil y la calidad de la información es variable. En el caso de las personas sin hogar, que es uno de los síntomas extremos de la falta de idoneidad de los asentamientos humanos, no se tiene en cuenta en este indicador y, de hecho, la existencia de asentamientos no autorizados puede reducir el número de personas sin hogar.

Indicador N° 67: Porcentaje del total de población viviendo en zonas costeras

1. Concepto [17]

Porcentaje del total de población que vive dentro de 100 kilómetros del litoral.

Los ecosistemas costeros proporcionan importantes beneficios económicos, como en la pesquería, turismo y recreación. Importantes también para la biodiversidad, reconocido por la Convención en la Diversidad Biológica (CBD) teniendo tanto un valor intrínseco así como de vital importancia para la vida humana y el desarrollo sostenible.

Una alta concentración de población dentro del 100 kilómetro de la zona costera puede afectar dramáticamente el ecosistema costero por la modificación ó pérdida del hábitat y por las cargas mayores de contaminantes. Cualquiera de estos procesos puede llevar a la pérdida de la biodiversidad, la entrada de especies invasivas, nuevas enfermedades entre organismos, hypoxia, flores de algas perjudiciales, reducción de la calidad de agua, y amenaza a la salud humana por toxinas en peces y mariscos y en lo patógeno tales como el cólera y la hepatitis

---

[16] Naciones Unidas (UN). Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies; 1995.

[17] Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y metodologías, agosto de 1996.

2. Definición Operativa

Por definición, este indicador se calcula como el porcentaje de la población total que vive en zonas definidas como costeras.

Fórmula N° 66

$$PPVC = \frac{PVC}{PT} X\ 100$$

Donde:

PPVC = Porcentaje de la población viviendo dentro de los 100 kilómetros del litoral.
PVC = Población total que vive dentro de los 100 kilómetros del litoral
PT = Población total

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [17]

El número de familias y habitantes que viven en las zonas costeras suele medirse en los censos. La superficie de estos asentamientos puede evaluarse mediante fotografías aéreas o mapas del uso de la tierra.

6. Fuente de Información

Ministerios de vivienda de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [18]

- *Finalidad*

Este indicador representa el crecimiento demográfico de la población en la zona costera ademas el impacto que tiene esto en el desarrollo económico así como en la degradación de ecosistemas costeros. Representa también el acceso relativo de poblaciones al ámbito costero que es importante para el desarrollo comercial y económico.

- *Interpretación*

Las densidades altas de la población afectan el ecosistema costero de la región. Al mismo tiempo, una proporción alta de población en áreas costeras con buen acceso al comercio interno, regional e internacional parece ser favorable para el desarrollo económico. Sin embargo, la sobre explotación del ecosistema costero pone los usos económicos futuros del recurso en riesgo.

[18] Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

9. Limitaciones [19]

La obtención de información es complicada porque hay diversas modalidades de asentamientos, teniendo la complejidad, aunque en menor rango de las grandes ciudades, donde se aprecia también la ocupación formal e informal y las diversas categorías en cuanto a la calidad de las viviendas.

3.2.2 Derecho a la Tenencia

Indicador N° 68: Proporción de la población con acceso a tenencia segura.

1. Concepto [19]

La tenencia segura es el derecho a la protección efectiva por parte del estado contra desalojos ilegales. La tenencia segura se refiere a la población que posee ó compra su vivienda, alquila privadamente ó a las viviendas sociales ó subtenencia. Las viviendas sin tenencia segura se definen como tugurios (si pagan ó no alquiler), sin hogar y las casas sin acuerdo firme.

El Programa de las Naciones Unidas UN-HABITAT define tugurio a las viviendas en las cuales viven un grupo de individuos bajo el mismo techo que carece de uno o más (en algunas ciudades, dos o más) de las condiciones siguientes: seguridad de la ocupación, calidad y durabilidad estructurales de vivienda, acceso al agua potable, acceso a fuentes de saneamiento y vivir en un área suficiente.

2. Definición Operativa

Fórmula N° 67

$$PPTS = \frac{PVS}{PT} X\ 100$$

Donde:

PPTS = Porcentaje de la población en viviendas seguras.
PVS = Número de personas en viviendas seguras.
PT = Población total.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

La información se puede obtener mediante censos, encuestas ó registros administrativos de propiedad de las instituciones correspondientes en cada país.

6. Fuente de Información

Ministerios de vivienda; oficinas nacionales ó regionales referidas a la formalización de propiedad.

7. Periodicidad

Anual.

---

[19] Naciones Unidas (UN). Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals; 2003.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [20]

- *Finalidad*

Medir el estado actual y los cambios en los derechos de tenencia segura de la población.

- *Interpretación*

Este indicador representa el índice del grado de derecho a la propiedad que más se utiliza y que sirve para determinar los niveles de derecho de propiedad de las viviendas en cuanto a ser sujetos de crédito y de formalidad de la tenencia.

9. Limitaciones [20]

La obtención de información es complicada porque hay diversas modalidades de posesión de tierras lo que dificulta la definición de la propia tenencia; asimismo, las modalidades de tenencia de las viviendas difieren en cada país. En muchas comunidades no se tienen registros de la propiedad, predominando las características de sucesión de la misma, lo propio ocurre para las propiedades comunales.

3.3 CONSERVACIÓN

3.3.1 Áreas Protegidas

Indicador N° 69: Superficie de áreas protegidas para mantener la diversidad biológica

1. Concepto [21]

Las Áreas Protegidas (AP) constituyen áreas naturales con o sin intervención humana, declaradas bajo protección del Estado mediante disposiciones legales, con el propósito de proteger y conservar la flora y fauna silvestre, recursos genéticos, ecosistemas naturales, cuencas hidrográficas y valores de interés científico, estético, histórico, económico y social, con la finalidad de conservar y preservar el patrimonio natural y cultural del país.

2. Definición Operativa [21]

Es la relación entre la superficie de las áreas protegidas (i) por categoría de manejo respecto a la superficie total nacional.

Fórmula N° 68

$$PAPN_{(i)} = \frac{SAP_{(i)}}{STN} \times 100$$

Donde:

PAPN = Porcentaje de la superficie de área protegida nacional por categoría de manejo del total de la superficie nacional.
$SAP_{(i)}$ = Superficie de área protegida según categoría de manejo (i)
STN = Superficie total nacional

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

---

[20] Naciones Unidas (UN). Indicators for Monitoring the Millennium Development Goals; 2003.
[21] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología [22]

El indicador de espacio ocupado por áreas naturales protegidas se obtiene, mediante la aplicación del Sistema de Información Geográfica, seleccionando las superficies de áreas protegidas por el estado (incluidas las superficies de agua dulce), expresada como porcentaje de la superficie total de tierras (y de agua dulce) y la superficie marina protegida como porcentaje de la superficie marina total.

Los datos importantes para el cálculo del indicador son los siguientes:

La clasificación de las zonas protegidas, puede adaptarse a las categorías de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Superficie total de cada una de las zona (con más de 1 000 héctareas) o parcialmente protegidas (cualquiera sea su tamaño) preferiblemente por tamaños.

6. Fuente de Información

Ministerios de Agricultura de cada país y jefaturas de las áreas nacionales protegidas.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Este indicador representa la medida en que se protegen contra usos incompatibles las zonas que son importantes para la biodiversidad, el acervo cultural, la investigación científica (incluida la vigilancia básica), las actividades recreativas, la conservación de los recursos naturales, y otros fines. [23]

- *Interpretación*

La creación de zonas protegidas es un instrumento esencial para la conservación de ecosistemas, cuyas funciones superan con creces la conservación de la diversidad biológica. Se trata de una de las piedras angulares del desarrollo sostenible. [24]

9. Limitaciones [23]

Se tiene dificultades para recibir información de las jefaturas de las áreas nacionales protegidas.

Indicador N° 70: Variación anual de la superficie de áreas protegidas

1. Concepto [24]

Información respecto a la variación de la superficie total de áreas protegidas, teniendo en consideración prioritariamente la diversidad biológica y los ecosistemas existentes.

---

22 Naciones Unidas (UN). Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

23 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales “Sistema de Información Medio Ambiental” (SIMA).

24 Naciones Unidas (UN). Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

2. Definición Operativa [23]

Fórmula N° 69

$$VASAP = \frac{[SAP_{(i)} - (SAP_{(i)} - 1)]}{SAP_{(i)}} \times 100$$

Donde:

VASAP = Variación anual de la superficie de áreas protegidas
SAP (i) = Superficie total del área protegida a nivel nacional en el año i.
SAP (i)-1 = Superficie total del área protegida a nivel nacional en el año i-1

3. Unidad de Medida

Variación porcentual (%).

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

El indicador requiere del total de la superficie de área protegida creada en el año anterior y del año de referencia.

6. Fuente de Información

Ministerio de Agricultura en cada país y jefaturas de las áreas nacionales protegidas.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Evaluar tendencia respecto a la variación de la superficie total de áreas protegidas.

- *Interpretación*

Las áreas protegidas conforman un potencial importante para el desarrollo de la industria del turismo entre otras actvidades económicas, en cada país.[25]

9. Limitaciones

Se tiene dificultades para recibir información de las jefaturas de las áreas nacionales protegidas conformadas.[25]

[25] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

3.4 ACTIVIDADES ANTRÓPICAS

3.4.1 Actividades Forestales

Indicador N° 71: Superficie deforestada/total de superficie de territorio nacional

1. Concepto

La deforestación es causada por la tala y quema de los bosques, para la conversión del bosque a la agricultura, la cría de ganado, la urbanización y la construcción de estructuras, la minería y la explotación de petróleo. No obstante, existe una tendencia a hacer hincapié en los pequeños agricultores migratorios o en la "pobreza" como causa principal de la pérdida de bosques. [26]

Los bosques cumplen múltiples funciones ecológicas, socioeconómicas y culturales en muchos países. Figuran entre los ecosistemas más diversos y extensos del mundo. Proporcionan muchos recursos importantes, como la producción de madera, y cumplen funciones significativas, ya que sirven de lugares de recreo, son hábitat de flora y fauna silvestres, ayudan a conservar el agua y el suelo, y actúan como filtro de contaminantes. Son base de empleo y usos tradicionales, así como de biodiversidad. Existe una preocupación generalizada por las consecuencias para la salud de los bosques y la biodiversidad natural que pueden causar las actividades humanas. En el Programa 21 (Programa de las Naciones Unidas) se menciona específicamente la lucha contra la deforestación para conservar los suelos, el agua, el aire y la diversidad biológica.[27]

2. Definición Operativa [27]

Fórmula N° 70

$$PSND = \frac{SND}{STN} \times 100$$

Donde:

PSND = Porcentaje de la superficie nacional deforestada
SND = Superficie total deforestada en hectáreas
STN = Superficie total naciona en hectáreas

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

La información sobre la superficie deforestada se obtiene por medio del software Sistema de Información Geográfica (SIG-GIS en inglés-), y es calculado como la superficie de bosque talado por NUTE 2.

6. Fuente de Información

Ministerios de Agricultura.

---

[26] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
[27] Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodología, agosto de 1996.

7. Periodicidad

Quinquenal.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Evaluar la tendencia de la deforestación.

Determinar si los bosques se están utilizando dentro de los límites de su productividad real.[28]

Suplir la demanda de información respecto a estadísticas forestales.[29]

- *Interpretación*

Las altas tasas de deforestación en las áreas boscosas, ocurren por la expansión de la agricultura migratoria, falta de planes de desarrollo en forma integral y de ocupación territorial acorde con los factores físicos, biológicos y socioeconómicos.[30]

9. Limitaciones [30]

La actualización de los datos de esta variable no es frecuente.

Costos altos de monitoreo de las áreas forestales.

Indicador N° 72: Superficie reforestada con fines de producción/total de superficie de territorio nacional

1. Concepto

La reforestación es la repoblación forestal, natural ó articifial, de una zona que anteriormente se encontraba cubierta de bosques, el indicador se refiere al porcentaje de superficie reforestada con fines de producción (actividad comercial, prestación de servicios) con relación a la superficie del territorio nacional.[30]

- *La reforestación es implementada en donde la cobertura de árboles ha sido reducida por condiciones climáticas o actividades humanas.* [30]

La reforestación puede ser implementada mediante diferentes técnicas con especies nativas o exóticas. La plantación y siembra directa son las más comunes. [30]

La plantación de especies locales o exóticas se basa necesariamente en viveros de árboles en donde se usan diferentes técnicas para mejorar los resultados de la plantación. Los costos son bastante altos.

La siembra directa es una técnica de bajo costo pero su tasa de éxito es mucho más baja. Requiere semillas de alta calidad, pre-tratamiento de semillas y baja presión tanto de humanos como de animales.

2. Definición Operativa [29]

El indicador nos muestra el área promedio anual de la reforestación comercial en hectáreas por año.

---

28 Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

29 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

30 Bellefontaine R., Gaston, A. and Pettrucci, Y. 1997. Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. Cahier FAO Conservation N° 32 FAO Rome, Italy, pp. 316.

Fórmula N° 71

$$SRFProd\ (\%) = \frac{SRFProd\ i}{STN} \times 100$$

Donde:

SRFProd (%) = Porcentaje de superficie reforestada con fines de producción del total de superficie de territorio nacional.
SRFProd i = Superficie reforestada con fines de producción durante el periódo considerado.
STN = Superficie del territorio nacional.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Se solicita mediante fomato de captura de información la cantidad de superficie establecida en planes, programas y proyectos de reforestación realizados por organizaciones privadas ó nacionales (monitoreo y estimación).

6. Fuente de Información

Ministerios de Agricultura.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Obtención de datos relativos al área total de reforestación con fines de produción en hectáreas por año, para su posterior evaluación.

- *Interpretación* [31]

La regeneración de la cobertura arbórea induce el mejoramiento de la estructura, la fertilidad y la protección de los suelos y aumenta la disponibilidad de forraje durante la estación seca.

Se trata de un indicador de insumo que da cuenta de los resultados del esfuerzo estatal y privado por la reforestación y permite comparar la magnitud de este esfuerzo con la magnitud de la deforestación existente.

9. Limitaciones

La actualización de la variable no es frecuente. Existe además, dificultad en su determinación, establecer continua coordinación con las entidades públicas y privadas que actualmente reforesta ó tiene planeado reforestar determinada área.

[31] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

Indicador N° 73: Superficie reforestada con fines de protección/total de superficie de territorio nacional

1. Concepto [32]

La reforestación es la repoblación forestal, natural ó articifial, de una zona que anteriormente se encontraba cubierta de bosques, el indicador se refiere al porcentaje de superficie reforestada con fines de protección (aprovisionamiento de madera u otras materias primas) con relación a la superficie del territorio nacional para tomar conocimiento de la variación de la superficie vegetal respecto del año anterior.

2. Definición Operativa

El indicador nos muestra el área promedio anual de la reforestación con fines de protección en hectáreas por año.

Fórmula N° 72

$$SRFProt\ (\%) = \frac{SRFProt\ i}{STN} \times 100$$

Donde:

SRFProt (%) = Porcentaje de superficie reforestada con fines de protección del total de superficie de territorio nacional.
SRFProt i = Superficie reforestada con fines de protección durante el año i.
STN = Superficie del territorio nacional.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Se solicita mediante fomato de captura de información la cantidad de superficie establecida en planes, programas y proyectos de reforestación realizados por organizaciones privadas ó nacionales.

6. Fuente de Información

Ministerios de Agricultura.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [33]

- *Finalidad*

Obtención de datos relativos al área total de reforestación con fines de protección en hectáreas por año, para su posterior evaluación.

---

[32] Bellefontaine R., Gaston, A. and Pettrucci, Y. 1997. Aménagement des forêts naturelles des zones tropicales sèches. Cahier FAO Conservation N° 32 FAO Rome, Italy, pp. 316.

[33] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

- *Interpretación*

La regeneración de la cobertura arbórea induce el mejoramiento de la estructura, la fertilidad y la protección de los suelos y aumenta la disponibilidad de forraje durante la estación seca.

Se trata de un indicador de insumo que da cuenta de los resultados del esfuerzo estatal y privado por la reforestación y permite comparar la magnitud de este esfuerzo con la magnitud de la deforestación existente.

9. Limitaciones

La actualización de la variable no es frecuente. Existe además, dificultad en su determinación, establecer contínua coordinación con entidades públicas y privadas que actualmente se encuentran reforestando ó tienen planeado reforestar determinada área con fines de protección.

Indicador N° 74: Intensidad de explotación maderera

1. Concepto [34]

El indicador calcula la tala total como porcentaje del incremento anual neto. En otras palabras, compara la cantidad de madera cortada (u otro producto forestal) al año, con el incremento anual de los bosques. Si se desconoce el incremento anual, el dato se puede sustituir por el de tala admisible.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha establecido las siguientes definiciones. Por producción anual de rollizos se entiende toda la madera obtenida de la tala de bosques y de árboles fuera de los bosques, comprende el volumen registrado y estimado no registrado. Por plantel de bosques se entiende el volumen por encima del suelo de todos los árboles vivos en pie con troncos de un diámetro mínimo establecido. Por incremento total anual se entiende el incremento total anual de madera como consecuencia del crecimiento de los árboles durante un año.

2. Definición Operativa

El numerador es la producción total anual de rollizos. El denominador es el incremento productivo forestal anual total.

Fórmula N° 73

$$IEM = \frac{PTR}{IPFT} \times 100$$

Donde:

PTR = Producción total anual de rollizos
IPT = Incremento productivo forestal anual total
IEM = Intensidad de explotación maderera

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

[34] Naciones Unidas (UN). Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

5. Metodología [35]

El numerador es la producción total anual de rollizos. El denominador es el incremento productivo forestal anual. Para poner de manifiesto tendencias que sean significativas se requieren series cronológicas adecuadas. En el caso de los bosques tropicales naturales, cuando no se dispone de datos sobre el incremento forestal anual, o cuando solo se dispone de datos sobre algunas especies, se propone la introducción de un ajuste que relaciona la producción anual con el volumen total del bosque y el ciclo medio de rotación aplicado en un país en un año de referencia dado.

El dato de la producción total de rollizos se obtiene de las hojas técnicas de aprovechamiento aprobado. Esta contiene la siguiente información: Departamento, área total, número de permisos, volumen a aprovechar, volumen por permiso y tipo de permiso. Con los datos de cada departamento y volumen por tipo de permiso, se realiza el cálculo de cada año. Una vez estimado el volumen de madera en rollo por tipo de permiso se realiza la sumatoria final para obtener volumen total de madera en rollo autorizado y extraído en el período descrito.

6. Fuente de Información

Ministerios de Agricultura.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [35]

- *Finalidad*

Determinar si los bosques se están utilizando dentro de los límites de su productividad real. Si la relación es inferior o igual a uno, ello significa que el país está talando una cantidad, inferior o igual, al incremento forestal anual. Si la relación es superior a uno, el país está explotando en exceso sus recursos madereros, u otro recurso forestal específico.

- *Interpretación*

Los bosques cumplen múltiples funciones ecológicas, socioeconómicas y cultutrales en muchos países. Figuran entre los ecosistemas más diversos y extensos del mundo. Proporcionan muchos recursos importantes, como los productos de la madera, y cumplen funciones significativas, ya que sirven de lugares de recreo, son hábitat de flora y fauna silvestre, ayudan a conservar el agua y el suelo, y actúan como filtro de contaminantes. Son base de empleo y usos tradicionales, así como de biodiversidad. Existe una preocupación generalizada por las consecuencias para la salud de los bosques y la biodiversidad natural que pueden causar las actividades humanas. En el Programa 21 de las Naciones Unidas se menciona específicamente la lucha contra la deforestación para conservar los suelos, el agua, el aire y la diversidad biológica.

Cuando este indicador se interpreta a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, sirve para evaluar la sostenibilidad del aprovechamiento de los bosques. La tasa de tala que fijan los países debe depender del tamaño de sus bosques, el porcentaje de la zona de bosques dedicada a la producción maderera, la productividad de los bosques, su composición por tipos de árboles y edades, y los objetivos de gestión y las políticas en materia de rendimiento sostenido del país. El indicador servirá para relacionar el rendimiento sostenible con la tala real estableciendo el balance relativo entre el crecimiento de los bosques y la tala.

9. Limitaciones

La imposibilidad de cuantificar el volumen de madera que se extrae del bosque de manera ilegal.

---

[35] Naciones Unidas (UN). Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

3.4.2 Actividades Agrícolas

Indicador N° 75: Uso de plaguicidas (pesticidas) en la agricultura

1. Concepto

Los pesticidas, son productos químicos utilizados en la lucha contra las plagas del campo y que comprende a los insecticidas, fungicidas y herbicidas, entre otros.

La agricultura tiene que afrontar el reto de incrementar la producción alimentaria de manera sostenible. Un aspecto importante es la utilización de plaguicidas agrícolas, que liberan sustancias químicas orgánicas persistentes en los ecosistemas. Los plaguicidas pueden ser persistentes, móviles y tóxicos en la tierra, el agua y el aire; y pueden tener repercusiones sobre los seres humanos y la flora y fauna silvestres a través de la cadena alimentaria. Tienden a acumularse en el suelo y en la biota, y los residuos pueden llegar a las aguas de superficie y a las aguas subterráneas por lixiviación. Los seres humanos pueden estar expuestos a los plaguicidas a través de los alimentos. El uso excesivo de los plaguicidas puede ser consecuencia de las subvenciones del gobierno y/o del desconocimiento por los usuarios de los costos que los plaguicidas pueden entrañar para la salud. El indicador guarda relación con otras prácticas de intensificación agrícola.[36]

2. Definición Operativa [37]

Para el cálculo de este indicador, se toma el volumen de las ventas totales de pesticidas y se divide por el área cultivada.

Fórmula N° 74

$$UP = VT \text{ por } AC$$

Donde:

UP = Porcentaje de uso de plaguicidas en la agricultura
VT = Ventas de pesticidas en la agricultura
AC = Área cultivada

Variable 1

Ventas de pesticidas en la agricultura

Los pesticidas son sustancias que controlan enfermedades y otros agentes que afectan la producción de especies vegetales cultivables y animales.

