

Departamento Administrativo  
Nacional de Estadística



Producción Estadística  
PES

Dirección de Metodología y Producción Estadística / DIMPE

METODOLOGÍA GENERAL ENCUESTA AMBIENTAL INDUSTRIAL - EAI

Sep/2022

	METODOLOGÍA GENERAL ENCUESTA AMBIENTAL INDUSTRIAL - EAI	CÓDIGO: DSO-EAI-MET-001 VERSIÓN: 9 FECHA: 19/Sep/2022
PROCESO: Producción Estadística		SUBPROCESO: Diseño.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

1. ANTECEDENTES

2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA

2.1. DISEÑO TEMÁTICO

2.1.1. Necesidades de Información

2.1.2. Formulación de objetivos

2.1.3. Alcance

2.1.4. Marco de referencia

2.1.5. Definición de variables y construcción de indicadores estadísticos

2.1.6. Plan de resultados

2.1.7. Estándares estadísticos utilizados

2.1.8. Diseño del cuestionario

2.1.9. Normas, especificaciones o reglas de edición e imputación de datos

2.2. DISEÑO ESTADÍSTICO

2.2.1. Universo de estudio

2.2.2. Población objetivo

2.2.3. Cobertura geográfica

2.2.4. Desagregación geográfica

2.2.5. Desagregación temática

2.2.6. Fuentes de datos

2.2.7. Unidades estadísticas

2.2.8. Período de referencia

2.2.9. Período de recolección/acopio

2.2.10. Marco estadístico (censal o muestral)

2.2.11. Diseño muestral

2.2.12. Ajustes de cobertura (o ajuste de cobertura por no respuesta)

2.2.13. Especificaciones de ponderadores

2.3. DISEÑO DE LA RECOLECCIÓN/ ACOPIO

2.3.1. Métodos y estrategias de recolección o acopio de datos

2.3.2. Estructura organizacional del operativo y conformación del equipo

2.3.3. Esquema de entrenamiento de personal

2.3.3.1. Entrenamiento durante el proceso de selección

2.3.3.2. Entrenamiento al inicio de operativo

2.3.3.3. Reentrenamientos durante operativo

2.3.4. Convocatoria de selección del personal

2.3.5. Proceso de sensibilización y acuerdos de intercambio

2.3.6. Elaboración de manuales

2.3.7. Diseño de las estrategias de comunicación y plan de contingencias

2.3.8. Diseño de la estrategia de seguimiento y control

2.3.9. Diseño de sistemas de captura

2.3.10. Transmisión de datos

2.4. DISEÑO DE PROCESAMIENTO

2.4.1. Consolidación de archivos de datos

2.4.2. Codificación

2.4.3. Diccionario de datos

2.4.4. Revisión y validación

2.4.5. Diseño de instrumentos de edición (validación y consistencia) e imputación de datos

2.4.6. Diseño para la generación de cuadros de resultados

2.5. DISEÑO DEL ANÁLISIS

2.5.1. Métodos de análisis

2.5.2. Anonimización de microdatos

2.5.3. Verificación de la anonimización de microdatos

2.5.4. Comités de expertos

2.6. DISEÑO DE LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN

2.6.1. Diseño de sistemas de salida

2.6.2. Diseño de productos de comunicación y difusión

2.6.3. Entrega de productos

2.6.4. Estrategia de servicio

2.7. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN DE LAS FASES DEL PROCESO

2.8. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FLUJOS DE TRABAJO

3. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

## INTRODUCCIÓN

El presente documento metodológico de la Encuesta Ambiental Industrial (EAI) se estructura de la siguiente manera: en una primera parte se presentan los antecedentes de esta operación estadística; en la segunda se señalan los aspectos conceptuales y el diseño de la operación estadística. Estos aspectos se refieren a las distintas fases de la producción estadística de conformidad con la Norma Técnica de Calidad Estadística NTC PE 1000:2020; como son los diseños temático, estadístico, de recolección y acopio, procesamiento, análisis, difusión y comunicación, de procesamiento, análisis, las fases del proceso estadístico y los sistemas de producción y flujos de trabajo, dónde se exponen Finalmente, se ubica el glosario y la bibliografía.

La Encuesta Ambiental Industrial (EAI), surge como fuente de información de la Cuenta Satélite Ambiental (CSA) desarrollada con base en los lineamientos establecidos en el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) por sus siglas en inglés. Esta operación estadística obtiene información de la inversión, los costos y los gastos asociados a las actividades de protección ambiental y gestión de recursos, la generación y gestión de residuos sólidos, el manejo del recurso hídrico y los instrumentos de gestión ambiental de la industria manufacturera, lo que permiten el análisis del comportamiento del sector.

Desde 1993 surge la EAI como un módulo de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM). Posteriormente, en 2007 se convierte en una encuesta independiente, con un diseño muestral a partir de la EAM orientada a generar información a nivel de corredores industriales. En 2011, fue rediseñada la muestra para tener representatividad a nivel nacional y poder agrupar la información a nivel de regiones geográficas definidas por el DANE y Grupos de Actividad Económica; con base en la Clasificación Industrial Uniforme (CIU), permitiendo responder a las necesidades de información del país relacionadas con la evaluación del desempeño ambiental de la industria manufacturera.

La información sobre gestión ambiental desarrollada por parte de la industria manufacturera es reportada por los establecimientos seleccionados en la muestra, quienes responden un cuestionario que consta de seis capítulos, a través de un formulario Web con auto diligenciamiento asistido y que indaga por el periodo del año inmediatamente anterior.

Una vez obtenida la información es validada, estructurada y analizada, para generar los resultados que son publicados en Boletines Técnicos, Anexos e Informes, los cuales contienen indicadores como: Productividad hídrica en la industria manufacturera, Proporción de residuos generados que se envían a disposición final, Tasa de residuos dispuestos por los establecimientos industriales respecto a la producción industrial y Porcentaje de aguas residuales industriales tratadas de manera segura (ODS).

Los resultados de la EAI son un insumo, para el cálculo del gasto en protección ambiental que realiza la CSA. De igual manera, la información ha sido usada por otras entidades del gobierno para la formulación de políticas públicas y se espera que contribuya a la identificación de tendencias y patrones sectoriales de interés ambiental. Asimismo, que sirva para mejorar y fortalecer el compromiso del sector productivo con el ambiente a partir del análisis de la gestión ambiental sectorial.

1 La Contabilidad Ambiental propuesta por Naciones Unidas en la revisión de 1993 promovió y recomendó el uso de la Cuenta Satélite del Medio Ambiente para comprender la relación de este con la esfera económica; para ello, Naciones Unidas publicó, anexo al manual de contabilidad nacional, el manual de contabilidad ambiental y económica integrada (SCAEI).

2 El estudio estimó los niveles de contaminación a través de datos suministrados por estudios puntuales para algunas industrias recogidas en los expedientes del Ministerio de Salud, las corporaciones autónomas regionales y el Inderena.

3 El corredor industrial de Antioquia está conformado por Medellín y once municipios más del área metropolitana; el Caribe por Barranquilla, Santa Marta, Cartagena y diez municipios cercanos a cada ciudad; el Cundiboyacense, por Bogotá, Tunja y treinta y cinco municipios más; el del Eje cafetero por Manizales, Armenia y diez municipios más; el Pacífico por Cali, Buga, Tuluá y quince municipios más y el corredor de los Santanderes está conformado por Cúcuta, Barrancabermeja, Bucaramanga y doce municipios más.

## 1. ANTECEDENTES

Desde 1993, el DANE ha desarrollado la Cuenta Satélite de Medio Ambiente (CSMA), con el objeto de establecer una metodología para el desarrollo de un Sistema de Cuentas Ambientales integrado al Sistema de Cuentas Nacionales 1, involucrando aspectos ambientales en el marco del análisis macroeconómico e introduciendo algunas modificaciones en los conceptos fundamentales de la estructura de las Cuentas Nacionales.

Bajo este contexto se inició el Proyecto Piloto de Contabilidad Económico-Ambiental Integrada para Colombia (COLSCEA), de donde surgió el Módulo Especial de Inversión y Gastos en Protección Ambiental para la industria manufacturera. Este módulo se encontraba dentro de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE y su información se recolectaba conjuntamente en su operativo.

Se dirigió a 35 ramas de actividades económicas consideradas como las más contaminantes, seleccionadas con base en el estudio "Diagnóstico y control de la contaminación ambiental en Colombia"<sup>2</sup>, elaborado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), en conjunto con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en 1992.

De 1993 a 1998 el Módulo Especial de Inversión y Gastos en Protección Ambiental estuvo conformado por tres capítulos: inversión en activos, costos y gastos, e innovación en tecnología ambiental. Estos buscaban establecer el valor en miles de pesos de las actividades de protección ambiental realizadas por los establecimientos industriales, y caracterizar la adquisición de tecnologías ambientales. De 1999 a 2006 el capítulo tres (innovación en tecnología ambiental) desapareció y se fusionó con los otros dos.

A partir de 2007, el módulo ambiental se convirtió en la Encuesta Ambiental Industrial (EAI), como una operación estadística independiente de la EAM. Este cambio se realizó con el fin de definir un diseño estadístico propio que permitiera obtener resultados representativos a nivel regional y por actividad económica del módulo. Adicionalmente, se buscaba profundizar y precisar en las variables de gasto en protección ambiental que no estaban bien definidas en el módulo ambiental y se incorporaron nuevas temáticas como la gestión de residuos y el consumo de agua.

Para proporcionar información a nivel regional, se adoptó el criterio de corredor industrial, que hace referencia a la conformación de zonas industriales compuestas por una ciudad principal y un grupo de municipios colindantes, que usualmente constituyen el área metropolitana de esa ciudad. Otra forma de definirlo es a través de la delimitación de municipios y distritos interconectados por la vía central de movilidad espacial, cuya intensidad de transporte urbano es alta y presenta gran desarrollo manufacturero. En total, se definieron seis corredores industriales: Antioquia, Caribe, Corredor Cundiboyacense, Eje cafetero, Pacífico y Santanderes<sup>3</sup>. Este criterio se eliminó a partir del año de referencia 2011, en consecuencia, actualmente se tiene cobertura a nivel nacional bajo el criterio de región definido por el DANE para sus operaciones estadísticas.

Para la contextualización de la EAI, el equipo temático estudia las operaciones estadísticas tanto nacionales como internacionales que se relacionan con la evaluación del desempeño ambiental. Entre las experiencias nacionales se encuentra el Registro Único Ambiental Manufacturero (RUA), desarrollado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), así como operaciones estadísticas realizadas por el DANE, como la Cuenta Satélite de Medio Ambiente (CSMA), el Módulo Ambiental de Industria y versiones anteriores de la EAI.

En este aparte se destacan únicamente los estudios del DANE que dieron como resultado la EAI tal como se concibe actualmente. El RUA y la CSMA, aunque también se consideran antecedentes de esta operación estadística, se encuentran detalladas en el numeral sobre referentes nacionales.

### Módulo Ambiental de la EAM

Este surgió de la necesidad de contabilizar los gastos en protección ambiental realizados por el sector industrial del país, para desarrollar la CSMA. Se diseñó e implementó en 1993 y tenía como principal objetivo determinar los montos de inversión y gasto en protección, recuperación y conservación ambiental efectuados por los establecimientos durante un año corriente. Asimismo, en la tabla 1 y 2, se muestra la evolución del número de establecimientos seleccionados para responder el módulo ambiental y la cobertura obtenida para los periodos de 1993 a 1999 y del año 2004 a 2006.

**Tabla 1. Módulo Ambiental de la EAM. Cobertura 1993 a 1999**

Año	1993	1995	1996	1997	1998	1999
Número de establecimientos	1.190	1.190	1.190	1.219	1.528	7.500
Cobertura (%)	14,8	14,8	14,8	15,2	19,1	100

Fuente: DANE.

Nota: en esta tabla la cobertura se entiende como el número de establecimientos encuestados sobre el total de establecimientos del universo de estudio

**Tabla 2. Módulo Ambiental de la EAM. Cobertura 2004 a 2006**

Año	2004	2005	2006
Número de establecimientos	1.169	1.422	1.289
Cobertura (%)	99,2	92,6	91,4

Fuente: DANE.

Nota: en esta tabla la cobertura se entiende como el número de establecimientos que respondieron la encuesta sobre el total de establecimientos a los que se le envió la encuesta.

### Rediseño y prueba piloto de la EAI

En 2007 se inició el proceso de rediseño del Módulo Ambiental, del que surgiría la EAI, con tres objetivos:

- Actualizar y ampliar el universo de estudio a más actividades productivas, para una mejor y mayor cobertura de la información.
- Generar un instrumento más acorde con el tipo de información que manejan los establecimientos.
- Incluir la medición de nuevas variables ambientales en los temas de manejo de los residuos sólidos, aprovechamiento del recurso hídrico y gestión ambiental empresarial.

Entre los meses de julio y agosto de 2008 se realizó la prueba piloto; la encuesta se envió a 210 establecimientos industriales y se obtuvo información de 142, dando como resultado una cobertura del 67,6%. Del total, 8,1% no respondió y el restante 24,3% tuvo novedades; entre ellas, las más frecuentes fueron localización por fuera de Bogotá (25,5%) y sin localización (21,6%).

Con esta prueba se revisó la formulación de las preguntas y se evidenciaron los errores de diligenciamiento y consistencia más frecuentes. De esta manera, se hicieron los cambios necesarios en la encuesta y se incluyeron validaciones automáticas en el aplicativo de recolección. A partir de esta reforma, se verifica el número de establecimientos y la cobertura que corresponde a los mismos durante los años 2007 hasta 2011 de la EAI. (Ver Tabla 3)

**Tabla 3. Encuesta Ambiental Industrial. Cobertura 2007 a 2011**

Año	2007	2008	2009	2010	2011
Número de establecimientos	3.038	1.860	2.709	2.905	2.800
Cobertura (%)	86,6	95,5	92,5	94,3	95,5

Fuente: DANE.

Nota: en esta tabla la cobertura se entiende como el número de establecimientos que respondieron la encuesta sobre el total de establecimientos a los que se le envió la encuesta.

## 2. DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA

Para el diseño de la EAI se tiene en cuenta la delimitación temática, estadística la logística para la ejecución de la operación, así como el desarrollo del aplicativo de recolección. Igualmente, se definen las herramientas para el control de la calidad en los procesos, el análisis y difusión de los resultados y la evaluación de la operación estadística para el mejoramiento continuo de la misma.

### 2.1. DISEÑO TEMÁTICO

Dentro del diseño temático de la EAI se realiza la revisión de las necesidades de información, así como las operaciones estadísticas similares que se realizan en el país y a nivel internacional.

#### 2.1.1. Necesidades de Información

Los resultados de la EAI son útiles para la toma de decisiones y el análisis sobre la manera como la industria colombiana realiza acciones dirigidas a mitigar los efectos ambientales de su actividad. Los usuarios de la información son quienes expresan, por diferentes vías (reuniones técnicas, correos, solicitudes ciudadanas, entre otros) sus necesidades de información, que se atienden de la siguiente manera:

##### Usuarios internos.

Mediante mesas de trabajo se realiza la priorización de las necesidades de información, en relación con los objetivos y el alcance de la encuesta. En este sentido, se da prioridad a las necesidades de la DSCN de forma tal que sea posible mejorar los reportes e indicadores asociados a la Cuenta Ambiental y Económica del Flujo de Agua (CFA); la Cuenta Ambiental y Económica de las Actividades Ambientales y Transacciones Asociadas (CAATA); así como la Cuenta Ambiental y Económica de Flujo de Materiales: Residuos Sólidos, en unidades físicas.

Posterior a ello se incluyen variables de interés para el seguimiento de los indicadores de los Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) y las políticas públicas.

La información estadística producida por la EAI es utilizada en el DANE para: a) la elaboración de las Cuentas Ambientales por parte de la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales; b) la construcción de indicadores sobre Economía Circular (EC) que hacen parte de los reportes y del Sistema de Información de EC y; c) permite la estimación de Indicador de aguas residuales tratadas de manera segura por la industria manufacturera del indicador para los - Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 6.3.1

##### Usuarios Externos

La información estadística producida por la EAI es utilizada por los siguientes usuarios externos:

- Industriales; quienes la usan para observar tendencias en este sector que puedan llevarlos a mejores niveles de competitividad.
- El gobierno; interesado en la información sobre el desempeño ambiental de la industria manufacturera. Los resultados de la EAI han sido usados por otras entidades del gobierno para la formulación de políticas que contribuyen a la identificación de tendencias y patrones sectoriales de interés ambiental. Asimismo, que sirven para mejorar y fortalecer el compromiso del sector productivo con el ambiente a partir del análisis de la gestión ambiental sectorial. Por otro lado, generan información que contribuye al seguimiento de las acciones y medidas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en lo relacionado con el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA).
- Las universidades; como insumo para sus análisis sobre el tema. Los resultados de la EAI han sido usados como fuente de información para diferentes trabajos de grado relacionados a temas de innovación, competitividad y gestión ambiental de la industria.
- Gremios; como principales representantes de los sectores económicos por ejemplo la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI).
- Ciudadanía en general; como seguimiento de políticas públicas; lo anterior, en el marco de los compromisos de estas actividades, con políticas públicas de Crecimiento Verde, Cambio Climático y Gestión de Residuos Sólidos, entre otras.

Mediante correos electrónico se remite el formato de recolección de datos de la EAI, a diferentes grupos de interés con el fin de identificar aspectos a mejorar o necesidades adicionales.

De acuerdo con los requerimientos de los usuarios, las políticas, las directrices producidas en mesas técnicas o realizadas por organismos internacionales y conceptos ambientales, se realiza la evaluación de requerimientos, se determinan y se ajustan las especificaciones, se hace la generación de los requerimientos estadísticos del directorio de fuentes y con esto se genera la programación de actividades y presupuesto operativo.

La priorización de las necesidades de información se realiza atendiendo los objetivos y el alcance de la encuesta. En este sentido, se analizan en mesas de trabajo las necesidades identificadas de los actores internos y externos.

Posteriormente, se realizan verificaciones para confirmar si esta información puede ser suplida por otra operación estadística y se valida de acuerdo con el instrumento de recolección, el diseño muestral, la confidencialidad y los flujos de información, la posibilidad de incluir o ajustar variables.

Al final de cada mes, se consolidan las necesidades de información estadística que los usuarios de la EAI reportan al DANE, y se surte el proceso de confirmación. Posteriormente de manera trimestral e interna se realiza: la priorización, el análisis de viabilidad técnica y económica, y se elabora un informe de priorización de las necesidades de información estadística. Este informe se socializa con los usuarios que hicieron y confirmaron sus solicitudes a través de comunicaciones y mesas de trabajo.

Lo anterior para dar cumplimiento a los siguientes requisitos de la NTC PE 1000:

"5.1.5 La entidad debe revisar y actualizar las necesidades de los usuarios a intervalos planificados y ser especificados en el documento metodológico de la operación estadística."

"5.2.3 La entidad debería informar a los usuarios de las necesidades priorizadas y aquellas no consideradas.

#### 2.1.2. Formulación de objetivos

a) Objetivo general: Obtener información de la inversión, los costos y los gastos asociados a las actividades de protección ambiental y gestión de recursos, la generación y gestión de residuos sólidos, el manejo del recurso hídrico y los instrumentos de gestión ambiental de la industria manufacturera.

b) Objetivos específicos:

- Estimar el valor del gasto en protección ambiental de la industria manufacturera en establecimientos que cumplan los parámetros de inclusión de la EAM.
- Establecer la dinámica del manejo integrado de los residuos sólidos en los establecimientos industriales en establecimientos que cumplan los parámetros de inclusión de la EAM.
- Identificar el manejo y la gestión del recurso hídrico en los establecimientos industriales en establecimientos que cumplan los parámetros de inclusión de la EAM.
- Caracterizar la gestión ambiental realizada por la industria en establecimientos que cumplan los parámetros de inclusión de la EAM.
- Fortalecer la producción de información sectorial sobre el medio ambiente y los recursos naturales que apoye la respuesta a los compromisos internacionales.

#### 2.1.3. Alcance

La EAI recoge y publica anualmente información estadística sobre la inversión y gasto en protección ambiental, la generación de residuos sólidos, el manejo del recurso hídrico y los instrumentos de gestión ambiental en la industria manufacturera colombiana. Su población objetivo corresponde con la de la EAM, por ello, solo se publica información de los establecimientos industriales que tienen más de 10 empleados o una producción mayor a 500 millones anuales para el año 2016.

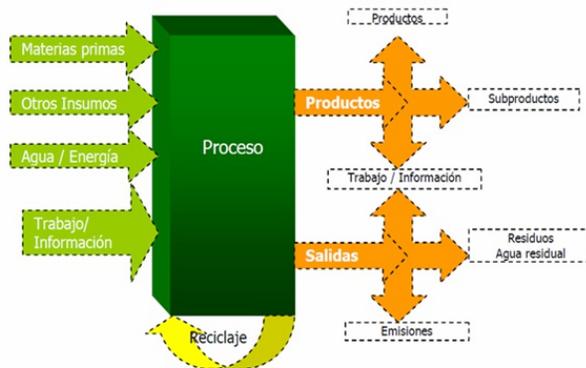
Los temas incluidos son fundamentales para el desarrollo de un análisis en protección ambiental, de acuerdo con la Clasificación de las Actividades de Protección Ambiental (CAPA, 2000). La presentación de resultados se realiza de manera agrupada por las siguientes regiones: Caribe, Oriental, Central, Pacífica, Bogotá y Amazonía - Orinoquía (Ver desagregación Tabla 5) y por grupos de división industrial (Ver desagregación Tabla 4), como resultado del diseño muestral definido para la encuesta.

#### 2.1.4. Marco de referencia

a) Marco teórico. La producción industrial es la transformación de materiales y componentes en productos nuevos que pueden provenir de trabajos realizados en máquinas o a mano, en una fábrica o a domicilio, y ser comercializados al por mayor o al por menor (DANE, 2002). El desarrollo de estas actividades genera impactos ambientales que se sienten en el medio natural en mayor o menor intensidad, dependiendo de la actividad específica y de las acciones que las empresas tomen con relación a su prevención y mitigación.

El Gráfico 1 muestra la entrada de recursos naturales (materias primas, agua/energía) utilizados en el proceso productivo y sus salidas, unas como producto terminado y otras como residuos sólidos, aguas residuales y emisiones atmosféricas, que tienen como medio de disposición final el ambiente.

Gráfico 1. Caracterización general de un proceso industrial



Fuente: Manual de introducción a la producción más limpia en las industrias. CNPML.

En Colombia, a partir de la expedición del Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio (Decreto 2811 de 1974) y posteriormente con la Ley 99 de 1993, se han desarrollado diferentes instrumentos de política que permiten responder a los problemas ambientales.

Los instrumentos de gestión ambiental que se han definido en las diferentes políticas ambientales del país se refieren a: i) instrumentos de regulación directa (normas, estándares tecnológicos y sanciones); ii) instrumentos administrativos y de planificación (licencias ambientales, permisos y concesiones); iii) instrumentos económicos e incentivos financieros (tasas, pagos por servicios ambientales e incentivos tributarios) y; iv) la educación.

Esto, junto con la importancia que ha adquirido el tema ambiental en los últimos años, en diferentes niveles (clientes, proveedores, inversionistas), ha propiciado que las industrias se vinculen a programas de producción más limpia o busquen obtener algún sello o certificación ambiental.

La cuantificación de las medidas de prevención, control y mitigación de la contaminación que adoptan las industrias es uno de los insumos para evaluar la efectividad de la gestión ambiental y de las políticas ambientales generadas por las autoridades. En este contexto, la EAI se fundamenta en cuatro aspectos conceptuales:

a) Contabilidad ambiental y actividades ambientales.

La necesidad de una contabilidad ambiental se debe a la importancia de llevar una medición del capital natural y su impacto en el desarrollo. Aunque las cuentas convencionales consideran una parte del capital natural, dejan de lado bienes y servicios ambientales de importancia para el bienestar y el desarrollo económico; por lo tanto, estos requieren ser medidos y monitoreados para determinar sus condiciones de escasez y degradación, pues el agotamiento y el deterioro del medio ambiente pone en riesgo las condiciones de sostenibilidad del sistema económico.

El Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (SCAE), formulado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1992 y con última actualización en el año 2012, constituye un marco contable que permite integrar la información económica y ambiental (ONU, 2016). Su desarrollo se fomentó por la importancia que se le reconoce al medio ambiente para el desarrollo económico y el bienestar social, lo que ha llevado a la necesidad de evaluar, de manera detallada, el uso que se hace de las dotaciones ambientales, el impacto sobre la calidad del ambiente y el compromiso de la sociedad para minimizar el impacto de las diferentes actividades económicas en su entorno.