Las estadísticas sobre ventas totales de pesticidas vienen dadas en kilogramos por año o litros por año; los cuales se convierten a toneladas métricas por año. Dato en sustancias ó principios activos.

Variable 2

Área cultivada

El área cultivada es la superficie que será objeto de recolección en un periodo específico. La información viene dada en hectáreas.

3. Unidad de Medida

Toneladas métricas (sustancias activas) por 10 Kilómetros cuadrados (Tn/10 Km^2) de tierras cultivadas.

---

[36] UN Departamento de asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

[37] Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Los datos sobre el uso de plaguicidas suelen calcularse a partir de las ventas o "el consumo nacional" y expresarse como ingredientes activos. Los datos sobre la superficie de las tierras de cultivo son fáciles de obtener. La interpretación es más exacta cuando se dispone de información sobre los tipos de ingredientes activos utilizados, las dosis estacionales, la tasa de aplicación, y la variabilidad en el uso según los distintos cultivos y regiones.

6. Fuente de Información

Ministerio de Agricultura y entidades de Sanidad Vegetal.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Medir la utilización de pesticidas en la agricultura, además el indicador permite obtener a través del análisis de una serie de tiempo una aproximación sobre la intensidad de uso de los pesticidas en el sector agrícola. [38]

- *Interpretación*

Grado de utilización de los pesticidas en la agricultura.

9. Limitaciones [39]

Las limitaciones propias del indicador son:
No se dispone del dato teniendo en cuenta la clasificación de plaguicidas en clases en función de su toxicidad. Ese índice de plaguicidas pondría de manifiesto si el uso de plaguicidas está haciéndose más sostenible o nó. La interpretación de este indicador sería más valiosa si se conociera su aplicación a los distintos tipos de cultivos ó zonas agroecológicas. No obstante, actualmente no se dispone de datos para cubrir todos esos ámbitos.

Indicador N° 76: Uso de abonos (fertilizantes)

1. Concepto [39]

Alcance de la utilización de abonos en la agricultura por unidad de superficie de tierras cultivadas.

El reto que plantea la agricultura es incrementar la producción de alimentos de manera sostenible. El indicador muestra la presión potencial sobre el medio ambiente de las actividades agrícolas. El uso generalizado de abonos está vinculado a la eutroficación de la masa de agua, la acidificación del suelo, y la contaminación potencial del suministro de agua con nitratos. Los efectos reales sobre el medio ambiente dependen de las prácticas de lucha contra la contaminación, de los tipos de suelo y de vegetación, y de las condiciones meteorológicas.

---

[38] Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

[39] UN Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

Los datos sobre las cantidades de abonos utilizados se convierten a los tres componentes nutrientes básicos y se consolidan. Esos tres componentes son el nitrógeno (N), el fósforo (P205), y el potasio (K20). Los factores de descomposición química están normalizados. Los datos sobre las tierras agrícolas se refieren a las tierras cultivadas.

2. Definición Operativa [40]

Para el cálculo de este indicador, se toma el volumen de las ventas totales de fertilizantes y se divide por el área cultivada.

Fórmula N° 75

$$UA = VT \text{ por } AC$$

Donde:

UP = Porcentaje de uso de fertilizantes en la agricultura
VT = Ventas de fertilizantes en la agricultura
AC = Área cultivada

Variable 1

Ventas (conociendo contenidos de los elementos básicos) de fertilizantes en la agricultura.

Las estadísticas sobre ventas totales de fertilizantes vienen dadas en kilogramos (conociendo contenidos de los elementos básicos); los cuales se convierten a toneladas métricas por año.

Variable 2

Área cultivada

El área cultivada es la superficie que será objeto de recolección en un periodo específico. Para los análisis realizados la información se obtienen de los datos reportados en los anuarios estadísticos del Ministerio de Agricultura de cada país, la cual viene dada en hectáreas.

3. Unidad de Medida

Toneladas métricas (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) por 10 kilómetros cuadrados (Tn/10 Km^2) de tierras de cultivo.

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Registros locales, controles en los procesos de distribución y almacenaje.

Los datos sobre los abonos proceden de fuentes industriales y otras fuentes no tradicionales. En general, los datos correspondientes a los países en desarrollo se refieren al consumo basado en los productos importados. Las cifras expresadas en nutrientes se dividen por la superficie de tierras agrícolas.

6. Fuente de Información

Ministerio de Agricultura.

---

[40] Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [41]

- *Finalidad*

Medir la utilización anual de fertilizantes por unidad de área a nivel establecido.

Tener una aproximación de la intensidad de uso de los fertilizantes en la actividad agrícola, lo que puede indicar cambios en la productividad de los suelos cultivados o un uso no adecuado de estos productos, en vista de que no responden a las necesidades reales de los suelos, factores que a su vez tienen implicaciones ambientales.

- *Interpretación*

El reto que se plantea la agricultura es incrementar la producción de alimentos de manera sostenible. El indicador muestra la presión potencial sobre el medio ambiente de las actividades agrícolas. El uso generalizado de fertilizantes está vinculado a la eutrofización de las masas de agua, la acidificación del suelo, y la contaminación potencial del suministro de agua con nitratos. Los efectos reales sobre el medio ambiente dependen de las prácticas de lucha contra la contaminación, de los tipos de suelo y de vegetación, y de las condiciones meteorológicas.

9. Limitaciones [41]

Este indicador no proporciona información sobre la complejidad del manejo de estos productos en términos de mezclas, dosis, número y frecuencia de las aplicaciones.

La información sobre ventas en la agricultura no permite inferir sobre efectos ambientales y sobre la salud humana.

Las limitaciones propias del indicador son:
Los daños que ocasionan al medio ambiente, la lixiviación y la volatilización de nutrientes fertilizantes dependen no sólo de la cantidad aplicada sino también de la condición del agroecosistema, de las modalidades de cultivo y de las prácticas de gestión de las explotaciones agrícolas. Además, el indicador no tiene en cuenta los abonos orgánicos consistentes en estiércol y desechos vegetales, ni la aplicación de abonos a los pastizales. La viabilidad de los datos sobre el uso de abonos es cuestionable. El indicador se basa en el supuesto de una distribución uniforme del abono sobre la tierra.

3.5 COMPUESTOS ORGÁNICOS PERSISTENTES (COPS)

3.5.1 Actividades Agropecuarias

Indicador N° 77: Existencia de plaguicidas COPs

1. Concepto [42]

Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) son sustancias químicas que persisten en el medio ambiente, se acumulan en concentraciones elevadas en los tejidos adiposos y son biomagnetizadas a través de la cadena alimentaria. Constituyen por tanto un grave peligro para el medio ambiente que a largo plazo representa un riesgo importante para las especies, los ecosistemas y la salud del hombre. Las sustancias químicas que pertenecen a la categoría de los COPs pueden causar cáncer y perturbar el

[41] Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

[42] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP. Reducing and Eliminationg the use of persitent Organic Pesticidas: Guidance on alternative strategies for sustainables pest and vector management.

sistema reproductor e inmunitario, así como el proceso de desarrollo. Constituyen especialmente un gran riesgo para los bebés y los niños, los cuales pueden verse expuestos a altos niveles de contaminación durante la lactancia o a través de los alimentos.

Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) son sustancias químicas:

- *Sumamente duraderas y que permanecen en el medio ambiente,*
- *Se acumulan en los organismos vivos y las cadenas alimentarias,*
- *Son tóxicas para el hombre y el animal, carcinogénicas y provocan disfunciones en el aparato reproductor y en el sistema inmunitario y endocrino,*
- *Se propagan fácilmente en el medio ambiente hasta llegar a lugares muy alejados de la fuente de emisión.*

Los plaguicidas COPs y sus residuos son contaminantes que se encuentran actualmente en todo el mundo. Al ser semi-volátiles, se propagan fácilmente a largas distancias. Esta volatilidad es más fuerte en los climas tropicales que en los climas moderados ó fríos.

Los nueve plaguicidas que aparecen en la lista inicial del Convenio de Estocolmo sobre los COPs son: Aldrina, Toxafeno, DDT, Clordano, Dieldrina, Endrina, HCB, Heptacloro y Mirex.

2. Definición Operativa

El indicador calcula la cantidad en términos de toneladas que se comercializan de los plaguicidas que contienen sustancias COPs, los cuales son: HCB, Heptacloro, Endrina, Mirex, Toxafeno, Clordano, DDT, Aldrina y Dieldrina.

Fórmula N° 76

$$VTT = VT(HCB) + VT(Heptacloro) + VT(Endrina) + VT(Mirex) + VT(Toxafeno) + VT(Clordano) + VT(DDT) + VT(Aldrina) + VT(Dieldrina)$$

Donde:

VTT = Venta total
VT = Venta total por tipo

3. Unidad de Medida

Cantidad expresado en ingredientes activos.

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [43]

Estadísticas oficiales que permiten calcular la cantidad de plaguicidas que se comercializan (producción e importaciones) expresados en ingredientes activos. Las Empresas agroquímicas también pueden suministrar información, pero se debe prestar atención a que la estimación no quede distorsionada por intereses comerciales.

Un buen conocimiento local, contactos con la comunidad, observaciones directas y entrevistas con comerciantes y negociantes pueden facilitar información sobre el empleo de plaguicidas y el propósito de dicho empleo. No debe desestimarse la utilización de plaguicidas en los hogares. Un factor agravante puede ser que no todo el mundo está al tanto de las sustancias que emplea. "DDT" se utiliza a veces

[43] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente UNEP. Reducing and Eliminationg the use of persitent Organic Pesticidas: Guidance on alternative strategies for sustainables pest and vector management.

como un término genérico común para cualquier plaguicida. Para determinar la naturaleza de una fórmula de plaguicida tal vez resulte imprescindible proceder a un análisis químico. Por esta razón, es importante disponer de instalaciones de análisis.

El estudio de las importaciones y/o usos documentados en el pasado puede aportar indicios acerca de usos actuales menos visibles. Estas informaciones pueden obtenerse de varios ministerios, de organizaciones internacionales y a veces de la industria. El análisis de los residuos químicos también puede contribuir a la respuesta.

6. Fuente de Información

Ministerio de Agricultura y entidades ambientales.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Contar con un marco legal respecto a la producción y comercialización de plaguicidas COPs, en el marco del Convenio de Estocolmo. Tomar en cuenta la legislación ambiental vigente y normativa conexa, a través de un análisis de toda la situación legal en el país, respecto a las sustancias químicas en las áreas de salud, agrícola e industrial.

- *Interpretación*

El medir los COPs y en particular los que son plaguicidas, permitirá:

- *El fortalecimiento de políticas dirigidas al control de los Plaguicidas COPs*
- *El mejoramiento y modernización de los equipos, materiales, suministros y otros.*
- *La adecuación de la infraestructura para el acopio y almacenamiento de los plaguicidas COPs.*
- *El fortalecimiento de las capacidades de muestreo, análisis y evaluación de los resultados de plaguicidas COPs en laboratorios nacionales.*

9. Limitaciones

No se cuenta con un estudio piloto que muestre la prevalencia de la exposición en las poblaciones.

Es probable que se vaya a introducir sesgos de selección al conocer los resultados de algunas mediciones realizadas con anterioridad, para evitar esto, el muestreo debiera ser aleatorio.

3.5.2 Actividad Industria Manufacturera

Indicador N° 78: Cantidad de Dioxinas y Furanos [44]

1. Concepto

Dioxinas y Furanos, más exactamente dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD) y dibenzofuranos policlorados (PCDF) son dos de los doce Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) que se consideran en las negociaciones dirigidas a un tratado mundial. La decisión 18/32 adoptada en Nairobi en mayo de 1995 se refiere directamente a la necesidad de adoptar medidas internacionales para reducir y eliminar las liberaciones y emisiones de los COPs.

[44] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). Instrumental Normalizado para la identificación y cuantificación de liberaciones de dioxinas y furanos.

Los PCDD/PCDF se forman como productos secundarios no deseados en gran diversidad de procesos. Se encuentran ampliamente distribuidos en el medio ambiente y pueden estar presentes en procesos fabriles como materias primas o productos.

Los PCDD/PCDF persisten en el medio ambiente y pueden transferirse entre unos medios y otros (por ejemplo, desde la escorrentía del suelo al agua). Estas transferencias pueden contribuir en medida importante a la exposición humana a los PCDD/PCDF.

2. Definición Operativa

El objetivo fundamental consiste en facilitar una estimación de la liberación anual media a cada vector (atmósfera, agua y tierra, en productos y residuos) para cada uno de los procesos identificados. La estimación puede calcularse por la siguiente ecuación básica:

Fórmula N° 77

Intensidad de la fuente (emisiones de dioxina por año) = factor de emisión x "tasa de actividad"

La emisión de PCDD/PCDF al año se calculará y presentará en gramos de equivalentes de toxicidad (EQT) por año. La intensidad de la fuente anual se calcula multiplicando la liberación de PCDD/PCDF (por ejemplo, en µg de EQT-I) por unidad de material de entrada procesado o de producto producido (por ejemplo, toneladas o litros) – lo que se denomina factor de emisión – por la cantidad de material de entrada procesado o producto producido (toneladas o litros al año) – lo que se denomina tasa de actividad.

3. Unidad de Medida

Equivalente tóxico por año, expresado (EQT)

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

La metodología recomendada para realizar un Inventario Nacional de Dioxinas y Furanos está presentada en el documento "Instrumental Normalizado para la Identificación y Cuantificación de Liberaciones de Dioxinas y Furanos" del programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

El mismo consiste en la identificación de las fuentes y cuantificación de emisiones de dibenzo-p-dioxinas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF)

Primero se identificaron las principales actividades generadoras de PCDD / PCDF agrupándolas de acuerdo a las directrices recomendadas en la metodolgía de las Naciones Unidas antes mencionada, y finalmente se cuantifican las liberaciones utilizando la base de datos sobre factores de emisión.

La operación de reunir información detallada sobre los procesos que se realizan dentro de cada país se amoldará a la situación del mismo. En muchos casos, bastará con los datos estadísticos centralizados. Otros pueden requerir la realización de cuestionarios planta por planta. Una vez que se disponga de estadísticas sobre actividades, se podrían estimar los rangos de liberaciones potenciales aplicando los factores de emisión más altos y más bajos a la actividad general. Esta información contribuirá a la fijación de prioridades para una recopilación de datos más detallada.

6. Fuente de Información

Entidades ambientales y ministerios de salud e industrias.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Contar con un marco legal respecto a la producción y comercialización de plaguicidas COPs, en el marco del Convenio de Estocolmo. Tomar en cuenta la legislación ambiental vigente y normativa conexa, a través de un análisis de toda la situación legal en el país, respecto a las sustancias químicas en las áreas de salud, agrícola e industrial.

- *Interpretación*

El medir los COPs. Dioxinas y Furanos, permitirá:

- *El fortalecimiento de políticas dirigidas al control de los COPs.*
- *El mejoramiento y modernización de los equipos, materiales, suministros y otros.*
- *La adecuación de la infraestructura para el acopio y almacenamiento de los COPs.*
- *Promoción y asesoría para la mitigación de la contaminación, a través de mejoras tecnológicas y la inclusión de tecnología limpia en los procesos de producción.*

9. Limitaciones

No se cuenta con un estudio piloto que muestre la prevalencia de la exposición en las poblaciones.

Indicador N° 79: Identificación y cuantificación Bifenilos Policlorados (PCB) por sector

1. Concepto [45]

El Bifenilos Policlorados (PCB), se refiere a una clase de sustancias químicas orgánicas sintéticas conocidas como Hidrocarburos Clorados. La fórmula química para PCBs es $C_{12}H_{(10-n)}CL_n$ donde n es un número de atómos de cloro dentro del rango de 1-10. La clase incluye todos los componentes con estructura Bifelino (dos anillos de benceno unidos) clorado a variar los grados.

Teóricamente existen un total de 209 posibles PCB congéneres, pero solo 130 de estos son probables que ocurran en productos comerciales. PCBs comerciales son una mixtura de 50 ó más PCB congéneres.

Los PCBs han sido utilizados extensamente como aditivos a petróleos, en equipos eléctricos, maquinarias hidráulicas, y en otras aplicaciones donde la estabilidad química se requiere para la seguridad, operación ó durabilidad. Aunque la estabilidad química de muchas PCBs ha sido un beneficio del punto de vista del uso comercial, ha creado problema del ambiente porque esto se traduce en extrema persistencia cuando las PCBs se liberan finalmente en el ambiente.

De hecho, en suma los PCBs están entre los contaminantes ambientales más esparcidos, siendo detectados en todos los medios ambientales (aire interior y aire libre, agua superficial y subterránea, la tierra, y el alimento) en casi cada rincón del globo. No solamente los PCBs son persistentes, muchas mezclas de PCBs son también tóxicas. La exposición a niveles bajos de PCBs puede causar varios efectos agudos y crónicos de la salud.

La protección de la salud humana y el ambiente requiere que los PCBs sean desechados de tal manera que no entren al ambiente.

---

[45] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)"Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs".

El primer paso deberá ser identificar sus fuentes y desarrollar estrategias para reducir ó eliminar su liberación en el ambiente.

2. Definición Operativa

Concentraciones de PCB por fuente.

3. Unidad de Medida

Partes por millón (PPM) ó porcentaje por peso.

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [46]

El mayor conocimiento sobre los efectos asociados a la exposición del PCBs en la salud y el ambiente ha dado lugar a un retiro gradual del uso y un aumento en las restricciones de la producción. A pesar de estos esfuerzos, los PCBs continúan incorporándose al ambiente. Esto es especialmente cierto para los países en desarrollo que pueden tener cantidades grandes de PCBs contenidos en equipos eléctricos aún en servicio. Es importante la identificación de los materiales de PCB por uso final y tipo de desecho. Donde sea factible, los materiales que contengan PCBs se describirán según el uso general, específico y locación típica (por ejemplo: operaciones de minería, utilidades eléctricas, etc)

Los pasos para la identificación de los PCBs son:

- *Determinar la localización de las posibles fuentes para la inspección de PCBs.*
- *Determinar el potencial en las aplicaciones que contienen PCB. Identificación inicial del potencial de PCBs en los equipos y materiales.*
- *En las fuentes localizadas, determinar el potencial de contenido de PCBs de los residuos.*
- *Realizar pruebas para determinar la presencia y concentración de PCBs en las aplicaciones cerradas, parcialmente cerradas y abiertas. Existe cierto número de pruebas analíticas y equipo de detección disponible para determinar la presencia de PCBs en un material. Por ejemplo, la cromatográfica. Cada prueba proporciona diferentes de grados de especificidad y resolución. Las pruebas simples indicará sólo la presencia posible de PCBs, mientras las pruebas analíticas detalladas pueden proporcionar por lo general resultados exactos y concentraciones precisas.*

Para mayor detalle se recomienda consultar el documento metodológico "Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs" del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

6. Fuente de Información

Entidades ambientales y los ministerios de industrias.

7. Periodicidad

Anual.

[46] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)"Guidelines for the Identification of PCBs and Materials Containing PCBs".

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Contar con un marco legal respecto a los COPs PCBs, que permita cautelar la salud humana y el medio ambiente, en el marco del Convenio de Estocolmo. Tomar en cuenta la legislación ambiental vigente y normativa conexa, a través de un análisis de toda la situación legal en el país, respecto a este tipo de sustancias en el área industrial.

- *Interpretación*

El medir los COPs bifelinos ploriclorados, permitirá:

- *El fortalecimiento de políticas dirigidas al control de los PCB.*
- *El mejoramiento y modernización de los equipos, materiales, suministros y otros.*
- *La adecuación de la infraestructura para el acopio y almacenamiento de los COPs.*
- *Promoción y asesoría para la mitigación de la contaminación, a través de mejoras tecnologicas e inclusión de tecnología limpia en los procesos de producción.*

9. Limitaciones

No se cuenta con un estudio piloto que muestre la prevalencia de la exposición en las poblaciones.

3.6 EROSIÓN

Indicador N° 80: Superficie afectada por erosión/total de superficie de territorio nacional

1. Concepto

La erosión es el conjunto de procesos en la superficie de la corteza terrestre, que producen pérdidas de materiales, en grado variable, por la acción de agentes morfogénicos, como el agua, viento y el hielo; puede acelerarse por acción del hombre; no incluye ni la disposición de los materiales ni los movimientos en masa. El grado de erosión está referido al material removido por unidad de área, expresado en porcentaje.[47]

Este proceso es la pérdida de suelo por la acción del agua y el viento; puede ser natural, inducido o acelerado por la acción del hombre, y tiende a aumentar por efecto de un mayor uso de la tierra con proyectos de desarrollo no sostenibles.[48]

2. Definición Operativa [47]

Es la relación entre la superficie afectada según grado de erosión respecto a la superficie total nacional.

Fórmula N° 78:

$$PSGEN_{(i)} = \frac{SGE_{(i)}}{STN} \times 100$$

Donde:

$PSGEN_{(i)}$ = Porcentaje de la superficie nacional afectada según grados de erosión (i)
$SGE_{(i)}$ = Superficie afectada según grados de erosión (i)
STN = Superficie total nacional

---

47 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
48 Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología [49]

La evaluación de la erosión puede ser por métodos directos ó indirectos y cada uno tiene su fórmula:

Proceso de cálculo general del indicador por teledetección:
Se utilizan imágenes de satélite o fotografías aéreas, para extraer allí la información sobre localización, tipo e intensidad de la erosión.

Proceso de cálculo de pérdida de suelo en campo:
Se determina mediante diferentes métodos siendo el mas común las parcelas de escorrentía o las cuencas de escorrentía, en ambos casos se proveen de una trampa de sedimentos en su parte inferior, en donde se pesan los sedimentos caídos en un tiempo determinado y bajo condiciones especificas de uso del suelo y del medio natural. Permite medir la erosión bajo diferentes tipos y usos del suelo y comportamientos de la precipitación.

Existen otros métodos de medición indirecta como son los pines, las tapas, raíces descubiertas, altura de terrazas que pueden ser utilizados para el seguimiento y monitoreo del proceso.

Proceso de cálculo de pérdida de suelo por modelación:
Es conocido como el modelo de la erosión universal de pérdida de suelo (EUYPS), Wischmeier y Smitch, (1978), el cual considera los siguientes parámetros:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Donde:

A = Perdida total de suelo en toneladas / hectárea / año
R = Factor de erosividad de la lluvia.
K = Factor de erodabilidad (longitud).
L = Factor de pendiente (longitud).
S = Factor de pendiente (inclinación).
C = Factor de cobertura.
P = Factor de manejo.

6. Fuente de Información

Ministerios de agricultura y entidades ambientales.

7. Periodicidad

Decenal.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Lograr el conocimiento sobre la extensión e intensidad del fenómeno erosivo en la región en proceso de desertificación, coadyuvar en la tarea de concientización sobre esta grave problemática y facilitar la toma

[49] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

de decisiones políticas y técnicas, con el fin de contrarrestar el uso y manejo inapropiado de los recursos de la tierra, particularmente del suelo.[50]

- *Interpretación* [50]

La erosión es causada por múltiples factores, entre los que están la deforestación, las quemas, remoción de la cobertura vegetal y la sobreutilización de los suelos; asimismo, por causas de origen socioeconómico como son, la inadecuada tenencia y distribución de las tierras y la presión de uso sobre tierras de baja capacidad productiva. Los efectos de la erosión son múltiples, producen la perdida de la capacidad productiva del suelo, pérdida de la biodiversidad e incrementa los costos ambientales por la reducción de la vida útil de los proyectos de desarrollo como represas, embalses, distritos de riego, etc.

9. Limitaciones

Hay poca información sobre este campo.

3.7 DESERTIFICACIÓN

Indicador N° 81: Tierras afectadas por la desertificación

1. Concepto [51]

Por desertificación se entiende la "degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas" (Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación, 1994). La degradación de las tierras se entiende como la "reducción o la pérdida de la productividad biológica o económica y la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionado, en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra, por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de doblamiento, tales como: i) la erosión del suelo causada por el viento o el agua; ii) el deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas o de las propiedades económicas del suelo; y iii) la pérdida duradera de la vegetación natural. Por consiguiente, la degradación de las tierras incluye procesos que dan lugar a la acumulación de sal en la superficie y al anegamiento que conlleva la salinización.

Por 'zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas' se entiende aquellas zonas en las cules el valor de la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65, excluidas las regiones polares y subpolares.

2. Definición Operativa [51]

Para el cálculo del indicador se determina la superficie de las tierras afectadas por la desertificación y el porcentaje del territorio nacional que representa.

La medida para este indicador requiere inicialmente un cálculo del grado de la degradación de la tierra a través de zonas áridas, semiáridas, y secas sub-húmedas de la nación. La creación de un índice que combine grados de severidad requerirá las medidas siguientes:

(i) Area sujeta a degradación severa de tierra xKm2 (incluye las categorías severas y muy severas de UNEP)
(ii) Area sujetada a degradación moderada yKm2 de la tierra.
(iii) Area sujetada a la degradación leve de la tierra = zKm2.
(iv) Area nacional (excluye cuerpos de agua superficial)= nKm2.

---

[50] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).
[51] Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Commission on Sustainable Development 1995.

(v) Area nacional de las tierras secas (vulnerables a la desertificación, se excluyen las tierras hiper-áridas), consistiendo de tierras áridas, semi-áridas, y sub-húmedas secas = dKm2

De las medidas anteriormente dichas, los siguientes sistemas pueden ser derivados:

Fórmula N° 79:

a. Área nacional afectada por desertificación

$$= x + y + zKm^2$$

b. Porcentaje del área nacional afectada por desertificación

$$= \frac{x + y + z}{n} X\ 100$$

Porcentaje de área nacional afectada por severa, moderada y leve desertificación respectivamente puede ser calculado del siguiente modo

c. Porcentaje de tierra seca nacional afectada por la desertificación.

$$= \frac{x + y + z}{d} X\ 100$$

d. Área nacional no afectada por desertificación

$$= n - (x + y + z)Km^2$$

e. Área nacional de tierras secas no afectadas por desertificación

$$= d - (x + y + z)Km^2$$

Las tendencias pueden ser determinadas para comparar los resultados de una secuencia de años.

3. Unidad de Medida

Kilómetro cuadrado (Km2), porcentaje (%).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [52]

Para establecer este indicador se requiere, en primer lugar, evaluar el alcance de la degradación de las tierras en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de la nación. El mejor sistema consiste en combinar las evaluaciones anteriores presentadas en forma cartográfica, y actualizarlas a partir de los datos de la teleobservación y de observaciones sobre el terreno.

6. Fuente de Información

Oficinas de Agricultura de cada país y entidades ambientales.

---

[52] Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Commission on Sustainable Development 1995.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [52]

- *Finalidad*

El indicador describe el alcance y la gravedad de la desertificación a nivel nacional. Debe ser: i) una medida del estado del problema en un momento determinado; ii) una indicación de la evolución de la gravedad del problema a lo largo del tiempo y del éxito de los mecanismos de reacción; y iii) un medio de comparar la gravedad del problema entre los distintos países.

- *Interpretación*

El indicador debe permitir determinar la importancia de este problema a nivel nacional. Los datos sobre la evolución del problema a lo largo del tiempo ponen de manifiesto la idoneidad de los mecanismos de reacción. En las zonas áridas, la desertificación es un problema fundamental del desarrollo sostenible. Aunque muchos ecosistemas de zonas áridas tienen niveles bajos de productividad absoluta, mantener esa productividad es fundamental para la subsistencia presente y futura de muchos cientos de millones de personas. La lucha contra la desertificación es la clave del desarrollo sostenible en buena parte del mundo. La degradación grave es uno de los principales obstáculos al desarrollo sostenible, aunque la degradación moderada o leve también supone un obstáculo considerable.

9. Limitaciones [52]

Quedan varios problemas por resolver para que el indicador pueda resultar totalmente satisfactorio. Los ecosistemas a los que se refiere la definición sufren episodios cíclicos de mayor o menor precipitación, así como, en muchos casos, de una degradación que viene de largo tiempo atrás. Resulta importante separar las fluctuaciones a corto plazo de la evolución a más largo plazo, aunque ello suele resultar difícil a los científicos, salvo en el caso de los periodos más largos. El PNUMA ha establecido categorías (grave, moderada, leve) para la desertificación (degradación), y el indicador nacional debería incluir una evaluación basada en estos criterios. Por lo general, se han incluido los problemas del anegamiento y la salinización como parte de la desertificación, cuando se producen en ecosistemas como los definidos anteriormente. En este caso, la superficie afectada por esos problemas debe también incluirse en la superficie desertificada.

3.8 AMENAZAS NATURALES

Indicador N° 82: Número de sismos >5 en la escala Richter/número de años [53]

1. Concepto

El indicador describe el alcance y la gravedad de los fenómenos sísmicos medidos en la escala de Richter a nivel nacional.

2. Definición Operativa

Número de eventos mayores a 5 grados en la escala de Richter/año.

3. Unidad de Medida

Es un indicador expresado como un número (N°), de acuerdo a la escala sismográfica de Richter.

---

[53] Julio Kuroiwa. Reducción de Desastres. Viviendo en Armonía con la Naturaleza. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2002

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Como metodología para el establecimiento del estado de degradación de los terrenos por movimientos sísmicos se realiza el seguimiento y monitoreo de daños en tiempo real. De igual manera, un inventario y la recolección de los registros históricos, mediante documentales de sismos tanto en mapas, informes técnicos, bases de datos de otras entidades, verificación de la ocurrencia y daños ocasionados por eventos recientes con entidades oficiales, recolectada durante los trabajos de campo de atención de emergencias.

Por otra parte, se realiza la identificación y distribución cartográfica de los eventos pasados sobre sensores remotos, como fotografías aéreas e imágenes de satélite.

6. Fuente de Información

Oficinas de geofísica de los países.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Determinar el impacto de los sismos a nivel nacional. Los datos sobre la evolución de éstos a lo largo del tiempo ponen de manifiesto la idoneidad de los mecanismos de reacción.

Medir el estado del problema en un momento determinado.

Referencia de la evolución de la gravedad del problema en forma espacial y temporal y del éxito de los mecanismos de prevención, mitigación y atención de desastres.

Avanzar en la cultura de prevención y atención de desastres.

- *Interpretación*

El seguimiento y monitoreo de sismos permite la toma de decisiones y acciones oportunas para la mitigación de los efectos de este fenómeno.

Aporte para el sistema nacional de prevención y atención de desastres.

9. Limitaciones

La gran dificultad que tienen los sismólogos es la predicción de los sismos, es decir, poder indicar cuando, donde y de que magnitud se producirá un futuro evento sísmico. Por otro lado, es complicado la determinación de los daños causados, la pérdida de vidas humanas y los daños infraestructura públicos y privados.

Indicador N° 83: Áreas afectadas por deslizamientos [54]

1. Concepto

Deslizamiento del suelo se refiere al movimiento lento y descendente del suelo en una pendiente por acción de la fuerza de gravedad.

El indicador describe el alcance y la gravedad de los fenómenos de deslizamientos ó remoción de masa a nivel nacional.

2. Definición Operativa

Area geográfica afectada por grado de amenaza.

El indicador de grado de amenaza por deslizamiento de tierra se presenta dinámico en el tiempo y en el espacio. Se define en función de la susceptibilidad o propensión del terreno (propiedades intrínsecas) y la agresividad de los factores detonantes ó desencadenantes (lluvia, sismos y actividades antrópicas). El algoritmo de cálculo es:

Fórmula N° 80:

$$A = S \times D$$

Donde:

A = Amenaza
S = Susceptibilidad del terreno
D = Detonante o desencadenante

Los siguientes son los grados de amenaza por deslizamientos, los cuales se presentan en una escala cualitativa en función de la probabilidad de ocurrencia:

- *Alta amenaza*
- *Moderada amenaza*
- *Baja amenaza*

3. Unidad de Medida

Hectáreas (Ha).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Como metodología para el establecimiento del estado de degradación de los terrenos por deslizamientos se realiza el seguimiento, monitoreo y pronóstico de la amenaza por movimientos en masa o deslizamientos de tierra en tiempo real. De igual manera, un inventario y la recolección de los registros históricos, mediante documentales de deslizamientos tanto en mapas, informes técnicos, bases de datos de otras entidades, la verificación de la ocurrencia y daños ocasionados por eventos recientes con entidades oficiales y con información propia del Instituto Nacional de Estadística de cada país, recolectada durante los trabajos de campo de atención de emergencias.[55]

---

[54] Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Infomación Ambiental de Colombia. Julio de 2002.

[55] Instituto de Defensa Civil del Perú (INDECI).

Por otra parte se realiza la identificación y distribución cartográfica de los eventos pasados sobre sensores remotos como fotografías aéreas e imágenes de satélite.

Con mapas de movimientos en masa multitemporales se pueden establecer los valores de degradación o recuperación de los suelos y tierras en el territorio nacional y su relación con los factores detonantes que intervinieron en su formación (lluvias, actividad sísmica, actividades antrópicas y ocupación del territorio nacional). De igual manera la frecuencia, períodos de retorno, intensidad del daño e importancia ambiental, socioeconómica y cultural.

6. Fuente de Información

Oficinas de geofísica de los gobiernos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

El indicador permite determinar la importancia de las remociones en masa por deslizamientos a nivel nacional. Los datos sobre la evolución de éstas, a lo largo del tiempo, ponen de manifiesto la idoneidad de los mecanismos de reacción.

El seguimiento, monitoreo y pronóstico de la amenaza por deslizamientos detonados por lluvias permite la toma de decisiones y acciones oportunas para la mitigación de los efectos de estos procesos. Mediante mapas se puede establecer el comportamiento de la amenaza por deslizamientos en forma temporal y espacial para el territorio nacional.

El indicador está estrechamente vinculado con otros indicadores relacionados con el uso de la tierra, tales como la superficie afectada por la erosión del suelo, la deforestación, la desertificación, transporte de sedimentos en corrientes de agua, tierras recuperadas y la población que vive expuesta a estos fenómenos.

- *Interpretación*

En las zonas montañosas, los fenómenos de movimientos de masa son un problema fundamental para el desarrollo sostenible. La degradación de los terrenos por una alta incidencia de estos fenómenos es uno de los principales obstáculos para el desarrollo sostenible, aunque la degradación moderada o leve también supone un obstáculo considerable.

El indicador puede ser utilizado como:

- *Una medida del estado del problema en un momento determinado.*
- *Una referencia de la evolución de la gravedad del problema en forma espacial y temporal y del éxito de los mecanismos de prevención, mitigación y atención de desastres.*
- *Un medio para dimensionar la gravedad del problema a nivel local, regional y nacional.*
- *Un indicador que aporta bases para el ordenamiento ambiental.*
- *Un indicador que permite avanzar en la cultura de prevención y atención de desastres.*
- *Un aporte para el sistema nacional de prevención y atención de desastres.*

9. Limitaciones

Las entidades tienen dificultad para registrar la magnitud de los daños producidos por el fenómeno de deslizamientos de masas de tierra en términos de superficie (Ha).

Indicador N° 84: Áreas afectadas por sequías [56]

1. Concepto

Se entiende por sequía a la ausencia prolongada, deficiencia marcada o pobre distribución de precipitación. Se llama así también al periodo anormal de tiempo seco, suficientemente prolongado, en el que la falta de precipitación causa un grave desequilibrio hidrológico. (Organización Meteorológica Mundial-OMM).

2. Definición Operativa

Para calcular las áreas afectadas por las sequías se deben seleccionar las áreas afectadas por el fenómeno que han castigado a los sectores socioeconómicos del país, como por ejemplo: navegación, acueductos, distritos de riego, flora y fauna acuática entre otras.

3. Unidad de Medida

Hectáreas (Ha).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

Para la determinación de las áreas afectadas por el fenómeno, además de utilizar encuestas que se aplican para el inventario de daños, debe de utilizarse fotografías aéreas e imágenes de satélite, lo cual permitirá obtener en mapas los daños causados por las sequías en términos de superficie.

Finalmente, el área afectada por las sequías se puede representar en el espacio en tramos por medio de una regionalización de los valores obtenidos en las estaciones hidrológicas y utilizando tecnologías del Sistema de Información Geográfica (SIG).

6. Fuente de Información

Estaciones hidrometereológicas

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

La identificación y valoración de la intensidad de las sequías es de importancia para la prevención (planes de contingencias) en relación a la planificación de la economía general de un país y constituye la base para el desarrollo de los modelos de predicción en este tema. Es por ello que se considera de gran utilidad su seguimiento en el tiempo y el espacio.

- *Interpretación*

El sector de mayor afectación por la ocurrencia de las sequías es el agrícola, seguida de la ganadería, lo cual redunda en afectaciones severas al abastecimiento de alimentos a las poblaciones.

---

[56] Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002.

9. Limitaciones

El inventario de daños a nivel de superficie afectada requiere de información precisa, lo cual resulta complicado por los costos que requiere su investigación, ya que compromete además realizar trabajos de campo para recabar información precisa sobre los daños, los cuales se representan por grados de afectación.

En muchos casos no se cuenta con estaciones hidrometeorológicas que permitan medir el nivel de comportamiento del fenómeno.

Indicador N° 85: Áreas afectadas por inundaciones

1. Concepto

Se entiende por inundación al fenómeno natural en la cual el agua cubre una determinada superficie de tierra por exceso de lluvias o desborde de corrientes superficiales. [57]

Las grandes lluvias son la causa principal de inundaciones, pero además hay otros factores importantes. A continuación se analizan todos estos factores:

- *Exceso de precipitación.- Los temporales de lluvias son el origen principal de las avenidas. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar todo el agua que cae, ésta resbala por la superficie (escorrentía) y sube el nivel de los ríos.*
- *Fusión de las nieves.- En primavera se funden las nieves acumuladas en invierno en las zonas de alta montaña y es cuando los ríos que se alimentan de estas aguas van más crecidos. Si en esa época coinciden fuertes lluvias, lo cual no es infrecuente, se producen inundaciones.*
- *Rotura de presas.- Cuando se rompe una presa toda el agua almacenada en el embalse es liberada bruscamente y se forman grandes inundaciones muy peligrosas.*
- *Actividades humanas.- Los efectos de las inundaciones se ven agravados por algunas actividades humanas. Así sucede:*
  - *Al asfaltar cada vez mayores superficies se impermeabiliza el suelo, lo que impide que el agua se absorba por la tierra y facilita que las aguas lleguen con gran rapidez a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.*
  - *La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.*
  - *Las canalizaciones solucionan los problemas de inundación en algunos tramos del río pero los agravan en otros a los que el agua llega mucho más rápidamente.*
  - *La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y que llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos.*

2. Definición Operativa

Para calcular este indicador se deben seleccionar las áreas afectadas por el fenómeno en las cuales se han castigado a los sectores socioeconómicos, en término de pérdidas en el sector agrícola, tomar en cuenta también: centros poblados, carreteras, puentes, infraestructura hidráulica, obras de saneamiento (agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas), obras del sector salud y educación, entre otros, así como a la flora y fauna acuática.

3. Unidad de Medida

Hectáreas (Ha).

---

[57] Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Infomación Ambiental de Colombia. Julio de 2002.

4. Cobertura

NUTE 2

5. Metodología

El sector de mayor afectación por la ocurrencia de las inundaciones en términos de extensión es el agrícola, seguida de la ganadería, lo cual redunda en afectaciones severas al abastecimiento de alimentos a las poblaciones.

Para la determinación de las áreas afectadas por el fenómeno en el referido sector, es preciso, además de utilizar encuestas que se aplican para el inventario de daños, valerse de fotografías aéreas e imágenes de satélite, lo cual permitirá obtener en mapas los daños causados por las inundaciones en términos de superficie.

Finalmente, el área afectada por este fenómeno natural, se puede representar en el espacio por tramos por medio de una regionalización de los valores obtenidos en las estaciones hidrológicas y utilizando tecnologías del Sistema de Información Geográfica (SIG).

6. Fuente de Información

Estaciones hidrometereológicas

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

La identificación y valoración de la intensidad de las inundaciones es de importancia para la prevención (planes de contingencias) en relación a la planificación de la economía general de un país y constituye la base para el desarrollo de los modelos de predicción en este tema. Es por ello que se considera de gran utilidad su seguimiento en el tiempo y el espacio.

- *Interpretación*

Cobertura y grado de afectación del fenómeno natural. Con series estadísticas de este dato obtendríamos proyecciones y futuros planes de contigencias.

9. Limitaciones

El inventario de daños del nivel de superficie afectada requiere de información precisa, lo cual resulta complicado por los costos que requiere su investigación, ya que compromete además realizar trabajos de campo para recabar información precisa sobre los daños, los cuales se representan por grados de afectación.

En muchos casos no se cuenta con estaciones hidrometeorológicas que permitan medir el nivel de comportamiento del fenómeno.

Indicador N° 86: Personas afectadas por tipo de amenaza natural

1. Concepto

Número de personas que han sido afectadas por desastres ocurridos en un periodo de tiempo. Para el desarrollo de este indicador se debe tener en cuenta las siguientes definiciones:

Desastre: Es el acontecimiento de un infortunio repentino o de magnitud que destruye las estructuras básicas y el funcionamiento normal de una sociedad (o comunidad). Un acontecimiento o serie de sucesos que ocasiona víctimas y/o daños o pérdida de la propiedad, infraestructura, servicios esenciales o medios de sustento a escala o dimensión más allá de la capacidad normal de las comunidades afectadas para dar abasto sin ayuda.

Desastres naturales súbitos: Calamidades súbitas causadas por fenómenos naturales tales como: terremotos, inundaciones, deslizamientos, sequías, tormentas tropicales o erupciones volcánicas. Se desencadenan con o sin aviso y tienen un impacto adverso inmediato sobre la población humana, actividades y sistemas económicos.

* *Personas afectadas: Es el estimado número de pérdidas de vida, personas heridas o afectadas directamente, debido al impacto de una amenaza natural.*

2. Definición Operativa

Número de personas afectadas como consecuencia directa de un desastre natural 58*, sea consecuencia directa del desastre natural como es el caso de la ocurrencia de sismos, deslizamientos, sequías o inundaciones.*

3. Unidad de Medida

Número de personas afectadas (N°).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología [58]

Lo primero que se hace al ocurrir un fenómeno de desastre natural, es describir brevemente cada uno de los elementos y después se formulan observaciones al respecto y se propone un procedimiento de toma de información, como por ejemplo: fecha de comienzo del desastre, fecha de declaración, tipo de desastre, número de muertes, número de heridos y monto estimado de los daños.

6. Fuente de Información

Entidades gubernamentales relacionadas a riesgos, vulnerabilidad y desastres.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas) [59]

- *Finalidad*

Proporcionar estimaciones de las repercusiones humanas y económicas de los desastres y emergencias a lo largo del tiempo y en las distintas dependencias administrativas con el fin de medir la evolución del grado de vulnerabilidad de la población.

---

[58] Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

[59] Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.

- *Interpretación*

Los desastres naturales ocasionan pérdidas de vidas y afectaciones a la salud de las personas (personas heridas), perturbando también actividades económicas y la productividad, en particular en los grupos de bajos ingresos los cuales son más vulnerables; además ocasionan daños al medio ambiente, como la pérdida de tierras cultivables fértiles y la contaminación del agua. Pueden dar lugar a reasentamiento de grandes grupos de población.

Aunque puede que no esté aumentado el número de desastres (presión demográfica sobre la tierra, aumento de la urbanización y del uso arriesgado de las tierras, marginación de grupos de población, disturbios civiles, etc.) hace que sus consecuencias sean cada vez más graves. Al propio tiempo, la reducción de los presupuestos nacionales de los países afectados y de los donantes hace necesario mejorar la planificación, preparación y coordinación.

El valor de este indicador depende de distintos factores que determinan el riesgo de muerte o daño, a saber, la frecuencia de los desastres, el tamaño de la población y del capital en la zona afectada y la capacidad de la población y las autoridades locales para prevenir los desastres o hacerles frente. Este indicador puede utilizarse para llevar a cabo una evaluación en la que se tenga en cuenta las modificaciones que se produzcan en cada uno de esos componentes.