El marco contable central del SCAE incluye las cuentas de gasto en protección ambiental y gestión de recursos para contabilizar los gastos e inversiones realizados por la sociedad, con el fin de dar respuesta al agotamiento y la degradación del capital natural. Estas cuentas, a su vez, y puesto que los gastos de una empresa son los ingresos de otras, permiten observar el crecimiento de la industria ambiental<sup>4</sup>, el valor agregado generado, el nivel de producción, la formación bruta de capital, la generación de empleo y, en general, la importancia o el potencial que esta tiene para la economía de un territorio.

El Marco Central del SCAE define los gastos en protección ambiental como aquellos en los que incurren efectivamente las industrias, los hogares, las administraciones públicas y las organizaciones no gubernamentales para evitar la degradación ambiental o eliminar la totalidad o parte de los efectos perjudiciales una vez que se ha degradado el medio ambiente (ONU, 2002). Igualmente define los gastos en actividades de gestión de recursos, como aquellos que tienen por finalidad principal preservar y mantener el stock de recursos naturales. Dentro de los gastos de protección ambiental y gestión de recursos se distinguen los siguientes tipos:

- Actividades defensivas, que comprenden la prevención, el control y la mitigación.
- Actividades de repercusión, las que realizan los hogares y las instituciones como consecuencia del deterioro ambiental.
- Actividades de recuperación del stock de recursos naturales que comprenden el incremento o recargas del stock natural.

Las actividades defensivas pueden ser: de prevención integrada, cuando son parte del sistema productivo; de prevención separada, para los residuos no tratados con el fin de ser reutilizados o minimizar el impacto; de restauración, que buscan recuperar o disminuir el impacto ocasionado tanto por los residuos tratados como por los residuos no tratados, y de evasión, que se realizan para disminuir la afectación sobre las actividades económicas debido a la pérdida de los recursos o consecuencias inevitables.

Para identificar los productos y gastos de protección ambiental y gestión de recursos se han desarrollado diversas clasificaciones. La que tiene mayor aceptación en el orden internacional es el CAPA (Naciones Unidas (ONU 2000), SCAE 2012) que incluye las actividades y los gastos correspondientes a una reacción inmediata a la degradación ambiental causada por las unidades de producción, las administraciones públicas y los hogares; no comprende las actividades y los gastos relacionados con las repercusiones o efectos de los impactos ambientales.

- Impactos ambientales.  
Los principales motores de deterioro ambiental en el país son, según el V Informe Nacional de biodiversidad de Colombia publicado por el instituto Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de mano con PNUD (2016), los siguientes:  
Cambios en el uso del suelo, pues actividades como la ganadería, cultivos ilícitos y la construcción de infraestructura generan degradación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad.  
Disminución, pérdida o degradación de elementos de los ecosistemas nativos y agroecosistemas, ocasionada por los sectores de agroindustria y minería, junto a procesos de generación hidroeléctrica, urbanización y sobreexplotación de la pesca.  
Contaminación y toxificación del agua por actividades de agricultura, minería, ganadería y asentamientos humanos.  
Cambio climático, el cual es el principal causante de dinámicas negativas en los ecosistemas del país y ocasiona degradación de los servicios ecosistémicos en lugares como páramos y alta montaña.

En el caso de los sectores productivos, la contaminación ambiental se produce por el desarrollo de sus diferentes actividades, que generan efectos ambientales negativos; por el uso insostenible de materias primas y recursos naturales como insumo para sus procesos de producción y operación; por la utilización del medio ambiente como receptor de sus descargas contaminantes (residuos, emisiones y vertimientos), y como resultado en la fase de post consumo de los bienes y servicios. Estos efectos imponen costos, externalidades a otros agentes del sistema económico que no son compensadas, generando pérdidas de bienestar.

- Gestión ambiental.  
Según el marco conceptual del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC), se entiende como Gestión Ambiental "al conjunto de acciones emprendidas por la sociedad, o parte de ella, con el fin de ordenar y proteger el medio ambiente y sus componentes, con el propósito de asegurar un desarrollo sustentable". Adicionalmente señala que los propósitos de la gestión ambiental "están dirigidos a modificar una situación actual a otra deseada, de conformidad a la percepción que sobre ella tengan los actores involucrados. Se incluyen dentro de dichas acciones la formulación de políticas y de legislación, el diseño de instrumentos, la implementación de aspectos de administración y la activa participación de la ciudadanía en los aspectos ambientales" (SIAC, 2007, p.77).

Según Bustamante (2007), distintos niveles de gobierno (estatal, nacional, municipal) se pueden aplicar a la gestión ambiental; igualmente, el sector privado, en sus distintos niveles territoriales y en distintas actividades económicas (agricultura, minería, etc.). Para Ludevid (2004), los instrumentos de la gestión ambiental son seis: la evaluación de impacto ambiental, la auditoría ambiental, definición de la política ambiental, los sistemas de gestión ambiental, el diseño ambiental y el análisis del ciclo de vida del producto.

Dentro de los sistemas de gestión ambiental se encuentran las normas ISO 14000 y los programas de producción más limpia (PML) y mejoramiento tecnológico. Estos derivan en el diseño ambiental en el que se logra una diferenciación de producto por la incorporación de criterios ambientales en las fases de producción del producto o servicio. A partir de su implementación es posible acceder a algún etiquetado. Aunque, todos estos instrumentos son de carácter voluntario su certificación está condicionada al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente del país.

Según la Norma Técnica Colombiana (NTC - ISO 14001), "un sistema de gestión es un grupo de elementos interrelacionados usados para establecer la política y los objetivos. Incluye la estructura de la organización, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos. Así, se entiende a la gestión ambiental como una parte del sistema de gestión que tiene como objetivo desarrollar la política ambiental y gestionar las actividades productos o servicios que interactúan con el medio ambiente y que potencialmente pueden tener impactos ambientales significativos". (ICONTEC, 2004, p. 3).

Las industrias en Colombia cuentan con instrumentos como el Sello Ambiental Colombiano, desarrollado por el antiguo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Este sello, al igual que la certificación ISO 14001, busca minimizar los impactos ambientales negativos generados por la actividad productiva, buscando que las industrias empleen tecnologías limpias y al mismo tiempo mejoren la competitividad de la empresa, su situación en el mercado y la imagen de su organización o marca (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2010).

La información disponible en relación con la gestión ambiental de la industria manufacturera y los impactos ambientales causados en los procesos productivos de la industria manufacturera, es mínima, situación que no permite generar una base de datos con la cual se logre identificar e generar información unos resultados verídicos y confiables a nivel nacional, por regiones o por grupos de actividad industrial, lo que dificultando la definición de las líneas base y el seguimiento de las metas definidas por el gobierno en el marco de las políticas públicas. Por lo anterior, la EAI se busca suplir las necesidades de información que existen respecto a la gestión ambiental de la industria manufacturera en Colombia.

b) Marco conceptual. Algunos de los principales conceptos relacionados con el tema de la protección ambiental se describen a continuación:

Actividades de protección ambiental: Actividades cuyo objetivo principal es prevenir, reducir o eliminar la contaminación y otras formas de degradación del ambiente (ONU, 2012)

Agua superficial: Toda agua que fluye sobre la superficie del suelo o que está almacenada sobre ella, con independencia de su grado de salinidad. Incluyen el agua de embalses artificiales, es decir los reservorios especialmente contruidos para almacenar, regular y controlar los recursos de agua; los lagos, es decir esos grandes cuerpos de agua estancada que ocupa una depresión en la superficie terrestre; los ríos y arroyos, que son cuerpos de agua que fluyen continua o periódicamente por sus cauces; la nieve y el hielo, que incluyen las capas permanentes o estacionales de nieve o de hielo en la superficie del suelo; y los glaciares, que son acumulaciones de hielo de origen atmosférico, que por lo general se desplazan lentamente sobre la superficie terrestre durante un período prolongado (ONU, 2012).

Aguas residuales: Son todas las aguas que quedan después del uso doméstico y/o en actividades productivas. Son aquellas que no tienen ningún valor inmediato en relación con su utilización anterior, debido a su calidad, su cantidad o por un desfase temporal (Tomado de: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (Tesoro Ambiental Colombia) y División de Estadísticas de Naciones Unidas. Sistema de Cuentas Ambientales Económicas Integradas de Agua-SCAE-A. (UNStats, 2012) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s.f.).

Aprovechamiento: Proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales o económicos. (Decreto 2981 de 2013).

Compostaje: Mezcla de materia orgánica en descomposición, como la procedente de hojas y estiércol, que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes. Solo para el manual de procesos: el compostaje se define como la descomposición biológica oxidativa de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho, que se produce en condiciones controladas sobre sustratos orgánicos heterogéneos en estado sólido. El proceso transcurre a través de una etapa termofílica que conduce a la producción de dióxido de carbono, agua, productos minerales y materia orgánica estabilizada con contenidos variables de sustancias húmicas. La energía producida por la descomposición aumenta considerablemente la temperatura de la masa de desechos, por lo cual se pueden destruir organismos patógenos. (FAO).

Contaminación: "Presencia de sustancias y calor en el medio ambiente (aire, agua, tierra), cuya índole, localización o cantidad produce efectos perjudiciales en este. Alteración del ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza." (DANE).

Contabilidad Ambiental. Constituye un marco contable que permite integrar la información económica y ambiental para evaluar, de manera detallada, el uso que se hace de las dotaciones ambientales, el impacto sobre la calidad del ambiente, el compromiso de la sociedad para minimizar el impacto y las oportunidades económicas del mejoramiento ambiental brindadas por la industria. (ONU, 1994)

Disposición final: "es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente" (Decreto 1076 de 2015).

Disposición final: Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente, mediante técnicas de eliminación de residuos, compactación en rellenos sanitarios, contención, disposición bajo tierra, vertimiento al mar y otros métodos de disposición. (Decreto 1077 de 2015).

Gasto ambiental: Son los gastos en actividades ambientales, cuya finalidad principal es preservar, mantener el stock de recursos naturales, reducir o eliminar la contaminación y otras formas de degradación del ambiente (Organización de las Naciones Unidas (ONU). Adaptado ONU, SCAE.)

Gasto nacional en protección ambiental: Gasto de consumo final, consumo intermedio y formación bruta de capital fijo en todos los bienes y servicios de protección ambiental (con excepción del consumo intermedio y la formación bruta de capital fijo para actividades características), más formación bruta de capital fijo (y la adquisición menos la disposición de activos no financieros no producidos) para actividades características de protección ambiental, más transferencias para protección ambiental efectuadas por unidades residentes si no están incluidas en los anteriores, más transferencias para la protección ambiental pagadas al resto del mundo, menos transferencias para la protección ambiental recibidas del resto del mundo. (ONU, 2012).

Gastos en protección ambiental: son los gastos en los que incurren efectivamente las industrias, los hogares, las administraciones públicas y las organizaciones no gubernamentales para evitar la degradación ambiental o eliminar la totalidad o parte de los efectos perjudiciales una vez que se ha degradado el medio ambiente (ONU, 2002).

Gastos corrientes en protección ambiental. Comprenden fundamentalmente los bienes o servicios producidos cuya utilización tienen una duración inferior a un año y dentro de los cuales pertenecen los costos de personal, costos de operación y el mantenimiento de instalaciones y equipos. Incluye los costos de los servicios ambientales proporcionados por terceros. (Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica-SCAE 2012.)

Generador o productor de residuos sólidos: Cualquier persona u organización cuyas acciones o procesos generen material de residuos sólidos. (World Bank).

Gestión integral de residuos sólidos: Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final (Decreto 1077 de 2015.).

Inversión en protección ambiental. Se trata de partidas utilizadas para incrementar los activos. Esto significa que las inversiones están destinadas al uso en forma continua durante más de un año, cuya finalidad principal es la protección del medio ambiente. (SCAE 2012.)

Reciclaje: Es el proceso integral mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados, devolviéndoles características para su reincorporación como materia prima, usada en la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización (DANE).

Reciclaje: Es el proceso integral mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados, devolviéndoles características para su reincorporación como materia prima, usada en la fabricación de nuevos productos. El reciclaje consta de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, acopio, reutilización, transformación y comercialización (DANE).

Recursos de agua: Agua dulce y salobre de cuerpos de agua interiores, incluida las aguas subterráneas y el agua del suelo. (ONU, 2012).

Residuo Peligroso: es aquel residuo o desecho que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas, puede causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos, a la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considerará residuo peligroso los envases, embalajes que estuvieron en contacto con ellos. (Decreto 1076 de 2015)

Residuo sólido: Materiales que no constituyen productos destinados al mercado, que han dejado de tener utilidad para quien los ha generado a partir de sus propios objetivos de producción, transformación o consumo, y de los que su dueño desea desprenderse. Los desechos pueden generarse durante la extracción de materias primas, elaboración de productos intermedios o finales, durante el consumo de los productos finales y durante cualquier otra actividad humana. No incluyen los materiales reciclados o reutilizados en el lugar en que fueron generados, así como los materiales de desechos que se descargan directamente en el agua o la atmósfera. (ONU, 2012).

Residuos de Construcción y Demolición: Corresponde a todo residuo sólido resultante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas, anteriormente conocidos como escombros (Secretaría Distrital de Ambiente).

Reutilización: Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación (Decreto 1713 de 2002)

Tratamiento de residuos peligrosos: Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de estos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente (Decreto 1076 de 2015).

Vertimiento: Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido (MINAMBIENTE, 2010)

c) Marco legal o normativo: Según el DNP, el capital natural tiene carácter estratégico como base esencial para el desarrollo sostenible de una nación. Por esta razón, se debe disponer de una política orientada a garantizar la sostenibilidad ambiental (DNP, 2001).

A continuación, se presentan las políticas, lineamientos, planes y estrategias, relacionadas directamente con el mejoramiento de la gestión ambiental en las industrias.

- Política de producción más limpia (PML): aprobada en 1998, tiene como objetivo general "introducir la dimensión ambiental a los procesos industriales, previniendo y minimizando los riesgos para los seres humanos y para el medio ambiente, garantizando: crecimiento económico, protección ambiental y bienestar social" (Ministerio del Medio Ambiente, 1997, p. 25).

Las estrategias para su implementación son:

- . Articulación con las políticas gubernamentales.
- . Fortalecimiento institucional para la implementación de la política de PML.
- . Establecer un sistema de la calidad ambiental en Colombia.
- . Promoción de las prácticas empresariales de autogestión y autorregulación.
- . Seguimiento a la Política de Producción más Limpia.
- . Promoción de producción más limpia en los sectores productivos (PYMES y grandes empresas).
- . Formulación e implementación de instrumentos económicos. (Ministerio del Medio Ambiente, 1997).

- La Estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático fue elaborada en 2003, su marco es el documento CONPES 3242 y su objetivo consistía en suscitar la participación del país en el mercado de reducciones verificadas de emisiones de gases de efecto invernadero. Para el sector industrial, se definen algunas medidas para reducir las emisiones de gases efecto invernadero, como la introducción de nuevas tecnologías, sustitución de combustibles y la identificación de oportunidades para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático. (MAVDT y, DNP, 2003).

- Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire: elaborados en 2005, presenta los lineamientos generales a la luz de los cuales se puedan diseñar políticas y estrategias nacionales y locales para la prevención y el control de la contaminación del aire. Para el sector industrial, se presentan lineamientos relacionados con la política de producción más limpia en la que se establecen metas para la reducción de los contaminantes. (MAVDT et al, 2005). Su marco es el documento CONPES 3344.

- Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos: aprobada en 2005, está directamente relacionada con la política de gestión de residuos sólidos. El objetivo de esta política es "prevenir la generación de los RESPEL y promover el manejo ambientalmente adecuado de los que se generen, con el fin de minimizar los riesgos sobre la salud humana y el ambiente, contribuyendo al desarrollo sostenible" (MAVDT, 2005).

Las estrategias que propone la política para alcanzar este objetivo son:

- Prevención de la generación de RESPEL a través de la promoción e implementación de estrategias de producción más limpia.
- Reducción de la generación de RESPEL en la fuente, mediante la formulación e implementación de planes de gestión integral de RESPEL.
- Promoción del aprovechamiento y valorización de RESPEL.
- Gestión de RESPEL derivados del consumo masivo de productos con características peligrosas.

- Promoción del tratamiento y disposición final de RESPEL de manera ambientalmente segura.
- Programa nacional para la aplicación del convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP).
- Prevención de la contaminación y gestión de sitios contaminados. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

- Plan Nacional de Negocios Verdes: Desarrollado en el año 2014 "tiene como objetivo Definir los lineamientos y proporcionar herramientas para la planificación y toma de decisiones que permitan el desarrollo, el fomento y la promoción tanto de la oferta como de la demanda de los Negocios Verdes y Sostenibles en el país (.)". Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS<sup>5</sup>.

Sus líneas estratégicas son:

- Comunicación, posicionamiento y sensibilización al consumidor y productor sobre los Negocios Verdes.
- Política y normatividad.
- Ciencia, tecnología e innovación.
- Recursos e incentivos económicos y financieros.
- Acceso a mercados.
- Coordinación y articulación institucional/sectorial.
- Sistema de información de mercado, monitoreo y evaluación.
- Desarrollo y fortalecimiento de la oferta.

Para el sector industrial se presenta la opción de los ecoproductos industriales para acceder a los mercados verdes. Estos son aquellos bienes que son menos contaminantes al medio, respecto a otros productos de su segmento y que pueden demostrarlo. También se incluyen aquellos que generan beneficios al medio ambiente (MINAMBIENTE, 2014).

- Política Nacional para la Gestión integral de Residuos Sólidos: publicada en el 2016 en el marco del CONPES 3874, tiene por objetivo implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático. Las principales estrategias que presenta son:

- Promover el avance gradual hacia la economía circular, a través del diseño de instrumentos en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.
- Promover la cultura ciudadana, la educación e innovación en gestión integral de residuos como bases para fomentar la prevención, reutilización y adecuada separación en la fuente.
- Generar un entorno institucional propicio para la coordinación entre actores que promueva la eficiencia en la gestión integral de residuos sólidos.
- Implementar acciones para mejorar el reporte, monitoreo, verificación y divulgación de la información sectorial para el seguimiento de esta política pública. (DNP, 2016)

- Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad, contempla dentro de su marco:

- Transformación empresarial para el desarrollo productivo, innovación y adopción tecnológica para la productividad.
- El pacto por la sostenibilidad en búsqueda de un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del medio ambiente.
- El pacto por los recursos minero-energéticos para el crecimiento sostenible y la expansión de oportunidades en los territorios.
- El pacto por la protección y promoción de nuestra cultura y desarrollo de la economía naranja, que promueve el desarrollo de emprendimientos productivos para la consolidación de industrias creativas y culturales. (DNP, 2018).

- Política para el Mejoramiento de la Calidad del Aire: Elaborada en el 2018 y enmarcada en el documento CONPES 3943, propone acciones para reducir las concentraciones de contaminantes en el aire, dentro de las que se encuentra la implementación de mejoras técnicas y prácticas en la industria. Para ello resalta la necesidad de la articulación intersectorial para enfrentar el reto del mejoramiento de la calidad del aire (DNP, 2018).

Estrategia Nacional de Economía Circular: Adoptada en 2019 La Estrategia Nacional de Economía Circular del Gobierno Nacional propende por un nuevo modelo de desarrollo económico que incluye la valorización continua de los recursos, el cierre de ciclos de materiales, agua y energía, la creación de nuevos modelos de negocio, la promoción de la simbiosis industrial y la consolidación de ciudades sostenibles, con el fin, entre otros, de optimizar la eficiencia en la producción y consumo de materiales, y reducir la huella hídrica y de carbono.

#### d) Referentes internacionales:

Estudios de distintos países han presentado los resultados obtenidos a partir de encuestas ambientales a la industria. Algunos de los estudios más destacados se presentan a continuación.

##### España

La encuesta de Gasto de la Industria en Protección Ambiental que se realiza a las empresas del sector industrial es de carácter anual y cuenta con información desde el 2000. Su propósito es capturar información que conduzca a la medición del gasto en protección ambiental del sector industrial, específicamente sus gastos corrientes e inversión en la reducción y eliminación de emisiones de contaminantes al aire y de la contaminación acústica, el tratamiento de las aguas residuales y los residuos sólidos generados (INE, 2007).

Para 2007, los resultados obtenidos en la encuesta mostraron una inversión total de \$1.488 millones de euros, además de un gasto corriente de \$1.524 millones de euros (INE, 2007). Dentro de las inversiones se cuentan los recursos adquiridos para ser utilizados en el proceso productivo durante más de un año, que tienen como objetivo la prevención, reducción y eliminación de la contaminación y cualquier degradación del medio ambiente. El resultado principal de la información recogida en la encuesta es la información estadística que se emplea en la Cuenta de Gasto en Protección Medioambiental en la que se publican los gastos nacionales por ámbitos de protección ambiental, Gestión de residuos, Gestión de aguas residuales, Protección del aire, clima, suelos, radiaciones, disminución del ruido y vibraciones, I+D medioambiental y otras actividades y Protección de la biodiversidad y el paisaje agregados para varios sectores.

Los gastos comprenden pagos por compras de servicios de protección ambiental a terceros o a las administraciones públicas en forma de tasas; también se incluyen otros gastos relacionados con la protección del medio ambiente, tales como gastos de personal ocupado en actividades de protección ambiental, costos adicionales por la utilización de productos limpios, entre otros.

Las encuestas sobre generación de residuos y uso del agua en el sector industrial tienen como objetivo cuantificar los residuos generados y el consumo de agua, en unidades físicas y económicas, siendo la principal fuente de información para las cuentas satélite de residuos y agua respectivamente.

##### Canadá

Este país realiza la Encuesta Bienal de Gastos en Protección Ambiental, EPE (por su sigla en inglés) desde 1994. A partir de 1997 se amplió, para incluir la adopción de prácticas de gestión ambiental. Desde 1998, la encuesta pasó de ser anual a bienal, con el fin de reducir la carga para el encuestado.

Los capítulos de esta encuesta son: 1. Tratamiento, almacenamiento, disposición y reciclaje de residuos peligrosos y no peligrosos y aguas residuales. 2. Reducción de la contaminación, procesos al final del tubo. 3. Prevención de la contaminación. 4. Monitoreo ambiental. 5. Evaluación ambiental y auditorías. 6. Gastos de recuperación por clausuras. 7. Protección y restauración de la vida silvestre y hábitats. 8. Cargos ambientales (permisos, multas). 9. Otros gastos de protección ambiental. 10. Total de gastos en protección ambiental. 11. Tecnologías ambientales. 12. Prácticas de gestión ambiental. El propósito de esta encuesta es obtener información sobre los gastos realizados por la industria para proteger el medio ambiente en Canadá. La información generada, sirve como un indicador importante de la inversión canadiense en protección ambiental. Esta encuesta, es utilizada como referencia porque tiene al establecimiento, como unidad estadística, se define como la unidad de producción más homogénea para la cual la empresa mantiene registros contables a partir de los cuales es posible reunir todos los elementos de datos necesarios para compilar la estructura completa del valor bruto de producción (ventas totales o envíos e inventarios), el costo de materiales y servicios, y mano de obra y capital utilizados en la producción. La información que se obtiene se utiliza para formular indicadores como la calidad del agua, la calidad del aire y las emisiones de gases de efecto invernadero, indicadores de sostenibilidad ambiental entre otros; incluyen datos de las industrias de manufactura, información sobre las fuentes de agua, los fines para los cuales se usó el agua, si el agua fue reciclada o reutilizada, dónde se descargó el agua y qué tratamientos se usaron. Por lo anterior, resulta particularmente apropiada para Colombia la revisión de esta información como referencia, por ser muy similar a la desarrollada por el DANE.

Para 2004, la EPE arrojó como resultado que la industria manufacturera gastó aproximadamente 6,8 millones de dólares canadienses en cumplir las regulaciones ambientales (Biehl, Bordt, & Klassen, 2009). En 2006, la industria gastó 8,6 millones de dólares, aunque dentro de estos resultados se incluyen las industrias de extracción de petróleo y gas, que registran un mayor gasto en protección al medio ambiente (Statistics Canada, 2006).

##### Eurostat

Presenta los trabajos adelantados por países como Austria, Bélgica, Dinamarca, Noruega y Suecia. En estos países las encuestas sobre gasto en protección ambiental se realizan hace más de 20 años. A partir del 2000, se han hecho revisiones de cuestionarios y metodologías según los requerimientos de Eurostat. En general, estas encuestas indagan por: los gastos operacionales destinados a la protección del medio ambiente; las inversiones para reducir la contaminación, y las inversiones para prevenir la contaminación (tecnología limpia). Consideran las siguientes categorías ambientales: aire y clima, aguas residuales, residuos sólidos, protección del suelo y aguas subterráneas y reducción del ruido y las vibraciones.

Los resultados de gasto en protección ambiental presentados por Eurostat para 2004 en la Unión Europea muestran que la industria manufacturera aporta cerca del 80% del gasto en protección ambiental de toda la industria, que incluye, además, minería, energía, gas y agua.

De otro lado, entre los referentes internacionales también es importante destacar un conjunto de recomendaciones fijadas por organizaciones internacionales respecto a las estadísticas ambientales en general, aunque no necesariamente en el tema industrial. Estas recomendaciones se resumen en lo que sigue.