9. Limitaciones [59]

La validez de este indicador se ve limitada por la calidad y la uniformidad de los sistemas de recopilación de los datos que se utilizan para calcularlo.

4. ECOSISTEMAS, COBERTURA VEGETAL Y RECURSOS BIOLÓGICOS

Este conjunto de indicadores sobre biodiversidad, bosques y usos de la tierra se utiliza para informar sobre su estado y evaluar las respuestas a las presiones que imponen las diversas actividades económicas a los ecosistemas naturales. Se destaca que sobre la información base se pueden realizar diversos análisis orientados a las necesidades específicas de los distintos usuarios, donde se debe tener en consideración el nivel de agregación de los datos en función de los objetivos a satisfacer.

Estos indicadores son un conjunto de variables seleccionadas de las bases de datos, las cuales poseen significado sintético y permiten apoyar procesos de toma de decisiones relacionados con la utilización sostenible y conservación de los ecosistemas naturales. Dado que no existe un conjunto universalmente aceptado de indicadores y, considerando la naturaleza dinámica de los mismos, se trata de conjuntos variables en el tiempo y que responden a cuestiones estratégicas de la gestión ambiental.

Los indicadores se organizan de acuerdo con el modelo Presión-Estado-Respuesta, el cual ha sido desarrollado en los últimos años por diversas instituciones internacionales como la CEPAL –Comisión Económica para América Latina y el Caribe–, la OCDE –Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico– y, la Oficina Estadística Ambiental de la Unión Europea.

Es conveniente considerar las definiciones que se presentan a continuación:

- *Los Indicadores de Presión identifican y caracterizan el impacto de las actividades económicas sectoriales o agregadas sobre los componentes del medio ambiente.*
- *Los Indicadores de Estado corresponden a parámetros e índices que permiten evaluar la calidad de los principales elementos afectados por las actividades humanas, así como sobre la calidad y cantidad de recursos naturales seleccionados.*
- *Los Indicadores de Respuesta tratan de las diversas reacciones desarrolladas por la sociedad para controlar, monitorear, abatir y solucionar los problemas ambientales causados por las actividades económicas y la explotación de los recursos naturales.*

Para la definición de la Línea Base Ambiental los asuntos centrales relacionados con biodiversidad, bosques, y uso de la tierra pueden caracterizarse con la información proporcionada por los indicadores de presión, estado y respuesta ambiental.

Texto tomado de:

Colombia. Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.

4.1 ECOSISTEMAS

Indicador N° 87: Índice de fragmentación de Ecosistemas [1]

1. Concepto

La fragmentación de los ecosistemas es la división de un hábitat originalmente continuo en relictos remanentes, los índices de fragmentación reflejan los patrones y tendencias espaciales de los ecosistemas.

El indicador está compuesto por cuatro índices:

- *Número de fragmentos de un ecosistema –NP–*
- *Tamaño medio de los fragmentos –MPS–*
- *Coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos –PSCoV–*
- *Distancia media al vecino más cercano –MNN–*

2. Definición Operativa

Fórmula N° 81

a) Número de fragmentos de un ecosistema (NP_{iht})

$$NP_{iht} = n$$

Donde:

NP_{iht} : Número de fragmentos (j) que hacen parte de un ecosistema (i) en un área de interés (h) en el periodo de tiempo (t).

n: Número de fragmentos (j) en el que se encuentra dividido el ecosistema (i), en un área de interés (h) en un tiempo (t).

b) Tamaño medio de los fragmentos de un ecosistema (MPS_{iht})

$$MPS_{iht} = \frac{\sum_{i=1}^{n} a_{ij}}{n}$$

Donde:

MPS_{iht} : Superficie promedio (hectáreas) de los fragmentos (j) que hacen parte de un ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t)

a_{ij} : Superficie total (hectáreas) del fragmento (j) del ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t).

n: Número de fragmentos (j) en el que se encuentra dividido el ecosistema (i), en un área de interés (h) en un tiempo (t).

c) Coeficiente de variación del tamaño de fragmentos de un ecosistema ($PSCoV_{iht}$)

$$PSCoV_{iht} = \frac{PSSD_{iht}}{MPS_{iht}} \times 100$$

[1] Manual Metodológico para la Elaboración del Índice de Ecosistema en la Comunidad Andina.

Donde:

$PSCoV_{iht}$: Variabilidad media que presentan las superficies del conjunto de fragmentos (j) que hacen parte de un ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t) respecto a la superficie promedio de dicho conjunto de fragmentos.

$PSSD_{iht}$: Desviación estándar de las superficies del conjunto de fragmentos (j) que hacen parte de un ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t).

MPS_{iht} : Superficie promedio (hectáreas) de los fragmentos (j) que hacen parte de un ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t)

d) Distancia media al fragmento vecino más cercano (MNN_{iht})

$$MNN = \frac{\sum_{j=1}^{n} DVC_j}{N}$$

Donde:

MNN_{iht} : Longitud promedio (metros) que separa los fragmentos (j) que hacen parte de un ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t).

DVC_j : Distancia (metros) desde el borde de uno de los fragmentos (j) al borde del fragmento vecino más cercano perteneciendo juntos al ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t).

N: Número de fragmentos (j) en el que se encuentra dividido el ecosistema (i), en un área de interés (h) en un tiempo (t)

3. <u>Unidad de Medida</u>

a. NP = Número de fragmentos de un ecosistema
b. MPS = Tamaño medio de los fragmentos en hectáreas (ha)
c. PSCoV = Coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos en porcentaje (%)
d. MNN = Distancia media al vecino más cercano en metros (m)

4. <u>Cobertura</u>

NUTE 2.

5. <u>Metodología</u>

a. Número de fragmentos de un ecosistema –NP–

Se calcula sumando el número de fragmentos en que está dividido un ecosistema en un área de interés. Da idea del grado de fragmentación de un tipo particular de ecosistema; su interpretación debe estar asociada con información adicional de área, distribución y densidad de los fragmentos.

$NP_{iht} \geq 1$ cuando el ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t) no está fragmentado y aumenta a medida que el ecosistema se fragmenta.

b. Tamaño medio de los fragmentos –MPS–

Se calcula sumando la superficie de todos los fragmentos que de dicho ecosistema se encuentra en un área de interés, dividiendo luego el resultado por el número de fragmentos.

Junto con el número y la densidad de fragmentos, es un buen indicador de la heterogeneidad de un área de interés.

MPS $_{iht}$ > 0, cuando el indicador se aproxima a cero, el tamaño de fragmentos (j) es pequeño y aumenta en la medidad que este tamaño es mayor.

c. Coeficiente de variación del tamaño medio de los fragmentos –PSCoV–

Se calcula dividiendo la desviación estándar de las superficies del conjunto de fragmentos que hacen parte de dicho ecosistema en un área de interés por la superficie promedio del conjunto de mecionados fragmentos, multiplicado luego por cien.

PSCoV $_{iht} \geq 0$, el indicador se aproxima a cero cuando el tamaño de todos los fragmentos (j) que hacen parte de un ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t) es similar, y aumenta en la medida que se incrementa la diferencia de estos tamaños.

d. Distancia media al vecino más cercano –MNN–

Se calcula sumando la distancia que separa un fragmento de un ecosistema de su vecino más cercano, dividiendo luego el resultado por el número de fragmentos.

Este índice destaca el promedio de las distancias que existen entre los bordes de fragmentos pertenecientes a la misma clase. Es una medida que expresa cuan separado se encuentran los fragmentos.

MNN $_{iht} \geq 0$; el indicador se aproxima a cero cuando todos los fragmentos (j) en que está dividido un ecosistema (i) en un área de interés (h) en un tiempo (t) están cercanos unos de otros y aumenta cuando dichos fragmentos se encuentran separados.

6. Fuente de Información

Oficinas gubernamentales del sector Agricultura y entidades ambientales.

7. Periodicidad

Quinquenal.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

La fragmentación de ecosistemas es considerada una de las principales causantes de grandes cambios en el ambiente físico-biótico, en donde la composición, estructura y función original de un ecosistema se han alterado (Ejemplo: pérdida en la conectividad, creación de bordes sobre el hábitat, o aislamiento de fragmentos), provocando dinámicas muy diferentes sobre las poblaciones biológicas que allí se sustentan (Terborgh, 1989; Whitcom et ál., 1981). Estos factores afectan la composición y abundancia de las especies de un ecosistema e incrementan su vulnerabilidad.

- *Interpretación*

Los indicadores nos ofrecen información sobre el número de fragmentos de un ecosistema, la estructura del ecosistema señalando el tamaño promedio de los fragmentos que hacen parte del ecosistema, la variación en el tamaño de los fragmentos, y, la separación de los fragmentos del ecosistema. En general nos ofrecen una medida del estado de los ecosistemas dentro de un área de interés. Además, la fragmentación de ecosistemas es uno de los principales causantes de grandes cambios en el medio físico y biológico alterando la estructura y funcionamiento de los mismos.

9. Limitaciones

Los índices usados tienen limitaciones impuestas por la escala de la investigación. Los índices son afectados por la resolución de las fuentes primarias de información (Fotografías aéreas, imágenes de satélite); los valores calculados para este indicador no se deben comparar entre mapas de ecosistemas con diversas resoluciones y formatos (raster o vector).

Se debe estandarizar el uso de imágenes de satélite que nos proporcionen el detalle apropiado para este indicador (Satélites Spot, Quit, Bir, etc).

De otro lado un índice de fragmentación por si sólo no explica el fenómeno de fragmentación de un ecosistema.

Indicador N° 88: Área de Ecosistemas Claves Seleccionados por Tipo [2]

1. Concepto

'Ecosistema' se refiere a las plantas, los animales, microorganismos y el ambiente físico de un lugar determinado, y las relaciones complejas que los ligan en un sistema funcional. Los tipos de ecosistemas individuales se pueden definir según composición en términos de formas de vida y especies, o respecto a procesos ecológicos tales como ciclos alimenticios o captura de carbón. No hay clasificación uniforme de ecosistemas.

'Ecosistemas claves: No se presenta definido claramente.
Es posible sugerir criterios generales para seleccionar ecosistemas claves, pero debe ser responsabilidad de los países emprender esta selección. Esto se debe hacer de una manera consultiva que asegure los intereses regionales y globales, además de evaluar prioridades nacionales. La elección será también limitada por el nivel de detalle de los datos disponibles. Entre los criterios para escoger los ecosistemas claves son:

- *. Ecosistemas que contienen alguna especie rara o localmente endémica ó amenazada.*
- *Ecosistemas con alta riqueza de especies;*
- *Ecosistemas que representan tipos raros o excepcionales de hábitats;*
- *Ecosistemas severamente reducidos en áreas, en relación a su potencial extensión original;*
- *Ecosistemas bajo un alto grado de amenaza.*
- *Los criterios adicionales incluyen la facilidad con la cual los ecosistemas puedan ser georeferenciados y la importancia económica actual ó potencial.*

'Área' se refiere a la extensión espacial del ecosistema. Esto requiere la definición de límites o fronteras del ecosistema, lo cual es difícil cuando ecosistemas semejantes o relacionados son adyacentes. La condición ó estado del ecosistema también es concerniente. Por ejemplo, área de bosque puede permanecer relativamente constante a pesar de la eliminación de una proporción substancial de árboles y los cambios relacionados a procesos ecológicos.

2. Definición Operativa

Area (km2 ó ha) de tipos de ecosistemas seleccionados según los criterios antes mencionados.

3. Unidad de Medida

(km2 ó ha).

---

[2] Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. Commission on Sustainable Development 1995.

4. Cobertura

NUTE 2

5. Metodología

Área de ecosistema resulta de datos georeferenciados de la superficie. Esto es más eficiente usando datos en formatos digitales y software Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta información se interrelacionará con información biológica y otra información adicional para producir mapas de coberturas de ecosistemas. La dificultad más grande está en llegar a una clasificación de ecosistema compatible con los datos disponibles. Esto se soluciona con un buen detalle de imagen satelital.

Los datos principales necesarios para este indicador son los datos de superficie de tierra a la que se ha aplicado la clasificación concordada de ecosistema. El acuerdo en la clasificación dependerá del consenso en tipos de ecosistemas claves y en el tipo y la calidad de datos primarios.

6. Fuente de Información

Instituciones encargadas de la investigación y conservación de la diversidad biológica, en cada país.

7. Periodicidad

Quinquenal

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

El indicador tiene el potencial para ilustrar la eficacia de medidas nacionales diseñadas a conservar la diversidad biológica y asegurar uso sostenible, inclusive las medidas aplicadas en la realización de obligaciones aceptadas bajo la Convención en la Diversidad Biológica (CBD).

El CBD reconoce que la biodiversidad tiene su propio valor intrínseco y su conservación es esencial para la vida humana y el desarrollo sostenible. Muchos recursos biológicos, genéticos, niveles de especies y ecosistema, actualmente está en riesgo de modificación, daño ó pérdida.

- *Interpretación*

Este indicador utilizará las tendencias en el área existente de ecosistemas claves identificados, con el fin de valorar la eficacia relativa de medidas para conservar la biodiversidad en nivel de ecosistema y como una herramienta para estimar la necesidad de medidas específicas de conservación de la diversidad biológica en un país ó región.

9. Limitaciones

La aplicación de este indicador está limitada por varios factores, pero esto se puede superar en su mayor parte si los recursos y el personal están disponibles. El factor principal que limita la aplicación inmediata del indicador es la escasez de series cronológicas conveniente de datos de superficie de tierra. La certeza de evaluar la extensión y singularidad de ecosistema depende del detalle, calidad y compatibilidad de las clasificaciones de ecosistemas a través de áreas continuas, terrestres y marinas.

4.2 BIODIVERSIDAD

Indicador N° 89: Cantidad de Especies Registradas y/o Clasificadas y Almacenadas/ número total de especies estimadas [3]

1. Concepto

Conservación ex situ de especies domesticadas y semidomesticadas (número de especies registradas y almacenadas en los bancos de germoplasma) con relación a la totalidad de especies existentes estimada.

Los bancos de germoplasma, son lugares destinados a salvaguardar las especies de un país de origen y las especies domesticadas y semidomesticadas, más susceptibles de sufrir erosión genética y de complementar las acciones de conservación in situ de los recursos genéticos, donde se incluyen además especies introducidas llamadas criollas que se han adaptado a las condiciones ecológicas de un país.

2. Definición Operativa

El indicador determina el porcentaje de especies registradas y/ó clasificadas del número total de especies estimadas.

Fórmula N° 82

$$PERA = \frac{CERA}{NTEE} X\ 100$$

Donde:

PERA: Porcentaje de especies registradas y/o clasificadas y almacenadas del número total de especies estimadas.
CERA: Cantidad de Especies registradas y/o clasificadas y almacenadas
NTEE: Número total de especies estimadas

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

Hojas de registros.

6. Fuente de Información

Instituciones encargadas del control, seguimiento y estudios de la biodiversidad de un país.

7. Periodicidad

Anual.

---

[3] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Conservación de la biodiversidad, de especies originarias, domesticadas e introducidas adaptadas al medio ecológico.

- *Interpretación*

Permite determinar el número de especies registradas y/o clasificadas y almacenadas en los bancos de germoplasma.

9. Limitaciones

- *Ausencia de políticas oficiales de fomento a la conservación y uso de los recursos genéticos.*
- *Inventarios incompletos de recursos genéticos por debilidad en investigación.*
- *No es un estudio de campo. Es una base teórica de presencia y ausencia de especies.*

Indicador N° 90: Abundancia de Especies Claves [4]

1. Concepto

Abundancia.- *Esto se puede definir como el número de individuos maduros sexualmente dentro de la población ó área bajo estudio. Dónde es difícil o inadecuado inspeccionar a individuos, algunas unidades sustitutas comparables de medida, pueden ser el número de nidos (ejemplo: tortugas marinas) o el stock de desove de la biomasa (ejemplo: peces).*

Especies claves.- *Es posible sugerir los criterios generales para la selección de especies claves, pero es la responsabilidad de las naciones emprender esta selección. Esto se debe hacer en una manera consultiva donde se asegure que los intereses regionales y globales se evalúen además de prioridades nacionales.*

Las categorías siguientes pueden ser consideradas como 'especies claves' al desarrollar un programa de control de la biodiversidad:

- ***Especie clave:*** *Especies o grupos de los que una gran parte de la comunidad depende, su presencia es crucial en la manutención, organización y diversidad de sus comunidades ecológicas. (Noss 1990, Mills et al. 1993, Stotz et al. 1996; Giraudo et al. 2003b; UICN 2001). Taxón cuyo impacto en el ecosistema ó en la comunidad en estudio es grande relativo a su abundancia (Caro y O'Doherty, 1998). La pérdida de estas especies afectará significativamente los tamaño de las poblaciones de otras especies en el ecosistema, llevando potencialmente a la pérdida adicional de dicha especie ('Efecto de cascada').*

- ***Especie Rara o localmente endémica:*** *Cualquier área contribuye a la diversidad global por el número total de diferentes especies dentro de ésta y por la proporción de especies que no existen en otro lugar (especies endémicas al área, especies endémicas son aquellas confinadas a un área específica (Huston 1996)). Conservando las especies endémicas es una manera económica de mantener los niveles de biodiversidad global.*

- ***Especies amenazadas:*** *Por definición, una especie amenazada representa un actual ó potencial descenso en la biodiversidad, y la recuperación de especies amenazada es indicativo de medidas exitosas de conservación.*

---

[4] Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies: UN Commission on Sustainable Development.

2. Definición Operativa

Tamaño de las poblaciones de especies claves seleccionadas dentro de un área dada, utilizando métodos estandarizados.

3. Unidad de Medida

El número de individuos maduros u otro indicador pertinente de la abundancia dentro de un área ó población dada.

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

La información de la abundancia de especies claves debe ser recolectada consistentemente, aplicando técnicas apropiadas de inspección.

En la mayoría de los casos es imposible el conteo de los individuos de una población ó área. A través de un conocimiento de los requerimientos del hábitat y densidad de población de la especie en áreas de muestreo, adicionado con datos de clima, altitud, tipo de tierra o superficie de vegetación se puede estimar el tamaño de la población en el área de interés. Sistema geográfico de información (SIG) con GPS (Global Positionig System) es utilizado comúnmente para analizar datos espaciales. Es importante que esas predicciones del tamaño de población sean verificadas con trabajo de campo.

Cualquier candidato 'especies claves' seleccionados de las categorías definidas anteriormente, ó cualquier otras categorías que se puedan creer apropiadas, deben ser adicionalmente escogidas en base a otros criterios más generales, biológicos y/o logísticos.

Lo siguiente son características que un indicador efectivo debe poseer (e.g, Noss, 1990; Pearson, 1994):

- *Taxonómicamente bien conocido, para que las poblaciones puedan ser identificadas, por lo general en el campo.*
- *Biológicamente bien entendidas.*
- *Fácil de inspeccionar (por ejemplo, abundante, no-enigmático).*
- *Distribuido extensamente en niveles taxonómicos más altos (por ejemplo, orden, familia, tribu, género) a través de una gran geografía y gama del hábitat.*
- *Taxas sensibles a cambios climáticos.*
- *Representantes hasta cierto punto de los patrones de distribución y abundancia de otra taxa relacionada y no relacionada.*
- *De importancia económica actual ó potencial.*

Es importante evitar directamente especies influenciadas por factores externos, como especies migratorias ó cuya variación en su población sea irregular.

Un indicador alternativo, sería el porcentaje de flora ó fauna del país que es categorizado como amenazado de extinción, ya que proveen estadísticas visibles del estado de la biodiversidad del país y cambios en el tiempo de esta proporción ó en categorías particulares pueden ilustrar la efectividad de medidas para conservar elementos de diversidad biológica.

Este enfoque requiere establecer niveles taxonómicos y un sistema uniforme para valorar el estado de la conservación. Las categorías y criterios de la Lista Roja de la IUCN ofrece tal sistema.(UN Comisión on Sustainable Development WCMC/UNEP)

6. Fuente de Información

Las Direcciones Regionales y/o Nacionales dedicadas a los aspectos de conservación de la diversidad biológica.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Este indicador tiene el potencial para ilustrar la eficacia de medidas nacionales diseñadas para conservar la diversidad biológica y asegurar su uso sostenible, inclusive las medidas aplicadas en cumplimiento de las obligaciones aceptadas bajo la Convención en Diversidad Biológica (CBD).

El CBD reconoce que la biodiversidad tiene su propio valor intrínseco y que la conservación de la biodiversidad es esencial para la vida humana y el desarrollo sostenible. Muchos recursos biológicos, el nivel de las especies y el ecosistema, están actualmente en riesgo de modificación, daño o pérdida.

- *Interpretación*

Este indicador utiliza las estimaciones de las tendencias de población de las especies seleccionadas para representar cambios en la biodiversidad, y en la relativa eficacia de las medidas para mantener la biodiversidad.

Además aporta elementos para la planificación de actividades de conservación de los recursos.

Este indicador también es una medida indirecta del estado de conservación de los grandes paisajes, ya que permite identificar la distribución espacial de las especies claves sometidas a mayor presión, reflejando los efectos de la intervención humana.

9. Limitaciones

Actualización de la información, puesto que las especies pueden cambiar de determinación taxonómica de acuerdo con las actualizaciones en tratamientos sistemáticos, sin que esto quede registrado en las bases que alimenten el indicador.

La aplicación de este indicador es limitado por varios factores, pero estos puede ser superados si los recursos y el personal están disponible. El factor principal que limita la aplicación inmediata y esparcida de este indicador es la escasez de series cronológicas convenientes de datos de la población.

4.3 PRODUCCIÓN PESQUERA

Indicador N° 91: Captura máxima permisible del sector pesquero (marino y continental) [5]

1. Concepto

Este indicador expresa el estado de la explotación de los recursos pesqueros con respecto al nivel considerado sostenible.

Las medidas que se utilizan para establecer los indicadores de relación correspondientes a la captura máxima permisible son bien conocidos, y se describen en varios textos sobre la evaluación de la industria

[5] Naciones Unidas UN Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible. Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

pesquera y la dinámica de población. El enfoque se basa en la aplicación de modelos generales de producción.

Se considera que un solo indicador basado en la captura máxima permisible no es la forma más idónea de medir el estado de la explotación de los recursos. El indicador de la captura máxima permisible se obtiene estableciendo la relación entre la captura y la actividad pesquera con respecto a una serie cronológica de datos sobre capturas y actividad pesquera para un modelo de producción dado, aunque pueden obtenerse indicadores aproximadamente equivalentes a partir de métodos de análisis basados en el tamaño ó la edad.

Para determinar la captura máxima permisible cuando este dato no se conoce, es necesario que exista una situación de sobreexplotación, lo que, evidente, no se desea. Lamentablemente, no existe un grado amplio de aceptación para ninguno de los posibles puntos de referencia alternativos correspondientes a tasas de pesca inferiores, por lo que no se dispone de un único punto de referencia alternativo de uso generalizado. Todavía no se han determinado los niveles de la captura máxima permisible para muchas de las poblaciones de peces a nivel mundial.

Cuando se dispone de estimaciones de la captura máxima permisible, debería ser posible determinar si el nivel de actividad pesquera correspondiente a la captura máxima permisible, o la tasa de mortalidad de peces correspondiente, se está superando o nó. Según la metodología de ordenación del sector pesquero que se siga en un país, puede ser posible, como alternativa, averiguar si la biomasa actual o la biomasa de desove de una población concreta se encuentra por debajo del nivel de la captura máxima permisible.

Un indicador alternativo que suele utilizarse para medir el estado de los recursos pesqueros, y que podría utilizarse en lugar de los indicadores relacionados con las captura máxima permisible cuando éstos no existen, consiste en especificar cuál es la biomasa actual, o la biomasa de desove, como porcentaje de la biomasa inicial, determinada mediante estudios u otras estimaciones del tamaño de la población no explotada, antes de que se iniciara la pesca.

En resumen, se proponen cuatro indicadores alternativos:

i) Relación entre la actividad pesquera actual y la correspondiente a la captura máxima permisible;
ii) Relación entre la tasa actual de mortalidad pesquera y la correspondiente a la captura máxima permisible;
iii) Relación entre la biomasa de la población actual (o la biomasa de desove) y la correspondiente a la captura máxima permisible; y
iv) Biomasa actual con respecto a la población inicial, es decir, de antes de que comenzara la pesca.

2. <u>Definición Operativa</u>

Estos indicadores consisten en porcentajes, es decir, son numéricos, al igual que las tasas puntuales de mortalidad pesquera. En general es posible cotejar esos indicadores en el marco de hipótesis concretas, de manera que la aparente diversidad de índices permite optar por las distintas fuentes de información disponibles en función de los distintos regímenes de ordenación pesquera.

3. <u>Unidad de Medida</u>

Porcentaje (%).

4. <u>Cobertura</u>

NUTE 2.

5. <u>Metodología</u>

A continuación se describen los métodos de medición para cada uno de los indicadores alternativos:

i) ***Relación entre la actividad pesquera actual y la correspondiente a la captura máxima permisible****: El nivel de la actividad pesquera actual, expresado en unidades estándar y ajustado en función de la evolución de la capacidad de la flota pesquera, se expresa como relación o porcentaje del nivel de actividad correspondiente a la captura máxima permisible, cuando se den esas condiciones y el nivel de la captura máxima se haya determinado con anterioridad.*

ii) ***Relación entre la tasa actual de mortalidad pesquera y la correspondiente a la captura máxima permisible****: La tasa puntual de mortalidad pesquera (P), se define como la relación del logaritmo natural de números correspondientes a los cohortes que actualmente se encuentran en plena explotación en el sector pesquero al inicio $N_{(t)}$, y al final $N_{(t+1)}$ del año, teniendo en cuenta la tasa puntual de mortalidad debida a causas naturales M:P = [ln $N_{(t)}$ – ln $N_{(t+1)}$] – M. Esta cifra se calcula para el último año y para el periodo en que se considera que existían las condiciones de captura máxima permisible, y se extrae el porcentaje.*

iii) ***Relación entre la biomasa de la población actual (o biomasa de desove) y la correspondiente a la captura máxima permisible****: Se determina la biomasa (ó biomasa de desove de animales maduros) correspondiente al último año (por ejemplo, mediante el estudio de las redes de arrastre) y se compara con el nivel de la biomasa (o de la biomasa de desove) cuando se consideraba que se daban las condiciones de captura máxima permisible.*

iv) ***Biomasa actual con respecto a la población inicial, es decir, de antes de que comenzara la pesca****: Se determina la biomasa (o la biomasa específica de desove de animales maduros) para el último año (por ejemplo, mediante estudios de las redes de arrastre) y se compara con el nivel de la biomasa (o la biomasa de desove) antes de que se iniciara la explotación comercial. Según un modelo de población de uso frecuente, logístico, se dan las condiciones de captura máxima permisible cuando el tamaño de la población se reduce al 50% de la población inicial; es decir, cuando el indicador presenta valores de 0,5 o inferiores.*

La captura máxima pemisible y la biomasa se suelen expresar en toneladas (miles de kilos), y la actividad pesquera en el número de días en que se ha faenado al año ó en la potencia total en caballos de la flota pesquera.

Se requieren datos sobre las capturas anuales, la actividad pesquera, las tasas de mortalidad pesquera, las estimaciones de la biomasa, y el tamaño y la edad de la población. Puede ser necesario disponer de otros datos complementarios, tales como la media de tamaño y edad en la captura (que disminuye junto con la presión pesquera); el porcentaje de peces maduros en la captura; la tasa puntual de mortalidad, y el porcentaje de peces longevos en la captura (en el caso de la pesca de especies múltiples). Esos datos son valiosos para la ordenación de los recursos cuando pueden referirse a las tasas de explotación especificada como metas de referencia y límites de referencia.

6. <u>Fuente de Información</u>

Ministerios de Pesquería de cada país.

7. <u>Periodicidad</u>

Anual.

8. <u>Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)</u>

- *Finalidad*

El indicador expresa el estado de los recursos pesqueros y/o su nivel de explotación, con relación a la captura máxima permisible o con el tamaño de la población inicial. Si se conoce el tamaño de la población en el momento del desove, el indicador puede facilitar información sobre la capacidad reproductiva del recurso.

- *Interpretación*

Si la biomasa de un recurso se encuentra al nivel que corresponde al de la captura máxima permisible o está por debajo de ese nivel, o si la actividad pesquera o la mortalidad de los peces se encuentran al nivel correspondiente o por encima de ese nivel, cabe pensar que se está produciendo una sobreexplotación del recurso. Ello puede deberse a que la situación respecto de la captura máxima permisible entraña un nivel de pesca superior al nivel de capturas que resultaría óptimo desde un punto de vista económico, y tiene otras consecuencias biológicas sobre las especies que se pretende capturar y sobre otras, o a que la medición de las cantidades de base que se utilizan en estos índices es relativamente imprecisa.

Las estimaciones de la biomasa de una población ó del tamaño de una cohorte, incluso en el sector pesquero de los países desarrollados, tienen rara vez una precisión superior a +-20%. Esta falta de precisión supone el riesgo de que la pesca pueda ser más intensiva de lo que aparentemente miden los índices, y de que estén en peligro las opciones de desarrollo sostenible.

9. Limitaciones

El principal defecto del concepto de la captura máxima permisible y de los demás indicadores mencionados es que la captura máxima permisible se determina cotejando una "curva de control" empírica de capturas con la intensidad o las actividades de explotación. Ello no siempre refleja plenamente los procesos de nacimiento y muerte, los efectos de la explotación sobre las especies que no se pretendía pescar, ni las interacciones entre especies, ni refleja la evolución de los métodos de pesca. Para mejorar la ordenación de los recursos pesqueros, es importante que los países recojan datos complementarios (por ejemplo, sobre la composición por tamaños y edades de las poblaciones capturadas) que puedan utilizarse para establecer indicadores de valor más precisos para la gestión de los recursos, en la medida en que lo permitan los fondos disponibles para investigación y el nivel de capacitación de sus empleados.

Indicador N° 92: Producción total de pesca marina y continental [6]

1. Concepto

La producción total de pesca marina y continental se refiere al desembarque de recursos marítimos y continentales, tanto industriales como artesanales.

2. Definición Operativa

Desembarque total en toneladas de recursos hidrobiológicos

Fórmula N° 83

$$VDPT = \sum_{j} \sum_{i} VPP_{ij}$$

Donde:

VDPT: Volumen (en toneladas) de desembarque de recursos hidrobiológicos para el consumo humano total.
VDP_{ij} : Volumen (en toneladas) en el tipo de desembarque i (industrial / artesanal) de la especie capturada j de recursos hidrobiológicos para el consumo humano.

3. Unidad de Medida

Tonelada métrica bruta (tn).

---

[6] Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

4. Cobertura

NUTE 2.

5. Metodología

La información operacional corresponde al registro diario de la actividad extractiva por cada embarcación industrial y/o artesanal, efectuándose el muestreo correspondiente para determinar la composición por especies, conforme a las normas que estipula la teoría de muestreo aleatorio para estudios poblacionales.

Desembarque Industrial: Empresas industriales. Recepción de los Formularios remitidos por cada una de las empresas, en forma directa o a través de las Direcciones Regionales de Pesquería.

Desembarque Artesanal: Pescadores artesanales. La captación es: Caso 1, en puntos de desembarque por funcionarios de las Direcciones Regionales, en horarios de mayor movimiento de desembarque; Caso 2, en puntos de desembarque por funcionarios de los Ministerios de Pesquería, Caso 3, por los administradores de los desembarcaderos y/o representantes de las agrupaciones de pescadores artesanales.

La construcción del indicador para el desembarque industrial se reduce solo a la consolidación de la información de los formularios. En el caso del desembarque artesanal, la información de las fuentes es tratada complementariamente, en algunos casos éstas son cruzadas como un medio de consistencia.

Desembarque Industrial: Censo (recepción de formularios remitidos por cada una de las empresas) / Desembarque Artesanal: Encuesta.

Nota: Se incluye el cálculo de la captura directa de peces en aguas continentales.

6. Fuente de Información

Oficinas de los respectivos Ministerios de Pesquería de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Brindar información estadística de los recursos hidrobiológicos destinados a la alimentación directa ó indirecta de la población, permitiendo medir el impacto de las políticas de desarrollo medio ambiental.

Conocer el estado biológico-pesquero de los principales recursos marinos y continentales, a fin de formular las recomendaciones técnico-científicas para el adecuado ordenamiento pesquero.

Elaborar el diagnóstico de la situación de los principales recursos marinos y continentales.

Recomendar al gobierno, medidas y alternativas de regulación de actividad pesquera según la evolución de las poblaciones.

Reconocer los cambios sustantivos en los parámetros claves de las poblaciones y los niveles de captura por la actividad pesquera.

Conocer el volumen de desembarque de recursos hidrobiológicos procedentes del ámbito marítimo para el consumo humano directo e indirecto.

- *Interpretación*

La evolución de las capturas pesqueras ha sido utilizada desde hace mucho tiempo como una medida indirecta (indicador de insumo) del estado de las poblaciones de especies de peces comerciales. La disminución de las capturas totales puede indicar que la población de ciertas especies está siendo afectada. Las series cronológicas suficientemente largas permiten, además, una aproximación a los riesgos a la estabilidad de las poblaciones y a la sustentabilidad del uso de los recursos pesqueros.

La interpretación de los datos debe considerar que el total de capturas no solo depende de la abundancia de los recursos sino también del tamaño de la flota pesquera y de otras condiciones económicas (crédito, tecnológico, etc). Depende también de ciertas condiciones naturales (por ejemplo: calentamiento del mar, disponibilidad del plancton, etc) que inciden, de manera estacional, en el tamaño de la poblaciones y en la distribución de las especies. Se trata por lo tanto, de una medida suficientemente sensible sólo cuando la situación de las poblaciones ha llegado a un punto crítico; debe ser interpretado con precaución.

Este indicador permite conocer las variaciones espacio-temporales, en tiempo real de las capturas y la disponibilidad de los principales recursos marinos y continentales.

9. Limitaciones

Económicas, para realizar muestreos representativos y tener mayor cobertura geográfica.

Desembarque Artesanal: Conocimiento inexacto del error de estimación.

Indicador N° 93: Índice de algas [7]

1. Concepto

Las algas, ambas 'phytoplankton' (o microalgas) y macroalgas, junto con 'cyanobacteria' son los productores primarios del mar, ellos convierten la luz solar y nutrientes disueltos en componentes ricos de energía. Las entradas de nutrientes de fuentes puntuales tales como salidas de aguas residuales y no puntuales ó fuentes difusas como pérdidas de fertilizante proveniente de prácticas agrícolas causan aumentos en el crecimiento de algas.

Proliferaciones de microalgas en aguas marinas o salobres pueden causar muerte masiva de peces, perjucios a humanos por consumir alimentos con toxinas, y alteración en ecosistemas.

El indicador podría proporcionar información sobre tres elementos: el tipo de especies de algas presente (fitoplancton), composición de las especies de algas y la cantidad de algas presentes.

2. Definición Operativa

Los datos cuantitativos necesarios son estandarizados en concentraciones de clorofila ó la población y biomasa de algas desde una red apropiadamente distribuida de estaciones muestrales.

3. Unidad de Medida

mg de clorofila por metro cúbico, ó una tasa de producción en gramos de carbono por metro cuadrado al año.

4. Cobertura

NUTE 2.

---

[7] Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies: UN Commission on Sustainable Development.

5. Metodología

Las pautas para medir este indicador han sido producidas por el Grupo Conjunto de Expertos Científicos de la Protección Ambiental Marina (GESAMP), establecido por las Naciones Unidas (NNUU) en 1969, en un esfuerzo de estandardizar los métodos utilizados para medir algas.

Las publicaciones son: Guidelines for Marine Environmental Assessments, 1994, Report No. 54 e indicadores Biológicos y su uso en medida de la condición del ambiente marino, 1995, el Report No. 55, ambos encontrados en: http://gesamp.imo.org/publicat.htm.

Las medidas de concentración de clorofila que utiliza las técnicas espectrofotométrica y flourométrica a menudo se utilizan como métodos indirectos de valorar la biomasa de algas.

Las proporciones de las diferentes clorofilas indican las principales composiciones de algas presentes.

Las proporciones de los productos de degradación de la clorofila (phaeophytins) indican la salud de la comunidad de phytoplankton.

Estas medidas de la biomasa de alga se pueden utilizar para determinar indirectamente los niveles de nutrientes que entran a la zona costera, teniendo en cuenta las muchas variables tales como el tamaño y la capacidad del ambiente marino.

6. Fuente de Información

Oficinas de los respectivos Ministerios de Agricultura y Pesquería de cada país.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Este indicador utilizará la concentración de las algas que crecen en aguas costeras para representar la salud del ecosistema costero de la zona, y de la efectividad de medidas con el propósito de reducir las entradas de nutrientes provenientes de las pérdidas y descargas.

- *Interpretación*

Los ecosistemas costeros proporcionan importantes beneficios económicos, en la pesquería, el turismo y la recreación. Ellos son también importantes para la biodiversidad, reconocido por la Convención en la Diversidad Biológica (CBD) teniendo su propio valor intrínseco así como importancia para la vida humana y el desarrollo sostenible. Las altas concentraciones de algas en aguas costeras reflejan las grandes entradas de nutriente, que pueden representar serias amenazas a la salud costera del ecosistema. Una alta concentración de algas restringe la luz disponible, reduce los niveles de oxígeno disuelto y puede aumentar la sedimentación, que sofoca a otros organismos.

9. Limitaciones

Las mayores limitaciones al uso de este indicador serán la disponibilidad de datos apropiados y la consistencia de métodos de muestreo y medida en el tiempo así como los métodos adecuados de la síntesis de datos. La medida de concentraciones de algas en la zona costera no tiene en cuenta los niveles de nutrientes que entran al ambiente marino naturalmente. Los efectos del aumento de algas dependerán también de la capacidad de asimilación del cuerpo de agua. Este indicador no tiene en cuenta la evaluación de contribución proporcional de nutrientes al ambiente costero desde fuentes puntuales y no puntuales. Es también difícil determinar qué papel juegan los nutrientes atmosféricos en la acumulación de algas.

4.4 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Indicador N° 94: Gasto Público Ambiental/PBI [8]

1. Concepto

Es la participación del gasto efectuado por el gobierno central en Medio Ambiente dentro de la ejecución del presupuesto nacional.

2. Definición Operativa

Como se ha mencionado, se puede identificar el gasto total del gobierno respecto al gasto público en protección ambiental con respecto al Producto Bruto Interno del país.

Fórmula N° 84

$$\%\ GTPCA/PBI = \frac{\sum GTPCA}{PBI} X\ 100$$

Donde:

% GTPCA/PBI = Porcentaje total de gasto en materia Medio Ambiental en relación del Producto Bruto interno.
GTPCA = Gasto público en materia Ambiental
PBI = Producto Bruto Interno

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

Clasificación de cuentas del presupuesto ejecutado del Tesoro General de la Nación (TGN), en gastos para el Medio Ambiente, del gobierno central.[9]

6. Fuente de Información

Para cuantificar el gasto ambiental se tiene en cuenta las entidades del gobierno que realizan gastos en relación al Medio Ambiente.

Dentro de éstas se consideran:

- *Las unidades especializadas del Sistema Nacional de Información Ambiental–SINIA (o su equivalente en cada país), el cual esta conformado por: autoridades regionales, unidades ambientales urbanas, institutos de investigación científica y el organismo rector del medio ambiente.*

- *El resto de entidades del gobierno, constituidas por las instituciones que hacen gasto en protección ambiental, sin ser esta su función principal, entre éstas se mencionan los ministerios, los departamentos administrativos, los departamentos y municipios.*

---

8 Departamento Nacional de Estadística (DANE). Metodología de Producción del "Indicador de Gasto en Protección Ambiental" – Sector Gobierno. Colombia, julio 2004.

9 Comunidad Andina. Fichas Metodológicas Ambientales del Sistema de Información Medio Ambiental (SIMA).

La información proviene de las ejecuciones presupuestales de ingresos y gastos, suministradas directamente por cada una de las entidades. Esta información se clasifica teniendo en cuenta la actividad que realiza la entidad, la finalidad u objeto del gasto y las variables económicas utilizadas para la elaboración de las cuentas de producción, como son; remuneración a los asalariados, consumo intermedio e impuestos indirectos.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

Medir el monto destinado a Medio Ambiente en los gastos de gobierno y su participación en el PIB.

- *Interpretación*

Este indicador mide la participación de las actividades encaminadas a la protección del medio ambiente con relación al Producto Bruto Interno (PBI), permitiendo establecer comparabilidad entre naciones con crecimientos económicos similares.

El Gasto Público Ambiental constituye el esfuerzo de entes como el gobierno, para prevenir, mitigar, compensar y controlar los efectos causados al medio ambiente por la actividad humana. Es relevante determinar en que medida estos gastos son asumidos por cada uno de los sectores y las finalidades ambientales establecidas.

Este indicador es un instrumento determinante en el seguimiento de la gestión ambiental en cada país y la toma de decisiones políticas, sociales y económicas que afectan la base del patrimonio natural.

9. Limitaciones

No existe un estándar a nivel nacional e internacional de cual debe ser la relación entre el gasto público ambiental y el PIB de un país.

Indicador N° 95: Gasto en investigación y desarrollo ambiental/PBI[10]

1. Concepto

Total de gastos nacionales en investigación científica y desarrollo experimental expresados como porcentaje del Producto Bruto Interno.

Los elementos del indicador son los gastos privados (empresariales) y públicos (del Estado) en investigación y desarrollo ambiental en el ámbito de la biotecnología. Para estudiar el indicador es importante poder comparar las tendencias de los distintos países una vez efectuada la normalización pertinente.

2. Definición Operativa

Este indicador se obtiene de dividir los gastos incurridos en investigación y desarrollo en el ámbito de la Biotecnología entre el Producto Bruto Interno.

[10] UN Departamento de Asuntos Sociales y Económicos. División de Desarrollo Sostenible. Hojas Metodológicas. Indicadores de los Aspectos Ambientales del Desarrollo Sostenible.

Fórmula N° 85

$$PGID = \frac{GID}{PBI} X\ 100$$

Donde:

PGID = Porcentaje del gasto en investigación y desarrollo (público y privado) en el ámbito de la Biotecnología del total de PBI.
GID = Gasto en investigación y desarrollo (público y privado) en el ámbito de la Biotecnología.
PBI = Producto Bruto Interno.

3. Unidad de Medida

Porcentaje (%).

4. Cobertura

Nacional.

5. Metodología

Para el cálculo del indicador se requiere de información detallada sobre los diversos tipos de gastos en investigación y desarrollo ambiental en el ámbito de la Biotecnología; es conveniente disponer de datos desglosados sobre inversión por tipo de aplicación y categoría industrial (gastos del sector privado, gastos del sector público).

6. Fuente de Información

Entes gubernamentales y privados dedicados a los aspectos de investigación y desarrollo ambiental.

7. Periodicidad

Anual.

8. Significancia (Pertinencia para la adopción de políticas)

- *Finalidad*

El indicador representa un aspecto particular de la capacidad biotecnológica, a saber la inversión en investigación y desarrollo ambiental. Puede considerarse como medida sustitutiva del volumen de producción/absorción de conocimientos biotecnológicos y permite evaluar la evolución de la capacidad biotecnológica.

- *Interpretación*

La biotecnología, un nuevo campo de la ciencia, permite introducir modificaciones en el Ácido Desoxirribonucleico (DNA), o material genético, de plantas, animales y sistemas microbianos, lo que da lugar a productos y tecnologías de gran utilidad. La capacidad biotecnológica puede ser fundamental para el desarrollo sostenible, ya que puede contribuir a mejorar la salud, incrementar la producción alimentaria, mejorar la reforestación, aumentar la eficiencia de los procesos industriales, descontaminar las aguas y eliminar los desechos peligrosos. No obstante, es necesario actuar con cautela a fin de garantizar que los avances Biotecnológicos no tengan repercusiones negativas. La Biotecnología brinda oportunidades de colaboración a nivel mundial entre los países ricos en recursos biológicos y aquellos que disponen de conocimientos tecnológicos especializados necesarios para transformar los recursos biológicos en beneficio del desarrollo sostenible.