Naciones Unidas define las estadísticas ambientales:

Estadísticas que describen el estado y la evolución del medio ambiente, y que se refieren a los medios del ambiente natural (aire/clima, agua, tierra/suelo), la biota de dichos medios y los asentamientos humanos. Las estadísticas ambientales son de carácter integrativo y miden las actividades humanas y los fenómenos naturales que afectan al medio ambiente, las repercusiones de tales actividades y fenómenos, las reacciones sociales frente a los impactos ambientales, y la calidad y disponibilidad de los activos naturales. Una definición más amplia de esta expresión comprende los indicadores, índices y contabilidad ambiental.<sup>6</sup>

Los esfuerzos a nivel internacional para desarrollar un sistema de estadísticas ambientales se dieron con la iniciativa de la Comisión Económica para Europa (CEPE) en 1973, mediante la cual se vio necesario establecer una serie de directrices de carácter internacional en relación con el sistema de estadísticas medioambientales (Naciones Unidas, 1985). En 1984, con la publicación del "Marco para el Desarrollo de las Estadísticas Ambientales", Naciones Unidas dio continuidad a esta iniciativa. En 1992, la Conferencia de Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo (UNCED, por su sigla en inglés), solicitó a los países establecer indicadores de desarrollo sostenible y en 1993 las Naciones Unidas publicaron el Manual de Operaciones de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada (Naciones Unidas, 1995), basado en la interrelación entre las funciones ambientales y el desempeño económico y el bienestar de la población.

La mayor parte de los problemas ambientales surgen como resultado de la presión del hombre en actividades económicas que alteran al medio natural. Con el objetivo de mitigar y controlar los efectos de las actividades humanas, se han generado instrumentos de control y monitoreo para la evaluación periódica del medio ambiente, que es sometido a la presión de estas actividades y que requiere de acciones y gestiones que mitiguen el daño ambiental (CEPAL, 2004).

Por esta razón, la información estadística ambiental es un punto clave para la toma de decisiones. Según CEPAL (2005), se requiere información sobre políticas ambientales, planificación y manejo del medio ambiente, educación, investigación, entre otras, con el fin de entender y modificar lo que está ocurriendo con el medio ambiente, como base de los procesos de desarrollo de los países.

También es necesario contar con un sistema de contabilidad ambiental, internacionalmente reconocido y comparable, que sea una herramienta para la implementación de políticas ambientales eficientes, además de medir el estado y las

tendencias de los componentes del medio ambiente. Dentro de este sistema se encuentran las cuentas de flujos físicos, de gasto en protección ambiental y cuentas de activos (CEPAL, 2005a).

En el marco de las estadísticas ambientales, Eurostat ha recogido datos sobre la contaminación atmosférica, la energía, el consumo de agua, aguas residuales, residuos sólidos y su manejo, además de los datos ambientales de carácter económico (gasto en medio ambiente), bajo un marco común, el SCAEI.

La vinculación entre estos datos permite a los responsables de la política considerar los impactos ambientales de las actividades económicas (el consumo de recursos, el aire o el agua, la producción de residuos) y evaluar las acciones (inversiones, tecnologías y gasto), realizadas para limitar los daños y los riesgos de la contaminación.

La recopilación de estadísticas ambientales sobre las actividades de todos los sectores económicos está comenzando a ser sistematizada en la Unión Europea. Estas estadísticas se utilizan para evaluar la eficacia de las nuevas normas y políticas. Otro uso de estas estadísticas es el análisis de los vínculos entre las presiones sobre el medio ambiente y la estructura de la economía.

Para medir el gasto en protección ambiental de las industrias, las encuestas son la fuente primaria de datos; esta información debe ser diferenciada de acuerdo con las actividades de protección, siguiendo preferiblemente la CAPA, 2000. Dentro de sus recomendaciones se encuentra la inclusión de los gastos de capital y los gastos corrientes; así como el estudio de los sectores económicos de minería, industria manufacturera e industrias de suministro y generación de energía. Además, se deben incorporar otras actividades como transporte, construcción y agricultura (Eurostat, 2002).

e) Referentes nacionales:

Existen distintos estudios de origen nacional que son un soporte de la construcción de la EAI. En lo que sigue se enuncian algunos de los más importantes.

Registro Único Ambiental Manufacturero (RUA): A partir de 1998 el IDEAM implementó el formulario de uso de recursos naturales, que hace parte del Subsistema de información sobre uso de recursos naturales renovables (SIUR) definido como "el conjunto que integra y estandariza el acopio, almacenamiento, procesamiento, análisis, consulta de datos y protocolos para contar con información normalizada, homogénea y sistemática sobre el uso, transformación o aprovechamiento de los recursos naturales, originado por las diferentes actividades económicas del país"<sup>7</sup>

El formulario recoge información de captaciones de agua, vertimientos, consumo de energía, emisiones atmosféricas, residuos y demás factores que afectan el agua, el suelo, el aire, el clima y la biodiversidad del país. A partir de 2002 se implementó el módulo de uso de recursos naturales renovables, y hasta el 2008 se realizaron pruebas piloto con cuatro corporaciones autónomas regionales (CAR) y autoridades ambientales urbanas, en las que se realizó un muestreo estadístico de las industrias manufactureras de las jurisdicciones de las CAR y se aplicó la encuesta.

Los resultados de las pruebas piloto aplicadas no se encuentran disponibles y la formalización del RUA depende de un acto administrativo que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) genera y en el cual se adopta el protocolo para el monitoreo y seguimiento del subsistema de información sobre uso de recursos naturales renovables (SIUR), dando cumplimiento a la Resolución MAVDT 941 de 2009; con esto el RUA es de obligatorio diligenciamiento por parte de todas las empresas que requieran licencia o permisos de carácter ambiental.

Cuenta Satélite Ambiental (CSA) - Gasto en protección ambiental: en Colombia el estudio de las cuentas satélite ambientales se inició en 1992, con la creación del Comité Interinstitucional de Cuentas Ambientales (CICA), cuyo objetivo inicial fue establecer una metodología para el desarrollo de un Sistema de Contabilidad Ambiental y Económico, integrado al Sistema de Cuentas Nacionales, involucrando aspectos ambientales en el marco del análisis macroeconómico e introduciendo algunas modificaciones en los conceptos fundamentales de la estructura de las Cuentas Nacionales. Bajo este contexto se inició el Proyecto Piloto COLSCEA.

En el marco de este proyecto se desarrollaron metodologías para las Cuentas del Gasto en Protección Ambiental, para las Cuentas Físicas de los Recursos Naturales y para las Cuentas de Calidad de los Recursos Naturales. Para el desarrollo de la Cuenta de Gasto en Protección Ambiental del sector industrial, se creó el Módulo Ambiental adjunto a la EAM que realiza el DANE. Luego de la finalización del proyecto, el DANE continúa con el desarrollo metodológico e implementación de la CSMA.

4 Esta expresión hace referencia a todas las actividades relacionadas con la provisión de bienes y servicios destinados a la protección ambiental, la producción o el ejercicio de actividades de producción más limpia o la administración de estos recursos naturales.

5 Hipervínculo: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=845:planta-negocios-verdes-y-sostenibles-29>.

6 UNSD. Glosario de Estadísticas del Medio Ambiente. Nueva York: Naciones Unidas. 1997, p. 52.

7 SIAC, Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR), [En línea] [Consultado el 26 de julio de 2010]. Disponible en <http://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=467&conID=650>.

### 2.1.5. Definición de variables y construcción de indicadores estadísticos

Las variables que se recogen dentro de la EAI incluyen la información monetaria sobre las inversiones y los gastos realizados por los establecimientos industriales en protección y gestión ambiental, de acuerdo con la Clasificación de las actividades ambientales CAPA y con el tipo de inversión o gasto realizado, estos indicadores están calculados así:

- Total costos y gastos en gestión de recursos minerales y energéticos

$$\text{sum\_01cyg} = \sum_{i=1}^n (C1TCYGRGEN_i + C1TCYGENALT_i)$$

Donde:

sum\_01cyg= Total costos y gastos en gestión de recursos minerales y energéticos.

C1TCYGRGEN = Total costos y gastos en reducción del consumo de recursos energéticos no renovables.

C1TCYGENALT = Total costos y gastos en auto-generación de energía de fuentes Alternativas (Eólica, Biomasa, etc.).

Nota: para todos los indicadores n= Número de establecimientos.

- Total inversión de recursos minerales y energéticos

$$\text{sum\_01inv} = \sum_{i=1}^n (C1INVRECEN_i + C1INVENALT_i)$$

Donde:

sum\_01inv = Total inversión en gestión de recursos minerales y energéticos.

C1INVRECEN = Total inversión en reducción del consumo de recursos energéticos no renovables.

C1INVENALT = Total inversión en auto-generación de energía de fuentes Alternativas (Eólica, Biomasa, etc.).

- Total costos y gastos en protección del aire y del clima

$$\text{sum\_1cyg} = \sum_{i=1}^n (C1CYGR1T2_i + C1CYGR1T3_i)$$

Donde:

sum\_1cyg = Total costos y gastos en protección del aire y del clima.

C1CYGR1T2= Total costos y gastos en prevención de la contaminación atmosférica.

C1CYGR1T3=Total costos y gastos en tratamiento de gases contaminantes y material particulado.

- Total inversión en protección del aire y del clima

$$\text{sum\_1inv} = \sum_{i=1}^n (C1INVR1T2_i + C1INVR1T3_i)$$

Donde:

sum\_1inv = Total inversión en protección del aire y del clima.

C1INVR1T2= Total inversión en prevención de la contaminación atmosférica.

C1INVR1T3=Total inversión en tratamiento de gases contaminantes y material particulado.

- Total costos y gastos en gestión de las aguas residuales

$$\text{sum\_2cyg} = \sum_{i=1}^n (C1CYGR2T6_i + PTPSEALCAN_i + PTPPOPRESPE_i + C1CYGR2T7_i)$$

Donde:

sum\_2cyg = Total costos y gastos en gestión de las aguas residuales.  
 C1CYGR2T6= Total costos y gastos en reducción del consumo recursos hídricos.  
 PTPSEALCAN= Total pagos por servicios especializados de alcantarillado.  
 PTPOPRESPE= Total pagos por servicios especializados de recolección, transporte, tratamiento y disposición de aguas residuales.  
 C1CYGR2T7= Total costos y gastos por tratamiento de aguas residuales.

- Total inversión en gestión de las aguas residuales

$$\text{sum\_2inv} = \sum_{i=1}^n (\text{C1INVR2T6}_i + \text{C1INVR2T7}_i)$$

Donde:

sum\_2inv= Total inversión en gestión de las aguas residuales.  
 C1INVR2T6= Total inversión en reducción del consumo recursos hídricos.  
 C1INVR2T7= Total inversión en tratamiento de aguas residuales.

- Total costos y gastos en gestión de residuos

$$\text{sum\_3cyg} = \sum_{i=1}^n (\text{C1CYGR3T10}_i + \text{PTRTRESPELIG}_i + \text{C1CYGR3T11}_i + \text{PTRTRESICONV}_i + \text{C1CYGR3T12}_i)$$

Donde:

sum\_3cyg= Total costos y gastos en gestión de residuos.  
 C1CYGR3T10= Total costos y gastos en prevención y /o reducción de la producción de residuos.  
 PTRTRESPELIG= Total costos y gastos por servicios especializados de recolección, transporte, tratamiento y disposición de residuos peligrosos.  
 C1CYGR3T11= Total costos y gastos en tratamiento y eliminación de residuos peligrosos.  
 PTRTRESICONV= Total costos y gastos por servicios especializados de recolección, transporte, tratamiento y disposición de residuos convencionales.  
 C1CYGR3T12= Total costos y gastos en tratamiento y eliminación de residuos no peligrosos.

- Total inversión en gestión de residuos

$$\text{sum\_3inv} = \sum_{i=1}^n (\text{C1INVR3T10}_i + \text{C1INVR3T11}_i + \text{C1INVR3T12}_i)$$

Donde:

sum\_3inv= Total inversión en gestión de residuos.  
 C1INVR3T10= Total inversión en prevención y /o reducción de la producción de residuos.  
 C1INVR3T11= Total inversión en tratamiento y eliminación de residuos peligrosos.  
 C1INVR3T12= Total inversión en tratamiento y eliminación de residuos no peligrosos.

- Total costos y gastos en protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales

$$\text{sum\_4cyg} = \sum_{i=1}^n (\text{TCGPRINCON}_i + \text{TCGDESUCUA}_i)$$

Donde:

sum\_4cyg= Total costos y gastos en protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales.  
 TCGPRINCON= Total costos y gastos en prevención de la infiltración de contaminantes.  
 TCGDESUCUA= Total costos y gastos en descontaminación de suelos y cuerpos de agua.

- Total inversión en protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales

$$\text{sum\_4inv} = \sum_{i=1}^n (\text{TINPRINCON}_i + \text{TINDESUCUA}_i)$$

Donde:

sum\_4inv= Total inversión en protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales.  
 TINPRINCON= Total inversión en prevención de la infiltración de contaminantes.  
 TINDESUCUA= Total inversión en descontaminación de suelos y cuerpos de agua.

- Total costos y gastos en reducción del ruido y las vibraciones

$$\text{sum\_5cyg} = \sum_{i=1}^n (\text{C1CYGR5T16}_i + \text{C1CYGR5T17}_i)$$

Donde:

sum\_5cyg= Total costos y gastos en reducción del ruido y las vibraciones.  
 C1CYGR5T16= Total costos y gastos en modificaciones preventivas en el lugar de origen.  
 C1CYGR5T17= Total costos y gastos en construcción de dispositivos anti ruido y antivibraciones.

- Total inversión en reducción del ruido y las vibraciones

$$\text{sum\_5inv} = \sum_{i=1}^n (\text{C1INVR5T16}_i + \text{C1INVR5T17}_i)$$

Donde:

sum\_5inv= Total inversión en reducción del ruido y las vibraciones.  
 C1INVR5T16= Total inversión en modificaciones preventivas en el lugar de origen.  
 C1INVR5T17= Total inversión en construcción de dispositivos anti ruido y antivibraciones.

- Total costos y gastos en protección de la biodiversidad y los paisajes

$$\sum_{i=1}^n \text{C1CYGR6T19}_i$$

- Total inversión en protección de la biodiversidad y los paisajes

$$\sum_{i=1}^n \text{C1INVR6T19}_i$$

- Total Investigación y desarrollo (básica, experimental o aplicada

$$\sum_{i=1}^n \text{C1ACYGGE}_i$$

- Total inversión variables económicas

$$\sum_{i=1}^n \text{C1INVTOT21}_i$$

- Total costos y gastos variables económicas

$$\sum_{i=1}^n C1CYGTOT2_i$$

De la misma manera se recoge información sobre los pagos realizados en actividades ambientales, que no pueden ser clasificadas en una actividad ambiental específica, tales como los pagos por licencias y permisos, las donaciones ambientales, los gastos en programas de gestión ambiental, los pagos de personal y pagos por servicios de alcantarillado, gestión de residuos y programas de posconsumo.

- Total pagos por concepto de licencias, permisos, tasas y multas medio ambientales

$$TOTAL1_{2B} = \sum_{i=1}^n (C1ACYGGA1_i + C1ACYGGA3_i + C1ACYGGA4_i + C1ACYGGA5_i + C1ACYGGA6_i + C1ACYGGA7_i + C1ACYGGA8_i + C1ACYGGA9_i + C1ACYGGA10_i + C1ACYGGA11_i)$$

Donde:

TOTAL1\_2\_B= Total inversión en protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales.

C1ACYGGA1= Total pago de licencia ambiental.

C1ACYGGA3= Total pago por permisos de emisiones atmosféricas.

C1ACYGGA4= Total pago por permiso de vertimientos.

C1ACYGGA5= Total pagos por solicitud de concesión de aguas superficiales.

C1ACYGGA6= Total pagos por solicitud de concesión de aguas subterráneas.

C1ACYGGA7= Total gastos por trámites de permiso de aprovechamiento forestal.

C1ACYGGA8= Total pago de tasas retributivas y compensatorias.

C1ACYGGA9= Total pago de tasas por utilización de agua.

C1ACYGGA10= Total pago de multas o sanciones ambientales.

C1ACYGGA11= Total Otros pagos por permisos no incluidos anteriormente.

- Total donaciones con fines ambientales

$$\sum_{i=1}^n C1ACYGGF_i$$

- Total gastos relacionados con procesos de gestión

$$\sum_{i=1}^n C1ACYGGC_i$$

- Total gastos de personal dedicado a actividades de protección ambiental

$$\sum_{i=1}^n C1ACYGGG_i$$

- Total pagos por implementos para la disposición de residuos

$$\sum_{i=1}^n PCONTBOLRES_i$$

- Total en programas de residuos postconsumo

$$\sum_{i=1}^n PPPOSTCON_i$$

La información sobre generación de residuos se recoge en Kilogramos/año, se consulta por los siguientes tipos de residuos: orgánicos, papel y cartón, plásticos, vidrio, caucho, metálicos, residuos de construcción y demolición (RCD) y residuos mezclados.

- Total residuos dispuestos orgánicos

$$RSTEREST01_{kg} = \sum_{i=1}^n C2RSCA1_i * \frac{(C2RSCI1_i + C2RSCH1_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST01\_kg= Total residuos dispuestos orgánicos.

C2RSCA1= Total cantidad generada de residuos orgánicos (Kg/año).

C2RSCI1= % Destinación final de residuos orgánicos por un tercero.

C2RSCH1= % Destinación final de residuos orgánicos por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos plásticos

$$RSTEREST02_{kg} = \sum_{i=1}^n C2RSCA2_i * \frac{(C2RSCI2_i + C2RSCH2_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST02\_kg= Total residuos dispuestos plásticos.

C2RSCA2= Total cantidad generada de residuos plásticos (Kg/año).

C2RSCI2= % Destinación final de residuos plásticos por un tercero.

C2RSCH2= % Destinación final de residuos plásticos por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos de papel y cartón

$$RSTEREST03_{kg} = \sum_{i=1}^n C2RSCA3_i * \frac{(C2RSCI3_i + C2RSCH3_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST03\_kg= Total residuos dispuestos de papel y cartón.

C2RSCA3= Total cantidad generada de papel y cartón (Kg/año).

C2RSCI3= % Destinación final de residuos papel y cartón por un tercero.

C2RSCH3= % Destinación final de residuos papel y cartón por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos de caucho

$$RSTEREST04_{kg} = \sum_{i=1}^n C2RSCA4_i * \frac{(C2RSCI4_i + C2RSCH4_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST04\_kg= Total residuos dispuestos de caucho.

C2RSCA4= Total cantidad generada de caucho (Kg/año).

C2RSCI4= % Destinación final de residuos caucho por un tercero.

C2RSCH4= % Destinación final de residuos caucho por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos de textiles

$$RSTEREST05_{kg} = \sum_{i=1}^n C2RSCA5_i * \frac{(C2RSCI5_i + C2RSCH5_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST05\_kg= Total residuos dispuestos de textiles.

C2RSCA5= Total cantidad generada de textiles (Kg/año).

C2RSCI5= % Destinación final de residuos textiles por un tercero.  
 C2RSCH5= % Destinación final de residuos textiles por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos de madera

$$RSTEREST06\_kg = \sum_{i=1}^n C2RSCA6_i * \frac{(C2RSCI6_i + C2RSCH6_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST06\\_kg= Total residuos dispuestos de madera.  
 C2RSCA6= Total cantidad generada de madera (Kg/año).  
 C2RSCI6= % Destinación final de residuos madera por un tercero.  
 C2RSCH6= % Destinación final de residuos madera por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos de vidrio

$$RSTEREST07\_kg = \sum_{i=1}^n C2RSCA7_i * \frac{(C2RSCI7_i + C2RSCH7_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST07\\_kg= Total residuos dispuestos de vidrio.  
 C2RSCA7= Total cantidad generada de vidrio (Kg/año).  
 C2RSCI7= % Destinación final de residuos vidrio por un tercero.  
 C2RSCH7= % Destinación final de residuos vidrio por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos metálicos

$$RSTEREST08\_kg = \sum_{i=1}^n C2RSCA8_i * \frac{(C2RSCI8_i + C2RSCH8_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST08\\_kg= Total residuos dispuestos de metálicos.  
 C2RSCA8= Total cantidad generada de metálicos (Kg/año).  
 C2RSCI8= % Destinación final de residuos metálicos por un tercero.  
 C2RSCH8= % Destinación final de residuos metálicos por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos de construcción, demolición, escorias y cenizas

$$RSTEREST09\_kg = \sum_{i=1}^n C2RSCA9_i * \frac{(C2RSCI9_i + C2RSCH9_i)}{100}$$

Donde:

RSTEREST09\\_kg= Total residuos dispuestos de construcción, demolición, escorias y cenizas.  
 C2RSCA9= Total cantidad generada de construcción, demolición, escorias y cenizas (Kg/año).  
 C2RSCI9= % Destinación final de residuos construcción, demolición, escorias y cenizas por un tercero.  
 C2RSCH9= % Destinación final de residuos construcción, demolición, escorias y cenizas por el establecimiento.

- Total residuos dispuestos Mezclados y otros

$$RSTEREST10\_kg = \sum_{i=1}^n C2RSCA10_i * \frac{(C2RSCI10_i + C2RSCH10_i)}{100}$$

Las variables sobre la gestión del recurso hídrico se preguntan en metros cúbicos al año (m3/año), se incluye la información sobre la cantidad de agua utilizada por el establecimiento en el año, desagregada por fuente de captación del agua en las que se encuentran las siguientes: empresa de acueducto, agua superficial, agua subterránea y otras captaciones que incluyen agua en carrotanque o agua en bloque, aguas lluvias o agua de mar. Adicionalmente se consulta por los vertimientos, también en m3/año, desagregados por los vertimientos que son tratados y sin tratar, y dependiendo de a donde son vertidos; si al sistema de alcantarillado o a otro medio receptor. También se consulta por el volumen de agua vertida y el tipo de tratamiento y el agua reutilizada.

- Total agua utilizada (m3/año)

$$\sum_{i=1}^n C3RH2VTC_i$$

- Total volumen de agua suministrada por empresa de acueducto

$$\sum_{i=1}^n C3RH2VEA_i$$

- Total volumen de agua subterránea captada

$$\sum_{i=1}^n C3RH2VPP_i$$

- Total volumen de agua superficial captada

$$\sum_{i=1}^n C3RH2VAS_i$$

- Total volumen de otra captación

$$\sum_{i=1}^n C3RH2VOC_i$$

- Total volumen de agua residual generada (m3/año)

$$\sum_{i=1}^n C3RH3VTR_i$$

- Total volumen de agua residual tratada y vertida por el establecimiento

$$\sum_{i=1}^n C3RH3VCT_i$$

- Total volumen de agua residual entregado a un tercero para su tratamiento

$$\sum_{i=1}^n VOAGETTRAT_i$$

- Porcentaje de agua residual tratada (Las variables están definidas anteriormente)

$$\text{Porcentaje agua residual tratada} = \sum_{i=1}^n \frac{(C3RH3VCT_i + VOAGETTRAT_i)}{C3RH3VTR_i} * 100$$

- Total establecimientos que reportan contar con programa de ahorro y uso eficiente

$$C3RH1PR_{si} = \begin{cases} 1, & \text{C3RH1PR} = "si" \\ 0, & \text{C3RH1PR} = "no" \\ "n", & \text{C3RH1PR} = "" \end{cases}$$

Donde:

$$\sum_{i=1}^n C3RH1PR_{si}_i$$

Corresponde al total de establecimientos que reportan contar con programa de ahorro y uso eficiente.

Como parte del reporte de Economía Circular elaborado por el DANE se calculan los siguientes indicadores con base en la información recolectada en la EAI:

- Productividad hídrica en la industria manufacturera: este indicador se calcula con el valor agregado obtenido en la EAM y el agua utilizada que se reporte en la EAI, de la siguiente manera:

$$PI = \frac{\sum VA}{\sum AU}$$

Donde:

PI = Productividad Hídrica

VA= Valor agregado de los establecimientos Industriales Manufactureros, en miles de pesos

AU= Agua utilizada por los establecimientos industriales Manufactureros, en m3.

- Proporción de residuos generados que se envían a disposición final: Este indicador se calcula dividiendo el total de residuos dispuestos sobre el total de residuos generados

$$PRD = \frac{\sum RD}{\sum RG * 100}$$

Donde:

PRD: Proporción de residuos dispuestos

RD: son los residuos dispuestos por la industria manufacturera

RG: Son los residuos generados por la industria manufacturera

- Tasa de residuos dispuestos por los establecimientos industriales respecto a la producción industrial (eficiencia productiva): Este indicador se calcula con el total de residuos dispuestos por la industria manufacturera, que es reportado en la EAI y el valor de la producción, reportado en la EAM:

$$EP = \frac{\sum RD}{PI}$$

Donde:

EP: Eficiencia productiva

RD= Residuos dispuestos por el establecimiento, en kilogramos

PI= Producción de las Industrias Manufactureras, en miles de millones de pesos.