9. Limitaciones

Las limitaciones del indicador proceden fundamentalmente en la escasez de las medidas de la actividad de investigación y desarrollo ambiental que se dispone. Puede resultar difícil obtener datos como consecuencia de la competencia entre empresas.

BIBLIOGRAFIA

1. *Naciones Unidas. Secretaría de la Comisión de Desarrollo Sostenible. Indicadores de Desarrollo Sostenible: Marco y Metodologías, agosto de 1996.*
2. *Naciones Unidas. www.un.org/esa/sustdev/info,htm*
3. *Naciones Unidas. Informe de la Conferencia sobre Medio Ambiente y el Desarrollo. Río de Janeiro, 3 al 14 de junio de 1992.*
4. *Naciones Unidas. Consejo Económico y Social. Comisión de Estadística. 36° Periodo de Sesiones. Informe del Grupo de Trabajo entre Secretarías sobre Estadísticas del Medio Ambiente. 1° al 4° de marzo de 2005.*
5. *Naciones Unidas. Consejo Económico y Social. Comisión de Estadística. 36° Periodo de Sesiones. Informe del Secretario General sobre Contabilidad Económico-Ambiental. 1° al 4° de marzo de 2005.*
6. *Naciones Unidas. Conference of European Statistics.Reading in Internacional Environment Statistics.*
7. *United Nations Environment Programme (UNEP). Analytical Methods for Environment Water Quality.*
8. *United Nations Environment Programme. UNEP. Questionnaire 2004 on Environment Statistics.*
9. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Julio Kuroiwa. Reducción de Desastres. Viviendo en Armonía con la Naturaleza, 2002.*
10. *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). Glosario de términos.*
11. *Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Seminario. Introducción a las Estadísticas Ambientales. 9 al 12 de febrero de 2004.*
12. *Comunidad Andina. Fichas de Indicadores Ambientales del Sistema de Información del Medio Ambiente (SIMA), proporcionadas por los siguientes países: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. 2004.*
13. *Comunidad Andina. Metodología Estadística para la Medición de la Calidad de los Recursos Hídricos en los Países de la Comunidad Andina.*
14. *Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo del Índice de Escasez de Agua Superficial.*
15. *Comunidad Andina. Metodología para el Cálculo de Índice de Ecosistemas.*
16. *Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Conceptos, Definiciones e Instrumentos de la Información Ambiental de Colombia. Julio de 2002. 3 Tomos.*
17. *Santillana. Diccionario Enciclopédico. Lima-Perú. 2000.*
18. *Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guías para la Calidad del Agua Potable. Criterios Relativos a la Salud y otra Información de Base.*
19. *Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN). La Energía y los Recursos Naturales. Lima-Perú. Julio 1988.*
20. *Departamento Nacional de Estadística (DANE). Metodología de Producción del "Indicador de Gasto en Protección Ambiental" – Sector Gobierno. Colombia, julio 2004.*
21. *Instituto de Defensa Civil del Perú (INDECI).*
22. *Universidad de Florida-EEUU. Plant Management in Florida Waters*
23. *Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia (IDEAM). Temas Ambientales. Fósforos Totales.*

ANEXO 3

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Abiótico (Abiotic): *carente de vida.*

Absorción atmosférica (Atmospheric Absorption): *absorción por la atmósfera de la Tierra de la mayor parte de los rayos X y la radiación ultravioleta e infrarroja emitida por el sol, con excepción de la luz visible. Este fenómeno evita el calentamiento excesivo de la superficie terrestre.*

Acidificación (Acidification): *aumento de los iones de hidrógeno, por lo general expresado en términos del pH de los medios ambientales.*

Acuífero (Aquifer): *formación geológica subterránea, o grupo de formaciones, que encierra aguas freáticas, las cuales pueden alimentar pozos y manantiales. Véase también embalse de agua subterránea.*

Aeróbico (Aerobic): *que ocurre o vive en presencia de oxígeno libre o disuelto.*

Afluencia (Inflow): *entrada de aguas de lluvia en un sistema de alcantarillado por causas distintas de la infiltración, por ejemplo, las aguas procedentes de drenajes subterráneos, bocas de inspección, colectores de aguas pluviales y lavado de calles.*

Aforar: *Medir la cantidad de agua de una corriente en una unidad de tiempo.*

Agente contaminante (Contaminant): *cualquier sustancia o materia física, química, biológica o radio1ógica que tiene efectos negativos en el aire, el agua, la tierra o el suelo, o la biota. Véase también contaminante.*

Agotamiento del ozono [o de la capa de ozono, o de la ozonósfera] (Ozono Depletion): *destrucción de la capa de ozono de la estratosfera, donde protege a la Tierra de la radiación ultravioleta nociva. La causa de la destrucción de la capa de ozono son las reacciones químicas en las que los óxidos de hidrógeno, nitrógeno, cloro y bromo actúan como catalizadores. También se denomina enrarecimiento del ozono; destrucción del ozono.*

Agua de lluvia (Rainwater): *agua que cae sobre la tierra como precipitación de la humedad atmosférica. Puede contener cantidades indeseables de nitrógeno, azufre y metales pesados que ocasionen problemas de "lluvia ácida".*

Agua dulce (Freshwater): *agua natural que presenta una baja concentración de sales. En general se considera apropiada para su extracción y tratamiento con el fin de producir agua potable.*

Agua potable (Potable Water): *agua apta para beber y cocinar a juzgar por ciertas normas definidas. Véase también normas de calidad del agua potable.*

Agua salobre (Brackish Water): *agua cuya concentración de sales es considerablemente inferior a la del agua de mar. La concentración de todas las sales disueltas fluctúa normalmente entre 1.000 y 10.000 mg/l.*

Aguas cloacales (Sewage): *aguas negras y desechos orgánicos procedentes de viviendas y establecimientos comerciales. Véase también aguas de alcantarilla; aguas negras; aguas residuales y aguas servidas.*

Aguas de alcantarilla (Waste Water): *aguas servidas, que generalmente se descargan en la red de alcantarillado. Contienen materias y bacterias en solución o suspensión.*

Aguas de superficie (Surface Water): *todas las aguas expuestas naturalmente a la atmósfera, como ríos, lagos, embalses, corrientes de agua, estanques, mares, estuarios, etc. La expresión abarca también manantiales, pozos u otros colectores de aguas que están directamente influenciados por las aguas de superficie. También se denomina aguas superficiales.*

Aguas residuales (Sullage): *escorrentías o aguas de alcantarilla. Ricas en nutrientes vegetales, se utilizan en algunos cultivos, como los de verduras, caña de azúcar y forraje.*

Aguas residuales tratadas: *agua consumida y devuelta al medio ambiente conforme a unos criterios y normas que garantizan que no se perjudica al medio ambiente acuático en detrimento del desarrollo sostenible. En ese contexto, el tratamiento puede incluir una amplia gama de procesos, incluidos el simple filtrado, la sedimentación, procesos biológicos y químicos, o unos sistemas adecuados de descarga en el mar.*

Aguas subterráneas (Groundwater): *agua dulce que se encuentra debajo de la superficie terrestre (por lo general en acuíferos) y que alimenta a los pozos y manantiales. Dado que las aguas subterráneas son la fuente principal del agua potable, cada vez preocupa más la infiltración de contaminantes agrícolas e industriales o sustancias almacenadas en tanques subterráneos. También se denomina aguas freáticas.*

Alar (Alar): *nombre comercial de la daminozida, plaguicida que da más color y firmeza a las manzanas, reduciéndose así la probabilidad de que se desprendan de las ramas antes de la cosecha. En menor medida, también se utiliza en los cacahuates, guindas, uvas y otras frutas.*

Alcalinidad (Alkalinity): *capacidad de los medios acuosos de reaccionar con los iones hidroxilos. La alcalinidad es el factor que representa la capacidad de un sistema acuoso para neutralizar los leídos.*

Alcantarilla (Sewer): *canal o conducto que lleva aguas residuales y agua de lluvia desde su fuente hasta una planta de tratamiento o curso de agua receptor. Las alcantarillas de aguas residuales transportan desechos domésticos y de establecimientos comerciales; las alcantarillas de agua de lluvia transportan escorrentía, y las redes unitarias de alcantarillado se utilizan para ambos fines.*

Aldrina (Aldrin): *insecticida tóxico. Debido a su gran actividad y persistencia, se utilizó extensivamente en los años cincuenta, pero en la actualidad su uso está prohibido en varios países*

Algas (Algae): *plantas simples, desprovistas de raíces, que se desarrollan en aguas expuestas a la luz solar. La descomposición de las algas muertas tiene generalmente un efecto negativo en la calidad del agua porque reduce los niveles de oxígeno disuelto. Las algas sirven de alimento a los peces y pequeños animales acuáticos.*

Algas verde-azuladas (Blue-green algae): *organismos fotosintéticos primitivos que comprenden algo menos de 1.500 especies. Otra de sus características es que muchas especies pueden además fijar el nitrógeno atmosférico, es decir, transformar el nitrógeno gaseoso del aire en compuestos que pueden ser aprovechados por las células vivas. También se denominan cianofitos. La proliferación de cianofitos es especialmente común en las aguas que han sido contaminadas con desechos nitrogenados.*

Algicida (Algicide): *producto químico de alta toxicidad para las algas, utilizado para controlar su proliferación.*

Anhídrido Carbónico: *Dióxido de carbono. No se considera un contaminante atmosférico a nivel local sino más bien un contaminante a nivel global planetario, debido a su repercusión y contribución en el efecto de calentamiento del planeta. Es un gas incoloro, incombustible y de olor y gusto suavemente ácido. Las fuentes naturales del gas son la oxidación natural de hidrocarburos, deforestación, respiración de animales y plantas. Las antropogénicas son las combustión fósiles, gas, carbón y también deforestación.*

Anaeróbico (Anaerobic): *que ocurre o vive en ausencia de oxígeno.*

Áreas Costeras: *Zonas de transitoría entre la tierra y el mar. Se definen como una línea de ancho variable de tierra y mar. El ancho medio mundial de la zona costera en el lado terrestre se aproxima a los*

60 kilómetros. La zona ocupa menos del 15% de la superficie de la tierra y alberga más del 60% de la población del mundo.

Área Protegida: *Según la Comisión Mundial sobre Áreas Protegidas de la UICN (Unión Mundial para la Naturaleza) el área protegida es una superficie de tierra y/o mar especialmente consagrada a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, así como de los recursos naturales y los recursos culturales asociados, y manejada a través de medios jurídicos u otros medios eficaces.*

Mientras en el artículo segundo del Convenio sobre la Diversidad Biológica se entiende por "área protegida" a un área definida geográficamente que haya sido designada o regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

B

Bacilo: *Palabra vulgar que alude a las bacterias del género Bacillus de la familia baciláceas, gram-positivas o gram-variable, generalmente móviles y en forma alargada de bastoncillo, aerobias y que forman endosporas.*

Bacteria coliforme fecal (Faecal Coliform Bacteria): *véase organismo coliforme.*

Balance energético (Energy Budget): *registro del flujo de energía a través de un sistema. También se denomina balance de energía.*

Barrios de tugurios (Slums): *zonas de casas viejas y en proceso de deterioro, en el sentido de que carecen de servicios adecuados y se encuentran superpobladas y en muy mal estado de conservación.*

Basuras domésticas (Household Waste): *residuos generados normalmente en los recintos habitacionales. En otras actividades económicas pueden producirse desechos de características similares y, en consecuencia, éstos pueden ser tratados y eliminados junto con las basuras domésticas. También se denominan residuos domésticos.*

Benzopireno (Benzopyrene): *hidrocarburo carcinógeno presente en el humo de cigarrillo.*

Bifenilos policlorados (Polychlorinated Biphenyls - PCBs): *grupo de compuestos orgánicos que se emplean en la fabricación de plásticos y como lubricantes y líquidos dieléctricos en los transformadores; en revestimientos para madera, metales y hormigón, y en productos adhesivos, revestimientos de alambres, etc. Son sumamente tóxicos para la vida acuática y persisten en el medio ambiente durante períodos prolongados. Pueden acumularse en las cadenas alimentarias y producir efectos secundarios nocivos cuando se encuentran en concentraciones elevadas.*

Biodiversidad (Biodiversity): *gama de diferencias genéticas, y diferencias entre las especies y entre los ecosistemas de una zona determinada. También se denomina diversidad biológica.*

Biogás (Biogas): *mezcla de metano y dióxido de carbono, en una proporción de 7 a 3, derivada del tratamiento del estiércol, desechos industriales y desperdicios de cultivos. Se utiliza como fuente alternativa de energía.*

Biomasa (Biomass): *peso vivo (en general, peso seco) de la totalidad de los organismos de una zona o hábitat. A veces se expresa como el peso por unidad de superficie de terreno o por unidad de volumen de agua.*

Biota (Biota): *componentes vivos de un ecosistema.*

Biótopo (Biotope): *espacio habitado por un grupo específico de organismos vivos.*

Bosques: *La Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), en su publicación Situación de los Bosques del Mundo (2003), define a los bosques como superficies de tierra con una cubierta de copa de más del 10% y una superficie superior a 0.5 Ha.*

Además, los bosques están determinados por la presencia de árboles y la ausencia de otros usos predominates de la tierra. El término incluye bosques utilizados con fines de producción, protección, conservación ó usos múltiples (es decir, bosques que integran parques nacionales, reservas de la naturaleza y otras áreas protegidas) así como masas en tierras de la balanza (por ejemplo, cortavientos y fajas protectoras de árboles con una anchura de más de 20 m)

Bosques naturales: *subserie de bosques compuestos de especies arbóreas conocidas como autóctonas de la zona. Abarca dicha categoría los bosques naturales y los seminaturales.*

Bosques de plantaciones: *establecidos artificialmente por forestación en tierras en que antes no había bosques que se recuerde, o establecidos artificialmente por forestación en tierras que antes eran boscosas, con repoblación que lleva consigo la sustitución de las especies autóctonas por especies o variedades genéticas nuevas o esencialmente diferentes.*

Bosque tropical (Tropical Forest): *Tipo de bosque que se encuentra en zonas donde las lluvias son regulares y abundantes con no más de dos meses de escasa precipitación. Están formados por una bóveda de árboles totalmente cerrada que impide el paso de los rayos solares hasta el suelo, perjudicando así el crecimiento de la vegetación en la cubierta del suelo.*

C

Calentamiento de la Tierra (Global Warming): *fenómeno que, según se cree, se produce como resultado de la acumulación de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero. Muchos científicos lo consideran una grave amenaza para el medio ambiente mundial. También se denomina aumento de la temperatura mundial; calentamiento de la atmósfera. Véase también efecto [de] invernadero.*

Calidad del agua (Water Quality): *propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas (relacionadas con el gusto) del agua.*

Capa de ozono (Ozone Layer): *véase ozonósfera.*

Capacidad de una planta de tratamiento (Capacity of Treatment Installation): *cantidad máxima de desechos que se pueden tratar en un año conforme a las normas y con las tecnologías habituales en una planta o instalación de tratamiento. La capacidad se puede expresar en términos de volumen diario de aguas residuales tratadas, equivalente por habitante (en el caso del tratamiento de aguas residuales) o cantidad, en peso, de residuos que es posible tratar.*

Carbón vegetal (Charcoal): *residuo sólido compuesto fundamentalmente de carbón; se obtiene de la destilación destructiva de la madera en ausencia de aire.*

Caudal: Escorrentía. *Volumen de agua que fluye a través de uan sección determinada en la unidad de tiempo.*

Clasificación de tierras (Land Classification): *distintas categorías de tierras que indican sus diferentes clases en cuanto a la calidad y capacidad o grado, según las características del suelo o su posible uso agrícola, o ambas cosas.*

Clasificación del uso de la tierra (Land-use Classification): *clasificación que proporciona información sobre la cubierta del suelo y los tipos de actividades humanas relacionadas con su utilización. También puede facilitar la evaluación de los efectos ambientales sobre la tierra y de los usos potenciales o alternativos de esta última. La clasificación fue formulada por la Comisión Económica para Europa, y comprende siete categorías principales: a) tierras agrícolas; b) bosques y otras tierras madereras; c) terrenos construidos y otras tierras conexas, sin incluir las construcciones agrícolas dispersas; d) tierras húmedas abiertas; e) tierras secas abiertas con cubierta vegetal especial; f) extensiones de tierra sin o escasa cubierta vegetal, y g) aguas. También se denomina clasificación del aprovechamiento de la tierra.*

Clima (Climate): *condición de la atmósfera en un lugar específico (microclima) o en una región en un período prolongado de tiempo. Se define como la suma a largo plazo de los elementos atmosféricos -*

como la radiación solar, temperatura, humedad, tipos de precipitaciones (frecuencia y cantidad), presión atmosférica y vientos (velocidad y dirección)-y de sus variaciones.

Clorofila (Chlorophyll): *conjunto de pigmentos verdes que se encuentran en las plantas y que son esenciales para la fotosíntesis.*

Clorofluorocarbonos - CFC (Chloro-fluorocarbons - CFCs): *productos químicos inertes, no tóxicos, que se licuan fácilmente; se emplean en los sistemas de refrigeración, aire acondicionado, envasado y aislación, o como solventes y propulsores de aerosoles. Dado que los CFC no se destruyen en las capas inferiores de la atmósfera, se desplazan hacia las capas superiores de ésta, donde sus componentes clorados destruyen el ozono. También se cuentan entre los gases de efecto invernadero que pueden influir en los cambios del clima. Véase también propulsor de aerosol.*

Cloruro de vinilo (Vinyl Chloride): *compuesto químico gaseoso utilizado en la elaboración de plásticos. La exposición prolongada a sus vapores se ha asociado con varios tipos de cáncer.*

Coeficiente de emisión (Emission Factor): *razón entre la cantidad de contaminación generada y la cantidad de una determinada materia prima procesada. La expresión también se refiere a la relación entre las emisiones generadas y los productos de los procesos de producción.*

Combustibles fósiles (Fossil Fuels): *carbón, petró1eo y gas natural. Estos combustibles provienen de los restos de antiguas especies vegetales y animales.*

Combustión (Combustion): *quema u oxidación rápida, con liberación de energía en forma de calor o luz. Es una de las causas básicas de la contaminación atmosférica.*

Combustión incompleta: *Quema insuficiente que ocurre cuando el oxígeno y/o el tiempo disponibles en el proceso resultan inferiores a lo necesario, produciendo un exceso de monóxido de carbono (CO)*

Compuestos orgánicos (Organic Compounds): *compuestos carbonados (sin incluir los carbonatos, bicarbonatos, el dióxido de carbono ni el monóxido de carbono) que constituyen la base de la materia viviente. En las aguas servidas domiciliarias, los compuestos orgánicos consisten principalmente en desechos metabólicos, como las heces o la orina, mezclados con grasa, detergentes, etc.*

Compuestos orgánicos volátiles - COV (Volatile Organic Compounds - VOCs): *compuestos orgánicos que se evaporan con facilidad y que contribuyen a la contaminación atmosférica principalmente mediante la producción de oxidantes fotoquímicos.*

Comunidad de especies (Community of Species): *conjunto de organismos caracterizado por una combinación bien definida de especies que ocupan un medio ambiente común e interactúan unas con otras.*

Concentración de bacterias (Bacterial Purity): *esta expresión se refiere al número máximo permisible de Escherichia coli u otras bacterias coliformes en el agua potable.*

Concentración de partículas (Particulate Loadings): *masa de partículas por unidad de volumen de aire o agua.*

Conservación (Conservation): *gestión de la utilización de los organismos o ecosistemas por el ser humano para asegurar un uso sostenible de los mismos (UICN/WWF, 1991).*

Conservación del suelo (Soil Conservation): *protección del suelo contra la erosión y el deterioro de otro tipo, a fin de mantener su fertilidad y productividad. Generalmente incluye la ordenación de las cuencas hidrográficas y el aprovechamiento de las aguas. Véase también protección del suelo y de las aguas subterráneas.*

Contaminante (Pollutant): *sustancia presente en concentraciones que pueden ser nocivas para los organismos (los seres humanos, las plantas y los animales) o que sobrepasan las normas de calidad del medio ambiente. Véase también agente contaminante.*

Contaminantes atmosféricos (Air Contaminants; Air Pollutants): *sustancias presentes en el aire que, en concentraciones elevadas, podrían ser perjudiciales para los seres humanos, los animales, la vegetación o los materiales. Los contaminantes atmosféricos, en consecuencia, pueden comprender materia de prácticamente cualquier composición natural o artificial capaz de ser transportada por el aire. Pueden ser partículas sólidas, gotículas o gases, o combinaciones de estas formas. Véase también contaminantes atmosféricos peligrosos.*

Cubierta forestal: *Tierras con una cubierta de copas de densidad igual o superior al 10% de la superficie.*

Cubierta vegetal: *Todos los árboles, arbustos, hierbas, plantas caducifolias, etc que cubren una zona ó región.*

Cubierta de copas (Canopy): *ramas y follaje de las plantas leñosas que se desarrollan a cierta distancia del suelo. También se denomina cubierta del vuelo.*

Cuenca fluvial (Drainage Basin): *zona desde la cual todas las precipitaciones escurren a un solo cauce o conjunto de cursos de aguas. Se denomina también superficie de captación o vertiente. También se denomina cuenca de captación; cuenca hidrográfica.*

Cuenca hidrográfica (River Basin): *superficie total de tierra drenada por un río y sus afluentes. Véase también vertiente.*

Cultivos perennes o vivaces (Permanent Crops): *cultivos que, después de cada cosecha, no tienen que volver a plantarse durante varios años.*

Cyanobacteria: *Las cianobacterias bacterias acuáticas y fotosintéticas, quiere decir que viven en el agua y pueden fabricar su propio alimento. Son sumamente pequeñas y generalmente unicelulares, aunque crecen en colonias suficientemente grandes para ser observadas.*

D

DDD*: insecticida de diclorodifenildicloroetano, sumamente tóxico para los peces.*

DDT*: insecticida de diclorodifeniltricloroetano, de alta toxicidad para la biota, incluidos los seres humanos. Se trata de un producto bioquímico persistente que se acumula en la cadena alimentaria.*

Deforestación (Deforestation): *desmonte de la masa forestal y su reemplazo por otros usos no forestales de la tierra. También se denomina despoblación forestal.*

Degradación de tierras (Land Degradation): *reducción o pérdida de la productividad y complejidad biológica o económica de las tierras cultivables de secano, de riego, o de las tierras de pastoreo, las praderas y los bosques, como consecuencia de los procesos naturales, la utilización de los suelos u otras actividades humanas y sistemas habitacionales. Algunos ejemplos son la contaminación y erosión del suelo y la destrucción de la cubierta vegetal. También se denomina empobrecimiento de la tierra.*

Demanda bioquímica de oxígeno - DBO (Biochemical Oxygen Demand - BOD): *oxígeno disuelto que requieren los organismos para la descomposición aeróbica de la materia orgánica presente en el agua.*

DBO.- *La DBO es una prueba empírica que mide el nivel de materia orgánica en una masa de agua. La prueba entraña la incubación de una muestra diluida durante un período de cinco días a temperatura constante de $20^{o}C$. La muestra se diluye a fin de adaptarla a los parámetros operacionales del procedimiento de prueba. La prueba es un procedimiento normalizado de laboratorio al que suele referirse como prueba de la DBO_5.*

Demanda química de oxígeno - DQO (Chemical Oxygen Demand - COD): *índice de contaminación del agua que mide la concentración de masa del oxígeno que se consume en la descomposición química de la materia orgánica e inorgánica.*

Desalinización (Desalinization): *l. extracción de la sal del agua de mar o aguas salobres. Esto se logra por varios métodos, por ejemplo, destilación, electrodiálisis, intercambio iónico, destilación de efectos múltiples, ósmosis invertida, hiperfiltración, evaporación solar y compresión de vapor; 2. extracción de la sal del suelo con métodos artificiales, por lo general, lixiviación. También se denomina desalación.*

Desarrollo sostenible (Sustainable Development): *desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1987). Presupone la conservación de los activos naturales para el crecimiento y desarrollo futuros.*

Desastre natural (Natural Disaster): *catástrofe repentina, por ejemplo, terremotos, tsunamis (marejadas), inundaciones, erupciones volcánicas, ciclones y derrumbes, o fenómenos o procesos lamentables de carácter progresivo, como en el caso de la sequía y la desertificación.*

Descomposición (Decay; Decomposition): *desintegración de la materia orgánica por acción de bacterias u hongos aeróbicos, proceso que modifica la estructura química y el aspecto físico de los materiales afectados.*

Descomposición anaeróbica (Anaerobic Decomposition): *descomposición orgánica en ausencia de aire.*

Descomposición orgánica (Composting): *proceso de reducción de desechos vegetales y animales, ya sea mediante descomposición biológica natural de la materia orgánica en presencia de aire por medios mecánicos controlados, con el fin de aumentar o mantener la fertilidad del suelo. También se denomina compostaje.*

Desechos (Waste): *materiales que no son productos primarios (es decir, producidos para el mercado), a los que su productor no tiene ya más usos que dar en función de sus propios objetivos de producción, transformación o consumo, y que desea eliminar. Se pueden generar desechos durante la extracción de materias primas, durante la transformación de éstas en productos intermedios o finales, durante el consumo de productos finales y durante otras actividades humanas. Se excluyen los residuos reciclados o reutilizados en el lugar en que se generan. También se denomina residuos. Véase también desechos bio1ógicos, residuos sólidos, desechos industriales y basuras domésticas.*

Desecho sólido: *Material que ha dejado de tener un propósito útil y se descarta. Por consiguiente, se considera que no tiene valor comercial para el productor. Sin embargo, ello no supone que no tenga valor para alguna otra parte. Normalmente los desechos sólidos se producen de tres formas: en el marco de la producción y el consumo de bienes y servicios; en el marco de la elaboración de los desechos de esos servicios; y en el marco de los sistemas de control al final del proceso o del tratamiento de las emisiones. En general los desechos se notifican por fuentes con arreglo a las siguientes categorías: desechos de la minería y la construcción; desechos de la producción de energía; desechos agrícolas; desechos municipales; y desechos o limos industriales.*

Desertificación (Desertification): *degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y secas subhúmedas como resultado de diversos factores, entre ellos las variaciones climáticas (sequía) y las actividades humanas (sobreexplotación de las tierras secas).*

Desierto (Desert): *región de escasa vegetación o carente de ésta debido a la falta de precipitaciones o a la aridez del suelo.*

Digestor (Digester): *en las plantas de tratamiento de aguas residuales, tanque cerrado en el cual se reduce el volumen de sólidos y se estabilizan los fangos no tratados por la acción de bacterias. También se denomina cuba de digestión.*

Dilución (Dilution): *método para eliminar residuos industriales o efluentes de plantas industriales mediante su descarga en un cauce u otra masa de agua.*

Dióxido de azufre [SO2] (Sulphur Dioxide): *gas pesado, acre e incoloro, formado principalmente por la quema de combustibles fósiles. Es perjudicial para los seres humanos y la vegetación, y contribuye a la acidez de las precipitaciones.*

Dióxido de carbono [CO,] (Carbon Dioxide): *gas incoloro, inodoro y no venenoso que se desprende de la combustión de combustibles fósiles y normalmente forma parte del aire ambiente. También se produce durante la respiración de los organismos vivos (plantas y animales) y se le considera el principal gas de efecto invernadero, al contribuir a los cambios del clima. También se denomina anhídrido carbónico.*

Dioxina (Dioxin): *compuesto orgánico sintético de la clase de los hidrocarburos clorados. Se trata de uno de los compuestos más tóxicos, cuyos efectos nocivos, incluso en concentraciones extremadamente pequeñas, comprenden la inducción del cáncer y defectos de nacimiento. Se ha convertido en un agente contaminante muy difundido debido al uso de ciertos herbicidas que contienen dioxina.*

E

Ecosistema (Ecosystem): *Unidad espacial y temporal conformadas por organismos vivos, su entorno físico y las interaciones entre ambos. Es decir , es un conjunto de factores bióticos (animales, vegetales, etc) y factores abióticos (minerales, agua, clima, temperatura, condiciones geológicas, etc) y sus interacciones entre ambas como el flujo de energía, cadenas tróficas ó alimenticias, los ciclos biogeoquímicos, el nicho ecológico, los equilibrios ecosistémicos, la resilencia y la sucesión ecológica. No son unidades estáticas en el tiempo, tampoco unidades cuyas frontereas están claramente definidas en el espacio.*

Efecto [de] invernadero (Greenhouse Effect): *calentamiento de la atmósfera de 1a Tierra provocado por la acumulación de dióxido de carbono y otros gases de efecto de invernadero o gases en trazas, que actúan como el techo de vidrio de un invernadero; este fenómeno permite el paso de los rayos solares y el calentamiento de la superficie terrestre, pero impide, en cambio, la pérdida de radiación térmica.*

Efluente (Effluent): *desecho líquido (ya sea tratado o sin tratar) derivado de un proceso industrial o actividad humana y que se elimina en el medio ambiente.*

Emisión (Emission): *descarga en la atmósfera de contaminantes procedentes tanto de fuentes fijas, tales como chimeneas, otros ductos de ventilación, áreas superficiales de instalaciones comerciales o industriales, como de fuentes móviles, por ejemplo, vehículos automotores, locomotoras y aeronaves.*

Entropía (Entropy): *1. propiedad termodinámica de la materia, relacionada con la cantidad de energía que puede transferirse de un sistema a otros en forma de trabajo; 2. medida cuantitativa de la tendencia natural de un sistema físico hacia un mayor desorden. También se ha propuesto como un indicador ambiental de los límites máximos que tiene el crecimiento económico (Georgescu-Roegen, 1971).*

Erosión (Erosion): *desgaste y arrastre del suelo por acción del viento o el escurrimiento de agua, los glaciares o las olas. La erosión es un fenómeno natural, pero a menudo se intensifica por las actividades de desmonte relacionadas con la agricultura y el desarrollo habitacional o industrial.*

Escala de Richter (Richter Scale): *escala con una graduación del 0 al 10 para medir la intensidad de los sismos.*

Escherichia coli (K coli): *bacteria baciliforme (en forma de bastoncillo) que vive en el intestino de los seres humanos y otros animales de sangre caliente. Su presencia en el agua indica que hay contaminación fecal. Existe un número máximo de coliformes (recuento de coliformes) por encima del cual el agua deja de ser apta para beber o asearse.*

Escorrentía (Run-off): *agua de lluvia, nieve derretida o agua de riego que fluye por la superficie del terreno y finalmente retorna a un curso de agua. La escorrentía puede recoger contaminantes de la atmósfera o el suelo y arrastrarlos hasta las aguas receptoras.*

Especies amenazadas: *Por especies amenazadas se entiende las que corren peligro de extinción, e incluyen las especies en peligro, vulnerables, raras, e indeterminadas, con arreglo a las definiciones de la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN).*

Especies en peligro (Endangered Species): *entidades taxonómicas en peligro de extinción, cuya supervivencia es improbable si se mantienen los factores causales. Estas especies comprenden las entidades taxonómicas cuya población se ha reducido apreciablemente a un nivel crítico o cuyos hábitats se han visto tan afectados que se consideran en peligro inmediato de extinción. También comprenden las entidades que posiblemente ya están extinguidas, en el sentido de que no han sido observadas en estado silvestre en los últimos 50 años. También se denominan especies amenazadas.*

Especies endémicas (Endemic Species): *especies que sólo se encuentran en una región o localidad específica.*

Especies extinguidas (Extinct Species): *especies que no se han encontrado en estado silvestre en los últimos 50 años.*

Especies raras (Rare Species): *tazones con poblaciones mundiales pequeñas que, aunque en la actualidad no estén amenazadas ni sean vulnerables, corren peligro. Estos taxones se encuentran en zonas geográficas o hábitats restringidos, o muy dispersos en un área más amplia.*

Especies vulnerables (Vulnerable Species): *taxones de varios tipos, incluidos: a) taxones que probablemente pasarán a la categoría de "en peligro de extinción" en un futuro próximo si los factores causales pertinentes siguen actuando. Estos factores pueden ser la sobreexplotación, la destrucción extensa de hábitats y otras perturbaciones ambientales; b) taxones con poblaciones que han sido gravemente mermadas y cuya seguridad en última instancia no está todavía garantizada, y c) tazones con poblaciones aún abundantes pero que se encuentran amenazadas por graves factores adversos en todas sus zonas de distribución.*

Estrategia Mundial de la Conservación (World Conservation Strategy): *estrategia publicada en 1980 por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos Naturales (UICN) (actualmente la Unión Mundial para la Naturaleza), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), cuyos objetivos son: a) mantener los procesos eco1ógicos y sistemas sustentadores de la vida esenciales; b) conservar la diversidad genética y c) garantizar la utilización sostenible de las especies y los ecosistemas. En 1991 se publicó una versión actualizada titulada Cuidar la Tierra: Estrategia para el futuro de la vida. (UICN, WWF, 1991).*

Estratificación (Stratification): *disposición en capas verticales de comunidades eco1ógicas y medios ambientales. Por ejemplo, en un bosque los estratos pueden consistir en capas de hierbas, arbustos, verbales de nivel inferior y árboles de nivel superior.*

Eutrofización (Eutrophication): *proceso de envejecimiento lento durante el cual un lago o estuario se convierte en un pantano o marisma y, eventualmente, desaparece. Durante la eutrofización, los compuestos nutritivos (sobre todo el nitrógeno y el fósforo) del lago aumentan a tal punto, que se produce una proliferación extraordinaria de algas y otras plantas microscópicas; este fenómeno ahoga al lago, el cual acaba por secarse. La eutrofización se acelera con las descargas de nutrientes en forma de aguas residuales, detergentes y fertilizantes en el ecosistema. También se denomina eutroficación.*

Evapotranspiración (Evapotranspiration): *pérdida de agua debido al efecto combinado de la evaporación del agua del suelo o de las aguas de superficie y la transpiración de las plantas y los animales.*

F

Factores de conversión de la energía (Energy Conversion Factors): *coeficientes específicos que se utilizan para determinar la equivalencia entre las unidades de masa y volumen, energía y trabajo y potencia; los factores de conversión también se utilizan para convertir las cantidades de producción y consumo de energía de las unidades físicas originales a una unidad de medida común. Véase también factores equivalentes.*

Fenoles (Phenols): *compuestos orgánicos derivados de la refinación de petróleo, el curtido de cueros, el teñido de telas, etc. Los fenoles son germicidas y actúan como desinfectantes. Su presencia en bajas concentraciones en el agua puede afectar su sabor y olor y, en concentraciones más elevadas, pueden resultar tóxicos para la vida acuática y el ser humano.*

Fertilizantes (Fertilizers): *sustancias orgánicas o inorgánicas cuyos elementos químicos permiten estimular el desarrollo de las plantas y mejorar la fertilidad del suelo. El porcentaje de nutrientes de los fertilizantes orgánicos (abonos) es relativamente bajo. Los nutrientes de los fertilizantes inorgánicos o minerales son sales inorgánicas, obtenidas por extracción o mediante procesos físicos y químicos, o ambas cosas. Los tres nutrientes principales de las plantas son el nitrógeno, el fósforo y el potasio.*

Fluorocarbono (Fluorocarbon): *gas utilizado como propulsor en los aerosoles. Contribuye a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera, lo que, a su vez, permite el paso de formas nocivas de la radiación solar a la superficie terrestre.*

Fluoruros (Fluorides): *compuestos gaseosos, só1idos o disueltos que contienen flúor. Se producen como resultado de los procesos industriales y pueden producir fluorosis cuando están presentes en cantidades excesivas en los alimentos.*

Forestación (Afforestation): *establecimiento artificial de bosques mediante plantación o siembra de especies en terrenos no forestales. También se denomina plantación de árboles.*

Fósforo (Phosphorus): *elemento que constituye un nutriente fundamental para la vida, pero que al mismo tiempo contribuye a la eutrofización de los lagos y otras masas de agua.*

Fotosíntesis (Photosynthesis): *proceso químico que se lleva a cabo en las plantas verdes mediante el cual éstas utilizan la energía luminosa para producir glucosa a partir del dióxido de carbono y el agua, liberándose oxígeno.*

Fuente de descarga directa (Direct Discharger): *instalación municipal o industrial que emite elementos contaminantes a través de un conducto o sistema definido. Constituye una fuente puntual de contaminación.*

Fragmentación de ecosistemas: *Entendiendo la fragmentación como la división de un hábitat originalmente contínuo en relictos remanentes inmersos en una matriz transformada,*

Fuente fija (Stationary Source): *emisor inmóvil de contaminación. También se denomina foco fijo.*

Fuente móvil (Mobile Source): *fuente móvil de contaminación atmosférica, por ejemplo, los automóviles.*

Fuente no localizada (Non-point Source of Pollution): *fuentes de contaminación difusas, es decir, contaminación que no se origina en un solo lugar o contaminantes que no se descargan en un curso de agua desde un punto específico. Por lo general, los contaminantes son arrastrados sobre la superficie del suelo por la escorrentía de aguas de lluvia. Las categorías más comunes de este tipo de fuente de contaminación son: agricultura, silvicultura, zonas urbanas, minería, construcción, presas y canales, eliminación de desechos en vertederos e intrusión de agua salada.*

Fuentes de contaminación atmosférica (Air Pollution Sources): *actividades que producen contaminación del aire, por ejemplo, actividades agrícolas, procesos de combustión, procesos que producen polvo, actividades industriales y relacionadas con la energía nuclear, pintura con pistola, trabajos de impresión y limpieza en seco.*

Fuentes de energía (Energy Sources): *todos los combustibles só1idos, líquidos y gaseosos; la electricidad; el uranio; el vapor y el agua caliente, y los combustibles tradicionales tales como la leña, el carbón vegetal, y los desechos vegetales y animales. Véase también fuentes de energía nuevas y renovables.*

G

Gas natural (Natural Gas): *mezcla de compuestos de hidrocarburos y pequeñas Cantidades de compuestos de otra naturaleza que se encuentra en los yacimientos subterráneos naturales.*

En estado gaseoso o en solución con el petróleo.

Gases de efecto [de] invernadero (Greenhouse Gases): *dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, ozono y clorofluorocarbonos que se producen en forma natural como resultado de las actividades humanas (producción y consumo), y que contribuyen a producir el efecto de invernadero (calentamiento de la atmósfera). También se denominan gases que producen el efecto invernadero.*

Gram-negativas: *Se dice de las bacterias que, una vez tratadas con la tinción de Gram, pierden el color azul al añadirseles decolorantes como el alcohol ó la acetona. Entre ellas están los gonococos y bacilos como el tífico y el cólico.*

H

Hábitat (Habitat): *lugar donde vive un organismo o población (seres humanos, animales, plantas, microorganismos).*

HÁBITAT (HABITAT Conference): *Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos. La primera conferencia se celebró en Vancouver, Columbia Británica, del 31 de mayo al 11 de junio de 1976; la segunda conferencia se celebró en Estambul, del 3 al 14 de junio de 1996.*

Hidrocarburo halogenado (Halogenated Hydrocarbon): *compuesto que se forma cuando el hidrógeno contenido en una molécula de un hidrocarburo, como el metano, es reemplazado por cualquiera de los elementos halógenos (flúor, cloro, bromo y yodo). Al desintegrarse en la estratosfera, se libera cloro y bromo, los que participan activamente en la destrucción del ozono estratosférico. El grupo más conocido de hidrocarburos halogenados son los clorofluorocarbonos (CFC). Los compuestos bromados se denominan halones. También se denomina halocarburo.*

Hidrocarburos (Hydrocarbons): *compuestos formados por hidrógeno y carbono en diversas combinaciones que se encuentran presentes en los productos derivados del petróleo y el gas natural. Ciertos hidrocarburos se cuentan entre los principales contaminantes ambientales; algunos pueden ser carcinógenos y otros pueden contribuir a la formación de niebla fotoquímica.*

Hidrocarburos aromáticos policíclicos (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons - PAHs): *tipo de hidrocarburos de elevado peso molecular que se emiten como resultado de los procesos que ocurren en los vehículos motorizados y de otros procesos de combustión incomp1éta. Estos hidrocarburos son tóxicos cuando se encuentran en concentraciones elevadas, y se cree que algunos son carcinógenos.*

Hidrocarburos clorados (Chlorinated Hydrocarbons): *clase de insecticida persistentes de amplio espectro que permanecen en el medio ambiente y se acumulan en la cadena alimentaria. Entre éstos se cuentan el diclorodifeniltricloroetano (DDT), aldrina, dieldrina, heptacloro, clordano, lindano, endrin, mirex, hexacloruros y toxafeno. Otro ejemplo es el tricloroetileno, que se usa como solvente industrial.*

Hidroclorofluorocarbonos - HCFC (Hydrochloro-fluorocarbons - HCFCs): *compuestos utilizados como sustitutos de los clorofluorocarbonos (CFC) en los sistemas de refrigeración debido a que su efecto en el agotamiento de la capa de ozono es menor.*

I

Índice de calidad del agua (Water Quality Index): *promedio ponderado de concentraciones ambientes de ciertos contaminantes, normalmente asociadas a las clases de calidad del agua.*

Índice de contaminación atmosférica (Air Pollution Index - API: *medida cuantitativa que describe la calidad del aire ambiente. El índice se obtiene combinando los valores de diversos contaminantes atmosféricos en una sola medida.*

Inventario de emisiones (Emission Inventory): *registro, por fuente, de las cantidades de contaminantes efectiva o potencialmente descargados. Dicho inventario se utiliza para establecer y aplicar las normas en materia de emisiones.*

L

Lacustre (Lacustrine): *que vive o se desarrolla en o junto a un lago.*

Lista roja de animales amenazados (Red List of Threatened Animals): *La Lista Roja de la UICN es el inventario más completo del estado de conservación de las especies de animales y plantas a nivel mundial. Utiliza un conjunto de criterios para evaluar el riesgo de extinción de miles de especies y subespecies. Estos criterios son relevantes para todas las especies y todas las regiones del mundo. Con su fuerte base científica, La Lista Roja de la UICN es reconocida como la guía de mayor autoridad sobre el estado de la diversidad biológica.*

M

Manejo de desechos (Waste Management): *las actividades características del manejo de desechos son las siguientes: a) recolección, transporte, tratamiento y eliminación de desechos; b) control, supervisión y regulación de la producción, recolección, transporte, tratamiento y eliminación de desechos, y c) prevención de la producción de desechos mediante alteraciones en los procesos, reutilización y reciclado. También se denomina control de desechos; gestión de residuos.*

Materia inorgánica (Inorganic Matter): *sustancias de origen mineral cuya estructura no está constituida principalmente de carbono.*

Materia particulada (Particulates): *partículas liquidas o sólidas finas, tales como el polvo, humo, neblina, vapores o niebla, presentes en el aire o en las emisiones. También se denomine materia granulosa. Véase también partículas en suspensión.*

Metano [CH,] (Methane): *hidrocarburo gaseoso, incoloro, inflamable y no venenoso, que se forma por la descomposición anaeróbica de los compuestos orgánicos. El metano es un poderoso gas de efecto invernadero.*

Monóxido de carbono [CO] (Carbon Monoxide): *gas incoloro, inodoro y venenoso producido por la combustión incompleta de combustibles fósiles. El monóxido de carbono se combina con la hemoglobina de los seres humanos, reduciendo su capacidad para transportar oxígeno, lo que tiene efectos dañinos en la salud.*

N

Nicho (Niche): *combinación de condiciones apropiadas para la supervivencia de una especie dada.*