Porcentaje de aguas residuales industriales tratadas de manera segura (ODS): El cálculo de este indicador se realiza de la siguiente forma:

$$\% \text{ de agua residual tratada} = \frac{VAT + VAET}{VAR}$$

Donde: Porcentaje de agua residual tratada: es el porcentaje de agua residual industrial tratada de manera segura

Porcentaje de agua residual tratada

VAT: Volumen de agua tratada dentro del establecimiento, es el volumen de agua tratada y vertida, con tratamiento primario o superior.

VAET: Volumen de agua entregado a un tercero para su tratamiento, es el volumen de agua que se entrega a empresas especializadas para su tratamiento, diferentes del servicio de alcantarillado

VAR: Volumen total de aguas residuales generadas, es el volumen anual de agua que fluye directamente del establecimiento hacia las aguas superficiales, el mar o la tierra, ya sea directamente o por medio del sistema de alcantarillado. No incluye la evaporación, pues este hace parte del proceso de consumo.

## 2.1.6. Plan de resultados

La EAI, produce un informe de resultados llamado Boletín de Prensa. Este boletín expone los principales resultados, analizando las categorías del gasto ambiental en la industria. Presenta, además, sus variaciones en términos nominales, agrega en gráficos y tablas los sectores industriales con mayor gasto en este aspecto, así como por regiones del país. Los cuadros se publican en el anexo del boletín con periodicidad anual (la misma del boletín). El número de cuadros depende del diseño del formulario en cada año.

- Cuadros de salida

La EAI permite presentar un número apreciable de cuadros de salida o de resultados para el análisis de las personas usuarias. Para la correcta interpretación de los cuadros es necesario tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los valores económicos se encuentran en pesos corrientes.
- Los gastos y las inversiones se registran en la categoría ambiental de acuerdo con la principal finalidad definida por la fuente, sin que ello implique que no impacte otras categorías ambientales.
- Las inversiones realizadas por la fuente, antes de iniciar su operación no son recolectadas a través de la Encuesta Ambiental Industrial - EAI.
- Dentro de Costos y Gastos se incluyen los pagos por el servicio de alcantarillado, así como pagos a prestadores especializados para recolección y tratamiento de aguas residuales.
- Dentro de Costos y Gastos se incluyen los pagos por recolección, transporte y tratamiento de residuos convencionales y residuos peligrosos.

Los títulos de los cuadros de salida son los siguientes:

- Inversión en activos y gastos con fines de protección y conservación del ambiente, según categoría de protección y gestión ambiental.

Se realiza la estimación del total y la participación de la variable por cada categoría de protección ambiental, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Inversión en activos, costos y gastos con fines de protección y conservación del ambiente según región.

Se realiza la estimación del total y la participación de la variable por cada Región definida en la Tabla No. 5 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Otros gastos corrientes realizados por los establecimientos asociados a la protección y conservación del ambiente por tipo de desembolso.

- Personal dedicado a actividades de protección ambiental según tipo de vinculación.

Se realiza la estimación del total de la variable incluyendo el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Residuos convencionales generados por la industria manufacturera según tipo de residuo.

- Residuos convencionales dispuestos por la industria manufacturera según tipo de residuo.

Se realiza la estimación del total y la participación de la variable por cada tipo de residuo generado y dispuesto, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Residuos convencionales generados por la industria manufacturera por grupos de divisiones industriales.

- Residuos convencionales generados por la industria manufacturera por región.

- Residuos convencionales dispuestos por la industria manufacturera por grupos de divisiones industriales.

Se realiza la estimación del total y la participación de los residuos dispuestos por cada Grupo de Divisiones Industriales definidos en la Tabla No. 4 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Residuos convencionales dispuestos por la industria manufacturera por región.

Se realiza la estimación del total y la participación de los residuos dispuestos por cada Región definida en la Tabla No. 5 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Volumen de agua total utilizado por la industria manufacturera según tipo de fuente de captación.

Se realiza la estimación del total y la participación de la variable por cada tipo de fuente de captación de agua, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Volumen de agua total utilizado por la industria manufacturera según grupos de divisiones industriales.

Se realiza la estimación del total y la participación del agua utilizada por cada Grupo de Divisiones Industriales definidos en la Tabla No. 4 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Volumen de agua total utilizado por la industria manufacturera según región.

Se realiza la estimación del total y la participación del agua utilizada por cada Región definida en la Tabla No. 5 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.ve, y el rango negativo y positivo del intervalo de

confianza.

- Volumen de agua residual generada por la industria manufacturera según grupos de divisiones industriales.

Se realiza la estimación del total y la participación del agua residual generada por cada Grupo de Divisiones Industriales definidos en la Tabla No. 4 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.v.e, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Volumen de agua residual generada por la industria manufacturera según región.
- Volumen de agua residual generada, agua tratada y vertida por el establecimiento, agua tratada y vertida por terceros y porcentaje de agua residual tratada según grupos de divisiones industriales.

Se realiza la estimación del total del Total agua residual generada, Agua tratada y vertida por el establecimiento, Agua tratada y vertida por terceros y Porcentaje de agua residual tratada por cada Grupo de Divisiones Industriales definidos en la Tabla No. 4 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.v.e, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Establecimientos que reportan contar con programa de ahorro y uso eficiente del agua por grupo de división industrial.

Se realiza la estimación del total del Porcentaje de Establecimientos con Programa de ahorro y uso eficiente del agua por cada Grupo de Divisiones Industriales definidos en la Tabla No. 4 del presente documento, se incluye el coeficiente de variación estimada c.v.e, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Inversión y gastos en los establecimientos manufactureros de las principales áreas metropolitanas.
  - Volumen de agua utilizado por los establecimientos manufactureros de las principales áreas metropolitanas.
- Se realiza la estimación para los establecimientos que se encuentra en las principales ciudades con los municipios aledaños, incluyendo el coeficiente de variación estimada c.v.e, y el rango negativo y positivo del intervalo de confianza.

- Variación de la Inversión en activos y gastos con fines de protección y conservación del ambiente, según categoría de protección y gestión ambiental.
- Variación de la Inversión en activos y gastos con fines de protección y conservación del ambiente según grupos de divisiones industriales.
- Variación de la Inversión en activos y gastos con fines de protección y conservación del ambiente según regiones.
- Variación de otros gastos corrientes realizados por los establecimientos asociados a la protección y conservación del ambiente por tipo de desembolso.
- Variación de residuos convencionales dispuestos por la industria manufacturera por grupos de divisiones industriales.
- Variación de residuos convencionales generados y dispuestos por la industria manufacturera por región.
- Variación del volumen de agua total según tipo de fuente de captación.
- Volumen de agua total utilizado por la industria manufacturera según grupos de divisiones industriales.
- Volumen de agua utilizado por la industria manufacturera según regiones.
- Volumen de agua total vertida por la industria manufacturera según grupos de divisiones industriales.
- Volumen de agua vertida por la industria manufacturera según regiones.

Para las variaciones se realiza la comparación de las estimaciones correspondientes a los años 2019-2020 y se calcula la variación porcentual por cada una de las desagregaciones realizadas a nivel de panel.

### 2.1.7. Estándares estadísticos utilizados

La EAI utiliza los conceptos estandarizados descritos en el literal b del numeral 2.1.4., utiliza la nomenclatura estándar nacional que permite la identificación y codificación de los departamentos, municipios, distritos y centros poblados del país, denominado la División Política de Colombia (DIVIPOLA) y la Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev. 4.0 A.C. (CIIU 2020) y la Clasificación de Actividades y Gastos de Protección del Medio Ambiente (CAPA).

2.1.7.1 Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev. 4.0 A.C. (CIIU 2020). Tiene por finalidad establecer una clasificación uniforme de las actividades económicas productivas con el propósito de ofrecer un conjunto de categorías de actividades que se pueda utilizar para la recopilación y presentación de estadísticas de acuerdo con esas actividades. Por consiguiente, la CIIU propone presentar esas categorías de tal modo que las entidades puedan clasificarse según la actividad económica que realizan.

Las categorías de la CIIU se han definido vinculándolas, en la medida de lo posible, con la forma en que el proceso económico está estructurado en diferentes tipos de unidades estadísticas y la manera como se describe ese proceso en las estadísticas económicas (cf. DANE, 2006).

Teniendo en cuenta que los establecimientos industriales tienen un código CIIU correspondiente con la actividad principal que realizan, para la selección de los establecimientos a encuestar se utiliza la clasificación CIIU a cuatro dígitos.

**Tabla 4. Grupos de divisiones industriales**

Grupos de Divisiones Industriales	Divisiones CIIU Rev. 4.0 A.C
Alimentos, bebidas y tabaco	10. Elaboración de productos alimenticios 11. Elaboración de bebidas 12. Elaboración de productos de tabaco
Textiles, confección, calzado y pieles	13. Fabricación de productos textiles 14. Confección de prendas de vestir 15. Curtido y recurtido de cueros; fabricación de calzado; fabricación de artículos de viaje, maletas, bolsos de mano y artículos similares, y fabricación de artículos de talabartería y guarnicionería; adobo y teñido de pieles.
Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de edición e impresión	16. Transformación de la madera y fabricación de productos de madera y de corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de cestería y espartería 17. Fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón 18. Actividades de impresión y de producción de copias a partir de grabaciones originales.
Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear	19. Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y actividad de mezcla de combustibles
Fabricación de sustancias y productos químicos	20. Fabricación de sustancias y productos químicos 21. Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos de uso farmacéutico
Fabricación de productos de caucho y de plástico	22. Fabricación de productos de caucho y plástico
Industrias de otros productos minerales no metálicos	23. Industrias de otros productos minerales no metálicos
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	24. Fabricación de productos metalúrgicos básicos 25. Fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo
Otras divisiones industriales	26. Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos 27. Fabricación de aparatos y equipo eléctrico 28. Fabricación de maquinaria y equipo N.C.P. 29. Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques 30. Fabricación de otros tipos de equipo de transporte. 31. Fabricación de muebles, colchones y somieres 32. Otras industrias manufactureras 33. Instalación, mantenimiento y reparación especializado de maquinaria y equipo

Fuente: Diseño estadístico EAI

2.1.7.2 La División Política-administrativa de Colombia (Divipola, mayo de 2020) es una nomenclatura estandarizada, diseñada por el DANE para la identificación de entidades territoriales (departamentos, distritos y municipios), áreas no municipalizadas y centros poblados, mediante la asignación de un código numérico único a cada una de estas unidades territoriales.

Específicamente para la EAI se tienen en cuenta los departamentos de ubicación de los establecimientos de la industria manufacturera para la agrupación a nivel de regiones como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5. Regiones Encuesta Ambiental Industrial**

División regional	Departamento	División regional	Departamento
Caribe	Atlántico	Central	Quindío
	Bolívar		Risaralda
	Cesar		Tolima
	Córdoba	Pacífica	Cauca
	La Guajira		Chocó
	Magdalena		Nariño
	Sucre		Valle del Cauca
San Andrés			
Oriental	Boyacá	Bogotá	Bogotá, D. C.
	Cundinamarca	Amazonía y Orinoquía	Arauca
	Meta		Casanare
	Norte De Santander		Putumayo
	Santander		Amazonas
Antioquia	Guainía		
Central	Caldas		Guaviare
	Caquetá		Vaupés
	Huila		Vichada

Fuente: DANE -(Agrupación regional definida con base en recomendación de la Dirección de Censos y Demografía para el desarrollo del diseño muestral EAI 2016)

2.1.7.3 Clasificación de Actividades y Gastos de Protección del Medio Ambiente (CAPA, 2000): propuesta por la Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas en 1994 y actualizada en el año 2000, abarca las actividades y los gastos correspondientes a una reacción inmediata a la degradación ambiental, causada por las unidades de producción, las administraciones públicas y los hogares; no comprende las actividades y los gastos relacionados con las repercusiones o efectos de los impactos ambientales.

Para la EAI se realizó una adaptación de las categorías de esta clasificación, con el fin de caracterizar el gasto en protección ambiental realizada por los establecimientos industriales. Para ello, se tuvieron en cuenta dos aspectos: tipo de actividades de protección ambiental realizadas por los establecimientos y la división temática de la Clasificación CAPA, 2000.

Actividades y gastos de protección ambiental y gestión de recursos para la industria manufacturera colombiana: contemplan siete categorías de protección ambiental y gestión de recursos, cada una se subdivide en finalidades, dependiendo de las actividades desarrolladas.

La protección del medio ambiente comprende todas las actividades que tienen como principal objetivo la prevención, reducción y eliminación de la contaminación y cualquier otra degradación del medio ambiente; a continuación, se describe cada actividad:

Actividades preventivas: se incluyen aquí aquellas medidas y actividades cuyo objetivo es eliminar o reducir la generación de contaminantes por modificación de procesos como:

- Tecnologías más limpias: consiste en la sustitución de un proceso de producción existente por un nuevo proceso diseñado para reducir la generación de contaminantes atmosféricos.
- Uso de productos más limpios: consiste en modificar o adaptar las instalaciones de manera que se puedan sustituir materias primas, energía, catalizadores entre otros, por productos no contaminantes o menos contaminantes.

Actividades de tratamiento: incluyen las actividades de instalación, mantenimiento y funcionamiento de equipos instalados al final del proceso para eliminar y reducir los contaminantes.

Actividades de medición, control y análisis: su objetivo es controlar la concentración de sustancias contaminantes.

Categorías de protección ambiental usadas en la EAI

- Gestión de recursos minerales y energéticos
  - Reducción del consumo de recursos energéticos
  - Generación de energía de fuentes Alternativas (Eólica, Biomasa, etc.)
- Protección del aire y del clima
  - Prevención de la contaminación atmosférica por modificación de procesos
  - Tratamiento de gases de escape y el aire de ventilación
  - Medición, control y análisis
- Gestión de recursos hídricos y aguas residuales
  - Reducción del consumo de recursos hídricos
  - Tratamiento de aguas residuales
  - Medición, control y análisis
- Gestión de residuos
  - Prevención de la producción de residuos por modificación de procesos
  - Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos
  - Tratamiento y eliminación de residuos no peligrosos
  - Medición, control y análisis
- Protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales
  - Prevención de la infiltración de contaminantes
  - Descontaminación de suelos y cuerpos de agua
- Reducción del ruido
  - Modificaciones preventivas en el lugar de origen
  - Construcción de dispositivos antiruido
  - Medición, control y análisis
- Protección de la biodiversidad y los paisajes
- Otras actividades de protección al medio ambiente

### 2.1.8. Diseño del cuestionario

El formulario se presenta como anexo 2 en la parte final de este documento.

Las variables tratadas dentro de la EAI se agrupan en seis capítulos:

**Capítulo I** (Identificación y datos generales) recopila la información de nombre comercial, dirección, departamento, municipio, teléfono, fax y correo electrónico de la empresa.

**Capítulo II** (Inversión y gasto por categoría ambiental) capta información sobre las inversiones y gastos ambientales de mayor escala. Recopila las inversiones en activos con la siguiente clasificación: tierras y terrenos, maquinaria y equipo, y construcciones y edificaciones. Al mismo tiempo, registra los gastos: materiales y suministros, pequeñas herramientas, mantenimiento de equipos, gastos en medición, control y análisis.

Todos los ítems anteriores están relacionados con las siguientes categorías de protección ambiental y gestión de recursos, adaptadas del CAPA, 2000: Gestión de recursos minerales y energéticos, protección del aire y el clima, gestión de aguas residuales, gestión de residuos, protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales, reducción del ruido y protección de la biodiversidad y los ecosistemas.

**Capítulo IIA** (Otros pagos y desembolsos) se pretende capturar información sobre otros pagos menores relacionados con el tema de la protección ambiental. Indaga sobre los pagos por concepto de licencias, permisos, tasas y multas medio ambientales, dentro de los que se encuentran: pago de licencia ambiental, valor de estudios de impacto ambiental, pago por permisos de emisiones atmosféricas, pago por permiso de vertimientos, pago por solicitud de concesión de aguas superficiales, pago por solicitud de concesión de aguas subterráneas, pago por permiso de aprovechamiento forestal, pago de tasa retributiva y compensatoria, pago de tasa por utilización de aguas y pago de multas y sanciones ambientales.

También se indaga por los costos y gastos por actividades de capacitación y educación ambiental, pagos por procesos de gestión, por investigación y desarrollo, por donaciones con fines ambientales, por gastos de personal dedicado a la protección ambiental, por contenedores y bolsas para residuos, por pólizas ambientales y por servicios especializados.

**Capítulo III** (Generación de residuos sólidos industriales) recolecta información de la industria respecto a la cantidad generada de este tipo de residuos y el destino que le da a cada uno de ellos.

Para los residuos convencionales se indaga la cantidad generada por subtipo de residuo, se pregunta el porcentaje frente a la forma de tratamiento según las siguientes opciones: aprovechamiento por el establecimiento (reutilizado, reciclado, otro), el método usado para reciclar el material (mecánico y/o químico), residuos vendidos, el valor de venta y a quién fueron vendidos, los residuos donados y a quién fueron donados, los residuos almacenados, en destinación final por un tercero y en destinación final por el establecimiento, la fuente puede escoger una o varias de estas alternativas.

**Capítulo IV** (Manejo del recurso hídrico) se busca obtener información congruente sobre la gestión que se da al recurso agua en cuanto a su uso y descarga. Se pregunta (con opciones de respuesta sí o no) acerca de si el establecimiento cuenta con un programa de uso eficiente y ahorro de agua y con instrumentos de medición de la cantidad de agua que consume y que vierte. Igualmente, se indaga por el volumen de agua utilizada por el establecimiento, el volumen de agua residual generada y el volumen de agua tratada y reutilizada.

**Capítulo V** (Instrumentos de gestión ambiental) busca información que permita conocer el estado del arte en Colombia respecto a los instrumentos de gestión ambiental más conocidos. Solicita información sobre las certificaciones de tipo ambiental y ecoetiquetados que el establecimiento ha gestionado a nivel nacional e internacional, las normas técnicas de carácter ambiental que aplica, los instrumentos de planeación con que cuenta, la motivación a implementar los instrumentos de gestión ambiental y el valor de las deducciones por incentivos tributarios de carácter ambiental que ha obtenido.

En el caso en que se requiere realizar modificaciones o inclusión de variables al instrumento de recolección, posterior a realizar el análisis de necesidades se realiza la solicitud a la Oficina de Sistemas del DANE mediante los formatos y aplicativos diseñados para tal fin.

Una vez realizados los desarrollos informáticos correspondientes se procede a diligenciar el formato de elaboración de plan de pruebas y una vez finalizadas todas las pruebas se procede a hacer el Informe de Pruebas elaborado de acuerdo con los lineamientos del proceso estadístico del Sistema Estadístico Nacional (SEN).

### 2.1.9. Normas, especificaciones o reglas de edición e imputación de datos

El aplicativo de captura se diseñó con los parámetros definidos anteriormente, lo que permite detectar de inmediato errores en el diligenciamiento de la encuesta. En términos generales el formulario consta de seis (6) capítulos los cuales contienen diversas variables con las respectivas especificaciones.

1. En la carátula se identifican los datos generales del establecimiento industrial, los datos son alfanuméricos, consta de 27 variables, donde 7 variables pueden venir en blanco como es el caso de SIGLA (SIGLA\_EMP) y las otras 20 deben estar diligenciadas por ejemplo clasificación Industrial CIU Rev. 4 A.C, donde se debe digitar un número de 0 a 9999.

2. Capítulo II. Inversión y gasto por categoría ambiental (miles de pesos). En este capítulo el empresario deberá diligenciar aquellas inversiones que están destinadas al uso en forma continua durante más de un año, así mismo diligenciar los gastos corrientes que comprenden fundamentalmente los bienes o servicios producidos cuya utilización tienen una duración inferior a un año. Este capítulo tiene 146 variables, los datos numéricos son 145 los cuales no deben venir en blanco y 1 dato alfabético el cual corresponde a las observaciones que debe ser diligenciado si todos los campos del capítulo II vienen diligenciados en cero.

Este capítulo tiene siete (7) categorías de protección ambiental las cuales corresponden a:

1. Gestión de recursos minerales y energéticos.	1.1 Reducción del consumo de recursos energéticos. 1.2 Generación de energía de fuentes alternativas (Eólica, biomasa, etc.)
2. Protección del aire y el clima.	2.1 Prevención de la contaminación atmosférica 2.2 Tratamiento de gases contaminantes y material particulado
3. Gestión de recursos hídricos y aguas residuales	3.1 Reducción del consumo recursos hídricos 3.2 Tratamiento de aguas residuales
4. Gestión de residuos	4.1 Prevención y/o reducción de la producción de residuos 4.2 Tratamiento y eliminación de residuos peligrosos 4.3 Tratamiento y eliminación de residuos no peligrosos
5. Protección del suelo, aguas subterráneas y superficiales	5.1 Prevención de infiltración de contaminantes. 5.2 Descontaminación de suelos y cuerpos de agua.
6. Reducción del ruido y las vibraciones	6.1 Modificaciones preventivas en el lugar de origen 6.2 Construcción de dispositivos anti-ruido y anti vibraciones
7. Protección de la biodiversidad y los ecosistemas	7.1 Valor total protección de la biodiversidad y los ecosistemas

Fuente: DANE

Como inversión en activos se tiene Tierras y terrenos, Maquinaria y equipo Construcciones y edificaciones denominadas con las letras a, b y c respectivamente las cuales en la columna total de inversión realiza una sumatoria automática de a + b + c. Por ejemplo, inversión total para el tratamiento de gases contaminantes y material particulado (C1INVR1T3) se realiza sumatoria automática de las variables C1INVR1C2A1+C1INVR1C2A2+C1INVR1C2A3 cuyo resultado esta entre 0 a 9999999999.

Inversión en tierras y terrenos para el tratamiento de gases contaminantes y material particulado	C1INVR1C2A1
Inversión en maquinaria y equipo para el tratamiento de gases contaminantes y material particulado.	C1INVR1C2A2
Inversión en construcciones y edificaciones para el tratamiento de gases contaminantes y material particulado.	C1INVR1C2A3
Sumatoria automática de las variables	C1INVR1T3

Fuente: DANE

Dentro de los costos y gastos tenemos materiales y suministros, pequeñas herramientas, mantenimiento de equipos, medición, control y análisis denominadas con las letras d, e, f y g respectivamente las cuales en la columna total costos y gastos se realiza una sumatoria automática de d + e + f + g. Por ejemplo: costos y gastos totales pequeñas herramientas para la protección de la biodiversidad y los ecosistemas (C1CYGR6G2) se realiza sumatoria automática de las variables C1CYGR6G2+ MCAVTPRBIP, cuyo resultado esta entre 0 a 9999999999.

Pequeñas herramientas para la protección de la biodiversidad y los ecosistemas.	C1CYGR6G2
Medición, control y análisis para la protección de la biodiversidad y los ecosistemas.	MCAVTPRBIP
Total, costos y gastos para la protección de la biodiversidad y los ecosistemas.	C1CYGR6T19

Este capítulo contiene sumatorias automáticas del total de inversión y gastos y sumatorias automáticas totales por variables económica.

3. Capítulo II A Otros pagos y desembolsos (miles de pesos): En este literal debe registrar los pagos realizados por el establecimiento a la autoridad ambiental y otros gastos relacionados con la gestión ambiental. Cuenta con 145 variables los datos son alfanuméricos, este capítulo está integrado por 10 literales los cuales se relacionan a continuación:

- A. Pago por concepto de licencias, permisos, tasas y multas medio ambientales
- B. Actividades de capacitación y educación ambiental

- C. Gastos relacionados con procesos de gestión
- D. Investigación y desarrollo (básica, experimental o aplicada) Nombre del proyecto de investigación o innovación.
- E. Donaciones ambientales ¿A quién realizó la donación?
- F. Gastos de personal dedicado a actividades ambientales.
- G. Pagos por contenedores de residuos y bolsas para recolección de residuos
- H. Pagos por pólizas ambientales
- I. Pagos por servicios especializados
- J. Compra de bonos de carbono

En varios de estos literales se encuentran condicionales, como es el caso del literal A numeral 11, literal D, literal E, es decir que se debe digitar más información según la selección que haya tomado, por ejemplo: si el usuario digito un valor mayor a cero (0) en la opción Donaciones con fines ambientales (C1ACYGGF) automáticamente se habilitara la opción ¿A quién realizó la donación? (DONACQUIEN) por tanto en esta casilla el usuario debe diligenciar como mínimo cinco (5) caracteres para que el sistema le permita avanzar.

En su mayoría los campos deben estar diligenciado con valores entre 0 a 9999999999 y en los campos alfabéticos según las condicionales que haya habilitado el usuario, cuenta con sumas automáticas para los literales: A, E, G, I.

4. Capítulo III. Generación de residuos sólidos industriales durante el año a reportar: En este capítulo se diligencia los datos correspondientes con la generación de residuos sólidos no peligrosos generados por el establecimiento en Kilogramos. El tipo de residuos corresponde a Orgánicos, Plásticos, Papel y cartón, Caucho, Textiles, Madera, Vidrio, Metálicos, Residuos de construcción y demolición y Mezclados. El usuario debe diligenciar todos los campos en el espacio de tipos de residuos si no se generan deben quedar con valor de 0 (cero), es decir que si no genero residuos; los espacios están en cero, es obligatorio dejar la observación indicando cual fue la razón. Este capítulo cuenta con 133 variables y los datos son alfanuméricos.

Para los residuos que tienen generación mayor a cero se consulta el porcentaje por tipo de gestión, por ejemplo:

El usuario genero 130Kg de residuos orgánicos (C2RSCA1), debe indicar el porcentaje para las siguientes variables y la sumatoria de estas debe ser igual a 100%:

% de reutilización (C2RSCB1)	20%
% de reciclaje (C2RSCC1)	20%
% Otra modalidad de aprovechamiento (C2RSCD1)	20%
% de residuos vendidos (C2RSCG1)	10%
% de residuos donados (RDNORGA)	5%
% de residuos almacenados (ALMAORGA)	5%
% Destinación final por un tercero (C2RSCI1)	10%
% Destinación final por el establecimiento (C2RSCH1)	10%
$C2RSCA1 = (C2RSCB1) + (C2RSCC1) + (C2RSCD1) + (C2RSCG1) + (RDNORGA) + (ALMAORGA) + (C2RSCI1) + (C2RSCH1)$	100%
Total	

Es importante resaltar que por tipo de residuos se tienen variables que son condicionales, como en el siguiente caso, si la variable % de reciclaje (C2RSCC1) es mayor a cero (valor porcentual), entonces se activara la casilla Método Usado para Reciclar residuos orgánicos (TERECIORG) la cual no debe ir en blanco, por lo que se debe seleccionar cualquiera de las siguientes opciones; 1. Mecánica o 2. Química.

1. Capítulo IV Manejo del recurso hídrico durante el año a reportar: En este capítulo se debe diligenciar datos relacionados el volumen del agua utilizada, el volumen de agua residual, Volumen de agua tratada y vertida, volumen de agua reutilizada, volumen de agua recirculada en m<sup>3</sup>/año. Cuenta con 28 variables, cuyos datos son alfanuméricos y no deben estar en blanco.

Este Capítulo contiene siete (7) numerales con sumatorias automáticas para los numerales 4 y 5 (5.1 y 5.2), así mismo tiene las variables condicionales en los numerales 4 (4.4), 5 (5.1 ítem b), 5 (5.2 ítem b) y en el 6 (6.1 ítem e). Por ejemplo: si el usuario diligencio si Otro tratamiento (C3RH3VAT4) se activa la casilla Otros procesos de tratamiento. ¿Cuál? (OTTRATNOM) y en esta se diligencia que tratamiento adicional a los mencionados en las casillas anteriores.

2. Capítulo V instrumentos de gestión ambiental. En este capítulo se diligencia las certificaciones obtenidas o que se estén gestionando por el establecimiento, instrumento de planeación, adaptación y mitigación al cambio climático es decir el empresario ha identificado la posible ocurrencia de alguno de los siguientes eventos hidroclimatólogicos.

Consta de 3 numerales, 38 variables con datos alfanuméricos, en su mayoría deben estar diligencias para poder avanzar por ejemplo en Diagnostico ambiental como instrumento de planeación (C4GA3IP1), se debe seleccionar la opción Si o la opción No.

Así mismo en aquellos donde se diligencia datos numéricos como, por ejemplo: en el ítem Incentivo directo a la conservación del bosque natural: CIF de conservación (C4GA5INCB5), se debe diligenciar un valor del 0 a 9999999999. Los valores deberán ser reportados en miles de pesos, cuenta con sumas automáticas en el numeral 3 ítems A, B y C, así mismo este capítulo contiene variables que condicionan el diligenciamiento de los datos en el numeral 1 y en el numeral 2. Por ejemplo, en el primer numeral ¿El establecimiento cuenta con alguna certificación ambiental o ecoetiquetado, o lo está implementando? (FILTERTERCOCAPV), si el usuario selecciona la opción si la matriz debe estar diligenciada en por lo menos 1 de los ítems y si selecciona la opción no la matriz debe quedar en blanco y pasar a la pregunta 2.

En general, las reglas de validación se refieren al número de caracteres máximo que puede tener una variable y si corresponden a variables numéricas o alfanuméricas, de acuerdo con las respuestas que se consideran válidas para una pregunta específica. En algunos casos se incluyen cruces entre variables que deben guardar coherencia entre ellas, con el fin de garantizar la calidad de la información recolectada.

El documento sobre normas, especificaciones o reglas de validación, consistencia se encuentra en el sistema Documental Interno del DANE denominado Isolucion, bajo el nombre de ESPECIFICACIONES DE VALIDACIÓN Y CONSISTENCIA ENCUESTA AMBIENTAL INDUSTRIAL - EAI.

El Diccionario de variables se encuentra publicado en [http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/683/data\\_dictionary](http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/683/data_dictionary) por cada uno de los capítulos del formulario.

Para el caso del procesamiento de la información periódicamente se realiza través del programa SAS Enterprise Guide versión 7.1 licenciada para el DANE.

Las bases se toman previamente provienen de una consulta del grupo logístico que descargan del aplicativo de Encuesta Ambiental Industrial, son enviadas al grupo estadístico en formato .xlsx y tienen la información de la recolección en campo.

Una vez ejecutado el código SAS con las rutinas para el procesamiento de los archivos de consistencia y cuadros de salida, son entregados en Excel según los esquemas y diseños solicitados por el grupo de temática.

Los programas para el procesamiento de la información de la EAI, son elaborados en el paquete estadístico Statistical Analysis Software (SAS), los programas se agrupan en 3 proyectos: Validaciones, estimaciones y cuadros de salida; la información generada en SAS es entregada en formato EXCEL de acuerdo con los esquemas y diseños solicitados por temática. Los programas de la operación estadística se encuentran y se actualizan cada año en la ruta mencionada anteriormente.

En el desarrollo del procesamiento de la EAI primero se generan archivos en Excel de consistencia de la información por medio del proyecto EAI\_2020 validaciones; luego para calcular las estimaciones se utiliza el proyecto EAI\_2020 estimaciones y en este proyecto se generan las estimaciones y sus coeficientes de variación para las variables ambientales para las diferentes desagregaciones de grupo de actividad y región.

Finalmente, es pertinente indicar que la EAI por las condiciones particulares de la información recolectada por la EAI, no se realizan imputaciones y por tanto, no se cuenta con definición de reglas de imputación para ninguna de sus variables.

## 2.2. DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño estadístico comprende el conjunto de conceptos que rigen el desarrollo estadístico de una operación particular. A continuación, se describen los principales componentes del diseño estadístico de la EAI.

### 2.2.1. Universo de estudio

Está conformado por todos los establecimientos de la industria manufacturera en Colombia, que pertenecen a alguna de las divisiones industriales definidas según CIU Rev. 4 A.C. y que han reportado información a la Encuesta Anual Manufacturera (EAM), cuyos parámetros de inclusión para el año 2016 (año de actualización de la muestra) son: personal ocupado mayor o igual a 10 empleados o producción industrial igual o superior a \$500'000.000, vale la pena indicar que cada año se ajusta este valor según los criterios establecidos para la EAM.

### 2.2.2. Población objetivo

Establecimientos de la industria manufacturera en Colombia que para el periodo de referencia pertenecen a alguna de las divisiones industriales según CIU Rev. 4 A.C. y que han reportado información a la Encuesta Anual Manufacturera (EAM).

### 2.2.3. Cobertura geográfica

La cobertura es nacional dentro de la población objetivo y la información se desagrega en las siguientes seis (6) regiones geográficas, las cuales se conforman de acuerdo con lo presentado en la Tabla 5.

- Caribe;
- Oriental;
- Central;
- Pacífica;
- Bogotá;
- Amazonia y Orinoquía.

### 2.2.4. Desagregación geográfica

La Encuesta Ambiental Industrial, de conformidad con el Diseño Muestral con el que fue desarrollada, permite realizar la agrupación de la información a nivel de región del país a la que pertenece el establecimiento y grupos de actividad económica en que se desenvuelve de acuerdo con el código CIU Rev. 4 A.C.

### 2.2.5. Desagregación temática

La Encuesta Ambiental Industrial permite identificar información de valores económicos de inversiones, costos y gastos realizados en actividades ambientales y manejo de recursos naturales, adicionalmente permite conocer valores en metros cúbicos del manejo del recurso hídrico y de en Kilogramos de la gestión de los residuos sólidos no peligrosos, finalmente permite tener un conocimiento general de la gestión ambiental de la Industria Manufacturera correspondiente a las divisiones industriales determinadas en la CIU Rev. 4.0 A.C. del sector industrial manufacturero de conformidad con la siguiente tabla:

Tabla 6. Divisiones industriales.

CIU 4 (2 DIGITOS)	Divisiones industriales
10 - 11 - 12	Alimentos, bebidas y tabaco
19	Coquización, fabricación de productos de la refinación del petróleo y combustible nuclear
22	Fabricación de productos de caucho y de plástico
20 - 21	Fabricación de productos y sustancias químicas
16 - 17 - 18	Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de impresión
23	Industrias de otros productos minerales no metálicos
24 - 25	Metalurgia y fabricación de productos metálicos
13 - 14 - 15	Textiles, confección, calzado y pieles
26 - 27 - 28 - 29 - 30 - 31 - 32 - 33	Otras divisiones industriales

Fuente: DANE

\*Estratos en los que se selecciona la totalidad de los establecimientos.

\*\*A partir de este valor se consideran establecimientos de inclusión forzosa.

Cálculo del tamaño de la muestra:

Para determinar el tamaño de muestra de cada estrato se hace uso de la variable de estratificación (personal ocupado o producción). El número de establecimientos en el estrato  $h$  se calcula mediante la siguiente expresión:

$$n_{hIP} = \frac{(N_h - n_{hIP}) \cdot c^2 t_{yh}^2}{c^2 t_{yh}^2 + (N_h - n_{hIP}) \cdot S_{N_h - n_{hIP}}^2}$$

Donde,

$N_h$ : Número total de establecimientos en el estrato  $h$ .

$i_h$ : Número de establecimientos de inclusión forzosa en el estrato  $h$ .

$c$ : Coeficiente de variación pre-establecido.

$t_{yh}$ : Total de la variable  $y$  en el estrato  $h$ .

$S_{N_h - i_h}^2$ : Varianza de la variable  $y$  para los establecimientos de inclusión probabilística en el estrato  $h$ .

El coeficiente de variación es el indicador utilizado para medir la precisión de un estimador. Este se estableció en el 3% como una medida de precisión para obtener las principales estimaciones. Los resultados de una encuesta por muestreo probabilístico esta siempre sujeta a una precisión deseada o un error tolerable por lo que se estudia un subconjunto de la población y una forma de medir esta precisión está determinada con el coeficiente de variación (COCHRAN, 1980 pág25)

Selección de la muestra:

Para el cálculo de los límites de inclusión forzosa se emplea por estrato el algoritmo de Hidroglou, descrito a continuación:

- Se listan los establecimientos y se ordenan de mayor a menor según su tamaño, en términos de la producción industrial anual y el personal ocupado.
- Se observa cuál es el establecimiento con el mayor valor en las variables mencionadas anteriormente en cada estrato.
- Se toma ese establecimiento como forzoso y se calcula la varianza de los demás establecimientos del estrato.
- Luego se toman los dos establecimientos más grandes como forzosos y se calcula la varianza de los restantes.
- Se repite el procedimiento aumentando en cada paso el número de establecimientos de inclusión forzosa y calculando la varianza de los restantes.
- Cuando la diferencia entre las varianzas de un paso al otro sea muy pequeña se le asigna inclusión probabilística a los establecimientos que no han sido tomados como forzosos (Hidroglou, 1986).

Para los establecimientos de inclusión probabilística se realiza un muestreo aleatorio simple, utilizando el método coordinado negativo, el cual se describe a continuación:

- Se asigna a cada establecimiento un número aleatorio entre 0 y 1.
- Se ordenan (en forma ascendente o descendente) los establecimientos por el número aleatorio asignado.
- Se seleccionan los primeros establecimientos según el tamaño de muestra determinado para los establecimientos de inclusión probabilística en cada estrato.

Haciendo los respectivos cálculos se obtienen los tamaños de muestra para cada estrato como se muestra en la Tabla 7.

Ponderadores: El cálculo de los Factores de Expansión se hace teniendo en cuenta los estratos, realizando el cruce de las regiones y los grupos de actividades industriales, aplicando el algoritmo de Hidroglou.

Metodología de estimación: A continuación, se describen los conceptos y procedimientos para la estimación de los parámetros de interés.

Parámetros por estimar

Los principales parámetros por estimar son totales y razones. Estas se estiman a nivel nacional para la población objetivo, por divisiones industriales y por regiones.

Factores de expansión.

Dado que el tipo de muestreo es aleatorio simple estratificado, cada establecimiento en la muestra tiene una probabilidad mayor a cero de ser seleccionado.

Si se define como  $\pi_h$  a la probabilidad de inclusión en la muestra de los establecimientos del estrato  $h$ , se tiene:

$$\pi_h = \frac{n_h}{N_h}$$

Donde,

$h$ : Estrato conformado por las divisiones geográficas, divisiones industriales y tamaño del establecimiento (personal y producción).

$N_h$ : Número total de establecimientos en el estrato  $h$ .

$n_h$ : Número de establecimientos seleccionados en la muestra para el estrato  $h$ .

El factor de expansión para los establecimientos de la muestra se define como sigue:

$$F_h = \frac{1}{\pi_h}$$

Estimadores.

A continuación, se describen los procedimientos para calcular los estimadores para las variables de interés.

Estimadores para totales

El total de la variable  $y$  se define como

$$t_y = \sum_U y_k$$

Donde  $U$  es el universo de estudio.

Un estimado para el total de la variable de estudio  $y$ , conocido como estimador de Horvitz-Thompson, es:

$$\hat{t}_y = \sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_h \cdot y_{hk}$$

Dónde,

$H$ : Número total de estratos.

$n_h$ : Número de establecimientos en la muestra para el estrato  $h$ .

$y_{hk}$ : Observación  $k$  de la variable de estudio  $y$  en el estrato  $h$ .

$F_h$ : Factor de expansión para cada establecimiento en la muestra para el estrato  $h$

Un dominio es un subconjunto de la población sobre el cual se realizan estimaciones de las variables de interés.

El total de la variable  $y$  para un dominio  $d$  se define de la siguiente manera:

$$t_{y,d} = \sum_U y_k \cdot I_d(k)$$

Dónde:

$I_d(k)$  (Función indicadora) se define de la siguiente manera:

$$I_d(k) = \begin{cases} 1 & \text{el establecimiento } k \text{ pertenece al dominio } d \\ 0 & \text{el establecimiento } k \text{ no pertenece al dominio } d \end{cases}$$

Un estimado para el total de la variable  $y$  en un dominio  $d$  es:

$$\hat{t}_{y,d} = \sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_h \cdot y_{hk} \cdot I_d(k)$$

Estimador para la varianza de totales

Para el estimador  $\hat{t}_y$ , se define su varianza como sigue:

$$V(\hat{t}_y) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{N_h - 1} \sum_{U_h} (y_k - \bar{y}_{U_h})^2\right)$$

Donde

$U_h$ : Número de establecimientos total del universo en el estrato  $h$ .

$$R = \frac{t_y}{t_x}$$

Un estimador para  $R$  es:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_{hk} \cdot Y_{hk}}{\sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_{hk} \cdot Z_{hk}}$$

## 2.2.6. Fuentes de datos

La operación estadística se abastece de fuentes primarias de información debido a que el formulario web es de auto diligenciamiento asistido por parte de la fuente de información, es decir, del establecimiento industrial. Específicamente para el año 2020 se aplicó la encuesta a 3.249 fuentes.

## 2.2.7. Unidades estadísticas

- Unidad de observación: Establecimientos industriales ubicados en el territorio nacional que se dediquen a la actividad manufacturera y que cumplan los parámetros establecidos en la población objetivo.
- Unidad de análisis: Establecimientos industriales ubicados en el territorio nacional que se dediquen a la actividad manufacturera y que cumplan los parámetros establecidos en la población objetivo.
- Unidad de muestreo: Establecimientos industriales ubicados en el territorio nacional que se dediquen a la actividad manufacturera y que cumplan los parámetros establecidos en la población objetivo.

## 2.2.8. Período de referencia

El período de referencia para la encuesta es el año inmediatamente anterior al de recolección de los datos. La publicación de resultados se presenta con un año de rezago respecto al año de referencia.

## 2.2.9. Período de recolección/acopio

La recolección de los datos se realiza entre los meses de julio y noviembre de cada año.

## 2.2.10. Marco estadístico (censal o muestral)

El marco es el instrumento que permite la identificación y la ubicación de las unidades que conforman la población objetivo. En el caso de la Encuesta Ambiental Industrial el marco es una lista de establecimientos industriales y para su construcción se partió del directorio de la Encuesta Anual Manufacturera del año 2016, el marco se va actualizando cada año con las novedades por ejemplo cambio de sector y con los nuevos establecimientos encontrados por la EAM.

Tiene información acerca del nombre del establecimiento y NIT para su identificación, y del departamento, municipio y dirección para su ubicación. Adicionalmente, tiene información referente a la actividad económica, la producción industrial, el personal ocupado y contiene los establecimientos nuevos detectados por la EAM durante el operativo del año inmediatamente anterior.

## 2.2.11. Diseño muestral

Tipo de muestreo:

El diseño de esta muestra es probabilístico con una estratificación triple: probabilístico ya que cada establecimiento del marco muestral tiene una probabilidad mayor a cero de ser seleccionado y estratificado triple porque se hace una partición del universo, por regiones en primer lugar, divisiones industriales en segundo lugar y por último, a través del algoritmo de Hidroglou<sup>1</sup>, se divide la población en un estrato de inclusión forzosa y otro de inclusión probabilística, en algunos casos según criterio estadístico y temático la población se clasifica solamente como inclusión forzosa.

Se estratifica de acuerdo con las siguientes variables:

- Región del país a la que pertenece el establecimiento (Tabla 5.).
- Principal actividad económica del establecimiento según el código CIU Rev. 4 A.C (Tabla 6.).
- Tamaño del establecimiento, en términos del personal ocupado y la producción industrial dividiéndolos en los de mayor y menor valor en estas variables.

De la combinación de las dos primeras variables se conforman 49 estratos, ya que en la región Amazonía solamente se tienen 4 de las 9 actividades económicas. Al interior de cada uno de estos 49 estratos en los casos donde se analice y determine realizar la división implementando el algoritmo de Hidroglou se conforman dos subestratos según las variables de empleo y producción. El algoritmo de Hidroglou a partir de un cve preestablecido, en este caso de 3%, proporciona tanto el tamaño de muestra a seleccionar, como el límite que divide el estrato de Inclusión Forzosa (IF) y el de Inclusión Probabilística (IP).

Este algoritmo se aplica en cada estrato, tanto para la variable producción industrial como para la variable personal ocupado, y el estrato de IF se conforma con los establecimientos que cumplan por lo menos uno de los dos límites establecidos por el algoritmo. Cabe aclarar que para algunos de los estratos todos los establecimientos son de IF. Más adelante se describe con mayor detalle este algoritmo. En la Tabla 7, se presentan los 49 estratos, y en cada uno los límites de inclusión forzosa y tamaño de muestra.

<sup>1</sup>Algoritmo de Hidroglou (1988) procedimiento iterativo para estratificar poblaciones asimétricas en un estrato de inclusión forzosa, o sea donde todas las unidades de este son examinadas, y un número de estratos de los cuales se seleccionan muestras.

Tabla 7. Estratificación y tamaños de muestras EAI 2020

División regional	División Industrial	Límite Producción Anual (Miles de Pesos)**	Límite Personal Anual**	Establecimientos de inclusión forzosa	Establecimientos de inclusión probabilística	Tamaño del estrato
Amazonía y Orinoquía	Alimentos, bebidas y tabaco*	-	-	24	-	24
Amazonía y Orinoquía	Coquización, fabricación de productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear*	-	-	2	-	2
Amazonía y Orinoquía	Metalurgia y fabricación de productos metálicos*	-	-	1	-	1
Amazonía y Orinoquía	Otras divisiones industriales*	-	-	2	-	2
Caribe	Alimentos, bebidas y tabaco	32.000.000	120	71	24	95
Caribe	Coquización, fabricación de productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear*	-	-	13	-	13
Caribe	Fabricación de productos de caucho y plástico	17.300.000	80	26	6	32
Caribe	Fabricación de productos y sustancias químicas	76.400.000	90	36	8	44
Caribe	Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de impresión	7.400.000	40	21	7	23
Caribe	Industria de productos minerales no metálicos	23.900.000	70	24	6	30
Caribe	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	23.600.000	90	21	9	30
Caribe	Otras divisiones industriales	9.000.000	70	37	8	45
Caribe	Textiles, confección, calzado y pieles	4.800.000	50	16	4	20
Bogotá	Alimentos, bebidas y tabaco	25.600.000	120	87	36	123
Bogotá	Coquización, fabricación de productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear*	-	-	16	-	16
Bogotá	Fabricación de productos de caucho y plástico	11.200.000	80	73	26	99
Bogotá	Fabricación de productos y sustancias químicas	20.400.000	100	94	20	114
Bogotá	Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de impresión	7.300.000	60	72	38	110
Bogotá	Industria de productos minerales no metálicos	8.500.000	50	36	9	45
Bogotá	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	5.800.000	50	65	28	93
Bogotá	Otras divisiones industriales	12.700.000	90	109	50	159
Bogotá	Textiles, confección, calzado y pieles	9.900.000	110	85	35	120
Central	Alimentos, bebidas y tabaco	50.000.000	150	138	40	178
Central	Coquización, fabricación de productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear*	-	-	20	-	20
Central	Fabricación de productos de caucho y plástico	10.600.000	90	55	20	75
Central	Fabricación de productos y sustancias químicas	19.600.000	90	60	21	81

División regional	División Industrial	Límite Producción Anual (Miles de Pesos)**	Límite Personal Anual**	Establecimientos de inclusión forzosa	Establecimientos de inclusión probabilística	Tamaño del estrato
Central	Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de impresión	13.100.000	60	62	19	81
Central	Industria de productos minerales no metálicos	21.200.000	90	51	17	68
Central	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	15.700.000	70	69	15	84
Central	Otras divisiones industriales	20.900.000	110	79	36	115
Central	Textiles, confección, calzado y pieles	15.900.000	150	117	48	165
Oriental	Alimentos, bebidas y tabaco	52.800.000	100	116	23	139
Oriental	Coquización, fabricación de productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear*	-	-	30	-	30
Oriental	Fabricación de productos de caucho y plástico	13.900.000	70	39	8	47
Oriental	Fabricación de productos y sustancias químicas	31.000.000	80	57	15	72
Oriental	Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de impresión	7.900.000	30	35	11	46
Oriental	Industria de productos minerales no metálicos	23.000.000	90	57	20	77
Oriental	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	17.000.000	60	42	11	53
Oriental	Otras divisiones industriales	13.900.000	90	81	20	101
Oriental	Textiles, confección, calzado y pieles	4.000.000	50	46	16	62
Pacífica	Alimentos, bebidas y tabaco	47.000.000	130	85	29	114
Pacífica	Coquización, fabricación de productos de la refinación de petróleo y combustible nuclear*	-	-	11	-	11
Pacífica	Fabricación de productos de caucho y plástico	8.700.000	50	36	11	47
Pacífica	Fabricación de productos y sustancias químicas	35.500.000	110	38	10	48
Pacífica	Industria de la madera y el corcho, fabricación de papel y actividades de impresión	22.900.000	90	43	18	61
Pacífica	Industria de productos minerales no metálicos	12.000.000	50	31	6	37
Pacífica	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	25.000.000	60	37	9	46
Pacífica	Otras divisiones industriales	10.800.000	70	51	22	73
Pacífica	Textiles, confección, calzado y pieles	8.000.000	80	55	17	72

Fuente: DANE EAI 2020.

\*Estratos en los que se selecciona la totalidad de los establecimientos.

\*\*A partir de este valor se consideran establecimientos de inclusión forzosa.

Cálculo del tamaño de la muestra:

Para determinar el tamaño de muestra de cada estrato se hace uso de la variable de estratificación (personal ocupado o producción). El número de establecimientos en el estrato  $h$  se calcula mediante la siguiente expresión:

$$n_{hIF} = \frac{(N_h - n_{hIF}) \cdot c^2 t_{yh}^2}{c^2 t_{yh}^2 + (N_h - n_{hIF}) \cdot S_{N_h - n_{hIF}}^2}$$

Donde,

$N_h$ : Número total de establecimientos en el estrato  $h$ .