Nitrificación (Nitrification): *proceso bioquímico que consiste en la conversión de compuestos orgánicos nitrogenados en nitratos y nitritos. Este proceso forma parte del ciclo del nitrógeno y se considera beneficioso, puesto que convierte compuestos orgánicos nitrogenados en nitratos que pueden ser absorbidos por las plantas verdes.*

Nitritos (Nitrites): *sales de óxido nitroso que se emplean para conservar alimentos.*

Norma de calidad del medio ambiente (Environmental Quality Standard): *limites establecidos para las perturbaciones del medio ambiente, en particular la concentración de contaminantes y desechos, que determinan el nivel máximo permisible de degradación de los medios ambientales. También se denomina norma de calidad ambiental.*

NUTE: *Nomenclatura de la Unidad Territorial Estadística a nivel andino.*

Nutriente (Nutrient): *sustancia, elemento o compuesto necesario para el desarrollo y el crecimiento de las plantas y animales.*

O

Organismo (Organism): *cualquier planta, animal, o ser humano vivo.*

Organismo coliforme (Coliform Organism): *microorganismo que se encuentra en el tubo digestivo de los seres humanos y los animales. Su presencia en el agua indica que existe contaminación fecal y contaminación bacteriana, que puede ser peligrosa. Véase también Escherichia coli.*

Oxidación Biológica Aeróbica: *Tratamiento de desechos mediante el uso de organismos aeróbicos en presencia de aire u oxígeno como agentes para reducir la carga de contaminantes.*

Oxidación biológica: *Metabolismo del oxígeno, de la respiración y de la cadena respiratoria.*

Óxido de nitrógeno [NOJ (Nitrogen Oxide): *producto de la combustión en el transporte y otras fuentes fijas. El óxido de nitrógeno contribuye en gran medida al depósito de ácidos y a la formación de ozono al nivel del suelo en la troposfera.*

Óxido nítrico [NO] (Nitric Oxide): *gas formado por la combustión a alta presión y temperatura en un motor de combustión interna. Se transforma en dióxido de nitrógeno en al aire ambiente y contribuye a la formación de niebla fotoquímica.*

Óxido nitroso [N2O] (Nitrous Oxide): *óxido de nitrógeno relativamente inerte que se produce como resultado de la actividad microbiana en el suelo, la utilización de fertilizantes nitrogenados, la quema de leña, etc. Este compuesto puede contribuir a los efectos de invernadero y al agotamiento del ozono.*

Oxígeno disuelto (Dissolved Oxygen - DO): *cantidad efectiva de oxígeno gaseoso (O2) en el agua, expresada en términos de su presencia en el volumen de agua (miligramos de O, por litro) o de su proporción en el agua saturada (porcentaje).*

Ozono [O3] (Ozone): *gas tóxico incoloro y picante al olfato que contiene tres átomos de oxígeno en cada molécula. Existe en forma natural en una concentración de aproximadamente 0,01 ppm de aire. Una concentración de 0,1 ppm se considera tóxica. En la estratosfera, el ozono forma una capa que protege a la Tierra de los efectos nocivos de la radiación ultravioleta en los seres humanos y otra biota. En la troposfera, es uno de los principales componentes de la niebla fotoquímica, fenómeno que afecta gravemente al sistema respiratorio de los seres humanos.*

P

Parques nacionales (National Parks): *extensas zonas naturales que no han sido modificadas por la actividad humana y en las que no se permite extraer recursos. Su finalidad es proteger la naturaleza y los paisajes de importancia nacional e internacional para usos científicos, educacionales y recreativos.*

Partículas en suspensión (Suspended Particulate Matter - SPM): *líquidos o só1idos muy divididos que pueden ser dispersados en el aire por los procesos de combustión, actividades industriales o fuentes naturales.*

Perenne (Perennial): *se dice de la planta que vive de un año a otro, que entra en un período de latencia después de un período vegetativo y desarrolla nuevos brotes en el siguiente período vegetativo.*

Persistencia (Persistance): *tiempo que un compuesto puede permanecer en el medio ambiente después de haber sido introducido en éste. Algunos compuestos pueden persistir en forma indefinida.*

pH (pH Value): *medida de la acidez o la alcalinidad de un líquido. Un pH de 0 a 7 indica acidez, de 7 a 14 indica alcalinidad, y pH 7 significa neutralidad.*

Phaeophytins: *Significa los productos de degradación de la clorofila.*

Phytoplankton: *Son plantas microscópicas que viven en el océano. Hay muchas especies de phytoplacton, cada una de las cuales tiene una forma característica. Crece abundante en los océanos*

alrededor del mundo y es la base de la cadena de alimentación marina. Consiguen su color verde de la clorofila, el pigmento que utilizan durante la fotosíntesis.

Plaga (Pest): *especies, virus, bacterias y otros microorganismos que se consideran dañinos para la salud de los seres humanos, los cultivos y otros organismos vivos.*

Plaguicida (Pesticide): *cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se emplea para evitar o controlar plagas, incluidos los vectores de las enfermedades del ser humano o los animales, y especies de plantas o animales no deseadas, o bien para eliminarlas del todo. Los plaguicidas pueden ser perjudiciales o influir de alguna otra manera en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de los alimentos, productos agrícolas, la madera y otros productos forestales, o el forraje de los animales. También se define como cualquier sustancia o mezcla de sustancias que puede administrarse a los animales con el fin de controlar insectos, ácaros u otras plagas en sus organismos. También se denomina parasiticida; producto antiparasitario.*

Plancton (Plankton): *organismos vegetales y animales, a menudo de tamaño microscópico, que flotan o se desplazan suavemente en el agua.*

PNUMA (UNKP): *Programa de lás Naciones Unidas para el Medio Ambiente; organismo internacional creado en 1972 para catalizar y coordinar actividades dirigidas a comprender mejor, desde el punto de vista cienúfico, los cambios en el medio ambiente y a desarrollar instrumentos de gestión ambiental.*

Policloruro de vinilo - PVC (Polyvinyl Chloride - PVC): *plástico que, al ser quemado, libera ácido clorhídrico. Puede tener efectos nocivos. Su antecesor industrial, el monómero cloruro de vinilo, es un poderoso agente carcinógeno.*

Polietileno de alta densidad (High-density Polyethylene): *material que al quemarse produce humos o vapores tóxicos. Se emplea en la fabricación de botellas y otros productos de plástico.*

ppm/ppmm/ppb (p.p.m Jp.p.b Jp.p.t.): *Partes por millón/partes por mil millones/partes por billón; medidas de las concentraciones de contaminantes ea el aire, el agua, el suelo, los tejidos humanos, los alimentos y otros productos.*

Precipitación (Precipitation): *l. lluvia o nieve que cae de la atmósfera y se deposita en la superficie terrestre o en el agua; 2. extracción forzada de las partículas presentes en los gases de escape o las aguas residuales.*

Precipitación ácida (Acid Precipitation): *cualquier forma de precipitación (lluvia, nieve, granizo o niebla) cuya acidez ha aumentado debido a la absorción de contaminantes ácidos presentes en el aire.*

Programa 21 (Agenda 21): *plan de acción para lograr el desarrollo sostenible, aprobado por dirigentes de todo el mundo durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992.*

R

Rayos ultravioleta (Ultraviolet Rays): *radiación en la gama de longitud de onda comprendida entre la luz visible y los rayos X, dividida en las bandas A, B y C. La capa de ozono presente en la atmósfera impide que gran parte de las radiaciones ultravioleta de las bandas B y C alcancen la superficie terrestre.*

Recuento de coliformes [fecales] (Coliform Index): *indicador de la pureza del agua basado en el recuento de bacterias fecales.*

Recursos genéticos (Genetic Resources): *material genético de las plantas, animales o microorganismos que tiene valor como recurso para las futuras generaciones de la humanidad.*

Recursos naturales no renovables (Non-renewable Natural Resources): *recursos naturales agotables, tales como los minerales, que no se pueden regenerar una vez que han sido explotados.*

Recursos naturales renovables (Renewable Natural Resources): *recursos naturales que después de ser explotados pueden volver a sus niveles anteriores por procesos naturales de crecimiento o reposición. Los recursos condicionalmente renovables son aquellos cuya explotación llega a un punto en el cual la regeneración resulta imposible. Tal es el caso, por ejemplo, de la tala de los bosques tropicales.*

Red de abastecimiento de agua (Water Supply System): *sistema para la recolección, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución de agua desde su fuente hasta los consumidores, por ejemplo, viviendas, establecimientos comerciales, industrias, instalaciones de riego y organismos públicos, para actividades vinculadas con el uso de agua (extinción de incendios, limpieza de calles, etc.). Véase también red de doble alimentación.*

Red de alcantarillado (Sewerage Network): *sistema de colectores, tuberías, conductos y bombas para evacuar aguas residuales (de lluvia, domésticas y de otro tipo) desde cualquier punto de origen hasta una planta municipal de tratamiento o hasta un punto de descarga en aguas de superficie.*

Reforestación (Reforestation): *repoblación forestal, natural o artificial, de una zona que anteriormente se encontraba cubierta de bosques.*

Relicto: *Se aplica a la especie ó comunidad de seres vivos que se encuentran aislados en una parte reducida de su antigua área de distribución.*

Residuos sólidos (Salid Waste): *material inservible y a veces peligroso, con bajo contenido líquido. Los residuos só1idos comprenden basura urbana, desechos industriales y comerciales, fangos cloacales, desechos provenientes de operaciones agrícolas, cría de animales y otras actividades afines, y desechos de actividades de demolición y de minería.*

Respiración anaeróbica (Anaerobie Respiration): *descomposición química de las sustancias alimentarias en ausencia de oxígeno.*

Rollizos (Roundwood): *madera en bruto, es decir, madera en su estado natural, después de haber sido talada u obtenida de otro modo, con o sin corteza, en rollos, hendida, simplemente escuadrada, o en alguna otra forma (por ejemplo, raíces, tocones, nudos, etc.). También se denominan madera rolliza; madera en rollos.*

S

Salinización (Salination; Salinization): *aumento de la concentración de sal en un medio ambiental, especialmente el suelo*

Saneamiento (Sanitation): *mejora de las condiciones ambientales de los hogares que afectan a la salud humana, mediante desagües y la evacuación de las aguas residuales y la basura*

Sedimentación (Sedimentation): *proceso por el cual la materia se deposita en el fondo de un líquido o masa de agua, especialmente en los embalses*

Sequía (Drought): *ausencia prolongada o déficit apreciable de precipitaciones que puede contribuir a la desertificación*

Sistema de Información Geográfica – SIG (Geographical Information System – GIS): *Sistema de información que puede proporcionar, procesar, analizar y representar en forma visual datos sobre referencias geográficas con el fin de apoyar los procesos de toma de decisiones*

Sistema satélite [de cuentas nacionales] (Satellite System): *Sistema de contabilidad adicional o paralelo que aumenta la capacidad analítica de las cuentas nacionales, sin sobrecargar o entorpecer el sistema central. Puede proporcionar información adicional, aplicar conceptos complementarios o alternativos, ampliar la cobertura de costos y beneficios de las actividades humanas y vincular datos físicos con datos monetarios. El sistema de contabilidad ambiental y económica integrada (SCAEI) constituye un sistema satélite del sistema de cuentas nacionales (SCN)*

Sólidos disueltos(Dissolved Solids): *Material orgánico e inorgánico desintegrado en el agua. Cuando existen cantidades excesivas de sólidos disueltos, el agua no es apta para beber ai se puede usar en procesos industriales*

Sólidos en suspensión (Suspended Solids): *Pequeñas partículas de contaminantes sólidos en las aguas residuales que contribuyen a la turbidez y se resisten a la separación por medios convencionales*

Sostenibilidad (Sustainability): *Este concepto se refiere: a) al uso de la biosfera por las generaciones actuales al tiempo que se mantienen sus rendimientos (beneficios) potenciales para las generaciones futuras, y/o b) a tendencias persistentes de crecimiento y desarrollo económicos que podrían verse perjudicadas por el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente*

Sustancias que agotan la capa de ozono: *Sustancias orgánicas que contenga cloro o bromo, que destruye la capa de ozono de la estratósfera.*

T

Tala (Clear-cutting): *Técnica de manejo forestal que entraña el corte de todos los árboles de una zona en un mismo momento*

Taxón (Taxon [pl. toxa]): *Unidad (grupo) de organismos utilizada en taxonomía*

Taxonomía (Taxonomy): *Clasificación de los organismos fósiles y vivos de conformidad con sus relaciones evolutivas*

Teleobservación (Remate Sensing): *Filmación de imágenes de la superficie terrestre desde aviones y satélites, y revelado y análisis de las mismas, a fin de obtener información necesaria para la realización de inventarios de recursos naturales, la evaluación de desastres naturales, la elaboración de mapas, etc.*

Terremoto (Earthquake): *Estremecimiento o temblor repentino de la tierra provocado por la dislocación de la corteza terrestre o la actividad volcánica. También se denomina sismo*

Tierras agrícolas (Agricultural Land): *Terrenos que comprenden la tierra cultivable, la destinada a cultivos permanentes y las dehesas y praderas permanentes.*

Tierras cultivables: *Tierras que se utilizan para cultivos temporales, praderas temporales, para siega o para pasto, las huertas para uso comercial o privado, y las tierras temporalmente en barbecho. Esa definición tiende a equiparar las tierras cultivables con las tierras cultivadas. La definición de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de tierras cultivadas corresponde a las tierras que se utilizan para cultivos temporales (anuales), aunque algunos países incluyen en las tierras cultivadas los cultivos perennes. Por consiguiente, pueden surgir dificultades para efectuar comparaciones entre los países.*

Tratamiento de aguas residuales (Waste-water Treatment): *Proceso a que se someten las aguas residuales para que puedan cumplir las normas ambientales u otras normas de calidad. Se pueden distinguir tres tipos generales de tratamiento: mecánico, biológico y avanzado.*

Tratamiento del agua (Water Treatment): *1. proceso a que se somete el agua obtenida de cualquier fuente para poder utilizarla por vez primera; 2. tratamiento de las aguas residuales mediante procedimientos mecánicos, biológicos y avanzados*

U

UICN (UICN): *Unión Mundial para la Naturaleza (anteriormente se denominó Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos), con sede en Gland, Suiza. Su objetivo es divulgar conocimientos y dar orientación acerca de la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales*

V

Vertedero (Landfill): *Terreno donde se depositan definitivamente los desechos, en forma controlada o no controlada, conforme a distintas normas sanitarias, de protección del medio ambiente, y otras normas de seguridad.*

Vertiente (Watershed): *Terrenos cuyas aguas afluyen a un curso de agua.*

Z

Zona árida (Arid Zone): *Zona en la que las lluvias no superan los 250 mm al año. La expresión puede comprender una referencia a factores bioclimáticos*

Zona costera (Coastal Zone): *Tierras y aguas adyacentes a la costa que ejercen influencia en los usos del mar y su ecología o, a la inversa, cuyos usos y ecología son afectados por el mar*

Zona protegida (Protected Area): *Superficie de tierra o cubierta de agua, ya sea de propiedad pública o privada que, por ley, se administra y ordena con el fin de alcanzar ciertos objetivos específicos de conservación.*

Zonas Totalmente Protegidas.- *Son las zonas mantenidas en su estado natural y están vedadas a usos extractivos. Comprenden la categoría I, reservas naturales integrales/zonas en estado natural; la categoría II, parques nacionales; y la categoría III, monumentos nacionales. (categorías según la UICN)*

Las zonas totalmente protegidas son necesarias para proteger una gama lo más amplia posible de comunidades ecológicas naturales y de especies que dependen de ellas. Para que esas comunidades puedan perdurar y evolucionar "naturalmente" protegidas en la medida de lo posible de las actividades humanas, las zonas protegidas tienen que ser vastas.

Zonas Parcialmente Protegidas *.- Son las zonas destinadas a usos concretos tales como actividades recreativas, o a brindar unas condiciones óptimas para determinadas especies o comunidades ecológicas. Comprenden la categoría IV, hábitat/zona de ordenación de especies; categoría V, paisaje terrestre/marino protegido; y categoría VI, zona protegida de recursos ordenados. (categorías según la UICN)*

Zonas semiáridas (Semi-arid Zones*): Zonas con una pluviosidad media anual de entre 250 mm y 600 mm aproximadamente, donde las lluvias son estacionales y variables, y la evaporación potencial es elevada.*

Unidades de Medida Utilizadas

Concentración	*Ppm (partes por millón)*
	Ppm (partes por mil millones)
	Ppb (partes por billón)
Longitud	*mm (milímetro)*
	cm (centímetro)
	Km (Kilómetro)
Nivel de acidez	*pH*
Peso/ masa	*mg (miligramo)*
Porcentaje	*%*
Radiación	*curie*
Ruido	*dB (decibel)*
Superficie	*ha (hectárea)*
	Km2 (Kilómetro cuadrado)
Temperatura	*°C (centígrado)*
Volumen	*m3 (metro cúbico)*
	l (litro)
	ml (mililitro)

Bibliografía del Glosario de Términos

1.- *Sistema de Indicadores Medio Ambientales de los Países de la Comunidad Andina (SIMA). Página web. Glosario de Términos*

2.- *Organización de las Naciones Unidas (ONU). Departamento de Información Económica y Social y Análogos de Políticas. Glosario de Estadísticas del Medio Ambiente.Nueva Cork, 1997.*

3.- *Diccionario Enciclopédico Santillana. Madrid. 2000.*

4.- *Bernard J. Nebel, Richard T. Wright. Ciencias Ambientales. Ecología y Desarrollo Sostenible. Editorial Pearson Education, Sexta Edición. USA. 1999.*

5.- *Manual Metodológico para la Elaboración del Índice de Ecosistema en los Países de la Comunidad Andina.*

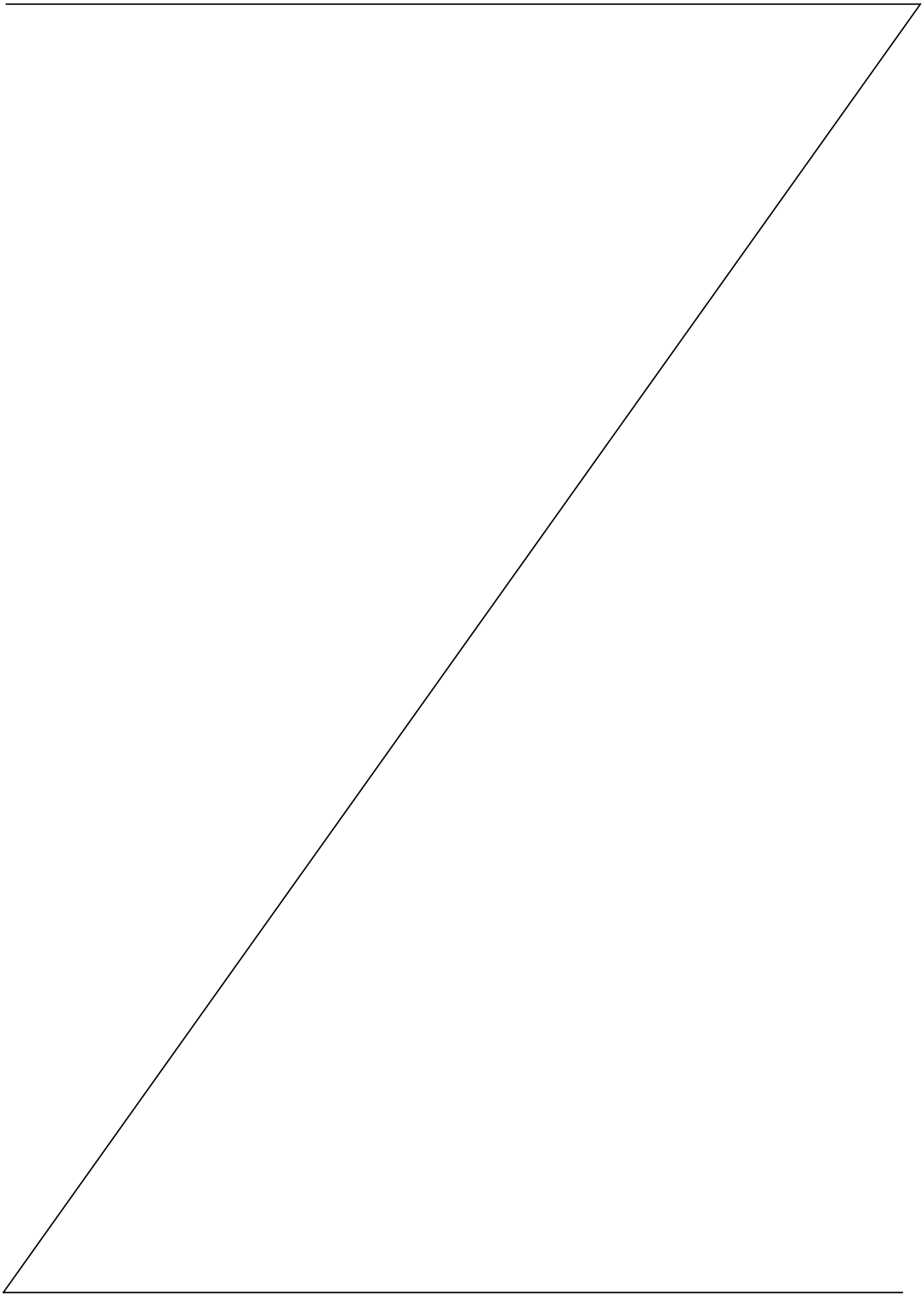
6.- *Sistema de Información Ambiental de Colombia-SIAC-TOMO 2. Primera Generación de Indicadores de la Línea Base de la Información Ambiental de Colombia.*

7.- *Página web de "the World Conservation Union". http://www.iucn.org/.*

8.- *Página web http://earthobservatory.nasa.gov/Library/Phytoplankton/.*

9.- *Página web Universidad ed California Berkeley. http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanointro.html.*

* * * *



Editada por la Secretaría General de la Comunidad Andina - Paseo de la República 3895 - Fax (51-1) 221-3329 - Teléf. (51-1) 411-1400 - Casilla 18-1177 - Lima 18-Perú