$i_h$ : Número de establecimientos de inclusión forzosa en el estrato  $h$ .

$c$ : Coeficiente de variación pre-establecido.

$t_{yh}$ : Total de la variable  $y$  en el estrato  $h$ .

$S_{N_h - i_h}^2$ : Varianza de la variable  $y$  para los establecimientos de inclusión probabilística en el estrato  $h$ .

El coeficiente de variación es el indicador utilizado para medir la precisión de un estimador. Este se estableció en el 3% como una medida de precisión para obtener las principales estimaciones. Los resultados de una encuesta por muestreo probabilístico esta siempre sujeta a una precisión deseada o un error tolerable por lo que se estudia un subconjunto de la población y una forma de medir esta precisión está determinada con el coeficiente de variación (COCHRAN, 1980 pág. 25)

Selección de la muestra:

Para el cálculo de los límites de inclusión forzosa se emplea por estrato el algoritmo de Hidroglou, descrito a continuación:

- Se listan los establecimientos y se ordenan de mayor a menor según su tamaño, en términos de la producción industrial anual y el personal ocupado.
- Se observa cuál es el establecimiento con el mayor valor en las variables mencionadas anteriormente en cada estrato.
- Se toma ese establecimiento como forzoso y se calcula la varianza de los demás establecimientos del estrato.
- Luego se toman los dos establecimientos más grandes como forzosos y se calcula la varianza de las restantes.
- Se repite el procedimiento aumentando en cada paso el número de establecimientos de inclusión forzosa y calculando la varianza de los restantes.
- Cuando la diferencia entre las varianzas de un paso al otro sea muy pequeña se le asigna inclusión probabilística a los establecimientos que no han sido tomados como forzosos (Hidroglou, 1986).

Para los establecimientos de inclusión probabilística se realiza un muestreo aleatorio simple, utilizando el método coordinado negativo, el cual se describe a continuación:

- Se asigna a cada establecimiento un número aleatorio entre 0 y 1.
  - Se ordenan (en forma ascendente o descendente) los establecimientos por el número aleatorio asignado.
  - Se seleccionan los primeros establecimientos según el tamaño de muestra determinado para los establecimientos de inclusión probabilística en cada estrato.

Haciendo los respectivos cálculos se obtienen los tamaños de muestra para cada estrato como se muestra en la Tabla 7.

Ponderadores: El cálculo de los Factores de Expansión se hace teniendo en cuenta los estratos, realizando el cruce de las regiones y los grupos de actividades industriales, aplicando el algoritmo de Hidroglou.

Metodología de estimación: A continuación, se describen los conceptos y procedimientos para la estimación de los parámetros de interés.

Parámetros por estimar

Los principales parámetros por estimar son totales y razones. Estas se estiman a nivel nacional para la población objetivo, por divisiones industriales y por regiones.

Factores de expansión.

Dado que el tipo de muestreo es aleatorio simple estratificado, cada establecimiento en la muestra tiene una probabilidad mayor a cero de ser seleccionado.

Si se define como  $\pi_h$  a la probabilidad de inclusión en la muestra de los establecimientos del estrato  $h$ , se tiene:

$$\pi_h = \frac{n_h}{N_h}$$

Donde,

$h$ : Estrato conformado por las divisiones geográficas, divisiones industriales y tamaño del establecimiento (personal y producción).

$N_h$ : Número total de establecimientos en el estrato  $h$ .

$n_h$ : Número de establecimientos seleccionados en la muestra para el estrato  $h$ .

El factor de expansión para los establecimientos de la muestra se define como sigue:

$$F_h = \frac{1}{\pi_h}$$

Estimadores.

A continuación, se describen los procedimientos para calcular los estimadores para las variables de interés.

Estimadores para totales

El total de la variable  $y$  se define como

$$t_y = \sum_U y_k$$

Donde  $U$  es el universo de estudio.

Un estimado para el total de la variable de estudio  $y$ , conocido como estimador de Horvitz-Thompson, es:

$$\hat{t}_y = \sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_h \cdot y_{hk}$$

Dónde,

$H$ : Número total de estratos.

$n_h$ : Número de establecimientos en la muestra para el estrato  $h$ .

$y_{hk}$ : Observación  $k$  de la variable de estudio  $y$  en el estrato  $h$ .

$F_h$ : Factor de expansión para cada establecimiento en la muestra para el estrato  $h$

Un dominio es un subconjunto de la población sobre el cual se realizan estimaciones de las variables de interés.

El total de la variable  $y$  para un dominio  $d$  se define de la siguiente manera:

$$t_{yd} = \sum_U y_k \cdot I_d(k)$$

Dónde:

$I_d(k)$  (Función indicadora) se define de la siguiente manera:

$$I_d(k) = \begin{cases} 1 & \text{el establecimiento } k \text{ pertenece al dominio } d \\ 0 & \text{el establecimiento } k \text{ no pertenece al dominio } d \end{cases}$$

Un estimado para el total de la variable  $y$  en un dominio  $d$  es:

$$\hat{t}_{yd} = \sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_h \cdot y_{hk} \cdot I_d(k)$$

Estimador para la varianza de totales

Para el estimador  $\hat{t}_{yd}$ , se define su varianza como sigue:

$$V(\hat{t}_{yd}) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{N_h - 1} \sum_{U_h} (y_k - \bar{y}_h)^2\right)$$

Donde

$U_h$ : Número de establecimientos total del universo en el estrato  $h$

Un estimador de  $V(\hat{t}_{yd})$  es:

$$\hat{V}(\hat{t}_{yd}) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{k=1}^{n_h} (y_{hk} - \bar{y}_h)^2\right)$$

Donde

$\bar{y}_h$ : Promedio de la variable  $y$  en el estrato  $h$ .

Para el estimador  $\hat{t}_{yd}$  se define su varianza así:

$$V(\hat{t}_{yd}) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{N_h - 1} \sum_{U_h} (y_{hk} - \bar{y}_h)^2 \cdot I_d(k)\right)$$

Un estimador de  $V(\hat{t}_{yd})$  es:

$$\hat{V}(\hat{t}_{yd}) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{k=1}^{n_h} (y_{hk} - \bar{y}_h)^2 \cdot I_d(k)\right)$$

Estimador para razones

Una razón poblacional  $R$  se define como el cociente de dos totales poblacionales de características de interés  $y$  y  $z$ :

$$R = \frac{t_y}{t_z}$$

Un estimador para  $R$  es:

$$\hat{R} = \frac{\sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_h \cdot y_{hk}}{\sum_{h=1}^H \sum_{k=1}^{n_h} F_h \cdot z_{hk}}$$

Estimador para la varianza de una razón

Dado que el estimador  $\hat{R}$  es una función no lineal de totales estimados, su varianza se aproxima empleando el método de linealización de Taylor<sup>2</sup> y se obtiene la siguiente expresión (Särndal, Swensson & Wretman, 1992):

<sup>2</sup>La linealización de Taylor es un método con el cual se obtiene una aproximación lineal a una función en un punto, en este caso, la varianza de un estimador que es función de totales.

$$V_{\text{aprox}}(\hat{R}) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{N_h - 1} \sum_{U_h} (A_{hk} - \bar{A}_h)^2\right)$$

Donde  $A_{hk}$  es la linealización de una razón definida como sigue:

$$A_{hk} = \frac{y_{hk} - R \cdot z_{hk}}{t_z}$$

Un estimador para  $V_{\text{aprox}}(\hat{R})$  es:

$$\hat{V}_{\text{aprox}}(\hat{R}) = \sum_{h=1}^H \frac{N_h^2}{n_h} \left(1 - \frac{n_h}{N_h}\right) \left(\frac{1}{n_h - 1} \sum_{k=1}^{n_h} (a_{hk} - \bar{a}_h)^2\right)$$

Un indicador para medir la precisión de un estimador es el coeficiente de variación estimado, el cual está dado por:

$$c. v. e(\hat{R}) = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{R})}}{\hat{R}} \cdot 100$$

Dónde  $\hat{R}$  corresponde a la estimación de las razones para las variables de estudio. Este puede ser calculado de la misma forma para los totales estimados  $\hat{y}_T$ .

Entre más alto sea el valor de este coeficiente, menos precisa es la estimación de los parámetros ya que este indica el nivel de variación de los estimadores.

Intervalo de Confianza

Aplicando el teorema del límite central<sup>3</sup>, se puede construir un intervalo para el estimador de razón con un 95% de confianza, dado por la siguiente expresión:

<sup>3</sup> Es una teoría estadística que establece que, dada una muestra aleatoria suficientemente grande de la población, la distribución de las medias muestrales seguirá una distribución normal.

$$\left( \hat{R} - 1.96 \cdot \sqrt{\hat{V}(\hat{R})}, \hat{R} + 1.96 \cdot \sqrt{\hat{V}(\hat{R})} \right)$$

El margen de error muestral está dado por la distancia entre la estimación del parámetro y el límite inferior o superior de su intervalo de confianza. En este caso es:  $1.96 \cdot \sqrt{\hat{V}(\hat{R})}$ .

Este también puede ser calculado de manera análoga para los totales estimados  $\hat{y}_T$ .

Procedimiento de rotación de la muestra.

La EAI específicamente no realiza rotación de la muestra. No obstante, la muestra se actualiza con base en las mejoras del marco muestral: se actualiza con información de la Encuesta Anual Manufacturera, en la cual se encuentran establecimientos cuyo personal ocupado sea mayor o igual a 10 o cuya producción industrial sea mayor a \$500'000.000. El directorio base de fuentes de la EAM se constituye a partir del directorio actualizado de la encuesta del año inmediatamente anterior y está conformado por los establecimientos que rindieron la información, además de aquellos que no la rindieron y que presentaron novedades de inactividad o sin localizar en el momento de la notificación. Cada establecimiento nuevo en la EAM, que presenta valores mayores a alguno de los límites de inclusión forzosa (Tabla 7), se incluye en la muestra de la EAI.

### 2.2.12. Ajustes de cobertura (o ajuste de cobertura por no respuesta)

La EAI presenta tasas de cobertura alrededor de 95%<sup>4</sup> Para aquellos establecimientos que definitivamente no proporcionan información, es necesario realizar ajustes para evitar sesgos por subestimación de los resultados, por lo cual al interior de los estratos en los que se presentó no respuesta se aplica un factor de ajuste que considere los establecimientos sin respuesta. Este factor se calcula de la siguiente manera:

<sup>4</sup>Esta cobertura se basa en el promedio de cobertura de recolección de las aplicaciones, de acuerdo con la Tabla 3 del presente documento.

$$F_h^* = \frac{n_{hc} + n_{hr}}{n_{hc}}$$

Donde,

$n_{hc}$ : Número de establecimientos con información completa en el estrato  $h$ .

$n_{hr}$ : Número de establecimientos considerados como no respuesta o rechazo, en el estrato  $h$ .

Por lo tanto, el factor de expansión ajustado es:

$$F_h^{**} = F_h \cdot F_h^*$$

### 2.2.13. Especificaciones de ponderadores

Una vez se obtiene el factor de expansión se realiza el procesamiento de la información a través del programa SAS Enterprise Guide versión 7.1 licenciado para el DANE.

Las bases se toman previamente provienen de una consulta del grupo logístico que descargan del aplicativo de Encuesta Ambiental Industrial, son enviadas al grupo estadístico en formato .xlsx y tienen la información de la recolección en campo. Es importante aclarar que los nombres de las carpetas donde se copian las bases se identifican con la fecha en que se procesa su información, pero corresponden los datos de la EAI para el año de referencia de la investigación (año de estudio).

Una vez ejecutado el código SAS con las rutinas para el procesamiento de los archivos de consistencia y cuadros de salida, son entregados en Excel según los esquemas y diseños solicitados por el grupo de temática dónde se generan los cuadros de salida y las bases de información para el total de los establecimientos y para el panel, analizando variación, contribución y participación de las variables expandidas y sin expandir.

## 2.3. DISEÑO DE LA RECOLECCIÓN/ ACOPIO

A continuación, se describe la forma como se lleva a cabo el proceso de consecución de la información para la EAI.

Recolección de datos

Este aparte consta del esquema operativo, los métodos y mecanismos de recolección y el control de cobertura.

### 2.3.1. Métodos y estrategias de recolección o acopio de datos

Métodos y mecanismos para la recolección

Con el propósito de facilitar a las fuentes el reporte de información y garantizar la calidad y oportunidad en los resultados, se cuenta con un formulario electrónico en línea, al cual se debe acceder a través de la página web del DANE: [www.formularios.dane.gov.co/eaif/login](http://www.formularios.dane.gov.co/eaif/login)

Para lo cual se crea un nombre de usuario y contraseña a cada establecimiento industrial, al igual que para el personal que participa en el operativo de acuerdo con su rol.

Transmisión de datos: la recolección de datos se realiza en tiempo real por medio del formulario electrónico, al cual se ingresa por la página web del DANE.

Formularios de papel

En el desarrollo del operativo se cuenta con el formulario en forma impresa, para los establecimientos que no pueden rendir a través de la Web. Una vez diligenciado, es ingresado a la página Web por la persona encargada del monitoreo que tenga asignado dicho establecimiento.

Formularios electrónicos en entorno web

El proceso de almacenamiento de datos se hace por medio de la página web del DANE: a cada persona usuaria se le asigna un nombre de usuario y una contraseña una vez autenticado en el sistema. Dependiendo de su rol, se guarda la información directamente en el servidor del DANE.

### 2.3.2. Estructura organizacional del operativo y conformación del equipo

El operativo de recolección, validación y análisis de consistencia de la información está a cargo de las sedes y subsedes en las Direcciones Territoriales, bajo el esquema organizativo que se presenta a continuación.

## ESQUEMA OPERATIVO



Fuente: Logística.

El equipo de trabajo en las sedes territoriales de Bogotá, Medellín y Cali está conformado por la persona responsable de las operaciones estadísticas del sector industrial, un/a coordinador/a de campo y el grupo de personas encuestadoras - monitoras asignadas de acuerdo con el número de establecimientos industriales del directorio.

**Rol fuente:** permite diligenciar el formulario por cada capítulo y guardar la información al terminar cada uno de ellos. Una vez diligenciado en su totalidad el formulario, es enviado por la fuente para análisis.

**Rol encuestador-monitor:** una vez la fuente ha diligenciado el formulario, la persona encuestadora-monitora responsable de asesorarlo debe iniciar la revisión y realizar la verificación y depuración de la información, ingresando -al igual que el industrial- por la página web del DANE y utilizando el usuario y contraseña asignada.

**Rol coordinador/a:** una vez el encuestador-monitor haya realizado la revisión, verificación y depuración del formulario, realiza una verificación posterior para garantizar el cumplimiento de los criterios y de ser necesario, apoya la gestión de comunicación con el industrial para obtener las aclaraciones o correcciones del caso. (Para las sedes que apliquen)

**Rol asistente:** Es el responsable asignado por el Director Territorial para organizar y garantizar el desarrollo de la recolección y crítica de la información correspondiente a su sede. Entre sus principales funciones está la asignación de las fuentes a cada uno de los encuestadores-monitores, y realizar la supervisión contractual de los roles coordinador y encuestador-monitor. En el caso que se encuentre en una sede que no cuente con Coordinador este desarrollará sus funciones.

**DANE central:** Equipo encargado a nivel central de la ejecución y seguimiento de todo el operativo de recolección de la investigación a nivel nacional, incluye la aceptación y validación de la información recolectada.

- **Rol analista:** este/a usuario/a tiene acceso a las fuentes asignadas, puede hacer revisión, análisis y verificación de los establecimientos, así como cambiar el estado de las encuestas y realizar devoluciones en caso de que la información no cumpla con los criterios establecidos.
- **Rol logístico:** este/a usuario/a tiene acceso a la cobertura nacional, puede hacer revisión y verificación de todos los establecimientos, así como cambiar el estado de las encuestas y realizar la descarga de los archivos planos que contienen la información consolidada de la encuesta.
- **Rol Temático:** este/a usuario/a tiene acceso a la cobertura nacional, puede hacer revisión y verificación de todos los establecimientos, realizar los análisis temáticos y orientaciones necesarias para la encuesta.
- **Rol Diseños Muestrales:** este/a usuario/a no tiene acceso al aplicativo, pero es quien realiza el procesamiento de la información total de la encuesta con base en los archivos planos remitidos por Logística y los requerimientos definidos por los Roles Temático y Logístico.

### 2.3.3. Esquema de entrenamiento de personal

El entrenamiento del personal inicia con la revisión y actualización de los manuales de crítica, diligenciamiento y novedades, por parte del personal logístico y temático de DANE Central, donde principalmente se registran nuevas recomendaciones de acuerdo con el operativo anterior y se incluye lo relacionado con la eliminación o inclusión de variables o preguntas de acuerdo con los ajustes realizados al formulario.

El entrenamiento se lleva a cabo en diferentes etapas para los roles que intervienen en la encuesta, los cuales se encuentran descritos en el numeral anterior.

#### 2.3.3.1. Entrenamiento durante el proceso de selección

El proceso de selección se realiza a través de la plataforma APRENDANET, allí, una vez inscritos y matriculados los aspirantes, realizan un proceso de formación y evaluación que consta de las siguientes fases: generalidades, profundidad y prueba práctica. Cada fase incluye una prueba que evalúa una dimensión diferente del proceso y por eso el aspirante debe estudiar la totalidad del contenido para presentar cada examen.

Es importante precisar, que este proceso de formación se realiza a través de un modelo de aprendizaje virtual que es autónomo; las actividades y materiales habilitados son de fácil consulta, además algunos se pueden descargar.

De acuerdo con cada una de las fases, a continuación, se detalla el material y formato en el que está disponible:

- **Generalidades:** incluye la guía de estudio, la guía de navegación, material en formato de Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) que incluyen los aspectos generales de la EAI y otros, que orientan frente a la comunicación con la fuente.
- **Profundidad:** esta fase incluye Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) en relación con el diligenciamiento, crítica y asignación de novedades de la encuesta.
- **Prueba práctica:** incluye un examen final que se desarrolla virtualmente y está enfocado en la formulación de casos hipotéticos y posibles opciones de respuesta.

Adicional al material que se encuentra en cada una de las fases, en la plataforma se podrá visualizar una carpeta con material complementario que incluye: Formulario EAI, manual de crítica, manual de diligenciamiento y presentaciones en formato Power Point enfocadas en orientar la ejecución de los procesos de diligenciamiento, crítica y asignación de novedades.

Una vez cumplidas todas las etapas y presentadas las pruebas, se realiza la selección del personal de acuerdo con la puntuación obtenida.

Una vez culminada esta etapa, se considera terminado un primer ciclo de entrenamiento.

#### 2.3.3.2. Entrenamiento al inicio de operativo

- **Entrenamiento a asistentes de sede:** unos días antes del inicio de operativo, se realiza un primer entrenamiento con los asistentes asignados al operativo de la EAI por cada una de las sedes que hacen parte de la recolección. Este entrenamiento, se realiza a través de la plataforma de Microsoft teams por parte del personal logístico y temático de DANE Central, puede tener una duración de uno o dos días y se realizan presentaciones en power point

sobre: conceptos generales, diligenciamiento, crítica, novedades y otros que se consideren necesarios.

- **Entrenamiento a monitores y coordinadores de sede:** este entrenamiento se realiza hasta unos días después del inicio de operativo, de acuerdo con el avance en la contratación del personal. Igualmente, se realiza a través de la plataforma de Microsoft Teams y por medio de presentaciones en formato power point, entre los temas que se incluyen están: conceptos generales, diligenciamiento, crítica, novedades y otros que se consideren necesarios. Este entrenamiento tendrá una duración entre 1 y 3 días.

Estos entrenamientos son grabados para posteriores consultas por parte del equipo operativo.

### 2.3.3.3. Reentrenamientos durante operativo

De acuerdo con el tiempo de duración del operativo de cada sede, estas se consolidan 3 grupos. Durante la semana se proyectan 2 reuniones de reentrenamiento y seguimiento a operativo, estas reuniones se realizan a través de la plataforma Microsoft Teams por parte del personal logístico y temático de DANE Central, estas reuniones se convocan con anterioridad.

La temática general de las reuniones es:

- Conocer el avance del operativo por cada sede, a partir de los indicadores de cobertura, oportunidad y calidad
- Conocer las inquietudes que monitores, coordinadores y/o asistentes tengan frente al proceso de crítica de los formularios, se realiza un reentrenamiento que permite dar claridad sobre el proceder de acuerdo con cada caso y capítulo del formulario EAI.

NOTAS:

- De considerarse necesario o de acuerdo con solicitud de las sedes, se realizarán reentrenamientos excepcionales a la programación.
- Si por alguna razón un monitor es contratado extemporáneamente, se le facilitará el material usado durante el entrenamiento al inicio del operativo junto con las grabaciones, si se requiere, se programa reunión personalizada.

### 2.3.4. Convocatoria de selección del personal

De acuerdo con el procedimiento para la selección del personal operativo de las operaciones estadísticas del DANE identificado con CÓDIGO: PES-002-PD-001, el cual establece las actividades que se desarrollan en cada etapa para la Encuesta Ambiental Industrial-EAI en la etapa de ejecución y evaluación del aprendizaje se realiza según modelo secuencial que está compuesto por una fase virtual y una fase presencial.

Una vez finalizado el entrenamiento, acorde al procedimiento se evalúa a los participantes para seleccionar el número requerido de personas recolectoras-monitoreas asignadas por sede y subsele.

### 2.3.5. Proceso de sensibilización y acuerdos de intercambio

Se realiza la etapa de sensibilización, a cargo de la persona recolectora monitorea, quien da inicio al operativo de recolección a través de una visita al establecimiento industrial seleccionado para que rinda información. Allí se presenta la operación estadística y se explica su objetivo, importancia y variables de estudio. Además, proporciona lineamientos al establecimiento para el diligenciamiento del formulario en las áreas responsables del tema ambiental, de acuerdo con su tamaño y estructura organizacional.

### 2.3.6. Elaboración de manuales

El principal instrumento con que cuenta la fuente para el diligenciamiento de la EAI es el formulario y el manual de diligenciamiento de la información. Para las personas que trabajan en las territoriales y en el DANE Central, los instrumentos más importantes son el manual de crítica, el mismo formulario y las especificaciones de validación y consistencia de los datos. Todos estos documentos se formulan y escriben en la etapa de diseño de la encuesta.

Para acceder a los mismos, cada uno de los roles que intervienen en la encuesta al ingresar con el usuario y contraseña asignados para el reporte a través del formulario a través del link: <http://formularios.dane.gov.co/eai/> puede descargar el documento en formato PDF.

El Manual de conceptos y diligenciamiento es una guía clara de la manera correcta de responder la información solicitada, recurriendo a distintos mecanismos como gráficos y ejemplos que le permitan a la fuente una mejor comprensión de las preguntas. Incluye la definición de algunos conceptos trabajados en el formulario.

El Manual de crítica es una guía que permite revisar la consistencia de los datos reportados en la encuesta diligenciada por el industrial.

El documento sobre descripción del modelo funcional pretende describir los procesos que intervienen en esta operación estadística con el fin de lograr estandarizarlos y garantizar la calidad de la información que se genera.

El Manual de sistemas es una guía paso a paso para facilitar a la fuente la apertura y navegación dentro del formulario en la web.

El diseño temático desarrolla aspectos como los antecedentes de la operación estadística, sus principales referentes nacionales e internacionales, una descripción del contenido del formulario y la definición de los principales conceptos.

También hace parte de la documentación de la EAI la tabla de especificaciones de validación y consistencia. Contiene columnas que especifican el valor de la variable, las condiciones para que sea consistente, mensaje si no es consistente, tipo de error, características del campo y denominación alfanumérica.

### 2.3.7. Diseño de las estrategias de comunicación y plan de contingencias

A continuación, se describen las estrategias de comunicación que están establecidas para realizar asesoría a los establecimientos industriales:

Cuando un establecimiento industrial (fuente) tiene alguna duda o requiere algún acompañamiento se debe remitir al monitor de la sede, subsele y/o territorial al que pertenezca. Si se presenta la situación en donde el monitor no puede resolver la inquietud, este la remite al coordinador (Cali, Medellín y Bogotá), sino al asistente técnico territorial. Dado el caso en que aún no se pueda resolver la inquietud, estas se deben remitir a las analistas de DANE Central.

Las comunicaciones se pueden dar a través de llamadas telefónicas, correos electrónicos y/o visitas del monitor a los establecimientos.

Plan de contingencias

A continuación, se enlistan las posibles contingencias y/o situaciones imprevistas que se pueden presentar durante el desarrollo del operativo, junto con las orientaciones para su manejo:

**Caída del aplicativo:** Cuando las fuentes notifiquen que el aplicativo no se encuentra habilitado, los monitores y/o coordinadores notifican directamente a DANE Central, donde se reporta al ingeniero asignado en el área de sistemas, se realiza revisión del servidor y/o otros componentes y funcionalidades que considere, una vez solucionado el evento, el monitor se comunica con las fuentes que presentaron la falla para informar que el aplicativo ya se encuentra habilitado.

**No quedó registrada la información:** Esta situación se presenta cuando una fuente manifiesta que había registrado información, pero a su nuevo ingreso ya no la encuentra. Como medida para disminuir el impacto, se tiene establecido que durante el operativo se debe descargar base 2 veces por semana, de esta manera se puede recuperar la información previamente registrada.

**Renuncia de las fuentes (Baja cobertura para las sedes):** Para este tipo de situaciones, se tiene establecido notificar a DANE Central para tener un apoyo hacia las sedes, el cual es un asesoramiento por parte del analista al establecimiento. En varias ocasiones, se ha podido tener mayor acompañamiento a través de videoconferencias con fuentes renuentes.

**Cesión de contrato de monitores (Retrasa el proceso de recolección):** este caso a su vez genera varias situaciones de contingencia, como el reproceso con las fuentes, procesos incompletos de contacto con las fuentes, atraso en el operativo por nuevo personal e inicio de curva de aprendizaje. Como medida para mitigar los impactos que se generan, a la persona que ingresa tomando la cesión del contrato se le realiza un apoyo adicional por parte de DANE Central, el cual se da en la crítica de la información, con mayor énfasis en los establecimientos más importantes o de mayor representatividad, se apoya enviando correos directamente a la fuente para asegurar una buena gestión.

**Envío de crítica sin terminar:** esta situación se presenta, cuando el monitor envía la fuente por error a DANE central sin haber terminado el proceso de crítica o envío vacío, para este caso se debe dar aviso a través de correo electrónico del superior (coordinador y/o analista), para que desde DANE Central se realice el cambio de estado de la fuente, sin alterar el indicador.

**No llegó la notificación de inicio del operativo:** si al primer contacto con las fuentes estas manifiestan que no llegó la notificación, el monitor debe recolectar los datos de quien va a diligenciar el formulario (nombre y correo electrónico), una vez el monitor revise su validez a través de un correo de prueba, se remiten los datos a DANE central para enviar de nuevo la notificación.

### 2.3.8. Diseño de la estrategia de seguimiento y control

El seguimiento al operativo se realiza en tiempo real a través del aplicativo de la operación estadística, ingresando por la web con base al perfil de la persona usuaria por parte de quien sea responsable de la operación estadística en las sedes y subsele territoriales, la coordinación de campo y el grupo de logística de auto diligenciamiento y registros EAI en DANE Central.

Se cuenta con los siguientes reportes para el desarrollo de esta actividad:

- Consulta operativa: muestra a nivel nacional o por sede o subsele el avance en la notificación a las fuentes (distribución), recolección y crítica de la información.
- Reporte por sede o subsele territorial: muestra el avance en recolección, crítica y validación de consistencia de la información, por sedes y subsele, de acuerdo con el número de establecimientos asignados al inicio del operativo.
- Automáticamente el sistema en línea actualiza los reportes antes mencionados de conformidad con el estado de cada una de las fuentes del directorio.
- Las personas usuarias habilitadas responsables del seguimiento al avance del operativo son los y las profesionales encargadas de la encuesta y la coordinación de campo en las sedes de las Direcciones Territoriales y quienes se encargan de la coordinación de las subsele, con la claridad que únicamente podrán visualizar los reportes con la información de su competencia, es decir, con las fuentes correspondientes al operativo de su sede o subsele. De igual manera, se hace seguimiento en tiempo real al operativo por parte de las personas responsables de la operación estadística en el área logística en DANE Central.

### 2.3.9. Diseño de sistemas de captura

El aplicativo se elabora a partir de las especificaciones de validación y consistencia en las que se determinan las reglas que debe cumplir cada variable tanto en el aplicativo como en la base de datos, de esta manera se inicia desde la captura de la información un proceso de análisis básico de la consistencia de la información.

El sistema permite: capturar los datos de fuentes por medio de formularios electrónicos o de archivos planos; consultar por medio de reportes el estado en que se encuentran los formularios, y analizar periodos por medio de datos estadísticos.

El sistema puede ser usado por las fuentes que han sido asignadas para diligenciar datos. Las personas usuarias de las Direcciones Territoriales y del DANE Central evalúan estos datos. En DANE Central se encuentra el/la usuario/a administrador/a que tiene acceso. El sistema también permite la creación de ciertas variables importantes como es el caso de usuarios/as, periodos y modificación de variables estadísticas.

Los servidores de las aplicaciones y las bases de datos poseen todas las políticas de seguridad informática que la Oficina de Sistemas del DANE dispone para este tipo de aplicativos de recolección de información. En cuanto al acceso al aplicativo se generan los diferentes roles de usuario/a que se requieren para la operación estadística, con sus respectivos permisos, y se valida el ingreso mediante clave y nombre de usuario.

A la base de datos solo tienen acceso personas usuarias de la Oficina de sistemas, autorizadas mediante nombre de usuario y contraseña, y se realizan copias de seguridad conforme a las políticas de seguridad establecidas por el DANE.

Para la construcción del sistema se debe utilizar el patrón de arquitectura de software MVC (Modelo Vista Controlador). Para esto utilizamos el framework PHP Codeigniter.

Las siguientes son las características de software que se debe tener en cuenta para alojar la aplicación web:

- Servidor de Bases de Datos Oracle.
- Servidor de aplicaciones web Apache versión 2.2.
- Soporte para desarrollo de aplicaciones web con PHP 5.3, Javascript, JQuery.

El aplicativo se encuentra desarrollado bajo las siguientes pautas:

- Desarrollo con lenguaje PHP.
- Se utiliza el patrón de arquitectura de software MVC (Modelo Vista Controlador).
- Para esto utilizamos el framework Codeigniter.
- Las vistas se desarrollan en HTML utilizando estilos definidos en hojas de estilos.
- CSS.
- Para las validaciones javascript se utiliza la librería JQuery.
- Implementación del aplicativo en el servidor Web del DANE y vínculo en la página Web institucional.

En el Manual de sistemas del DANE (SIN-EAI-MSI-01), se encuentran las especificaciones detalladas del sistema y la descripción de cada uno de los capítulos que lo componen, así como el modelo entidad relación.

### 2.3.10. Transmisión de datos

El establecimiento o fuente de información ingresa al formulario web mediante un usuario y una contraseña suministrados por el DANE, diligencia la información de los seis capítulos (la carátula y 5 de preguntas temáticas) que se solicita en el formulario electrónico y una vez esté completamente diligenciado, se habilita la opción de enviar el formulario para que el DANE disponga de la información y pueda realizar las revisiones y las validaciones de consistencia y calidad requeridos. La información recolectada mediante formulario Web, es almacenada en la base de datos en tablas por cada uno de los capítulos y se encuentran disponibles para su descarga en formato xls en el aplicativo de reporte a través del rol Logístico.

## 2.4. DISEÑO DE PROCESAMIENTO

En este numeral se describe el diseño del procesamiento de información a través de herramientas tecnológicas, desagregadas por cada una de las etapas que surten los datos estructurados.

### 2.4.1. Consolidación de archivos de datos

La información se almacena en la base de datos por cada uno de los capítulos de la encuesta y para el caso de variables nuevas en los capítulos se adiciona el campo en la base de datos y para los años en que no se recolecta la información se encontrará vacío.

### 2.4.2. Codificación

Las variables categóricas de la encuesta se encuentran codificadas en el documento de especificaciones de la Encuesta CÓDIGO: DSO-EAI-EVA-001 VERSIÓN 5.

### 2.4.3. Diccionario de datos

La descripción de cada una de las variables por capítulo se encuentra disponible para descarga a través de la página web del Archivo Nacional de Datos ANDA del DANE en el siguiente link [http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/683/data\\_dictionary](http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/683/data_dictionary)

### 2.4.4. Revisión y validación

En el proceso de revisión y validación, se tienen dos momentos: uno, cuando el establecimiento notifica el envío de la información al DANE, el equipo de monitores ingresa con usuario y contraseña a los formularios diligenciados por la fuente y verifica la calidad y la consistencia de la información en cada uno de los capítulos y si encuentra inconsistencias que no estén justificadas, se comunica con la fuente vía correo electrónico o por teléfono y si es del caso, realiza visita presencial al establecimiento para indagar sobre las causas y/o justificaciones de las inconsistencias y corrige la información, dejando evidencia de las correcciones y/o modificaciones hechas en el formulario. Este procedimiento, es continuo y se realiza durante el periodo del operativo de recolección.

Y el segundo momento, cuando se descargan las bases de datos se procede a realizar el análisis, la verificación y la revisión minuciosa de cada una de las variables y del comportamiento de los establecimientos y su incidencia en la consolidación y resultados finales. Y como se describió en el procedimiento anterior, si se encuentran inconsistencias, se revisa nuevamente el formulario electrónico y si amerita, porque no hay justificación o porque la justificación no explica la inconsistencia, se contacta a la fuente y/o establecimiento mediante correo electrónico, o por llamada telefónica para conocer la razón que explique la inconsistencia. Se deja evidencia en las observaciones de los cambios y/o modificaciones que se efectúen por parte del DANE a la información registrada por la fuente.

### 2.4.5. Diseño de instrumentos de edición (validación y consistencia) e imputación de datos

Desde el diseño del aplicativo en las reglas de validación se establecen criterios que no permiten que el formulario se registre con vacíos de información. Adicionalmente, mediante la herramienta de procesamiento de información SAS se tienen definidas diferentes validaciones a las bases de datos que permiten identificar inconsistencias en la información para las variables de la encuesta, teniendo en cuenta a nivel nacional, regional y por grupo de actividad:

1. Variaciones entre un año y otro, dónde se presenta el crecimiento porcentual de la variable entre dos periodos de tiempo.
2. Contribuciones: Aporte en puntos porcentuales de las variaciones individuales a la variación de un agregado.
3. Participaciones: Porcentaje de explicación de la contribución de cada agrupación en la variación del último año.

Adicionalmente, se realiza el cálculo de cuadros de salida agrupando la información con cálculo por las principales variables a nivel total, por grupo de actividad y por región, indicando el valor estimado con el cálculo del CVE y los límites inferior y superior de intervalos de confianza.

La información se compara para el total de establecimientos de la muestra, adicionalmente se conforma un panel de establecimientos, en el cual se mantienen establecimientos que se encuentren presentes en los años de comparación de la muestra con el fin de calcular la evolución y las variaciones reales de la información.

Vale la pena indicar que teniendo en cuenta la heterogeneidad de la información ambiental no se aplican procesos de imputación en esta encuesta.

### 2.4.6. Diseño para la generación de cuadros de resultados

Mediante el software SAS, se realiza la verificación tanto para panel como para el total de la información en totales analizando:

- Coeficiente de Variación CVE.
- Intervalo de confianza IC.
- Variación año 2 con respecto al año 1.
- Diferencia año 2 con respecto al año 1.
- Contribución año 2 con respecto al año 1.

En el documento Cuadros de Salida ENCUESTA AMBIENTAL INDUSTRIAL - EAI CÓDIGO: DSO-EAI-CSA-001, se encuentra detallado cada uno de los cuadros y la información que contienen. Para la versión de publicación en página web se adjunta el mencionado documento.

## 2.5. DISEÑO DEL ANÁLISIS

En el presente numeral se desarrolla el diseño del análisis de resultados de la EAI.

### 2.5.1. Métodos de análisis

A continuación, se relacionan los métodos establecidos para el análisis de los resultados de la operación estadística:

- **Análisis de coherencia:**

Durante el proceso de recolección de la información se realizan validaciones temáticas que ayudan a constatar que la información recolectada en campo sea coherente. Con estas validaciones se verifican los datos que se salen de los estándares establecidos, tales como inversiones, gastos, consumos con respecto a los pagos por servicios públicos, actividad productiva, materias primas y residuos generados, agua vertida frente a agua consumida. Los cuales permiten de forma inmediata enviarlo a campo para verificar la información.

- **Análisis de consistencia**

Una vez finalizados los procesos de consistencia del operativo, se realizan mesas de trabajo analizando cada uno de los establecimientos priorizados; se generan cuadros de análisis identificando y revisando su comportamiento y se cruza la información de las variables del formulario con otros capítulos; también para cada uno de los establecimientos se analiza el comportamiento y la información en otras operaciones estadísticas de las variables seleccionadas; analizando:

- Variación.
- Contribución Nacional, regional y por actividad.
- Participación nacional, regional y por actividad.

- **Análisis de contexto**

La EAI realiza comparación de sus resultados agregados con la EAM, cuidando que los datos de inversión (ambiental para la EAI y total para la EAM) sean consistentes, es decir, que los datos de inversión reportados en la EAI sean menores que los reportados en la EAM.

Adicionalmente, se consulta periódicamente el avance legislativo y normativo en el campo ambiental, con el fin de realizar el análisis de las tendencias en el gasto e inversión en protección ambiental de la industria colombiana.

Por otro lado, como medio de contraste de los pagos en el caso de los establecimientos que cuentan con servicios públicos domiciliarios se verifica contra los registros administrativos de Factura y Tarifas Aplicadas de acueducto, alcantarillado y aseo de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. . Análisis de comparabilidad

El comportamiento de las variables que se miden en la encuesta obedece a diferentes condiciones como ubicación, acceso a los recursos naturales, tecnología, productos y cultura ambiental. En ese sentido, no es posible realizar procesos de comparabilidad total con otros países.

No obstante, en términos generales se analizan cómo las condiciones de contexto generan cambios en la gestión ambiental de los establecimientos industriales, y si estos pueden tener algún grado de comparabilidad.

- **Análisis estadístico**

La EAI realiza un análisis, que permite determinar la tendencia central y temporal, la dispersión, los posibles errores y la forma de distribución de los datos. Así mismo se evalúan las variaciones presentadas, estas variaciones se evalúan por medio de las variaciones generales de las variables y la participación, lo que da lugar al análisis de las contribuciones de cada establecimiento a la variación total presentada. En cuanto a los establecimientos que más contribuyen a la variación total, se analizan uno a uno para determinar las causas de los cambios para cada una de las variables, de esta manera se asegura que la evolución que se da en los datos se encuentre justificada.

- **Análisis univariado**

Consiste en el análisis de las variables priorizadas de la EAI por separado, es decir, el análisis está basado en una sola variable y se analiza la contribución de cada establecimiento sobre el total de la variable, la variación frente al año inmediatamente anterior y la participación sobre la información.

Este proceso se realiza especialmente para las variables de Inversiones y gastos en protección del medio ambiente, pagos por licencias, permisos, tasas y multas, pagos por capacitación y educación ambiental, gastos relacionados con procesos de gestión, donaciones ambientales, personal dedicado a actividades ambientales, gastos de personal dedicado a actividades ambientales, Pagos por contenedores de residuos y bolsas para recolección de residuos, pagos por pólizas ambientales, pagos por medición de la huella de carbono, generación y disposición de residuos por cada tipo de residuo, volumen de agua utilizado por tipo de captación, volumen de agua residual generada.

- **Análisis bivariado**

Para algunas variables es necesario realizar la revisión de la información de manera simultánea, con el fin de analizar la consistencia de la información, y ver de qué manera un evento como la disminución en el consumo de agua suministrada por la empresa de acueducto, es proporcional o se corresponde con la disminución en el pago por servicio de acueducto.

Este proceso se realiza especialmente para las variables relacionadas con el recurso hídrico ya que con esto se puede garantizar la consistencia de la información publicada y permite conocer comportamientos especiales. Principalmente, se revisa el Volumen total de agua residual generada por el establecimiento (m3/año) respecto al Volumen total de agua utilizada por el establecimiento (m3/año); Volumen total de agua utilizada por el establecimiento (m3/año) respecto al Volumen total de agua utilizada por el establecimiento (m3/año) como materia prima reportada en la EAM.

Adicionalmente también se relacionan las variables de pagos por gestión de los RESPEL contra la variable en la que se pregunta si el establecimiento genera RESPEL, la variable de pago por tasas de uso se analiza con la información de agua consumida por fuente de abastecimiento de agua, los gastos gestión se revisan contra las certificaciones ambientales que se reportan en el capítulo V, también se revisan las inversiones y gastos en tratamiento de agua con los volúmenes de agua tratada y tipo de tratamiento reportado, al igual que la variable de volumen de agua entregada a un tercero para su tratamiento con el pago de recolección, transporte y tratamiento de agua diferente al alcantarillado.

- **Análisis multivariado**

Para el análisis en contexto de la EAI, es necesario realizar la revisión de diferentes variables de manera conjunta, por ejemplo:

Agua consumida, Agua Vertida, Pago por servicio de Acueducto y Alcantarillado, Agua reutilizada y Agua tratada, estas variables deben guardar coherencia entre sí y la información debe ser consistente. el comportamiento de estas variables debe guardar coherencia entre sí, ya que corresponden a un ciclo dentro del proceso de producción y el comportamiento de cada variable depende de la otra, por ejemplo al aumentar el volumen de agua proveniente del acueducto, el valor pagado debe aumentar, de acuerdo con las tarifas, y al mismo tiempo debe aumentar el vertimiento y el volumen de agua tratada, estos aumentos se contrastan con la producción y el personal para determinar por qué se presentan los comportamientos en estas variables.

### 2.5.2. Anonimización de microdatos

EL DANE con el fin de asegurar la confidencialidad de los datos suministrados por las fuentes entrega información en resúmenes numéricos que no hacen posible deducir de ellos información alguna de carácter individual que pudiera utilizarse para fines comerciales, de tributación fiscal, de investigación judicial o cualquier otro diferente del propiamente estadístico tal como lo exige el artículo 5° de la Ley 79 de 1993.

Con el objetivo de publicar el microdato anonimizado para fines de investigación y análisis, se realiza el proceso de anonimización de la EAI que consiste en tres macroprocesos los cuales están sistematizados: Alistamiento de la base de datos, identificación de escenarios de riesgo y aplicación de técnicas de anonimización. En este sentido, al tener la base de datos completa y validada con la que se producen los informes de resultados, en primer lugar, se excluyen las variables de ubicación que podrían permitir identificar la fuente, luego se hace necesario revisar las variables que pueden generar algún riesgo de identificación para ello se realiza un análisis de riesgos para cada uno de los estratos definidos en el diseño muestral. Entre los riesgos que se identifican están:

- Cantidad menor a tres establecimientos por estrato o dominio de estudio.
- Alta participación de un establecimiento en un estrato
- Información individual publicada por otras entidades o en registros administrativos

Una vez identificados los establecimientos que tienen riesgo de identificación se aplican las técnicas de anonimización como: eliminación de variables, perturbación de los datos, microagregación, o agrupación de dominios, transformación de variables, entre otras.

La variable que contiene el código de identificación del establecimiento también se anonimiza y es consistente con la variable de identificación anonimizada realizada para la EAM, con el fin de que se puedan realizar cruces de información entre las bases a nivel de microdato de las dos operaciones estadísticas, por parte de los usuarios.

En el enlace <http://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/683/study-description> se pueden encontrar los microdatos anonimizados y la descripción de las variables: se comparten cinco (5) tablas, una por cada capítulo, teniendo en cuenta que no se comparte información de la carátula, claramente estas variables de identificación son excluidas de la base, para el capítulo II se tienen 148 variables, en la tabla de capítulo IIA tienen 40 variables, para el capítulo III las tablas contienen 95 variables, para capítulo IV hay 27 variables y para el capítulo V se tienen 19 variables.

### 2.5.3. Verificación de la anonimización de microdatos

Para garantizar que al publicar la información desagregada se mantenga la reserva estadística. Una vez se realiza el proceso de anonimización, se exporta la base de datos en formato Excel a la cual se le realiza otra revisión, para garantizar y proteger la privacidad de las fuentes y preservar el aprovechamiento de la información contenida en la base de datos de la encuesta.

## 2.5.4. Comités de expertos

El DANE realiza dos tipos de comités para analizar los resultados de la EAI. El comité interno que a su vez se realiza en dos momentos de manera escalonada: inicialmente se reúne al equipo directamente comprometido con esta encuesta y personas de la EAM; posteriormente se cita a otras dependencias del DANE usuarias de la información (como Cuentas Nacionales). En ambos espacios se intercambian ideas sobre los resultados y su forma de presentación. Si existen variaciones sustanciales respecto a un dato, este debe ser revisado desde la fuente y modificado, si es el caso. Si definitivamente el dato no tiene cambio, se discute la conveniencia de su publicación.

El segundo tipo de comité es el externo, que se realiza desde el año 2010. El o la temática de la EAI cita a sus integrantes mediante correo electrónico, una semana antes del día del comité. Esta reunión la lidera el o la Coordinadora de Estadísticas Ambientales del DANE, que actúa como secretario/a técnico/a, hace firmar a los concurrentes la lista de asistencia y levanta el acta respectiva.

El o la temática de la EAI realiza la presentación de los principales resultados de la encuesta y adicionalmente contextualiza la información.

Finalizada la presentación, se da oportunidad a las personas asistentes de formular preguntas /o hacer observaciones sobre los resultados. Al momento del cierre se recuerda a las personas asistentes que la información revelada es confidencial hasta que se lleve a cabo la publicación de las cifras y se firma acuerdo de confidencialidad de la información presentada. Se confía en la discreción de las personas asistentes al comité. Como evidencias de su realización queda una lista de asistentes, que se conserva en forma impresa, y una ayuda de memoria, que se conserva en medio digital.

Las personas invitadas a este comité son:

- El o la Coordinador (a) del Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).
- Profesional designado por la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).
- Profesional designado por la Gerencia Ambiental de la Asociación Nacional de Industriales (ANDI).
- Representantes de las Universidades (Distrital, Javeriana, La Salle, los Andes y la Nacional).
- Profesional designado por la Dirección Ejecutiva del Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible (CECODES).
- Representante del Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Representante del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MINCIT).

## 2.6. DISEÑO DE LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN

En este numeral se desarrolla la fase de difusión y acceso a la información para la EAI, mostrando cada unas de las estrategias para comunicar de manera adecuada los resultados de la operación estadística.

### 2.6.1. Diseño de sistemas de salida

Para la operación estadística se utiliza un aplicativo que permite la captura de información en línea, vía página web y en tiempo real, que se almacena en los servidores de sistemas del DANE.

La información de procesamiento de toda la encuesta se encuentra en formato SAS y está almacenada en el servidor (System44) del DANE. La información para difusión se presenta agregada. Los cuadros de salida y los anexos estadísticos para difusión están a disposición de todos los bancos de datos del DANE.

### 2.6.2. Diseño de productos de comunicación y difusión

Los productos de difusión de la EAI se generan de manera anual y se presentan como cuadros de salida y boletín de resultados en la publicación de la página web del DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/ambientales/encuesta-ambiental-industrial-eai>

Estos revelan información en los temas de inversión, costos y gastos en protección ambiental; generación de residuos sólidos industriales; manejo del recurso hídrico e instrumentos de gestión ambiental.

### 2.6.3. Entrega de productos

El medio previsto para la divulgación de la información generada por la EAI es la página web del DANE, en la que se publican los resultados por medio del Boletín Técnico, cuadros anexos y un comunicado de prensa. La información debe cumplir con todos los principios del Código Nacional de Buenas Prácticas para las estadísticas oficiales.

### 2.6.4. Estrategia de servicio

El medio previsto para la divulgación de la información generada por la EAI es la página web del DANE, en la que se publican los resultados por medio del Boletín Técnico, cuadros anexos y un comunicado de prensa. La información debe cumplir con todos los principios del Código Nacional de Buenas Prácticas para las estadísticas oficiales.

## 2.7. DISEÑO DE LA EVALUACIÓN DE LAS FASES DEL PROCESO

Como resultado de reuniones periódicas con Cuentas Nacionales (principal usuario de la información de la EAI), de la reunión con el Comité Interno y con el Externo, se sugieren transformaciones al diseño del formulario, que pueden traducirse en la reformulación (fraseo) de preguntas, adición de algunas y eliminación de otras. También las fuentes de información en ocasiones sugieren cambios a algunos aspectos del formulario con el fin de hacerlo más claro. Todas estas sugerencias se evalúan de acuerdo con los resultados obtenidos y el número de establecimientos que efectivamente responden la encuesta.

### DISEÑO DE MÉTODOS Y MECANISMOS PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

Dentro de la encuesta se tienen desarrollados dos indicadores para el control de la calidad de la información. Estos indicadores se relacionan a continuación:

Indicador de calidad: se calcula por la suma el total de fuentes que fueron devueltas a las territoriales por parte de DANE central (FD), estos se regresan a las territoriales si se encuentran inconsistencias en la información o no se cuenta con notas aclaratorias suficientes, estos se dividen sobre el número de fuentes que se encuentran en estado Verificado (FV) más las fuentes devueltas (FD) y las fuentes aprobadas (FA).

Indicador de cobertura (IC): este indicador permite medir la cantidad de establecimientos encuestados con respecto al total de establecimientos seleccionados según el diseño muestral. Para que este indicador sea aceptable, es esencial que haya logrado el mínimo nivel de referencia, que para el caso es de 90%, frente al total de establecimientos seleccionados.

Si por diversos motivos no se obtiene el nivel de referencia esperado, es importante aclarar las causas que impidieron obtener el nivel básico, y tomar las decisiones a las que haya lugar, siguiendo los lineamientos del diseño estadístico, por lo cual también se debe solicitar un concepto a la coordinación de diseños muestrales sobre las acciones correctivas que se deben tomar en cada caso, teniendo en cuenta la situación específica que se haya presentado.

En el desarrollo de la EAI se realizan procesos de autoevaluación en cada una de las fases del proceso de producción, para asegurar la calidad de los resultados publicados. Se hace un seguimiento riguroso al cumplimiento del cronograma establecido y aprobado por la Dirección Técnica.

El proceso de evaluación se realiza de manera continua para cada una de las fases del proceso durante el desarrollo de la EAI, a través de mesas técnicas, con los grupos de trabajo de la encuesta. En las mesas de trabajo además se hace un seguimiento del cronograma establecido, se revisa la calidad de los procesos y subprocesos, se socializan y analizan los resultados, mediante un análisis de contexto.

A partir de las evaluaciones, se identifican oportunidades de mejora a ser implementadas en las versiones futuras de la operación estadística y que se encuentran recopiladas en las actas de las reuniones de los grupos de trabajo.

Los resultados de la operación estadística se socializan y analizan en comités, con el fin de poder asegurar la calidad de estos, mediante un análisis de coherencia temática y de contexto.

## 2.8. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FLUJOS DE TRABAJO

Mediante el Modelo funcional de la operación estadística, se pueden conocer sus interrelaciones, los equipos de trabajo que intervienen, los productos intermedios y finales que se generan, y los riesgos asociados al desarrollo de las diferentes fases en el documento DSO-EAI-MFU-001 que se puede ubicar en: [www.isolucionpro.dane.gov.co](http://www.isolucionpro.dane.gov.co)

Para la versión que se publica a usuarios externos al DANE se relaciona la información en el Anexo. 3 del presente documento.

## 3. DOCUMENTACIÓN RELACIONADA

La documentación de la EAI puede clasificarse en dos categorías: aquella que tiene carácter completamente público, es decir, es la documentación a la que puede acceder cualquier persona desde computadores externos al DANE. La segunda es la de acceso más restringido a personas que trabajan en el DANE y más involucradas en esta encuesta.

En el primer grupo se encuentra la siguiente documentación:

Documento metodológico: recoge información sobre el diseño conceptual y estadístico, las etapas de la producción estadística, el análisis y discusión de resultados y la difusión. Incluye el formulario. [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

Informe de resultados (incluye Boletín anual, tablas de Excel). [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)

Ficha metodológica.

En el segundo grupo se encuentra lo siguiente:

Manual de conceptos y diligenciamiento de la EAI: contiene una breve descripción de cada capítulo y la manera correcta de diligenciar los datos en cada uno; también se explican algunos conceptos importantes dentro de la encuesta.

Manual de crítica de la EAI: muestra los estándares dentro de los cuales debe estar la información diligenciada dentro de la encuesta. Se muestran los puntos a tener en cuenta a la hora de revisar los datos consignados por las

empresas.

Manual de sistemas de la EAI: muestra la manera de ingresar al aplicativo de captura y presenta la información de cada capítulo y sus características.

## GLOSARIO

Los siguientes conceptos fueron adaptaciones realizadas por el equipo técnico de la operación estadística, basado en los referentes que se señalan en el concepto correspondiente.

**Empresa:** Unidad económica o combinación más pequeña de unidades productivas que abarca y controla, directa o indirectamente, todas las funciones necesarias para realizar sus actividades de producción. Depende de una sola entidad propietaria o de control, sin embargo, puede ser heterogénea en cuanto a su actividad económica, así como a su emplazamiento. (DANE, 2012)

**Establecimiento:** Unidad económica o parte de esta que, en un espacio independiente, combina factores y recursos para el desarrollo de una actividad económica y respecto de la cual se puede recopilar información para el cálculo de empleo, ingresos y costos. Además, cuenta con instalaciones delimitadas por construcciones que se ubican de forma permanente en un mismo lugar. Las unidades económicas pueden ser monoestablecimientos o multiestablecimiento según desarrollen su actividad en uno o en más emplazamientos (DANE)

**Muestra:** Parte de una población, o un subconjunto de un grupo de unidades las cuales son suministradas por algún proceso u otro medio, usualmente por selección intencional de las propiedades de la población, o de un conjunto de ella, según el objeto de la investigación (OESD)

**Población objetivo:** Conjunto de elementos de los que se desea obtener los datos y sobre los que se presentan conclusiones o resultados; está compuesta por unidades que comparten alguna característica, tienen una localización geográfica y un tiempo como periodo de referencia (DANE).

**Universo de estudio:** Se constituye por la totalidad de individuos y elementos en los cuales pueden representarse determinadas características susceptibles a ser estudiadas (DANE, 2020).

**Variable:** Característica de las unidades estadísticas que puede asumir un conjunto de valores los cuales pueden ser cuantitativos o cualitativos (DANE, 2020).

## BIBLIOGRAFÍA

Bautista, L. (1998). Diseños de Muestreo Estadístico. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Matemáticas y Estadística.

Biehl, M., Bordt, M., & Klassen, R. (2009). "Targeting Environmental Protection Expenditures in the Manufacturing Sector". En: *Envirostats*, Vol. 3 No. 2. Canadá.

Bustamante, C. (Coordinador). (2007). Marco Conceptual Del Siac: Aplicación Del Enfoque Ecosistémico. Bogotá.

CEPAL. (2004). Metodología para la Elaboración y Desarrollo de Estadísticas Ambientales. Capacitación para Países Comunidad Andina. Febrero-marzo 2004. Dharmo Rojas, Consultor.

Congreso Nacional de Colombia. (6 de Agosto de 2002). Decreto 1713 de 2002. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

Congreso Nacional de Colombia. (30 de Diciembre de 2005). Decreto 4741 de 2005. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>

CRA. (2000). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de CRA: [http://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/admon1202/files/3\\_presentaciondocumento\\_tecnico.pdf](http://tramitesccu.cra.gov.co/normatividad/admon1202/files/3_presentaciondocumento_tecnico.pdf)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2006a).

Clasificación Industrial Internacional Uniforme de todas las actividades estadísticas Revisión 3.1 Adaptada Para Colombia. Bogotá: DANE.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2021).

Sistema de Consulta de Conceptos Estandarizados DANE. Recuperado el 20 de agosto de 2021, de [https://conceptos.dane.gov.co/conceptos/area\\_tematica](https://conceptos.dane.gov.co/conceptos/area_tematica)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2002). Metodología de las Cuentas Nacionales de Colombia. Base 1994. Operaciones de Bienes y Servicios. Bogotá: Imprenta Nacional.

DNP. (2001). Políticas Públicas Hacia El Desarrollo Sostenible Y Política Ambiental Hacia La Sostenibilidad Del Desarrollo. Colombia.

De Waal, A. (2003). Processing of Erroneous and Unfase Data: PhD Erasmus University, Rotterdam.

Eurostat. (2002). Environmental Protection Expenditure Accounts. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de Eurostat: [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY\\_OFFPUB/KS-BE-02-001/EN/KS-BE-02-001-EN.PDF](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-BE-02-001/EN/KS-BE-02-001-EN.PDF)

FAO. (1996). Eliminación de grandes cantidades de plaguicidas en desuso en los países en desarrollo. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de Depósito de documentos de la FAO: <http://www.fao.org/docrep/w1604s/w1604s07.htm>

Fellegi, I., Holt A. (1976). Systematic Approach To Automatic Edit And Imputation. En *Journal Of The American Statistical Association*. Estados Unidos.

Garfinkel, R. Kunathur A. & Liepins G. (1986) Optimal Imputation Of Erroneous Data Continuous Data, Linear Constrains. En *Operations Research*

Hernández, V. (2008). Avances En Los Procesos De Gestión De Información Ambiental En Colombia - Documento De Trabajo Elaborado En El Marco Del Curso Teórico Práctico Sobre Generación De Estadísticas Ambientales.

Instituto Nacional De Estadística. (2007). Encuesta Del Gasto De Las Empresas En Protección Ambiental. Principales Resultados. España.

Instituto Internacional de Estadística. (s.f.). A Dictionary of Statistical Terms (Quinta ed.). Longman Scientific and Technical.

ICONTEC. (2004). Sistemas De Gestión Ambiental. Requisitos Con Orientación Para Su Uso. Bogotá: Icontec.

Ideam. (2001). El Medio Ambiente en Colombia (Segunda ed.). Bogotá: Ideam.

Lohr S. (s.f). Muestreo: Diseño Y Análisis: Ed. Thomson.

Ludevid, M. (2004). La Gestión Ambiental De La Empresa. Barcelona: Ariel.

Medina, F (2004). Los Métodos De Imputación De Datos En Las Encuestas De Hogares:

Teoría Y Práctica. Santiago De Chile: Cepal.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). Tesoro Ambiental de Colombia. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/tesauro/naveg.htm>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). Sea un consumidor responsable con el medio ambiente. Recuperado el 11 de Junio de 2013, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=151&conID=294>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (21 de Diciembre de 2012). Decreto 2667 de 2012. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de ANDI: <http://www.andi.com.co/Archivos/file/Vicepresidencia%20Desarrollo%20Sostenible/2013/DECRETO26672012.pdf>

Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial et al. (2005). Lineamientos Para La Formulación De La Política De Prevención Y Control De La Contaminación Del Aire.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). Antecedentes de la Contaminación Hídrica en Colombia. Bogotá.

Ministerio De Ambiente, Vivienda Y Desarrollo Territorial y Departamento Nacional De Planeación (2003). Documento CONPES 3242. Estrategia Institucional Para La Venta De Servicios Ambientales De Mitigación Del Cambio Climático.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2002). Guía ambiental para la floricultura Asocoflores. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: [www.minambiente.gov.co/documentos/floriculor.pdf](http://www.minambiente.gov.co/documentos/floriculor.pdf)

Ministerio del Medio Ambiente. (1997). Política Nacional de Producción más Limpia. Bogotá.

Ministerio del Medio Ambiente. (1997a). Política Para La Gestión Integral De Residuos. Bogotá.

Montes, C. (2004). El Reciclaje En El Contexto De La Normatividad Sobre Residuos Sólidos En Colombia. En: Lecturas Sobre El Derecho Del Medio Ambiente, Universidad Externado De Colombia, Noviembre De 2004, Tomo V. Colombia.

OCDE. (2005). Glossary of Statistical Terms. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de OCDE: <http://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2857>

Organización de Naciones Unidas (ONU) (1985). Un Marco Para El Desarrollo De Estadísticas Ambientales. Nueva York.

Oficina Estadística Naciones Unidas. (1995). Environment Statistics. En: Envstats Issue 1. Nueva York: Naciones Unidas.

Ramírez, G. (2000). Imputación De Datos. Venezuela: OCECI.

SIAC. (10 de Junio de 2013). Subsistema de Información sobre Uso de Recursos Naturales Renovables (SIUR). Recuperado el 26 de Julio de 2010, de Sistema de Información Ambiental de Colombia: <https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=669&conID=650>

Sämdal., C., Swenson, B., Wretman J. (1992). Model Assisted Survey Sampling. New York: Springer-Verlag

Sánchez, E. & Uribe, E. (Coordinadores). (1994). Contaminación Industrial En Colombia. Bogotá: Tercer Mundo Editores. Dnp, Prud.

Statistics Canada. (2006). Environmental Protection Expenditures In The Business Sector. Recuperado el 11 de Junio de 2013, de <http://www.statcan.gc.ca/pub/16f0006x/16f0006x2006000-eng.pdf>

UNStats. (2012). System of Environmental Economic Accounting. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de Un Statistics: [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White\\_cover.pdf](http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf)  
US Department of Labor. (2008). Glossary. Recuperado el 31 de Julio de 2013, de Bureau of Labor Statistics: <http://www.bls.gov/bls/glossary.htm>

Universidad Nacional de Colombia. (2000). Colombia, un país por construir. (P. J. Amaya, Ed.) Bogotá: Universidad Nacional.

Uribe, C. (Coordinador). (2007). Marco Conceptual Del Siac: Aplicación Del Enfoque Ecosistémico. Bogotá: Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible.

Vega, L. (2001). Políticas Públicas Hacia El Desarrollo Sostenible Y Política Ambiental Hacia La Sostenibilidad Del Desarrollo. Bogotá: DNP.

Eurostat. (s.f). Clasificación de actividades de gasto en protección ambiental. ([http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST\\_NOM\\_DTL&StrNom=CEPA\\_2000&StrLanguageCode=EN&IntPcKey=&StrLayoutCode=HIERARCHIC&IntCurrentPage=1](http://ec.europa.eu/eurostat/ramon/nomenclatures/index.cfm?TargetUrl=LST_NOM_DTL&StrNom=CEPA_2000&StrLanguageCode=EN&IntPcKey=&StrLayoutCode=HIERARCHIC&IntCurrentPage=1)).

----- (2007a). Encuesta Del Gasto De Las Empresas En Protección Ambiental. Principales Resultados. España: Ine.

----- (2007b). Metodología De La Encuesta Del Gasto De Las Empresas En Protección Ambiental. España: Ine.

----- (2006a). Clasificación Industrial Internacional Uniforme De Todas Las Actividades Económicas. Revisión 3.1 Adaptada Para Colombia. Bogotá D.C.

----- (2006b). Glosario De Términos. Muestra Mensual Manufacturera. Bogotá D.C.

----- (2005a). Cuentas Ambientales: Conceptos, Metodologías Y Avances En Los Países De América Latina Y El Caribe. Documento Preparados Por Marcelo Ortúzar, Rayén Quiroga Y Farid Isa. Santiago De Chile: Cepal.

----- (2005b). Propuesta Metodológica Para El Desarrollo Y La Elaboración De Estadísticas Ambientales En Países De América Latina Y El Caribe. Documento Preparado Por Dharmo Rojas. Santiago De Chile: Cepal.

----- (2005). Environmental Expenditure Statistics: Industry Data Collection Handbook.

----- (2005b). Política Ambiental Para La Gestión Integral De Residuos O Desechos Peligrosos. Colombia.

----- (2003). Contabilidad Económico - Ambiental Integrada Para Colombia -Colsea. Bogotá D.C.

----- (2002). Plan Estratégico Nacional de Mercados Verdes. Bogotá.

----- (2002). Contabilidad ambiental y económica integrada. Manual de Operaciones. Recuperado el 11 de Junio de 2013, de Oficina de Estadísticas de Naciones Unidas: [unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF\\_78S.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_78S.pdf)

----- (2002). Contabilidad Ambiental Y Económica Integrada. Manual De Operaciones. Nueva York.

----- Environment Statistics en: ENVSTATS Issue 1. Nueva York: Naciones Unidas. Enero - Junio 1995.

----- (1994). Contabilidad ambiental y económica integrada. Recuperado el 11 de Junio de 2013, de Oficina de Estadísticas de Naciones Unidas: [unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF\\_61S.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_61S.pdf)

----- (1994). Contabilidad Ambiental Y Económica Integrada. Nueva York.

## ANEXOS

### Anexo 1. Clasificación de las actividades de protección ambiental (CAPA, 2000).

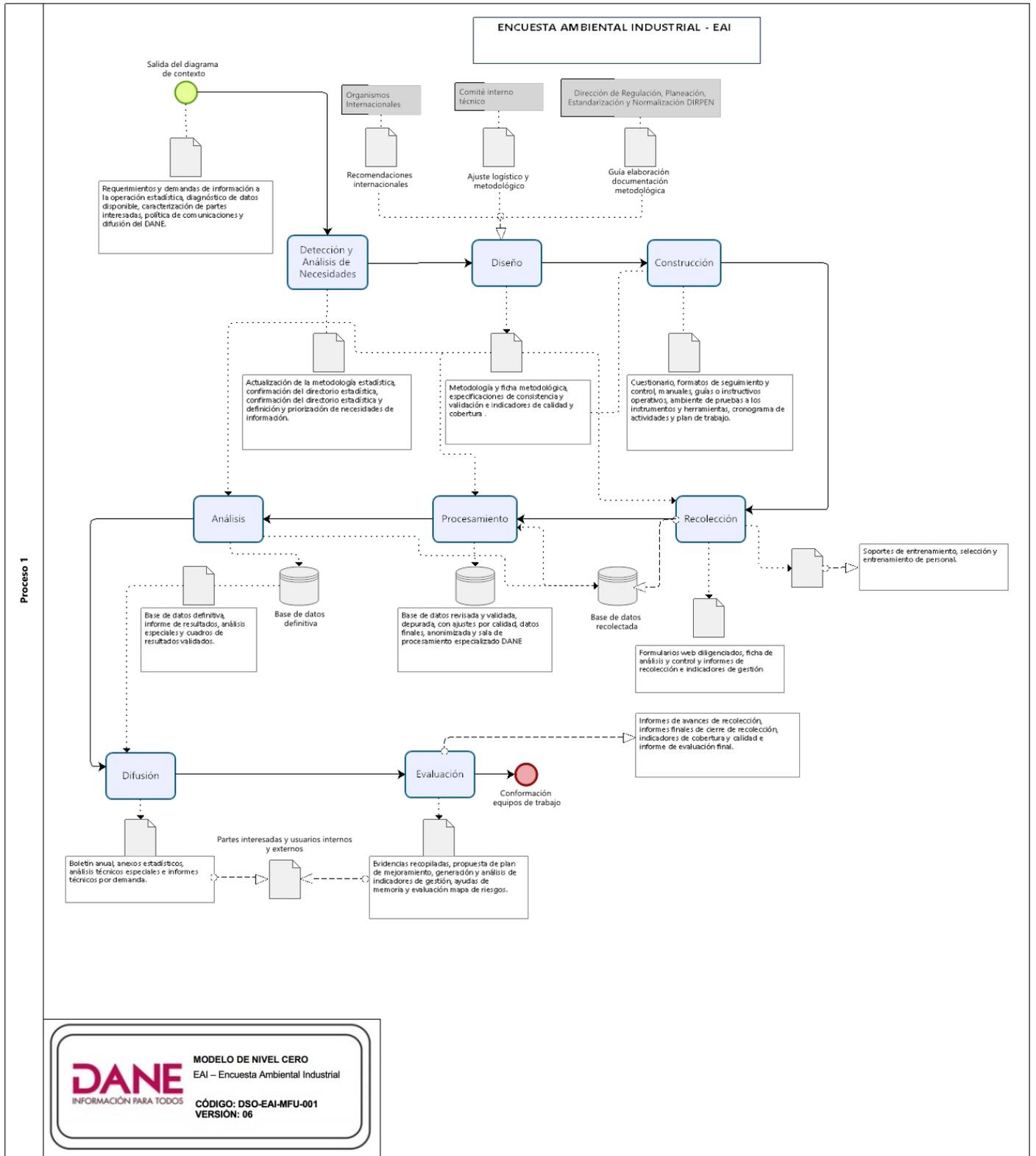
1. Protección del aire ambiente y el clima.
  - 1.1. Prevención de la contaminación del aire mediante modificaciones de los procesos
    - 1.1.1. Para la protección del aire ambiente
    - 1.1.2. Para la protección del clima y la capa de ozono
  - 1.2. Tratamiento de los gases de escape y el aire de ventilación
    - 1.2.1. Para la protección del aire ambiente
    - 1.2.2. Para la protección del clima y la capa de ozono
  - 1.3. Mediciones, controles, laboratorios, etcétera
  - 1.4. Otras actividades
2. Gestión de las aguas servidas.
  - 2.1. Prevención de la contaminación mediante modificaciones de los procesos
  - 2.2. Redes de alcantarillado
  - 2.3. Tratamiento de aguas servidas
  - 2.4. Tratamiento del agua de refrigeración
  - 2.5. Mediciones, controles, laboratorios, etcétera
  - 2.6. Otras actividades
3. Gestión de desechos.
  - 3.1. Prevención de la contaminación mediante modificaciones de los procesos
  - 3.2. Recogida y transporte
  - 3.3. Tratamiento y eliminación de desechos peligrosos
    - 3.3.1. Tratamiento térmico
    - 3.3.2. Vertederos sanitarios
    - 3.3.3. Otras formas de tratamiento y eliminación
  - 3.4. Tratamiento y eliminación de desechos no peligrosos
    - 3.4.1. Incineración
    - 3.4.2. Rellenos sanitarios
    - 3.4.3. Otras formas de tratamiento y eliminación
  - 3.5. Mediciones, controles, laboratorios, etcétera
  - 3.6. Otras actividades
4. Protección del suelo y las aguas freáticas.
  - 4.1. Prevención de la filtración de contaminantes

- 4.2. Descontaminación de los suelos
- 4.3. Protección contra la erosión del suelo
- 4.4. Mediciones, controles, laboratorios, etcétera
- 4.5. Otras actividades
  
- 5. Atenuación del ruido y las vibraciones (excluida la protección en el lugar de trabajo).
- 5.1. Ruido procedente de las carreteras y el tráfico ferroviario
- 5.1.1. Modificaciones preventivas de los procesos en la fuente
- 5.1.2. Construcción de instalaciones contra el ruido y las vibraciones
- 5.2. Ruido procedente del tráfico aéreo
- 5.2.1. Modificaciones preventivas de los procesos en la fuente
- 5.2.2. Construcción de instalaciones contra el ruido y las vibraciones
- 5.3. Ruido y vibración de los procesos industriales
- 5.4. Mediciones, controles, laboratorios, etcétera
- 5.5. Otras actividades
  
- 6. Protección de la diversidad biológica y el paisaje.
- 6.1. Protección de las especies
- 6.2. Protección del paisaje y los hábitats
- 6.2.1. Protección de los bosques
- 6.3. Rehabilitación de las poblaciones de especies y los paisajes
- 6.4. Restablecimiento o limpieza de masas de agua
- 6.5. Mediciones, controles, laboratorios, etcétera
- 6.6. Otras actividades
  
- 7. Protección contra la radiación (excluidas las centrales de energía nucleares y las instalaciones militares).
- 7.1. Protección del medio ambiente
- 7.2. Mediciones, controles, laboratorios, etcétera
- 7.3. Otras actividades
  
- 8. Investigación y desarrollo.
- 8.1. Protección del aire ambiente y el clima
- 8.1.1. Protección del aire ambiente
- 8.1.2. Protección de la atmósfera y el clima
- 8.2. Protección del agua ambiente
- 8.3. Desechos
- 8.4. Protección del suelo y las aguas freáticas
- 8.5. Atenuación del ruido y las vibraciones
- 8.6. Protección de las especies y los hábitats
- 8.7. Protección contra la radiación
- 8.8. Otras operaciones estadísticas sobre el medio ambiente

**Anexo 2. Formulario de la Encuesta ambiental Industrial (EAI) 2019**

• [Anexo 2. Formulario 2020](#)

**Anexo 3. Modelo funcional EAI**



VERSIÓN	FECHA	RAZÓN DE LA ACTUALIZACIÓN
2	26/Ago/2013	Actualización del documento.
3	07/Sep/2016	"Se hicieron los ajustes del formato requeridos. Se hicieron ajustes en el diseño estadístico de la encuesta, en el que se aclaran algunos de los conceptos usados y sobre la selección y actualización de la muestra."
4	16/Abr/2018	Se realiza revisión y ajuste de lenguaje incluyente. Se ajusta diseño muestral por cambios en el marco muestral de la Encuesta Anual Manufacturera.
5	03/Jun/2020	Actualización documental de la operación estadística bajo el modelo GSBPM.
6	11/Ago/2020	Actualización documental realizada de acuerdo con la actualización de los lineamientos del proceso estadístico y guías para documentación en concordancia con el modelo GSBPM.

7	02/Dic/2021	De acuerdo con los compromisos definidos como resultado de la Auditoría de Calidad Estadística, se realiza la actualización de la Metodología conforme a los lineamientos definidos para el tipo documental, se incluye información sobre la versión y la fecha de los parámetros estadísticos utilizados.
8	29/Jul/2022	Se realiza actualización del tamaño de la muestra y los cuadros de salida

ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
<b>Nombre:</b> Viviam Lucia Robayo Mayorga <b>Cargo:</b> Profesional Especializado <b>Fecha:</b> 29/Ago/2022	<b>Nombre:</b> Pilar Andrade Medina <b>Cargo:</b> Profesional Especializado <b>Fecha:</b> 30/Ago/2022  <b>Nombre:</b> Horacio Coral Diaz <b>Cargo:</b> Director Técnico <b>Fecha:</b> 02/Sep/2022	<b>Nombre:</b> Julieth Alejandra Solano Villa <b>Cargo:</b> Subdirectora (E) <b>Fecha:</b> 19/Sep/2022

Si este documento es impreso se considera copia no controlada